



División de Ciencias y Artes para el Diseño
Doctorado en Ciencias y Artes para el Diseño

Área 3: Sustentabilidad Ambiental

Residuos del nopal como fuente de energía limpia
Contribución a la mitigación y a la adaptación del cambio climático

Tesis doctoral para obtener el grado de doctor

Miguel Ángel Bribiesca Cazares

Tutora:

Dra. María Eugenia Castro Ramírez

Ciudad de México



División de Ciencias y Artes para el Diseño

Doctorado en Ciencias y Artes para el Diseño

Área 3: Sustentabilidad Ambiental

Residuos del nopal como fuente de energía limpia

Contribución a la mitigación y a la adaptación del cambio climático

Tesis doctoral para obtener el grado de doctor

Miguel Ángel Bribiesca Cazares

Tutora:

Dra. María Eugenia Castro Ramírez

Lectores:

Dra. Laura Isabel Romero Castillo

Dr. Luciano Segurajáuregui Álvarez

Dr. Antonio Flores Díaz

Dr. José Luis Gutiérrez Senties

Dr. Alberto Cedeño Valdivieso

Dra. Ma Eugenia Castro Ramírez

Ciudad de México abril de 2024.

Índice

	Página
Introducción	5
Capítulo I. Delimitación espacial temporal de la zona de estudio.....	12
Capítulo II. Mitigación y adaptación al Cambio Climático a través de la sustitución de energías fósiles por energías renovables en México y la microcuenca de Milpa Alta.....	26
Capítulo III. Las energías renovables en México y su factibilidad de aplicación en la microcuenca de Milpa Alta.....	39
Capítulo IV. Comparación entre los métodos y sistemas de tratamiento tradicionales y el propuesto en el manejo de los residuos del nopal verdura para examinar su eficacia y viabilidad (resultados de investigación).....	44
Capítulo V. Aplicación de indicadores y conceptos. “Liderando el Desarrollo Sostenible de las Ciudades en América Latina y el Caribe” a Milpa Alta.....	93
Capítulo VI. Aplicación del Análisis de ciclo de Vida en los distintos sistemas de generación de biogás a partir de los residuos del nopal verdura.....	147
Capítulo VII. Aplicación del software de Sensitividad de Vester.....	158
Conclusiones y propuestas	194
Referencias Bibliográficas	206
Anexo 1. Gráficas y resultados del programa SimaPro 7.....	212
Anexo 2. Gráficas y resultados del programa de Sensitividad de Vester.....	238
Anexo 3. Mapas, tablas, imágenes y gráficos.....	260

Agradecimientos

Introducción

Antecedentes

El interés personal de realizar esta investigación surge de experiencias previas con el nopal verdura que datan del año 2004, cuando me involucré en procesos de transformación de este vegetal para consumo humano y la relación de amistad que llegué a crear con miembros y productores del nopal verdura en Milpa Alta CDMX, tales como el diseño y fabricación de herramientas y maquinarias para pelado y rebordeado de espinas del nopal verdura.

Resultado de esto, y con la experiencia de la comunidad productora me percaté que por cada kilo de nopal verdura que se procesa para consumo humano, se producen en promedio 200 y 300 gramos de residuos, esto es el 20% y el 30% de cada kilo procesado del mismo.

En el Centro de Acopio del Nopal Verdura (CANV) ubicado en la Alcaldía Milpa Alta, Ciudad de México (CDMX), se generan de 10 a 12 toneladas al día de residuos de este vegetal, es decir un promedio de 4,380 toneladas al año, lo cual genera un reto de almacenaje y traslado a centros de disposición final, inadecuados para el medio ambiente.

Los residuos del nopal verdura generados en el CANV provienen de la agroindustria y el comercio local, y están impactando de manera importante a la microcuenca de Milpa Alta, ya que el transporte de los residuos orgánicos ocasiona distintos tipos de contaminación, como malos olores, plagas, emisiones de CO₂, Metano, entre otros.

Además, los transportes de los productores utilizan combustibles de origen fósil (gasolina, diésel y gas natural) altamente contaminantes, (carburantes generadores de Gases de Efecto Invernadero GEI), los cuales contribuyen al Calentamiento Global (CG) y al Cambio Climático (CC), además de generar impactos socio ambientales y gastos para la economía local.

En la búsqueda de información para profundizar en el estudio de los residuos del nopal verdura encontré como antecedente, el Programa Sectorial Ambiental y de Sustentabilidad (PGIRS), creado para el periodo 2013-2018 de la CDMX, el cual contempla aspectos de gestión integral de residuos orgánicos, muestra objetivos, metas y políticas públicas por alcanzar, como son:

- a) Generar una mayor educación ambiental sobre reducción, separación y aprovechamiento de residuos;
- b) Fortalecer las condiciones para la prestación del servicio público de limpia, su infraestructura y mobiliario; y
- c) Tener una visión a nivel megalópolis para avanzar en la instrumentación y operación de nuevas alternativas tecnológicas, encaminadas hacia el manejo y valorización de los residuos como fuente de generación de materiales complementarios, así como el uso de energías alternas. (PGIRS, 2016).

El PGIRS sienta las bases normativas y jurídicas para el programa integral de aprovechamiento y manejo de residuos del nopal verdura propuesto en esta tesis.

Mi trabajo tiene como objetivo proponer acciones que reduzcan el daño ambiental que provocan los residuos orgánicos tratados inadecuadamente por las **comunidades productoras de nopal verdura en Milpa Alta** y además busca generar ideas para que las comunidades obtengan un beneficio económico al aprovechar los residuos.

El programa descrito en esta tesis propone el cuidado del medio ambiente a través del uso de ecotecnologías aplicadas en la biorregión de la microcuenca de Milpa Alta, pues en la actualidad se carece de capacidad para aprovechar los residuos del nopal verdura en la elaboración de composta, biofertilizante líquido y biocombustibles.

Justificación

La actual problemática ambiental presente en nuestro planeta y en particular de México requiere del desarrollo de la ciencia y la tecnología apropiada para mejorar

el ambiente y la calidad de vida de la sociedad en la que cohabitamos, por eso se propone el tratamiento de residuos orgánicos e inorgánicos en los procesos productivos, donde se obtienen los beneficios del proceso de producción del nopal verdura, para consumo humano y utilizar los residuos que se generan durante los procesos de transformación con fines bioenergéticos.

Estos beneficios podrían resultar en una buena elección ecológica, por las características de adaptabilidad y de rápida reproducción del nopal en zonas no aptas para otros cultivos en donde la ventaja es que los residuos del nopal sirven para el mejoramiento y recuperación de suelos erosionados de baja calidad para la agricultura por estar deteriorados.

La bioenergía, también denominada energía de la biomasa, es obtenida de los residuos orgánicos y considerada una fuente de energía alterna y limpia.

Es energía renovable que se obtiene de sustancias orgánicas, es decir de plantas y animales, contribuye a la sustentabilidad en aspectos ecológicos, sociales, políticos y económicos, **debido a que tiene la característica de disponibilidad en el mismo lugar donde se produce siendo aprovechado por la misma sociedad que la genera.**

Ayuda a la economía local, debido a que no se tiene que transportar a otros sitios lejanos para su procesamiento, evitando gastos de transporte y consumo de energías fósiles que emiten grandes cantidades de GEI. Además, políticamente a nivel global cada vez son más las normas internacionales, nacionales y locales que demandan el uso de otras energías alternas y la integración entre ellas, como sería el uso de biocombustibles, fotoceldas solares o generadores eólicos.

Los residuos del nopal verdura generan más biogás que el estiércol. Del nopal se obtienen alimentos, medicamentos, forrajes, champús, fibras, cosméticos y, ahora, está comprobado que los residuos de esta cactácea tienen potencial para solucionar necesidades energéticas produciendo biogás, electricidad, etanol y biofertilizante 100% orgánico.

El nopal también puede ser una alternativa para la reforestación en zonas devastadas por el uso intensivo de la agricultura (FAO, 2006).

Un punto importante de la investigación es entender, examinar las leyes y la nueva reforma energética para comprender cuál es el marco jurídico para la generar biocombustibles y en particular la biomasa.

Para conocer el tema del marco jurídico se estudiaron, el Informe especial del IPCC sobre el cambio climático, los procesos de la desertificación, la degradación de las tierras, la gestión sustentable de las tierras, la seguridad alimentaria y los flujos de gases de efecto invernadero en los ecosistemas terrestres (este informe se examinó en la 50ª reunión del IPCC celebrada en agosto de 2019 en Ginebra, Suiza).

Además, se consultaron las leyes y la nueva reforma energética, tales como son las Leyes de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos promulgadas el 1 de febrero de 2008, y ratificadas en el documento de Prospectiva de Energías Renovables 2016-2030 de la Secretaría de Energía (SENER). Este documento tuvo como propósito promover la producción, comercialización y uso de los bioenergéticos a fin de contribuir al desarrollo sustentable y la diversificación energética.

En específico, se busca promover la producción de insumos para bioenergéticos, a partir de las actividades agropecuarias, forestales, algas, procesos biotecnológicos y enzimáticos del campo mexicano, sin poner en riesgo la seguridad y soberanía alimentaria del país de conformidad con lo establecido en el artículo 178 y 179 de la Ley de Desarrollo Rural Sustentable (SENER, 2016).

En conclusión, esta tesis nace del reconocimiento de la problemática ambiental y el cambio climático y de la necesidad de disminuir y aprovechar los residuos del nopal verdura que se generan a partir de las actividades agropecuarias. Tiene la intención de proponer la obtención de energías alternas como biogás, electricidad y calor.

Esto contribuirá a reducir las afectaciones ambientales, sociales y económicas, en donde por descuido se puede poner en peligro todo un sistema ecológico derivado de una actividad social y económica que no contempla al medio ambiente y en

donde se puede afectar de manera directa a los grupos sociales implicados, ya que dichos impactos ambientales se derivan de prácticas inapropiadas o insuficientes en el tema de la gestión de los residuos en todas sus fases.

Objetivo general

Crear las bases y recomendaciones para construir un programa integral de aprovechamiento y manejo de los residuos de nopal verdura como fuente alternativa para generar energías de ciclo cerrado, que contribuyan a la reducción de los GEI que causan el cambio climático. A su vez, demostrar su viabilidad socioambiental a partir de la producción de biomasa resultante del manejo adecuado de los residuos del nopal en la microcuenca de Milpa Alta.

Objetivos particulares

1. Delimitar espacial y temporalmente la zona de estudio con una unidad de análisis ambiental.
2. Investigar las teorías y metodologías sistémicas, bio-cibernéticas y de la complejidad adecuadas para hacer factibles los procesos socioambientales de producción de energías renovables a partir de los residuos biodegradables.
3. Realizar el Estudio de Caso en la microcuenca de Milpa Alta y a partir de los residuos del nopal verdura; bio-región donde se cultiva el nopal y considerada estratégica para la conservación ambiental con procesos de agroecología y de uso adecuado de los bienes naturales, manejados ecotecnológicamente y como sumidero de carbono de los GEI, todo en beneficio del medioambiente y de las comunidades campesinas.
4. Analizar las diferentes formas de aprovechamiento de los residuos del nopal verdura, resultado de los procesos de transformación para generar energías menos contaminantes en el país.
5. Evaluar el manejo y sistemas de tratamiento actual de los residuos del nopal verdura en Milpa Alta.

6. Analizar los elementos eco-tecnológicos que puedan contribuir al mejoramiento del ambiente y a la calidad de vida de las comunidades rurales y que sean factible ambiental, cultural y económicamente.
7. Comparar la eficacia y viabilidad socioambiental y ecotecnología del Programa propuesto contra el que se viene haciendo hasta ahora (Programa integral de aprovechamiento de residuos del nopal verdura ecológico con cero emisiones de GEI).
8. Demostrar la viabilidad socioambiental a partir de la producción de biomasa resultante del manejo adecuado de los residuos del nopal verdura.

Preguntas de investigación

1. ¿Cuál es la unidad ambiental más adecuada para delimitar de forma espacial y temporal la zona de estudio en cuestión como es biorregión de Milpa Alta CDMX?
2. ¿Cómo integrar a las teorías y metodologías de origen sistémico, biocibernético y de la complejidad en busca de los procesos socioambientales de producción de energías menos contaminantes, a partir de los residuos biodegradables en la microcuenca de Milpa Alta?
3. ¿Cuáles son los beneficios para el medioambiente y las comunidades campesinas, el realizar un Estudio de Caso específico, donde se consideren estrategias ecotecnológicas para la conservación del medio ambiente con procesos de agroecología adecuada a la zona de estudio?
4. ¿En qué zonas del país se aprovechan los residuos del nopal verdura y qué tipo de procesos de transformación para generar energía menos contaminante realizan?
5. ¿En la actualidad cómo es el manejo y cuáles son los sistemas de tratamiento para los residuos del nopal verdura en Milpa Alta CDMX?

6. ¿Cómo utilizar elementos ecotecnológicos, con la intención de mejorar el medioambiente y la calidad de vida de las comunidades rurales?
7. ¿Cuáles son los elementos básicos para la construcción del modelo propuesto?
8. ¿Cuáles son los resultados de la comparación de eficacia, viabilidad socio ambiental y ecotecnológico del Programa propuesto?
9. ¿Un programa integral de aprovechamiento de residuos del nopal verdura con carácter ecológico con emisiones de GEI, puede demostrar la viabilidad socioambiental a partir de la producción de biomasa resultante del manejo adecuado de los residuos del nopal verdura?

Son muchas las preguntas que surgen al momento de analizar el tema de los gases de efecto invernadero, del calentamiento global y todas sus variables que provocan el cambio climático a escalas más devastadoras en distintas partes de la Tierra.

Los problemas ocasionados por el cambio climático van desde lo global, regional hasta el ámbito local, es decir no respetan dimensión espacial sea esta una división política o una unidad de medición ambiental (biorregiones).

Los antecedentes de indicadores que demuestran el cambio climático y sus perspectivas a futuro se han visto rebasados en los últimos cinco años (2012-2017).

En lugares donde existían capas de hielo, hoy han desaparecido ecosistemas enteros y con ellos especies animales, insectos y plantas únicas de la región, de la misma forma que en el ártico sucede con las zonas templadas, tropicales y desérticas.

Los gases de efecto invernadero son causados principalmente por el uso indiscriminado de combustibles de origen fósil, se tiene que disminuir el consumo de estos y buscar fuentes de energía que no contaminen al medio ambiente y no generen GEI causantes del CC.

Es necesario realizar propuestas que sean viables tanto para la sociedad como para el medioambiente y que contribuyan a la mitigación y adaptación ante la realidad del cambio climático. El trabajo en lo local contribuirá a un beneficio global y de esa forma evitar heredar un planeta devastado a las generaciones futuras.

Hipótesis.

El uso de energías limpias, que no contaminan al ambiente como son las obtenidas de los residuos del nopal verdura al generar biogás, calor y electricidad contribuyen a reducir los GEI por un lado y por el otro a reducir el consumo de energías de origen fósil, lo que contribuye con acciones concretas a mitigar y adaptarse ante el cambio climático y en consecuencia a mejorar la calidad de vida de las comunidades productoras de nopal.

Capitulo I. Delimitación espacial temporal de la zona de estudio

La unidad de estudio con la que se trabajó en la zona geográfica de Milpa Alta en la CDMX es la de bioregión y en específico todo lo relacionado con la cuenca, subcuenca y hasta llegar a la microcuenca.

¿Qué es una biorregión? Según la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio), las ecorregiones o biorregiones son unidades geográficas con flora, fauna y ecosistemas característicos. Son una división de las grandes “ecozonas” o regiones biogeográficas.

Sin embargo, las divisiones políticas por municipios, estados y países no corresponden a los procesos ecológicos; esto hace necesario el desarrollo de políticas públicas que incluyan escalas ambientales adecuadas y que consideren la dinámica ecológica.

Muchas especies requieren de grandes regiones para mantener poblaciones viables. Tal es el caso de las especies rapaces y los grandes depredadores que llevan sus actividades en más de 20 kilómetros.

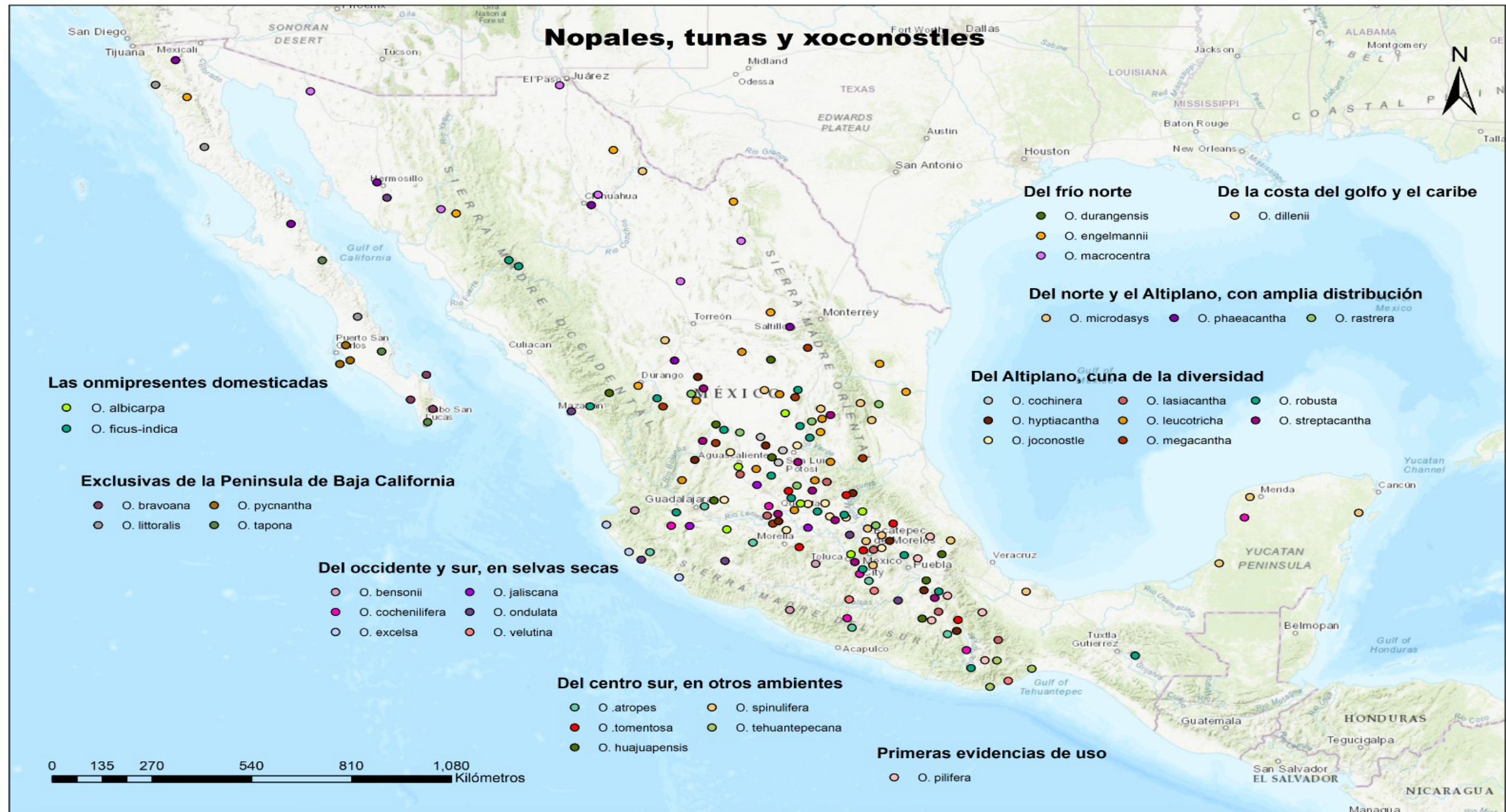
Los procesos de los ecosistemas, como el ciclo del agua y de nutrientes, a veces suceden a grandes escalas espaciales y temporales; por ejemplo, la composición de las lagunas costeras está influenciada por el océano y por las corrientes de agua dulce que las alimentan, las cuales provienen desde lugares lejanos (Ver mapa 1).

En los años 70's apareció la perspectiva bioregional que considera debe existir un cuidado del ambiente basado en características locales. Esta perspectiva enfatiza las singularidades ambientales de las regiones, motiva al consumo de productos locales (alimentos, materiales) y promueve el cultivo de especies nativas de la región, con el fin de lograr la sustentabilidad en armonía con la biorregión.

Esto significa que las poblaciones debieran conocer la ecología, economía y cultura del lugar en donde viven y comprometerse a que su vida cotidiana sea empática con la región (Conabio, 2015), (Ver mapa 1).

La mayoría de las comunidades humanas soportan sus actividades económicas y sociales dentro de un marco ambiental regional. Un ambiente saludable proporciona bienes y servicios de alta calidad a las poblaciones. Por el contrario, las grandes ciudades abarcan más allá del ámbito local o regional para satisfacer las necesidades de sus pobladores: el agua, los alimentos, los materiales y la energía tienen que importarlos de lugares lejanos.

Mapa 1. Distintas biorregiones de México y sus tipos de nopal



Fuente: elaboración propia 2024, con datos de Conabio, 2015

Cuenca, subcuenca y microcuenca

Cuenca hidrográfica.

Se denomina **cuenca hidrográfica** o cuenca de drenaje a una zona cuyas aguas se drenan a través de un solo sistema natural de drenaje. Las aguas pueden drenarse a través de un río que desemboca en un lago o en un mar, pero también pueden evaporarse y filtrarse. En ocasiones también se habla de cuenca imbrífrera y hoya hidrográfica. Una cuenca se puede dividir en tres zonas: cuenca alta, cuenca media y cuenca baja. En este contexto, la palabra cuenca también da lugar a la formación de palabras derivadas al añadirse un prefijo: subcuenca y microcuenca. Se distinguen varios tipos de cuencas en función de la forma en que drenan sus aguas (Ver mapa 2).

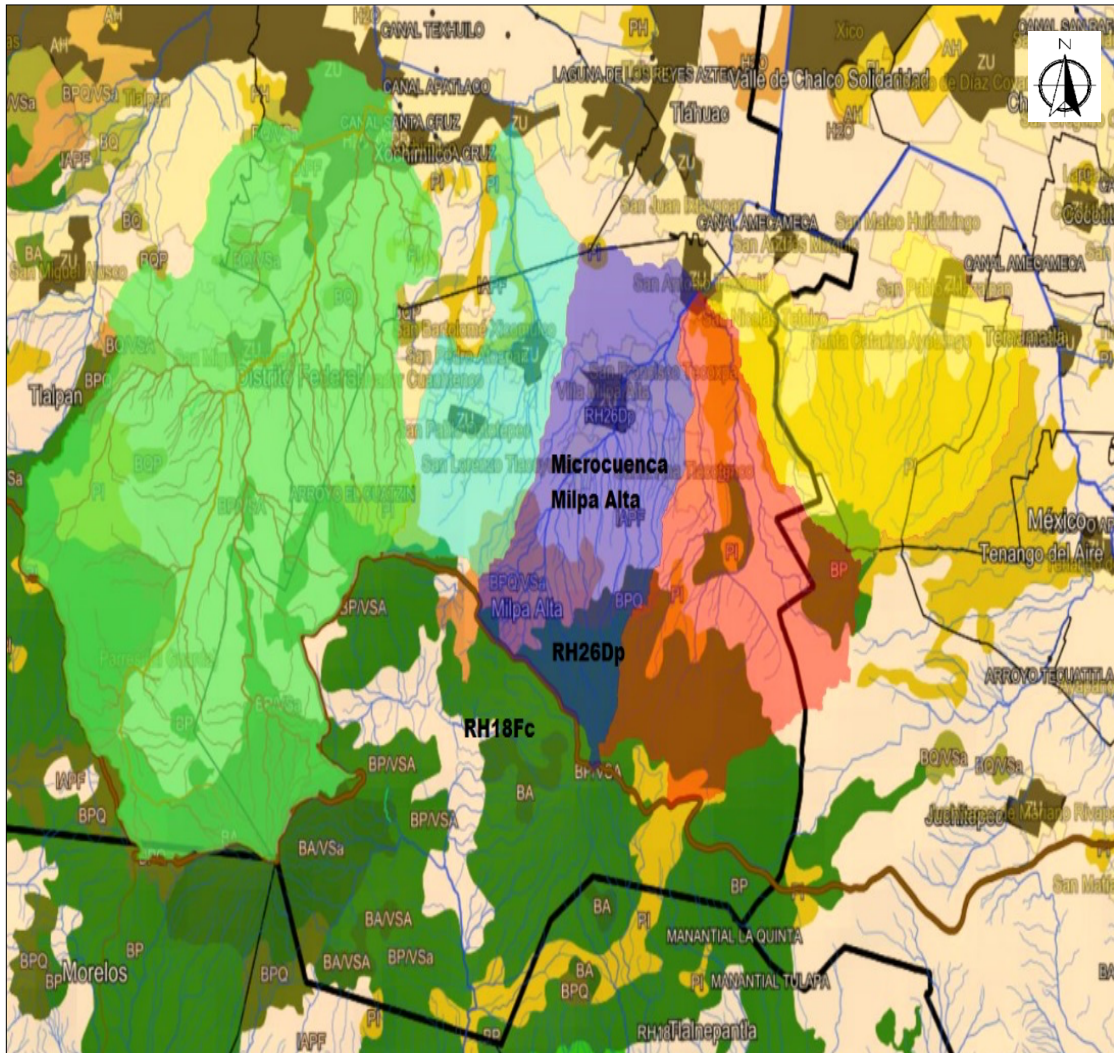
Microcuenca de Milpa Alta vista como biorregión

La microcuenca (RH26Dp) se encuentra en Milpa Alta, una de las 16 Alcaldías de la CDMX. Se encuentra situada en el extremo sudoriental de esta entidad federativa, en las estribaciones de la sierra de Ajusco-Chichinauhtzin que separa al estado de Morelos de la capital mexicana. Villa Milpa Alta es la cabecera de Milpa Alta, Alcaldía ubicada en el sureste de la CDMX.

Villa Milpa Alta se encuentra un pequeño valle entre el volcán Teuhtli y la Sierra de Chichinauhtzin, a 2700 msnm. En esta Alcaldía al sur de la Ciudad de México está localizado el asombroso refugio (casi desconocido) de cientos de árboles, plantas, aves y animales terrestres de mediano formato.

La superficie de Milpa Alta es de algo más de 228 kilómetros cuadrados y presenta un relieve sumamente montañoso. Su punto más bajo, en San Antonio Tecómitl, tiene una altitud de 2 250 metros sobre el nivel del mar, diez metros por encima del nivel medio de la ciudad de México. Rodeando el volcán Teuhtli hay una franja de tierra con una pendiente poco pronunciada que poco a poco se va elevando a medida que se avanza rumbo al poniente. Esta región es conocida con el nombre de valle de Milpa Alta, y en él habitan la mayor parte de los habitantes de la alcaldía.

Mapa 2. Microcuencas en la subcuenca RH26Dp



Fuente: Sistema de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas (SIATL), 2017.

El valle de Milpa Alta se eleva hasta los 2700 metros sobre el nivel del mar (msnm), y su clima es más frío que en el resto de la cuenca de México. Este pequeño valle separa el volcán Teuhtli de la serranía del Ajusco-Chichinauhtzin. Esta cadena montañosa es la de mayor altitud en la Ciudad de México, con cumbres que rebasan los 3 500 mil metros sobre el nivel del mar. Forman parte de esta cadena los volcanes Cuauhtzin, Chichinauhtzin, Tetzcacóatl, Acopiaco, San Bartolo y Ocusacayo, todos ellos por encima de los 3100 msnm. El punto más alto de Milpa Alta es el volcán Tláloc, con 3 690 msnm (Ver mapa 3).

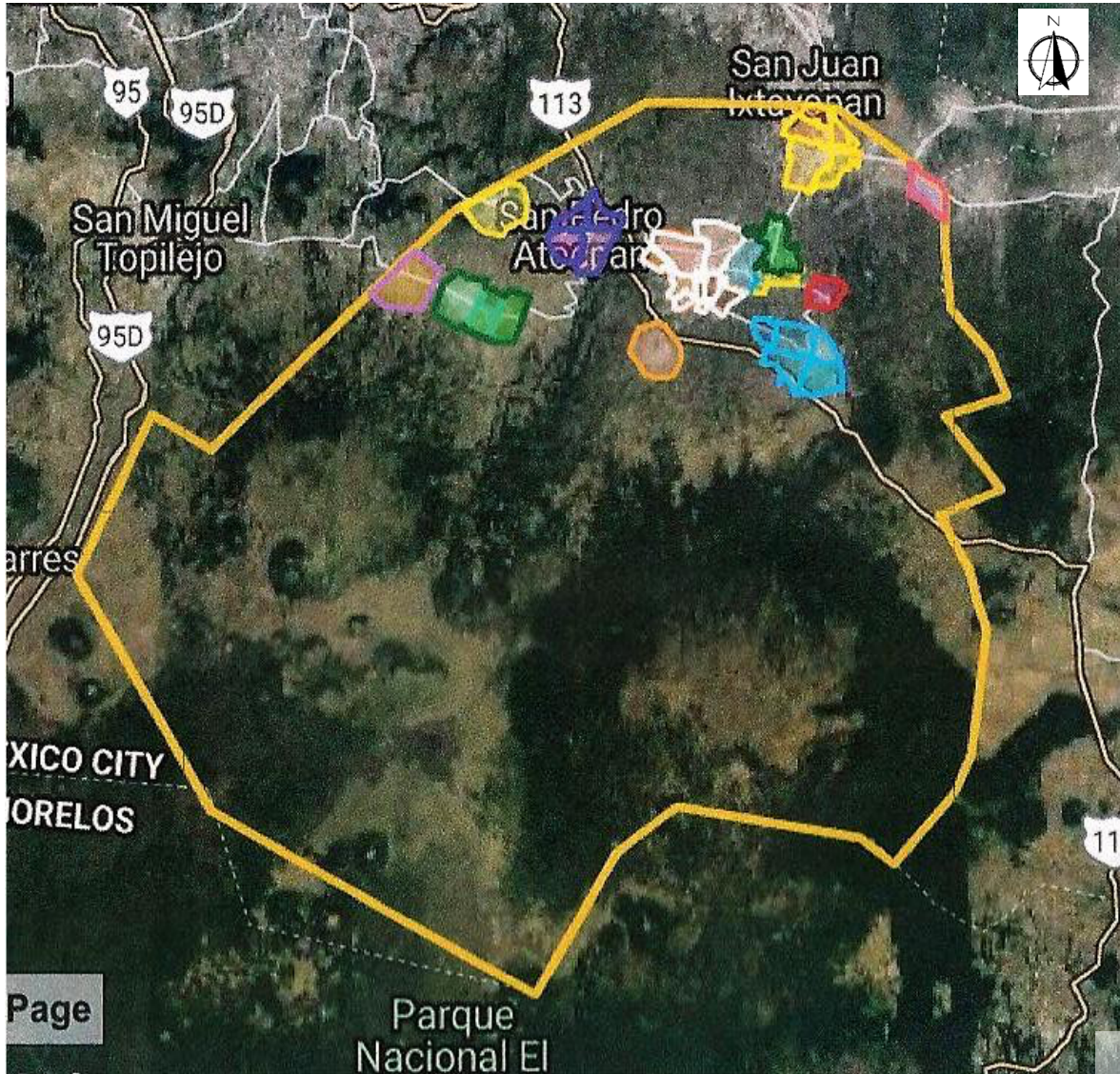
La totalidad del territorio de Milpa Alta forma parte de la subprovincia geológica Lagos y Volcanes del Anáhuac, que a su vez corresponde a la provincia del Eje Neovolcánico. Las topoformas propias de la delegación son la sierra volcánica con estratovolcanes, que abarca más del 95% de la superficie y la meseta basáltica. Esta última sólo está presente en pequeñas porciones del oriente de la delegación y en una franja localizada entre los volcanes Cuauhtzin y Teuhtli. Más del 96% de la superficie de Milpa Alta es producto de la actividad geológica del cuaternario, como ya se ha señalado. Por ello, una gran parte de los casi 230 kilómetros cuadrados de su territorio están cubiertos por alguna clase de roca volcánica, especialmente basalto (35% de la superficie) y toba.

Menos de dos kilómetros cuadrados del territorio están cubiertos por suelo de carácter aluvial. La zona con estas características se localiza al oriente de Villa Milpa Alta, y forma parte del valle del mismo nombre. Al norte del valle se levanta el volcán Teuhtli. Ésta es la fracción de superficie más antigua de Milpa Alta, pues emergió en el período Terciario. Se trata de un volcán en escudo con cono de ceniza, formado de andesita (Ver mapa 3).

En este mapa se muestra lo que se conoce como el Valle de Milpa Alta, que corresponde al área ocupada por los agroecosistemas de Villa Milpa Alta, San Juan Tepenahuac, San Gerónimo Miacatlán, San Agustín Ohtenco y al norte de San Lorenzo Tlacoyucan y Santa Ana Tlacotenco.

La hidrografía de la mayor parte del territorio milpaltense se localiza en la cuenca del río Moctezuma, pertenece a la región hidrológica del río Pánuco.

Mapa 3. Localización del área en estudio, alcaldía Milpa Alta



Fuente: Instituto de Geografía, UNAM, 2013

Simbología

	SAN ANTONIO TECOMITL		SANTA ANA TLACOTENCO		SAN JERONIMO MIACATLAN		SAN BARTOLOME XICOMULCO
	SAN FRANCISCO TECOXPA		SAN LORENZO TLACOYUCAN		VILLA MILPA ALTA		SAN SALVADOR CUAUHTENCO
	SAN JUAN TEPENAHUAC		SAN AGUSTIN OHTENCO		SAN PEDRO ATOCAPAN		SAN PABLO OZTOCTEPEC

Fuente Instituto de Geografía 2013

El 60% de la Alcaldía pertenece a esta región, en tanto que el resto 40% pertenece a la cuenca del río Grande de Amacuzac, de la región hidrológica del Balsas, en la subcuenca del río Yautepec. Sin embargo, no posee ninguna corriente permanente de agua por la característica porosa de sus suelos. En temporada de lluvias, de las laderas de sus cerros escurren pequeños arroyos, de los cuales, los más grandes son el Cuauhtzin, que escurre del cerro de ese mismo nombre, y el Tlatixhuatanca, que escurre por la ladera norte del volcán Tláloc (Ver mapa 4).

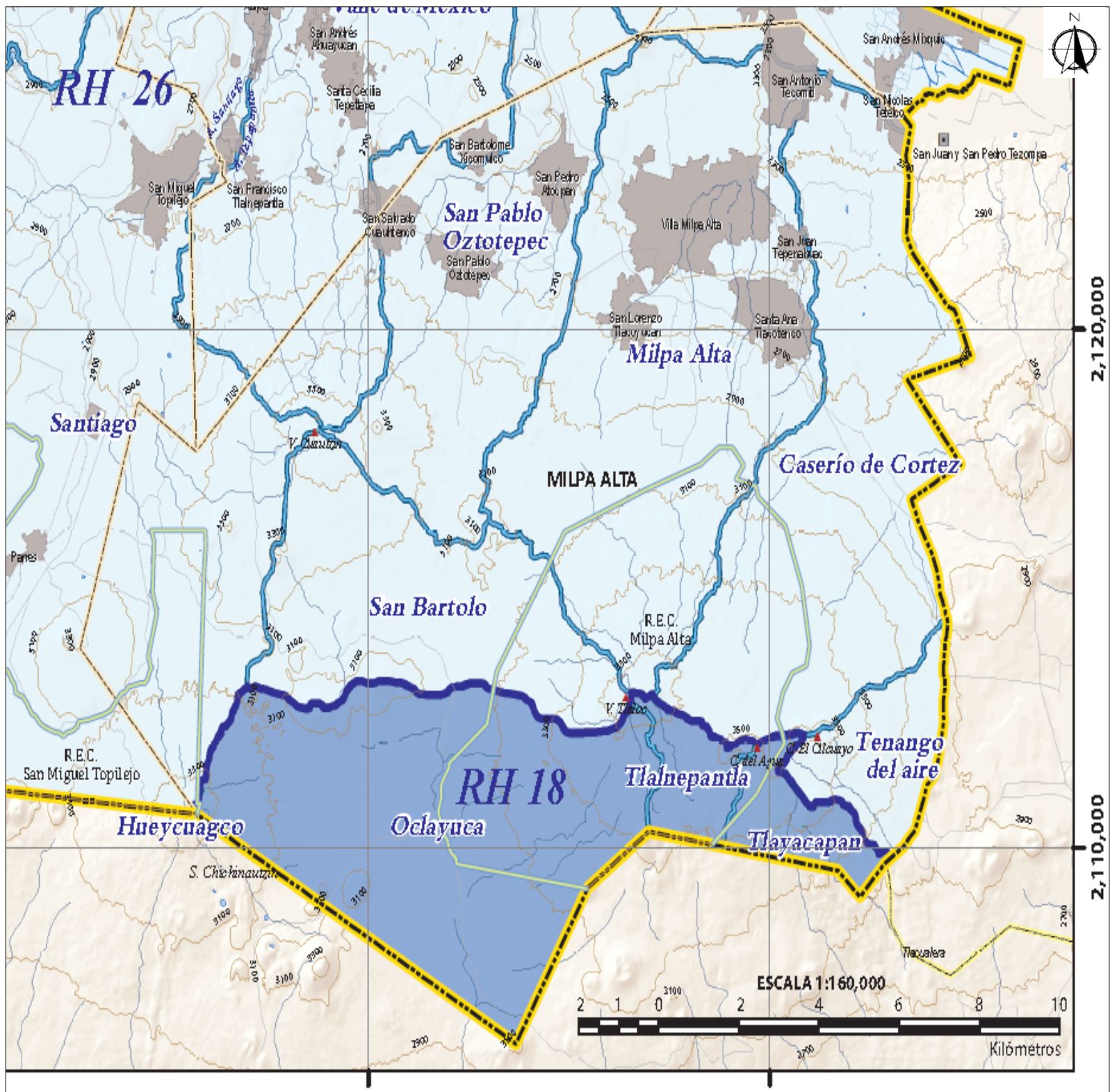
La precipitación media anual es de 800mm; la temporada lluviosa se extiende de mayo a octubre. (PDDUMA, 2011).

La microcuenca de Milpa Alta se abastece de dos sistemas denominados “Aguas del Sur” y “Tecoxpa”; el primero se localiza en las inmediaciones del poblado de San Antonio Tecómitl y cuenta con 15 pozos profundos; el segundo sobre la carretera que lo comunica a dicho poblado con San Francisco Tecoxpa y cuenta con nueve pozos profundos de alto rendimiento, debido a la permeabilidad de las rocas. (PDDUMA, 2011).

Posteriormente el agua es almacenada en tanques de distribución, ubicados en su mayoría en las partes altas que por gravedad distribuyen a los poblados. La zona de recarga es la Sierra de Chichinauhtzin, que constituye los acuíferos de mayor rendimiento en la cuenca, el agua que se extrae al pie de la Sierra se considera de alta calidad.

El volumen consumido en la delegación es aproximadamente de 14,397.54 m³/día, equivalente a 177 lt/Hab/día. El agua proveniente de la delegación es conducida hasta los tanques la Caldera, Cerro de la Estrella y la Planta de Bombeo Xotepingo, por medio del Acueducto Chalco-Xochimilco (PDDUMA, 2011).

Mapa 4. Subcuenca de Milpa Alta



SIMBOLOGIA

REGIÓN HIDROLÓGICA	
Región Pánuco	RH 26
Región Bajas	RH 18
Región Lerma-Santiago	RH 12
Limite Región Hidrológica	

CUENCA	
Río Moctezuma	
Río Grande de Amacuzac	
Río Lerma-Toluca	

MICROCUENCA	
Limite Microcuenca	
Nombre	San Buenaventura

SIGNOS CONVENCIONALES		
Distrito Federal	Curvas de nivel a 200 m	Localidades con más de 5,000 Hab.
Estados	Escurremientos	Suelo urbano
Delegaciones	Canales	Poblado rural
Suelo de Conservación	Validades	Equipamiento
Área Natural Protegida	Cuerpos de agua	Principales Elevaciones

Fuente: Atlas cartográfico del suelo de conservación del distrito federal, Plan Hídrico de las Subcuencas Amecameca, La Compañía y Tláhuac-Xico de los Ríos Amecameca y La Compañía, 2016.

Entre más altitud, el clima de Milpa Alta se torna más frío y húmedo, la mayor parte de su territorio, es decir, en las laderas de la sierra, el clima es semifrío subhúmedo, con abundantes lluvias en verano (INEGI, 2002). Esta zona está prácticamente despoblada y cubierta por bosques de pinos y oyameles. Otra fracción de casi 30% del total del territorio presenta un clima templado, con lluvias en verano. Corresponde al valle de Milpa Alta y las laderas bajas de la serranía. (PDDUMA, 2011).

En el valle de Milpa Alta es donde se asienta la mayor parte de la población milpaneca y donde se practica la más importante actividad económica de la delegación: la agricultura del nopal. En esta región, el INEGI distingue dos secciones por la cantidad de lluvia que reciben. El valle de Milpa Alta es ligeramente más seco que las laderas serranas, pero de cualquier manera es de las más húmedas del valle de México. La región más húmeda y fría de Milpa Alta es la cumbre del volcán Chichinauhtzin y el volcán Tláloc. Las lluvias son muy abundantes y la temperatura promedio es de 8 °C, en tanto que para Villa Milpa Alta es de 14 °C (PDDUMA, 2011).

La fauna representativa de la microcuenca de Milpa Alta corresponde a especies de mamíferos como son: el Venado Cola Blanca (*Odocoileus virginianus*), Tuza (*Cratogeomys merriami*), Conejo Castellano (*Sylvilagus floridanus*), Zacatuche (*Sylvilagus floridanus*), Zorrillo (*Mephitis macroura*), ratón de campo (*Peromyscus sp.*), Tejón (*Nasua narica*), Cacomixtle (*Bassariscus astutus*), Ardilla (*Sciurus aureogaster*), (PDDUMA, 2011).

Las especies de aves son: aguililla Cola Roja (*Buteo jamaicensis*), Tapacaminos (*Chordeiles minor*), Zopilote (*Cathartes aura*), Tortolita (*Zenaida macroura*), Correcaminos (*Geococcyx velox*), Gorrión Serrano (*Xenospiza baileyi*), Gavilán (*Falco sparverius*), Codorniz (*Cyrtonyx montezumae*), Gallina de monte (*Dendrortyx macroura*), Pájaro carpintero (*Picoides stricklandi*), Tecolote (*Glaucidium gnoma*), Trogón (*Trogon sp.*), Mosquero (*Empidonax sp.*), (PDDUMA, 2011).

De Anfibios se reportan 24 especies agrupados en 10 géneros, siete familias y dos órdenes. La familia mejor representada es la Plethodontidae (salamandras sin pulmones) con el 20% del total de especies. Los reptiles están representados por 56 especies agrupadas en 31 géneros, 10 familias y dos órdenes. Las familias mejor caracterizadas son Colúbrido y Phrinosomatidae con una composición de 45% y del 23% respectivamente del total de las especies. Ambos grupos componen del 8% de la diversidad herpetofaunística en el territorio nacional (PDDUMP, 2011).

En la diversidad herpetofaunística, se han registrado nueve especies de anfibios y 41 de reptiles, que representan más del 50% y 70% de las especies de anfibios y reptiles de toda la región montaña. Para la zona que abarca el predio, en las inmediaciones del Volcán Tiálloc, se han reconocido una especie de anfibios y alrededor de nueve de reptiles, lo que representa el 4% y 16% del total respectivamente. Los observados son: Escorpión (*Barisia imbricata*), Camaleón (*Phrynosoma orbiculare*), Lagartija (*Sceloporus grammicus*), Víbora de cascabel (*Crotalus triseriatus* y *Sistrurus ravus*), (Torres *et al.* 2011).

La vegetación que cubre la superficie de la microcuenca de Milpa Alta corresponde en su totalidad a suelo de conservación (28,375 ha) que representa el 32.2% de la superficie total del suelo de conservación de la CDMX. (88, 442 ha). El 49% de la superficie la ocupan bosques de cedros, oyamel, madroños, ocote y encino. El estrato arbustivo se conforma por hierba del golpe (*Eupatorium glabratu*), palo loco (*Senecio praecox*), yuca (*Yuca australis*); en las partes más bajas, escobilla (*Bachans conferta*), tabaquillo (*Wgandia urens*), tepozán (*Buddieia sp.*) predominando la especie cordata y magueyes de la especie (*Agave ferox*). En el estrato herbáceo están trompetillas (*Bouvardia temifolia*), mirtos (*Salvia mexicana*), jarritos (*Penstemon roseus*), (*Chusquea tonduzii*), (*Clethra alcocerii*) y (*Eysenhardtia polystachya*). Las gramíneas son abundantes (pastos silvestres e introducidos) y cubren el 18% del total de su superficie (Torres *et al.*, 2011), (Ver Mapa 5).

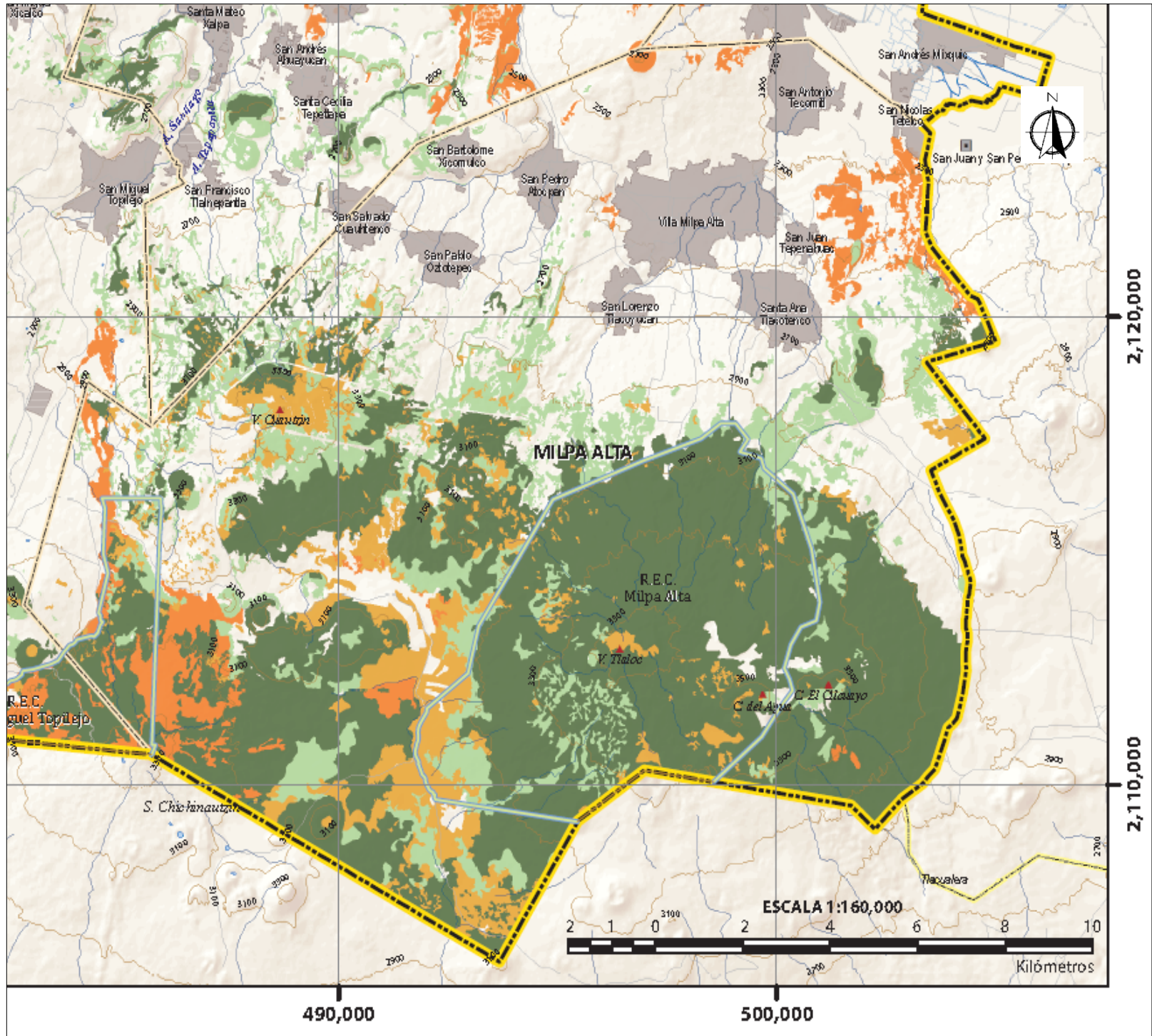
Opuntia Ficus Indica: Casi no tiene espinas. Es un vegetal arborescente de tres a cinco mts. de alto, su tronco es leñoso y mide entre 20 y 50 cm. de diámetro. Forma artículos oblongos (Pencas o Cladodios) de 30 a 60 cm. de largo x 20 a 40 cm. de ancho y de 2 a 3 cm. de espesor. Sus ramas están formadas por pencas de color verde opaco con areolas que contienen espinas más o menos numerosas, amarillas y produce flores de siete a 10 cm de largo, su fruto es oval de cinco a 10 cm. De largo x cuatro a ocho cm. de diámetro y su color puede ser amarillo, anaranjado, rojo o purpúreo con abundante pulpa carnosa y dulce.

Descripción física y requerimientos de cultivo del nopal verdura en la microcuenca de Milpa Alta

El nopal necesita suelos de origen calcáreo, textura franca, franco arcilloso arenosa, arena franca, franco arenoso, profundidad de 10- 15 cm., Ph 6.5 – 8.5. Los mejores suelos para las plantaciones de nopal son los de origen ígneo o calcáreo con textura arenosa, profundidad media y con un Ph neutro o de preferencia alcalino. El suelo deberá tener buena fertilidad natural y al menos 30 cm de profundidad para garantizar un buen vigor de las plantas (Ver imagen 1).

El nopal tiene características morfológicas que se adaptan con facilidad a lugares desérticos y a la poca lluvia que almacena en sus pencas, además cuenta con un metabolismo de tipo ácido de las cactáceas (CAM), son plantas que durante las horas del día con mayor temperatura, se mantienen con sus estomas obstruidos, reduciendo la pérdida de líquidos por transpiración y procesar grandes cantidades de dióxido de carbono.

Mapa 5. Vegetación cobertura forestal



SIMBOLOGÍA

- Bosque Conservado
- Pastizal de Alta Montaña
- Bosque Perturbado
- Matorral

SIGNOS CONVENCIONALES

- Distrito Federal
- Estados
- Delegaciones
- Suelo de Conservación
- Área Natural Protegida
- Curvas de nivel a 200 m
- Escurrimientos
- Canales
- Vialidades
- Cuerpos de agua
- Localidades con más de 5,000 Hab.
- Suelo urbano
- Poblado rural
- Equipamiento
- Principales Elevaciones

Fuente: Atlas cartográfico del suelo de conservación del distrito federal, 2012.

Imagen 1. Opuntia Ficus Indica (Nopal verdura)



Fuente: Archivo fotográfico propio, 2017.

Aunque el cultivo de nopal es tolerante a la falta de agua, si se pretende establecer una plantación de nopal para la producción de verdura deberá ser accesible y cercano a una fuente de agua, con el fin de proporcionarle el manejo adecuado a la plantación, y obtener mejores rendimientos. Si el cultivo es para forraje y fruto, la producción depende de la cantidad y calidad del riego (PDDUMP, 2011).

En cuanto a las condiciones climáticas requeridas para su desarrollo, es necesaria una temperatura media anual de 16-28° C; una precipitación pluvial media anual de 150-1800 mm. la altitud tiene un margen de 800- 1800 msnm. En general, los rangos mencionados se refieren a condiciones óptimas de desarrollo del nopal, sin embargo, el nopal prolifera, fuera de estas características.

Variables topográficas para el nopal verdura se presentan desde el nivel del mar hasta los 2.60m de altura. Su distribución natural es en laderas, terrenos planos y valles. Las plantaciones más grandes se encuentran en laderas al sur de la ciudad de México y norte del estado de Morelos, el cultivo requiere de áreas con exposiciones soleadas durante la mayor parte del día (PDDU, 2011).

Capítulo II. Mitigación y adaptación al Cambio Climático a través de la sustitución de energías fósiles por energías renovables en México y la microcuenca de Milpa Alta.

El Cambio Climático

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), define el Cambio Climático (CC) como “Un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante periodos de tiempo comparables” (Artículo 1, párrafo 2 de la CMNUCC: 3, 2007).

De acuerdo con esta definición, el CC es una variación del clima de la Tierra que se produce en diferentes escalas de tiempo y en parámetros como: la presión, temperatura, humedad relativa, vientos, precipitación, nubosidad, mismos que pueden ser debidos a causas naturales o la acción antropogénica.

Además del CC, ciertas actividades humanas han provocado procesos bióticos, variaciones en la radiación solar recibida por la Tierra, en la tectónica de placas y erupciones volcánicas, lo cual ha propiciado el Calentamiento Global (CG).

El CG es definido como el *aumento de la temperatura del planeta resultado de la elevada concentración de los Gases de Efecto Invernadero (GEI) que retienen el calor* (CMNUCC, 2014).

En contraste, así como existen teóricos y organizaciones internacionales que aseguran y demuestran la existencia del CC, también existen detractores que niegan que exista este fenómeno. De hecho, hay evidencia de acuerdos monetarios entre científicos y grandes petroleras para que documenten la falsedad de las teorías del CC y el CG.

En el año 2005 medios internacionales dieron cuenta de que Philip Cooney, asesor personal del presidente de Estados Unidos de Norteamérica, George W. Bush,

había alterado de forma reiterativa los informes confiados por el gobierno a científicos autónomos sobre el contexto del cambio climático. (PDDUMA, 2011).

Según información publicada en los diarios The Guardian y The New York Times en ese mismo año, el profesor e investigador del Harvard-Smithsonian Centre for Astrophysics, Willie Soon, famoso por negar el CC y por publicar artículos polémicos en torno a este fenómeno, cobraba honorarios en empresas como ExxonMobil, American Petroleum Institute y Koch Industries.

Según se supo, los informes de los “expertos” eran preparados por Cooney, quien fungía como jefe del Consejo sobre calidad medioambiental de la Casa Blanca, antes de llegar a las manos del presidente Bush, con la intención de que éste no suscribiera el Protocolo de Kioto, cuyo objetivo era reducir las emisiones de CO₂ dado que Estados Unidos era el principal responsable mundial de los GEI con un 25% del total de emisiones a nivel mundial.

Los países altamente industrializados basan su economía en el comercio de combustibles fósiles, por eso se han dedicado a realizar campañas en contra de la existencia del CC. Apenas en el mandato del presidente Donald Trump, se reforzó esta estrategia.

Mitigación, adaptación y variabilidad climática

Este trabajo de investigación busca generar una alternativa y una propuesta para mitigar el CC en la microcuenca de Milpa Alta por medio de una intervención humana que reduzca el consumo de productos innecesarios y altamente contaminantes, así como reutilizar los residuos de los procesos productivos del nopal verdura.

La mitigación y la adaptación al cambio climático contribuyen al objetivo expresado en el artículo dos de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC, 2014).

Para un mejor manejo del concepto la mitigación del CC se recomiendan, cambios y reemplazos tecnológicos que reduzcan el insumo de recursos (bienes naturales)

y las emisiones por unidad de producción. Sin embargo, se deben aplicar políticas sociales, económicas y tecnológicas adecuadas para reducir las emisiones. La mitigación, referida al CC, es la aplicación de políticas destinadas a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, a potenciar los sumideros y/o la mejora de las fuentes de captura de carbono (IPCC, 2014).

El concepto sobre la adaptación al cambio climático consiste en una serie de iniciativas y medidas encaminadas a reducir la vulnerabilidad de los sistemas naturales y humanos ante los efectos actuales y esperados de un cambio climático. Existen diferentes tipos de adaptación; por ejemplo: preventiva y reactiva, privada y pública, y autónoma y planificada. Algunos ejemplos de adaptación son la construcción de diques fluviales o costeros, la sustitución de plantas sensibles al choque térmico por otras más resistentes etc. (CMNUCC, 2014).

El concepto de variabilidad climática hace referencia a las variaciones del estado medio y a otras características estadísticas del clima en todas las escalas espaciales y temporales más amplias que las de solo los fenómenos meteorológicos. La variabilidad puede deberse a procesos internos naturales del sistema climático (variabilidad interna) o a variaciones del forzamiento externo antropógeno o natural (variabilidad externa), (CMNUCC, 2014).

Para el IPCC, los cambios esperados en el clima incluyen el aumento de las temperaturas, cambios en las precipitaciones, la elevación del nivel del mar, y la creciente frecuencia e intensidad de fenómenos climáticos extremos que producen mayor variabilidad climática, estos cambios en el clima incluyen modificaciones de muchos aspectos de la biodiversidad y en regímenes de las alteraciones (por ejemplo, cambios en la frecuencia e intensidad de incendios, plagas y enfermedades), (IPCC, 2014).

Es así como, la variabilidad climática se refiere a las oscilaciones o variaciones del estado promedio del clima y que generalmente asociamos a la ocurrencia de eventos extremos ya sea en la escala global, regional o local y en diferentes escalas del tiempo. Por ejemplo, las heladas que ocurren en lapsos de días pueden ser

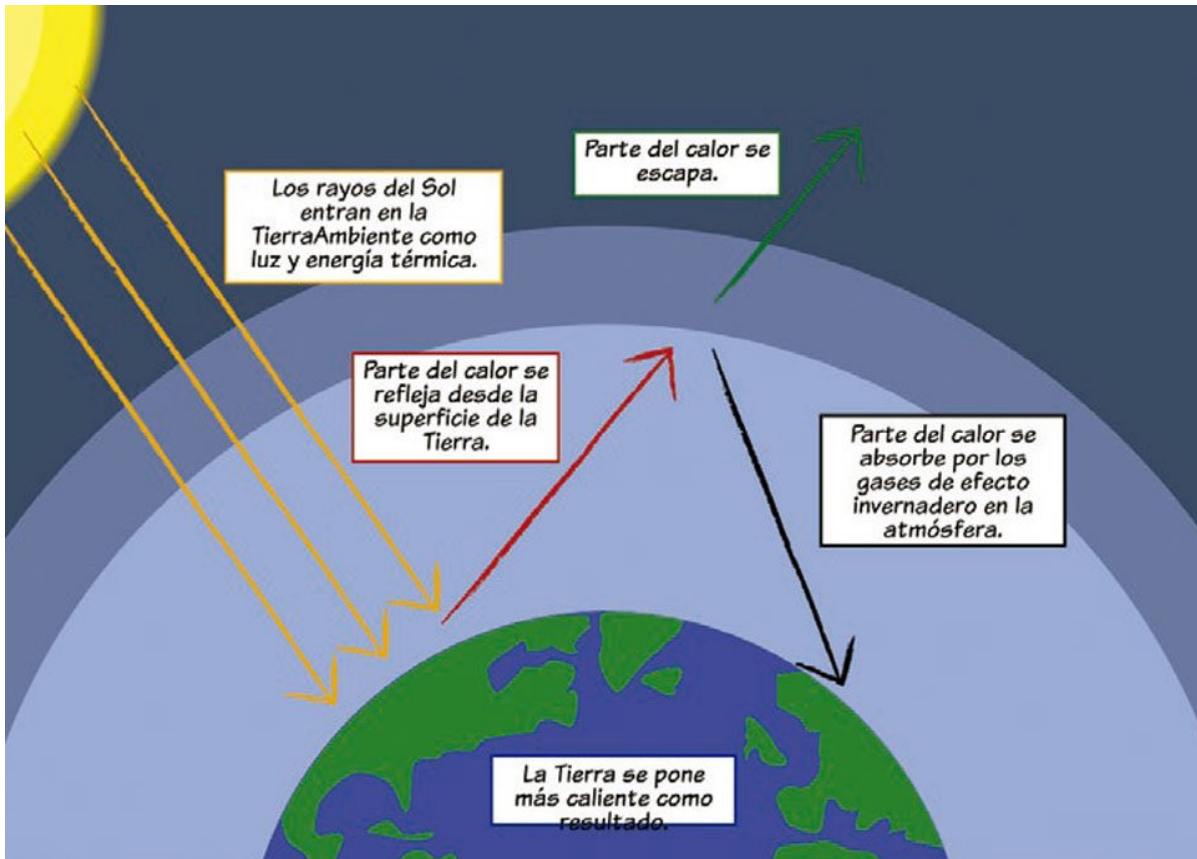
características de un valle en la sierra central del país pues todos los años ocurren, es decir son parte de la variabilidad climática de esa región (CMNUCC, 2014).

En una escala espacial mayor, las lluvias e incrementos de temperatura asociados al fenómeno de *El Niño* son parte de la variabilidad climática de la región norte de nuestro país, al ser parte de la variabilidad climática es de esperarse que ocurran cada cuatro o diez años. Tanto el clima como su variabilidad son los aspectos que mejor describen el comportamiento climático de una determinada región.

Otro concepto que se relaciona al CC es el llamado efecto invernadero, el cual es un proceso natural que sostiene el equilibrio entre frío y calor para hacer posible la vida en la Tierra. Mediante este proceso la atmósfera que rodea la Tierra permite que una parte de la energía solar se acumule en la superficie del planeta para calentarlo y mantener una temperatura promedio de 15°C.

En la actualidad y debido a las actividades antropogénicas el CC se incrementa por las grandes cantidades de *los gases de efecto invernadero (GEI)* que se emiten a la atmósfera. Teóricos especialistas en el tema demostraron y definieron como *los GEI componentes gaseosos de la atmósfera, naturales o antropogénicos, que absorben y emiten radiación en determinada longitud de onda del espectro de radiación infrarroja térmica emitida por la superficie de la Tierra, por la propia atmósfera y por las nubes* (CMNUCC, 2014), (Ver gráfico 1).

Gráfico 1. Factores que provocan los GEI



Fuente: lanaturera.com, 2018.

Se conocen y se definen entonces a todos los gases cuya presencia en la atmósfera contribuyen a la retención de parte de la energía emitida por el suelo tras haber sido calentado por la radiación solar. Los más importantes están presentes en la atmósfera de manera natural, aunque su concentración puede verse modificada por la actividad humana, pero también entran en este concepto algunos gases artificiales, producto de la actividad industrial. Los principales GEI son: dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O), hidroclorofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF_6), (CMNUCC, 2014).

El concepto y teoría sobre *vulnerabilidad* frente al cambio climático se define como el grado de susceptibilidad o de incapacidad de un sistema para afrontar los efectos adversos del cambio climático y, en particular, la variabilidad del clima y los fenómenos extremos. La vulnerabilidad dependerá del carácter, magnitud y

velocidad del cambio climático a que esté expuesto un sistema, y de su sensibilidad y capacidad de adaptación.

En otras palabras, se entiende a la vulnerabilidad como el grado en que nos pueden afectar los resultados del cambio climático. Toda la humanidad es vulnerable ante el CC en menor o mayor grado. Pero lo que sí queda claro, es que los habitantes más desprotegidos son los que presentan mayores dificultades para su adaptación, por las condiciones sociales, económicas, políticas y ambientales a las que se encuentran expuestos.

En este contexto y ante el inminente CC, es necesario buscar nuevas alternativas que ayuden a solucionar problemáticas concretas como es el caso de los residuos del nopal verdura y otros productos de origen orgánico que se deben aprovechar al máximo, estudiando todas sus características químicas y biológicas para la obtención de energías limpias y renovables, por medio de ecotecnologías tradicionales y de innovación tecnológica que sean adecuadas con el medioambiente y a la equidad con las comunidades rurales.

La oportunidad de contar con un programa integral de aprovechamiento y manejo de los residuos del nopal verdura en Milpa Alta, que incluya ecotecnologías ayudaría en todo el ciclo de producción a aprovechar los residuos de nopal en el sitio donde se generan y a evitar que se gasten recursos en el almacenamiento, transporte y la disposición final de material orgánico en basureros, con lo que a su vez se reduciría la contaminación ambiental, disminuyendo los GEI y por consiguiente al CC.

La sociedad productora de nopal se beneficiaría económicamente al llevar a cabo actividades productivas que antes no aprovechaba o que no conocía, permitiéndole una mejor calidad de vida.

En las últimas décadas la demanda de productos de origen orgánico para consumo humano ha generado una gran cantidad de residuos que contribuyen con los GEI, al CC y al CG, estableciendo un desafío a corto y largo plazo que demandará

nuevos objetivos de desarrollo sustentable para la ONU y los acuerdos internacionales.

Un problema actual es que no se han cumplido o han resultado insuficientes ante la problemática global desigual o simplemente algunos tratados transnacionales han beneficiado a ciertos grupos de poder, por lo que se torna necesaria una visión integral en donde se consideren a todos los sectores de la sociedad.

Esto supondría la toma de decisiones sobre los riesgos existentes que ocasionan problemas a los ecosistemas, a los recursos naturales y a la producción de alimentos y con ello a las generaciones futuras.

Tenemos que construir sociedades más comprometidas que tengan la capacidad de adaptarse en beneficio de sus propias comunidades, del medioambiente y de su economía. Sabemos que el CC está provocando problemas ambientales (en menor o mayor grado), en todos los ecosistemas del mundo, por lo que es momento de afrontar con eficacia y responsabilidad este problema para asegurar como lo propone el concepto de Desarrollo Sustentable, “un uso responsable y racional de los bienes naturales y su regeneración en beneficio de las generaciones futuras”. (Leff, 2002).

Una forma de conseguir lo anterior sería si consideramos que “el inevitable cambio climático es problema de todos, la manera en que nos enfoquemos para conocer la problemática, generar alternativas de solución con carácter de urgente, es parte de los trabajos que tendrán que realizar tanto los países desarrollados, como los que están en vías de desarrollo” (IPCC, 2014).

En la actualidad en proporciones pronosticables a corto y largo plazo, el CC contribuye al deterioro de los ecosistemas, de la salud humana, los bienes naturales, del agua y la agricultura cada vez menos productiva, poniendo en peligro la seguridad alimentaria.

Factores fácilmente medibles que proporcionan organismos internacionales como la ONU y la FAO, nos indican que la acidificación de suelo y el calentamiento global,

la contaminación de agua y aire por el uso de energías contaminantes, repercuten en los ecosistemas de las aguas marinas y de las especies terrestres que se desplazan y emigran.

Un claro ejemplo ocurre en América del Sur en el Amazonas, donde la mortalidad de los árboles es cada vez más elevada por ser sensibles al CC (FAO, 2015) (ONU-HABITAT, 2013).

El CC altera los fenómenos naturales haciéndolos cada vez más devastadores y con un alto grado de incertidumbre. En México se están presentando “fenómenos naturales” nunca vistos, por ejemplo, en el mes de septiembre del año 2017, en temporada de lluvias una de las más activas de la historia, se produjeron en una misma semana cuatro huracanes (Irma, del 30 de agosto al 13 de septiembre, José, del 4 al 23 de septiembre, Katia, del 4 al 9 de septiembre, Lee, 15 al 30 de septiembre) que afectaron a México y también a otros países del Caribe, Centro y Sudamérica.

El cambio climático ha provocado efectos desastrosos a nivel global. Como lo explica la investigadora Blanca Ramírez, quien anota que los fenómenos climáticos extremos afectan tanto al ámbito global como local (Ramírez, 2003).

Ramírez divide a los críticos entre aquellos que definen a la globalización económica como “un mito” y los que la consideran resultante de la “modernidad”; y los que la perciben según sus estudios como inextricablemente ligada con los movimientos de capital.

Indica que lo anterior se refleja tanto en países desarrollados, pero más los que se encuentran en vías de desarrollo, quienes se vuelven más vulnerables a los fenómenos climáticos.

Para otros expertos en el tema como Mauricio Schoijet (2008), el cambio climático es un tema polémico que suscita a nivel mundial amplias discusiones y que de ninguna manera se debe abordar sin elementos científicos.

En su libro “Límites del crecimiento y cambio climático” realiza un recorrido por la historia de las diferentes teorías formuladas sobre los cambios climáticos reconocidos en el tiempo y vida del planeta, destacando los periodos interglaciares con el aumento y descenso de los océanos como resultado del movimiento rotatorio de la Tierra y las formas en que los científicos calculan los registros térmicos ocurridos entre cambios climáticos, localizando los datos para su investigación en los núcleos de hielo de los polos terráqueos, isótopos de oxígeno y dendrocronología, (la memoria congelada que captura toda clase de partículas), por ejemplo: dióxido de carbono, metano, plomo y oxígeno.

Cada elemento, isótopo y molécula viene con su propia historia, atrapada por millones de años, y de la que es necesario descifrar lo que nos quieren contar. Requiere ser interpretada para acceder a una memoria y una historia milenaria por medio de esta ciencia. Es razonar e interpretar los elementos atrapados en el hielo de los polos terráqueos (Schoijet, 2008).

En el mundo, los países y las sociedades económicamente pobres son los más afectados. El Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (Unicef, 2016) informó que el cambio climático genera riesgos adicionales para la infancia. Por ejemplo, cuando el agua escasea debido a la sequía, hay más probabilidades de que los niños y las familias más pobres recurran a fuentes de agua no segura, lo que les hace más vulnerables a enfermedades como el cólera y la diarrea.

El cambio climático se asocia también a una mayor incidencia de las enfermedades infecciosas transmitidas por vectores como el paludismo, y a la inseguridad alimentaria, al aumento de la contaminación atmosférica, a las enfermedades diarreicas y a la malnutrición. Los especialistas advierten sobre la posibilidad de que se produzcan guerras por el agua, disturbios sociales en relación con los alimentos y migraciones en masa de refugiados climáticos (Unicef, 2016).

Para los países pobres donde la gente vive marginada es expuesta y no tiene hogar, se intensifican más los efectos del cambio climático, debido a las desigualdades que existen en todo el planeta y con frecuencia se relacionan con la condición

económica, la edad, el género, la raza, y el origen étnico, sufriendo por no tener acceso a los bienes naturales y a la toma de decisiones.

Esto mismo ocurre con las comunidades productoras de nopal verdura que tienen que sufrir estas condiciones debido a los efectos del cambio climático que afecta su producción y merma su economía poniéndolos en peligro inminente.

Analizar o interpretar los contextos regionales y locales con respecto a los daños ambientales generados por las distintas actividades humanas, ayuda a comprender los riesgos climáticos. Sin embargo, los distintos problemas que afectan a la naturaleza del lugar, los convierten en una cadena de exposición de vulnerabilidad y de riesgos a desastres naturales.

Para el IPCC la exposición es generalmente un factor determinante del riesgo, siendo específico de la amenaza por Cambio Climático, mientras que la vulnerabilidad resulta de una amplia gama de factores, como las condiciones socioeconómicas en el caso de los sistemas humanos, en donde se relacionan sensibilidad y capacidad adaptativa como variables (IPCC, 2014).

Se deben buscar entonces, soluciones culturales, económicas y tecnológicas, acorde con visiones alternativas teórico-metodológicas de producción ecológica que ayuden a resolver mejor el problema, a la hora de tomar decisiones de gestión y manejo de riesgos climáticos.

Por lo anterior, esta investigación propone diseñar un sistema de manejo y aprovechamiento de residuos del nopal verdura para usarlos como fuente de energía que contribuya a la disminución de los daños causados por los GEI y por el cambio climático.

Al sustituir energías fósiles por energías renovables, se reduce la contaminación. Se propone una mejor utilización de los residuos resultantes de los procesos de transformación del nopal, que además de minimizar el volumen de los residuos orgánicos, contribuya a disminuir el impacto ambiental ocasionado por los GEI y la descomposición orgánica que contribuye a la generación de dichos gases.

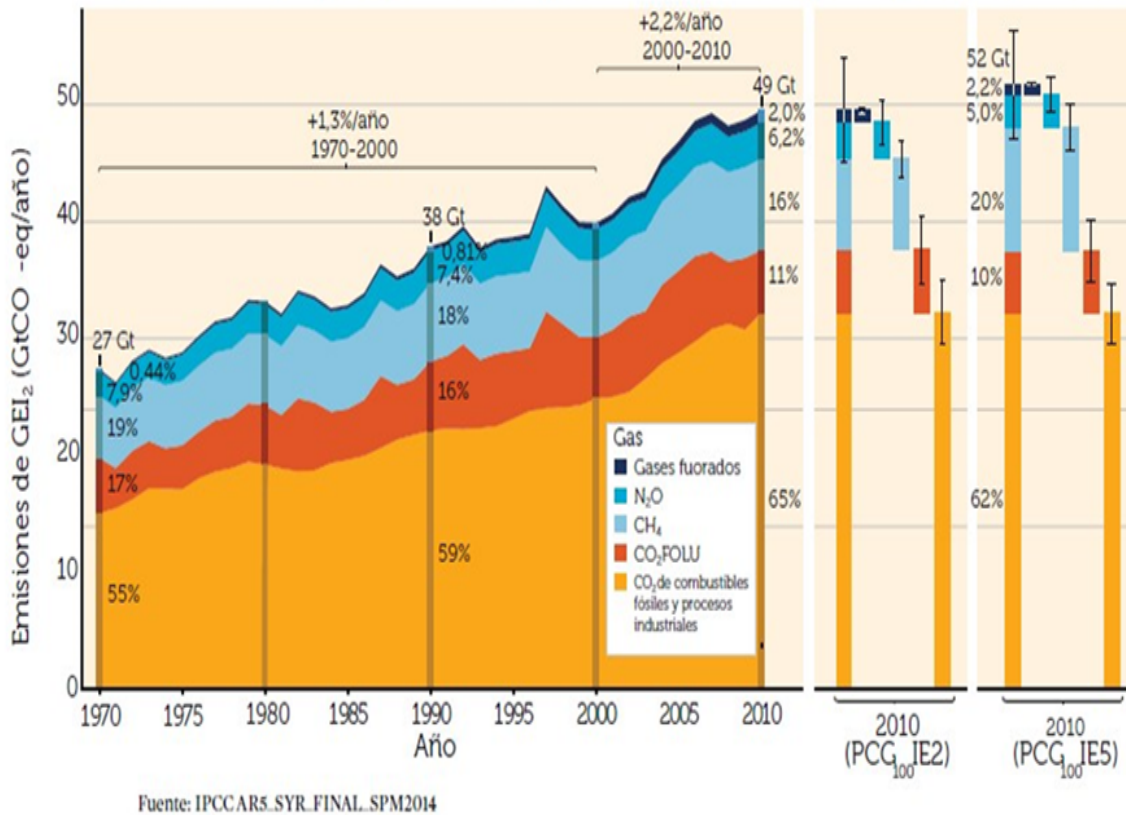
La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) dice que los gases de efecto invernadero (GEI) son aquellos cuya acumulación está provocando el calentamiento de la atmósfera. También se entienden por GEI aquellos componentes gaseosos de la atmósfera, tanto naturales como antropógenos, que absorben y reemiten radiación infrarroja (CMNUCC, 2007).

Las disposiciones de la CMNUCC refieren a todos los gases de efecto invernadero no incluidos en el Protocolo de Montreal de 1987 del Convenio de Viena para la Protección de la Capa de Ozono.

No obstante, en el Protocolo de Kyoto (11 de diciembre de 1997), por su volumen e impacto, se hace hincapié en los seis siguientes GEI: el Dióxido de carbono (CO₂), el Metano (CH₄), el Óxido nitroso (N₂O), los Hidrofluorocarbonos (HFC), los Perfluorocarbonos (PFC) y el Hexafluoruro de azufre (SF₆), en distintas escalas de acción usados en diferentes procesos industriales, todos convertibles a carbono (C) o CO₂ (CMNUCC, 2007) (Ver gráfico 2).

El gráfico 2 muestra las emisiones antropógenas anuales de GEI totales (GtCO₂eq/año) por grupos de gases, 1970-2010: el CO₂ procedente de la quema de combustibles fósiles y procesos industriales; el CO₂ procedente de la silvicultura y otros usos del suelo (FOLU); metano (CH₄); el óxido nitroso (N₂O); los gases fluorados abarcados en el Protocolo de Kyoto.

Gráfico 2. Emisiones antropógenas anuales de GEI 1970-2010



Fuente gráfico IPCC, 2014: 7.

La planificación y ejecución hacia la adaptación se puede mejorar a través de medidas complementarias a todos los niveles, desde cada persona hasta los gobiernos nacionales para coordinar los esfuerzos de adaptación. Por ejemplo, protegiendo a los grupos vulnerables, apoyando la equidad económica y proporcionando información, políticas, marcos jurídicos y financieros (CMNUCC, 2007).

Sin embargo, cada vez es mayor el reconocimiento a los gobiernos locales y al sector social como actores fundamentales para analizar la adaptación, teniendo en cuenta el papel que desempeñan en la misma, en una mayor escala de las comunidades, de los hogares y de la sociedad en gestionar la información y el financiamiento relacionado, con los riesgos a los que se encuentran expuestos.

Una primera medida de adaptación al cambio climático consiste en generar estrategias para reducir la vulnerabilidad y exposición a la variabilidad climática actual. Las estrategias comprenden medidas junto a beneficios para otros objetivos.

En la 11ª Conferencia de las Partes firmantes de la CMNUCC, celebrada en Montreal en diciembre de 2005, se aprobó un acuerdo que subrayaba la necesidad de considerar ya los impactos del cambio climático: “no se pueden postergar las actuaciones ante un fenómeno que nos incumbe a todos”. Donde la CMNUCC define los acuerdos de “formular, aplicar, publicar y actualizar regularmente programas nacionales que contengan las medidas para facilitar la adaptación adecuada al cambio climático”

Las estrategias y medidas existentes pueden hacer que aumente la resiliencia de los ecosistemas, los cuales se harían adaptables, flexibles y capaces de lidiar con el cambio y la incertidumbre de una gama de posibles climas futuros y contribuir al mismo tiempo a la salud humana, los medios de subsistencia, el bienestar social y económico y la calidad del medio ambiente.

La incorporación de la adaptación en la planificación y la toma de decisiones pueden promover sinergias con el desarrollo y la reducción de riesgos de desastre. (IPCC, 2014).

Si relacionamos lo que ocasiona el cambio climático con el problema de los residuos orgánicos e inorgánicos que generan GEI en México tenemos que el problema es muy grave. Como parte del Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (PNPGIR) 2009-2012 se reportó la generación de 94,800 toneladas diarias de residuos orgánicos de todo tipo.

El centro de acopio del nopal ubicado en la Alcaldía de Milpa Alta genera entre 10 a 12 toneladas diarias de residuos de nopal. Esto es 34.6 millones de toneladas anuales de residuos, cuya composición aproximada es: 53% de orgánicos y 47% de inorgánicos; de estos últimos, el 28% es potencialmente reciclable y el 19% corresponde a residuos no aprovechables, debido a que no se pueden reintegrar a la naturaleza (Semarnat, 2008).

En el 2015, se generaron el 22% más de Residuos Sólidos Urbanos (RSU), sin considerar el aumento poblacional de acuerdo con el reporte del PNPGR (Semarnat, 2008).

En entrevistas realizadas a representantes de productores y comerciantes de nopal verdura en Milpa Alta, éstos comentaron que la cantidad de residuos del nopal verdura es uno de los problemas que más afectan a los productores y comerciantes de la Alcaldía de Milpa Alta.

El centro de acopio del nopal verdura genera un impacto ambiental negativo por los residuos expuestos a cielo abierto. Se requieren sitios de almacenamiento temporal, estaciones de transferencia, hacen falta plantas de manejo y de reciclaje y cambios en el proceso de acopio, traslado y disposición final de los residuos orgánicos.

Un elemento importante para esta investigación es el que ya existe en este centro de acopio, un programa de separación de residuos, lo que facilitaría en un futuro, el funcionamiento de la planta de tratamiento de residuos, donde al mismo tiempo se redujeran, reciclaran y reutilizaran los residuos orgánicos del nopal para la obtención de biomasa.

A través de procesos adecuados, se podrían generar energías renovables y otros subproductos, en busca del uso de energías menos contaminantes que contribuyan a la adaptación y la mitigación al cambio climático, como por ejemplo la generación de biogás, resultado de procesos anaeróbicos de la descomposición de la biomasa.

Capítulo III. Las energías renovables en México y su factibilidad de aplicación en la microcuenca de Milpa Alta.

El calentamiento en el sistema climático es inequívoco y, desde la década de 1950, muchos de los cambios observados no han tenido precedentes en los últimos

decenios y milenios. La atmósfera y los océanos se han calentado, los volúmenes de nieve y hielo han disminuido, el nivel del mar se ha elevado y las concentraciones de gases de efecto invernadero han aumentado (IPCC, 2014).

Una posible solución que proponía el IPCC en el año 2013 y revisada en 2014, consistía en la propuesta contenida en *El Informe Especial sobre Fuentes de Energía Renovable*.

Este análisis, producido por 120 científicos, profundiza sobre fuentes de energía renovable, y su impacto científico, tecnológico, ambiental, económico y social. Se centra en seis tecnologías renovables: Bioenergía (biomasa), Energía Solar Directa, Energía Geotérmica, Hidro-electricidad, Energía Oceánica y Energía Eólica. Todas ellas energías que presentan características de energías limpias de bajas emisiones (IPCC, 2014).

Las principales conclusiones obtenidas en el informe del IPCC, 2014, fueron: la identificación de las causas y soluciones para una economía baja en carbono, un mejor acceso a la energía renovable para el desarrollo social y económico, así como para cubrir las necesidades de bienestar y equidad de las comunidades desprotegidas, un desarrollo energético sustentable, servicios seguros con bajos impactos ambientales y una disminución en las emisiones de GEI de las fuentes de energía fósiles.

La inversión en el sector energético en el mundo depende de diversos factores, entre los más importantes están las políticas del sector energético.

Un análisis de Bloomberg en el 2009 señaló que las subvenciones mundiales a los combustibles fósiles detienen el apoyo dado a las fuentes de energías renovables. Mientras que la industria de los combustibles fósiles recibió 557.000 millones de dólares, la industria de las renovables obtuvo sólo entre 43 y 46.000 millones, 12 veces menos. Cambiar esto es un paso crucial para hacer las renovables todavía más atractivas a las inversiones y puede hacerse de muchas formas (IPCC, 2014).

Por ejemplo, el potencial eólico con el que México cuenta, lo ubica a nivel mundial entre los diez primeros países con mayor atractivo para la inversión en energías limpias, según datos de la Secretaría de Energía (SENER, 2018). Como parte de los compromisos tomados por México durante la 21a Conferencia de las Partes (COP 21) en París, se procura limitar el aumento de la temperatura global por debajo de los dos grados centígrados. En este sentido, el gobierno mexicano apuesta al desarrollo de las energías renovables sobre todo por los múltiples beneficios: "mitigar la emisión de gases de efecto invernadero y, por el otro, contribuir a la diversificación de la matriz de generación de energía eléctrica, con un impacto positivo en la seguridad energética del país" (SENER, 2018).

Los gobiernos nacionales y las organizaciones internacionales han dirigido las inversiones en más de 100 países en los últimos años. Para que continúe la tendencia al alza del crecimiento de las energías renovables, se necesita que los esfuerzos de los distintos sectores de gobierno y el sector privado lleven al siguiente nivel y alienten un aumento masivo de las ecotecnologías en busca de energías renovables sin afectar a las comunidades ni a los ecosistemas.

En el informe especial sobre energías renovables el IPCC propone 10 razones por las que la energía renovable es mejor que los combustibles de origen fósil mostrando un comparativo entre energía limpia (renovable) versus energía contaminante (fósiles y la energía nuclear). Estas son las siguientes:

1.- No hay "pico del sol" o "pico del viento". Las renovables son "libres de combustible" o bien, los combustibles se pueden producir regionalmente, dando como resultado seguridad energética a largo plazo, menores precios energéticos para las comunidades locales.

2.- Las fuentes renovables pueden proporcionar energía para todos, ya que las regiones distantes pueden beneficiarse de fuentes locales y descentralizadas, mientras que las zonas de alta demanda se benefician de súper redes integradas.

3.- Las energías renovables no contaminan el aire, el agua o el suelo, dando como resultado mejores condiciones sanitarias y liberando recursos para otros usos. Nunca habrá una “marea negra solar” o “marea negra eólica”, en el peor de los casos afecta a la fauna migratoria sobre todo aves que se desplazan en determinados tiempos de migración.

4.- Las fuentes renovables no producen residuos tóxicos o radiactivos.

5.- La luz del sol es la única radiación que habrá que temer con las energías renovables, una radiación de la que nos protegemos con cremas solares. Esa radiación hace que los productos alimenticios crezcan sin contaminarlos.

6.- Las fuentes renovables y la eficiencia energética tienen potencial de crear millones de empleos más.

7.- Las fuentes renovables crean mercados más equilibrados y competitivos debido a las muchas tecnologías involucradas, y el mayor número y menor tamaño de las empresas es relativo.

8.- Las energías renovables son más rápidas de instalar, y cuanto más se invierte en ellas, más baratas se hacen.

9.- Las energías renovables y la eficiencia energética pueden reducir la factura energética.

10.- Las energías renovables no causan el cambio climático: son una solución para ello.

De acuerdo con el IPCC (2014), se tiene que lograr que estas fuentes de energías contaminantes y peligrosas sean eliminadas y reemplazadas por energías renovables y eficiencia energética.

Muchas de las habilidades requeridas por la industria de los combustibles fósiles son necesarias en el sector renovable, permitiendo que la gente se mueva de uno a otro sector, de acuerdo con las siguientes metas:

- Para 2015, los empleos en el sector eléctrico mundial en el escenario de la revolución energética se estima que alcancen alrededor de 111 millones, 31 millones más que en un escenario en que continuemos dependiendo de los combustibles fósiles y la energía nuclear. La versión avanzada de la revolución energética dará 125 millones de empleos para 2015.
- Para 2020 se crearían unos 65 millones de empleos en el sector renovable, debido a una incorporación mucho más rápida de renovables, tres veces más que hoy. La versión avanzada dará lugar a alrededor de un millón de empleos más que la revolución energética básica, debido a una incorporación mucho más rápida fuente de energía renovables.
- Para 2030 el escenario de la Revolución Energética logra unos 10,6 millones de empleos, unos dos millones más que el escenario de referencia.

Aproximadamente dos millones de empleos nuevos se crearían entre 2020 y 2030, el doble que en el caso de referencia. El escenario avanzado dará lugar a 12 millones de empleos, de ellos 8,5 millones solo en el sector renovable (IPCC, 2014).

Francisco Marcos Martin investigador y especialista en el tema sobre biocombustibles de origen de biomasa nos explica, que la energía renovable es aquella que una vez consumida, vuelve a generarse con el paso del tiempo, siendo menor o igual a la que se consume en diez años que la que se produce en el mismo tiempo (2001).

“Son energías renovables, en este sentido la solar, la energía de la biomasa residual y de cultivos energéticos, la eólica, geotérmico, hidráulica y la energía de las mareas” (Marcos, 2001: 10).

Francisco Marcos dice que algunos defensores de las energías renovables señalan que, en la actualidad, han dejado de ser energías alternativas para usarse como una realidad y no una alternativa. Por otra parte, el concepto de energía complementaria es similar a energía alternativa. Es decir, se piensa que son energías que complementan la oferta y la demanda de energías fósiles en un territorio determinado.

Capitulo IV. Comparación entre los métodos y sistemas de tratamiento tradicionales y el propuesto en el manejo de los residuos del nopal verdura para examinar su eficacia y viabilidad (resultados de investigación)

Actualmente en el sector agrícola, específicamente en las plantaciones del nopal verdura, se usa la composta derivada de los residuos de este vegetal como abono orgánico para el mejoramiento del suelo de modo autosustentable. No obstante, un problema al que nos enfrentamos es que no se aprovecha en forma integral, en conjunto con biotecnologías adecuadas para un óptimo aprovechamiento. La microcuenca perteneciente a la delimitación geográfica de la Alcaldía de Milpa Alta en la CDMX, junto al estado de Morelos, son los mayores productores de nopal verdura a nivel nacional. Y si bien la generación diaria de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) orgánicos producidos son un problema, también representan una oportunidad para satisfacer otro tipo de necesidades como la elaboración de composta mejoradora de los cultivos sin contaminar la tierra.

Hoy en día, a pesar de este potencial, no hay una cultura agroecológica sustentable arraigada y se continúan utilizando fertilizantes industriales. A este respecto, el gobierno de la Ciudad de México desarrolló el PROGRAMA DE ABONO ORGÁNICO EN ESPECIE 2011 donde se considera la Alcaldía Milpa Alta como la mayor superficie con vocación agrícola dedicada al cultivo del nopal verdura.

Según datos del Sistema de Información Agrícola y Pesquero (SIAP), organismo adjunto a la SAGARPA, de las 9,420.3 hectáreas que se cultivaron en Milpa Alta en el año 2007, 4,327 hectáreas correspondieron a nopal, cultivo que representa el 45.92% de la superficie cultivada, de ahí que la producción, transformación y comercialización del nopal verdura constituye uno de los principales ejes económicos de la biorregión. Cabe destacar también que Milpa Alta representa el 32% del Suelo de Conservación de la Ciudad de México.

Derivado de lo anterior, se emitieron las siguientes: REGLAS DE OPERACIÓN DEL PROGRAMA DE ABONO ORGÁNICO EN ESPECIE 2011 las cuales son:

- I. La Delegación Milpa Alta será la responsable del desarrollo del Programa de Abono Orgánico en Especie 2011, a través de la Dirección General de Desarrollo Rural y Económico Sustentable.
- II. El objetivo principal es apoyar a los productores de nopal y maíz de la Delegación Milpa Alta con el abastecimiento directo de abono orgánico para incrementar la producción, mejorar la fertilidad y estructura del suelo, además de contribuir a la sustitución de fertilizantes químicos en beneficio del ambiente e iniciar un proceso hacia sistemas de producción sustentable.

Los objetivos particulares son:

1. Abastecer abono orgánico a pie de parcelas en producción de maíz y nopal verdura.
 2. Reducir los costos de producción por adquisición y transporte de fertilizantes químicos.
 3. Mejorar las condiciones productivas del suelo como una forma de contribuir a la continuidad de las actividades productivas.
 4. Reducir el uso de agroquímicos que degradan la estructura del suelo para garantizar la fertilidad e incremento de la producción de nopal verdura y maíz, evitar el abandono de las actividades del campo; reducir el cambio de uso del suelo de agrícola a urbano; por ende, disminuir la contaminación de los cuerpos de agua que abastecen a la Ciudad de México.
- III. Las metas:
1. Suministrar abono orgánico o composta a pie de parcela a 500 productores de nopal verdura o maíz.
 2. El suministro estará sujeto a la disponibilidad de abono orgánico o composta y a las condiciones operativas del equipo de arrastre.

3. El Programa se dará por concluido hasta cumplir la meta, es decir podrán realizarse entregas en el siguiente año.

El programa de abastecimiento de abono inorgánico se realizó prácticamente durante los siguientes cinco años después de la emisión del programa sin contra tiempos, pero los productores y campesinos del nopal verdura refieren que después de ese periodo no se dio seguimiento por los cambios de administración gubernamental.

Además de que argumentaron que el abono no cumplía con la calidad porque contenían residuos de materiales de construcción, plásticos de diferentes tipos y vidrios, además que venían contaminados con especies de insectos altamente nocivos para el cultivo del nopal y el maíz.

Posteriormente la Alcaldía de Milpa Alta en conjunto con la dirección General de Desarrollo Rural y Económico Sustentable reactivó en el 2011 y hasta el 2016 el padrón de beneficiarios de la actividad institucional con el nombre de programa de abono orgánico en especie 2016, con las nuevas bases para tener derecho a dicho beneficio (Ver tabla 1).

Como se menciona en párrafos anteriores, el abono orgánico que proporcionaron las diferentes instituciones básicamente es estiércol de origen animal, como caballos y vacas, sabiendo sin embargo que éste también produce en gran escala gas metano (CH₄) uno de los principales gases provocadores del calentamiento global junto el dióxido de carbono (CO₂) por el consumo de combustibles fósiles, contaminando el aire y el suelo, como es el caso de la CDMX, estos GEI indudablemente favorecen el CC.

El uso de composta a base de materiales orgánicos, en sustitución de los que brindan a campesinos y productores de nopal verdura en la Alcaldía Milpa Alta, ayuda a la fertilización de los suelos y las milpas de nopal, produciendo una alternativa para la disminución de los problemas ambientales ocasionados por el CC.

Tabla 1. Padrón de beneficiarios de la actividad institucional: programa de abono orgánico en especie, 2016.

Número total de beneficiarios	222
El programa cuenta con indicadores tal como lo establecen los Lineamientos para la elaboración de las Reglas de Operación de los Programas Sociales para el Ejercicio 2016 publicados en la Gaceta Oficial de la Federación del Distrito Federal el día 30 de octubre de 2015 (si/no).	No
Subprograma o vertiente.	No aplica
Objetivo general.	Fomentar las actividades de producción primaria mediante el apoyo en especie dirigido a los diferentes sectores productivos.
Tipo de actividad Institucional.	Trasferencia material.
Descripción de los bienes materiales monetarios y servicios que otorga el programa.	Se otorga cuatro viajes de composta (camión de volteo) por productor de forma anual.
Tipo de población atendida.	Mujeres y hombres indígenas y campesinos.
Derecho social que garantiza de acuerdo con la Ley de Desarrollo Social para el Distrito federal.	Alimentación

Fuente: Elaboración propia con datos de la Gaceta Oficial del Distrito Federal, 2016.

Biodigestión anaeróbica y comparación con aeróbica

En esta investigación, tomamos como referentes los procesos de biodigestión aeróbica (forma tradicional) y la biodigestión anaeróbica (forma propuesta con sistemas de biotecnología) como forma de impulsar nuevos subproductos de los residuos del nopal verdura, tales como biofertilizante líquido y semisólido.

Para lograr un óptimo aprovechamiento de los residuos orgánicos de forma aeróbica y anaeróbica se tienen que implementar sistemas de biotecnología en

donde los **microorganismos** son los principales actores en el proceso de transformación de residuos orgánicos.

La digestión aeróbica utiliza bacterias y protozoos que, en presencia de oxígeno actúan sobre la materia orgánica suelta, transformándola en productos finales inocuos y materia celular. La digestión aeróbica es un proceso mediante el cual los residuos son sometidos a una aireación prolongada en un tanque separado y descubierto. El proceso involucra la oxidación directa de la materia orgánica biodegradable y la auto oxidación de la materia celular (FAO 2011).

La digestión aeróbica presenta diversas ventajas dentro de las cuales destacan la facilidad de operación del sistema, bajo capital de inversión comparada con la digestión anaeróbica, no genera olores molestos, reduce la cantidad de coliformes fecales y por lo tanto de organismos patógenos.

Produce un sobrenadante clarificado con una baja DBO5, con pocos sólidos y poco fósforo. El proceso presenta también sus desventajas, entre las que se suele mencionar los altos costos de operación causados por los altos consumos de energía, la falta de parámetros claros para el diseño y la dificultad que presentan los lodos digeridos aeróbicamente para ser separados mediante centrifugación y filtración al vacío (FAO 2011).

La digestión anaeróbica es un proceso biológico complejo y de degradación en el cual parte de los materiales orgánicos de un substrato (residuos animales y vegetales) son convertidos en biogás, mezcla de dióxido de carbono y metano con trazas de otros elementos, por un consorcio de bacterias que son sensibles o completamente inhibidas por el oxígeno o sus precursores (e.g. H₂O₂).

Este proceso de digestión anaeróbica es capaz de convertir gran cantidad de residuos, vegetales, estiércoles, efluentes de la industria alimentaria y fermentativa, de la industria papelera y de algunas industrias químicas, en subproductos útiles.

En la digestión anaeróbica más del 90% de la energía disponible por oxidación directa se transforma en metano, consumiéndose sólo un 10% de la energía en

crecimiento bacteriano frente al 50% consumido en un sistema aeróbico (FAO 2011).

Comparando los dos procesos de digestión, la aeróbica tuvo escasa aceptación, debido a que se desconocían sus principios fundamentales, además de que encarecían los costos del tratamiento por la cantidad adicional de energía necesaria para el suministro de aire al proceso.

En contraste, los procesos de digestión anaeróbica permiten utilizar el metano generado como fuente de energía. La principal ventaja del proceso aeróbico es la reducción en las operaciones de disposición de los lodos como único subproducto, comparada con la relativa complejidad operativa del proceso de digestión anaeróbica.

Los principales subproductos del proceso de digestión anaeróbica generado de los residuos del nopal verdura y tratado por medio de biodigestores en sistemas de alta carga orgánica tanto en equipos a nivel familiar e industrial, son el biogás y un biofertilizante líquido y semisólido.

El biogás es una de las opciones que hoy en día se ven como una forma de cuidar y preservar el medio ambiente, evitando la quema de combustibles de origen fósil como lo es el gas natural o L.P.

El biofertilizante liquidado proporciona los nutrientes que las plantas del nopal verdura necesitan para un mejor crecimiento y los lodos semisólidos a evitar la desertificación y el deterioro de los suelos de cultivo, disminución en costos para los productores y una agricultura autosustentable; por lo tanto, la modificación en la fertilización del nopal en la Alcaldía Milpa Alta plantea la necesidad de una estrategia en la política agrícola y ambiental en la CDMX.

Esta política debe encaminarse a reducir los impactos negativos en el medio ambiente, generados por la utilización del estiércol en crudo como principal fertilizante y agente contaminador y de esta manera no solamente se reduce la contaminación del aire sino también del suelo por medio del reciclaje de este

material orgánico para hacer de esta práctica agrícola un sistema de producción sustentable.

Comparación entre método tradicional (poda y disposición final a los rellenos sanitarios) y el método ecotecnológico (ver imágenes varias 2, 3, 4, 5 y tabla 2).

Tipos de energías renovables en México (solar, eólica, mareomotriz, hidráulica, geotérmica y biomasa)

Actualmente se aprovechan con un rendimiento aceptable tres formas de energía: la solar, la energía potencial y la energía de la biomasa. Las energías renovables proceden del sol y de la potencial originada por la masa de la Tierra, de la Luna y del agua.

Los tipos de energías renovables que se conocen y se utilizan en el mundo son: energía solar, energía eólica, energía de las olas, energía geotérmica, energía hidráulica y energía de biomasa (FAO, 2011)

Imagen 2. Campo de cultivo en Milpa Alta CDMX



Fuente: elaboración propia acervo fotográfico personal (poda), 2017.

Imagen 3. Disposición final a los rellenos sanitarios



Fuente: elaboración propia acervo fotográfico personal, 2017.

Imagen 4. Residuos tratados como biomasa



Fuente: elaboración propia acervo fotográfico personal, 2017

Imagen 5: Residuos tratados como biomasa con biodigestor



Fuente: elaboración propia acervo fotográfico personal, 2017.

Tabla 2. Comparación del aprovechamiento de los residuos del nopal tratados de manera aeróbica y anaeróbica

Biomasa de los residuos del nopal	Forma aeróbica	Forma anaeróbica
Disponibilidad	Continua 24 X 365 días	Continua 24 X 365 días
Mantenimiento a los sistemas biotecnológicos	Bajo en condiciones de operación, cada tres días. Poco personal dependiendo la cantidad de materia inorgánica	Bajo, muy poco personal en condiciones normales en condiciones a escala familiar y a escala industrial personal calificado

Mantenimiento en fallas	Rápida, y bajo costo. Personal de calificación media	Bajo, muy poco personal en condiciones normales en condiciones a escala familiar y a escala industrial personal altamente calificado con fallas mayores, reparaciones costosas y lentas.
Tipo de energía generada	Ninguna	Biogás, calor y electricidad
Eficiencia generación energía	Ninguna	90 % de la capacidad obtenida del biogás
Duración de equipos e instalaciones	indeterminado	20 años
Beneficio ambiental	<p>Genera suelo, fertilizantes orgánicos. Cambia el microclima reteniendo agua el suelo. Extrae dióxido de carbono del ambiente. Permite la venta de bonos de carbono.</p> <p>Proceso totalmente orgánico</p>	<p>No emite dióxido de carbono. Efecto neutro en el medio ambiente. Genera gas metano almacenable y aprovechable para generar otras energías. Proceso totalmente orgánico Genera suelo, fertilizantes orgánicos. Cambia el microclima reteniendo agua el suelo. Extrae dióxido de carbono del ambiente. Permite la venta de bonos de carbono.</p>
Perjuicio ambiental	Contaminante al producir GEI al estar expuesto a cielo abierto	Mininas solo al ser trasformado de una energía a otra
Disponibilidad de repuestos	No necesarios solo herramientas básicas como palas y escobas si se realiza en el sitio de compostaje	De fácil adquisición en tlapalerías y en condiciones normales en condiciones a escala familiar y a escala industria sitios especializados para su compra
Tiempo de estudio e implementación de proyecto	Inmediato y de manera natural	Un año mínimo para estudiar los aspectos de la biorregión

Beneficio Social y económico	Genera puestos de trabajo permanentes para poda y plantas de proceso. Aprovechamiento de los residuos del nopal verdura. Fomenta tradiciones y conocimientos entre generaciones familiares	Genera empleos en el montaje de equipos, aprovechamiento de los residuos del nopal verdura de forma integral sustentable. Fomenta nuevas alternativas de relaciones sociales
Externalidades positivas	Culturalmente el cultivo del nopal es aceptado y favorecido por instituciones del estado. Permite la apertura de nuevos mercados al ser considerada una empresa verde que cuida el medioambiente.	Tecnología conocida e implementada en forma global
Externalidades negativas	Liberación de GEI	NO existen

Fuente elaboración propia con base de datos de www.elquiglobalenergy (20015)

En la tabla 2 se muestran los diferentes beneficios de la utilización y reúso, al momento de transformar de forma anaeróbica y aeróbica los residuos del nopal verdura.

Se denomina Energía Solar, a los sistemas que aprovechan la radiación solar incidente sobre la Tierra para calefacción y/o generar energía eléctrica. Cabe destacar que la radiación solar que llega a la tierra influye directa o indirectamente en la producción de otras energías, como la eólica, la hidráulica y la biomasa.

Nuestro país y la microcuenca de Milpa Alta poseen excelentes condiciones para recibir la radiación solar, en la totalidad de su territorio. Los sistemas más utilizados de aprovechamiento de energías renovables son:

1.- Energía solar agrupada en dos: los sistemas térmicos utilizados en muchas partes del país para calentar el agua en hogares, centros educativos, industrias privadas, edificios públicos y gubernamentales; los sistemas fotovoltaicos que se

utilizan para convertir la energía solar en energía eléctrica almacenada, no en un banco de baterías (ya que existen sistemas que no requieren almacenar en baterías, como la del hidrógeno) y también son utilizados en los mismos lugares y edificaciones, como en los sistemas térmicos.

2.- Se denomina energía eólica a la energía obtenida de las corrientes de aire en el planeta. Podemos afirmar que en gran parte de los estados de la República Mexicana se cuenta con un verdadero paraíso de vientos. También se presentan favorables escenarios para el aprovechamiento eólico en el Istmo de Tehuantepec y en la costa de Oaxaca en México. Los sistemas de aprovechamiento de este tipo de energía varían entre pequeños sistemas para la generación de electricidad y bombeo de agua por ejemplo en una vivienda, granja, pequeña industria o conjuntos habitacionales y las de mayor nivel que sirven para gran producción de energía eléctrica a gran escala para ciudades e industrias mayores.

3.- Energía mareomotriz: es la obtenida del movimiento del agua en la superficie de los océanos y mares (mareas). México dispone de miles de kilómetros de costa, tanto del Océano Pacífico como del Golfo de México. El Océano Pacífico es conocido por sus grandes olas y su constante movimiento de mareas.

4.- Energía hidráulica: es la obtenida del aprovechamiento de la energía potencial gravitatoria del agua (la energía que se puede obtener gracias al desplazamiento de agua desde un punto dado hasta uno de nivel inferior). Los sistemas que utilizan este tipo de energía se los denomina microturbinas. Se cuenta actualmente con muchas instalaciones en funcionamiento, aunque dada nuestra geografía, las instalaciones podrían ser muchas más, ya que contamos con una gran cantidad de ríos y presas, represas y lagos que no se aprovechan adecuadamente.

5.- Energía geotérmica: es la energía que se obtiene del calor interior de la Tierra. Existen muchas aplicaciones en el país, pero nuevamente, el aprovechamiento no es ni por mucho el que podría ser, dadas las excelentes condiciones de que disponemos en México

6.- La energía de biomasa: es aquella materia orgánica de origen vegetal o animal, incluyendo los residuos, susceptibles de ser aprovechados energéticamente, la vegetación transforma la energía radiante del sol en energía química a través de la fotosíntesis, y parte de esta energía queda almacenada en forma de materia orgánica (Marcos-Martín, 2001).

En esta investigación nos enfocaremos principalmente en la biomasa, para obtener biogás por medio del cultivo de bacterias anaerobias; se denomina biogás al gas que se genera por la descomposición de la materia orgánica.

No hay una gran cantidad de emprendimientos en el país sobre todo en rellenos sanitarios e industrias ganaderas, en programas gubernamentales y en proyectos académicos, pero seguramente su aplicación sería muy positiva, dado el carácter agrícola y pecuario de México.

De acuerdo con Francisco Marcos Martín en su libro “Biocombustibles sólidos de origen forestal”, la biomasa se define como el conjunto de plantas terrestres y acuáticas, junto con sus derivados, subproductos y residuos generados en su transformación, el término biomasa corresponde a las materias hidrocarbonadas no fósiles, en las que, mediante un proceso básico de fotosíntesis, se ha producido la reducción y fijación del CO₂ (Marcos-Martín, 2001)

También este autor nos explica, el concepto de biocombustible (que incluye al biogás) anotando que “es aquel combustible de origen biológico que no se ha fosilizado”. Una explicación más sencilla sería la de “cuerpo sólido, líquido o gaseoso con la capacidad de arder”. En el fondo científico la definición de biocombustible sería “almacén de energía química” (Marcos-Martín, 2001).

La producción de biogás como fuente de energía menos contaminante para la generación de energía eléctrica para uso público, habitacional y comercial a partir del nopal, surge a partir de los primeros estudios en el año 1984 realizados en la Universidad de Chile, donde se descubre por accidente que el nopal al fermentarse en condiciones anaeróbicas produce volúmenes de gas en forma importante (www.elquiglobalenergy, 2015).

Diversas plantas de tratamiento se construyen en las siguientes décadas hasta que en 2010 se realizan las primeras investigaciones en México y en particular una empresa ubicada en Zitácuaro Michoacán, llamada “Manjar del campo”, que se dedica a la producción de tortillas de nopal y otros alimentos derivados del nopal, se ve en la necesidad de producir su propia energía y se lanza al cultivo del nopal a gran escala, a través de la descomposición del nopal y con la ayuda de bacterias anaeróbicas para producir biogás.

Posteriormente se dieron algunos proyectos universitarios y la última investigación, que se conoce en el 2017, se realiza en el centro de acopio y comercialización del nopal verdura en Milpa Alta DF, ahora, alcaldía de Milpa Alta.

A partir de la biomasa del nopal tratada en biodigestores se ha conseguido obtener energía eléctrica, esto en una planta generadora en la comunidad de Calvillo del estado de Aguascalientes. Se procesan 120 toneladas de nopal al día para producir un mega watt de electricidad, según los datos de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA, 2016).

Esto implica que la planta de Calvillo generará una buena parte de la producción agrícola de esta cactácea en plantíos del lugar, lo que se traducirá en mejores alternativas para los productores de nopal de Calvillo.

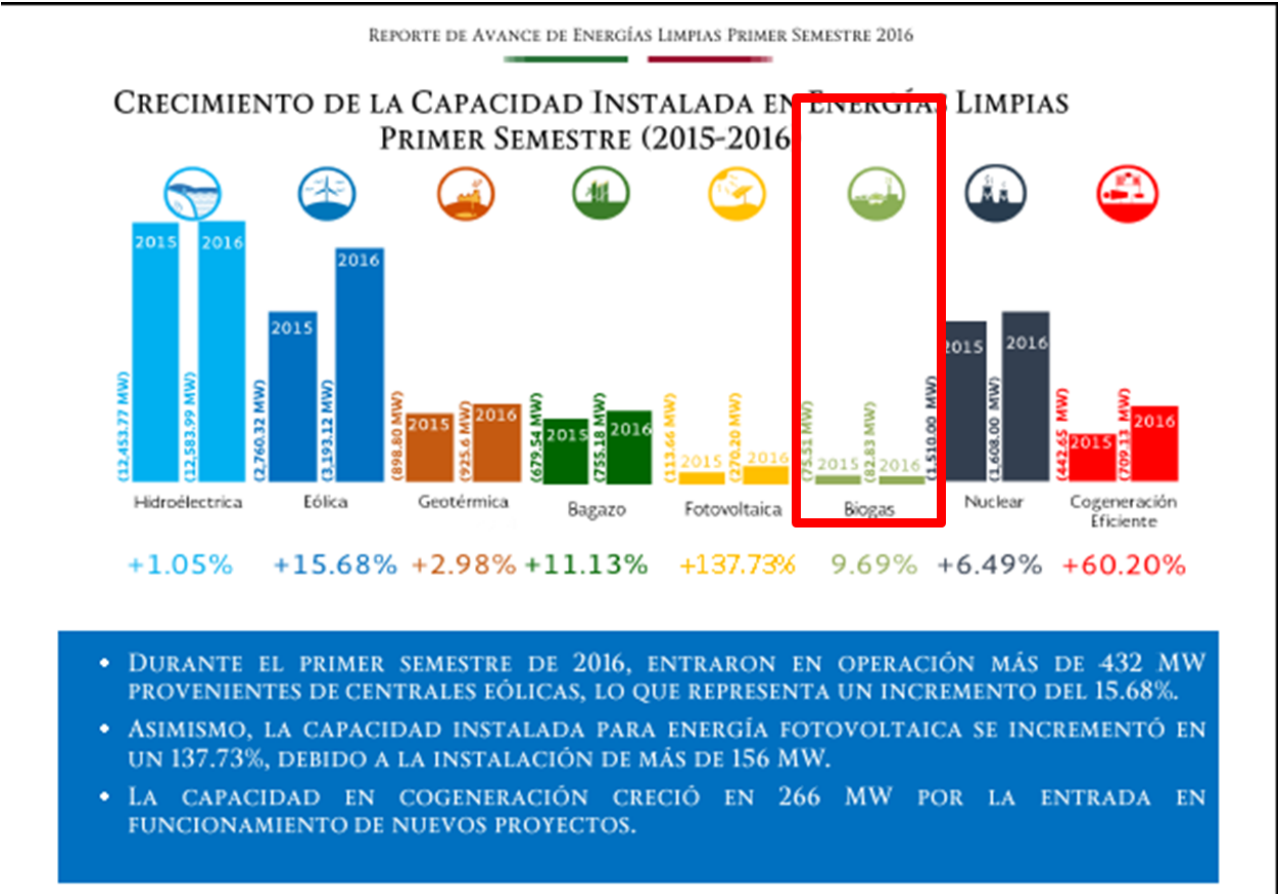
El gas metano es un tipo de gas natural generado por residuos orgánicos que a su vez se descompone en otros compuestos químicos como etano, propano, butano y algo de nitrógenos generando el biogás. Este es igual que cualquier otro tipo de gas y posee las mismas cualidades de un gas común como generar energía calorífica.

Este método de obtención de gas metano se realiza por medio de la descomposición del nopal durante un periodo más reducido y distinto que si lo fuera con otros desechos orgánicos, ya que el nopal cuenta con una propiedad de desintegración más rápida y genera más cantidades de gas por el gran contenido de calor que llega a almacenar en forma de biomasa, lo cual constituye una gran ventaja (Ver gráfico 3).

Como podemos apreciar en el reporte de avance de energía limpia en México se muestran las perspectivas de energía renovable en México, se observa que la hidroeléctrica es la de mayor producción, mientras que la menos aporta es la biomasa.

Por este motivo, encuentro una gran oportunidad en la intensificación de generación de energía proveniente de los biomas con el interés específico de reducir el consumo de energías de origen fósil y con ello la emisión de GEI que provocan el C.C provocado por actividades antropogénicas.

Gráfico 3. Reporte de avance de energía limpia en México



Fuente: Perspectivas de energía renovable, SENER: 2016.

Metodología, métodos y herramientas propuestas para lograr los objetivos de esta investigación

El estudio y su metodología. El estudio se basa en las prácticas teórica y metodológica desarrolladas de manera cualitativa y cuantitativa para la investigación a partir de la problemática general de los productores de nopal y su relación con el medio ambiente natural en la microcuenca de Milpa Alta, CDMX.

En la metodología, el enfoque es cualitativo y cuantitativo debido a que específicamente se usan como herramientas los softwares Modelo Sensible de Vester y el Análisis de Ciclo de Vida, enfocado a las condiciones específicas planteadas por la investigación para la obtención de resultados y de su evaluación en los planos ambiental, social y económico.

Etapas metodológicas

Esta investigación consta de cinco etapas de estudio que se relacionan con los objetivos planteados: la primera se refiere a una recopilación de documentos relacionados con la problemática de la investigación; la segunda consiste en visitas de campo a los lugares de estudio para observar las características propias del sitio; la tercera y cuarta comprenden la aplicación de entrevistas, talleres comunitarios y encuestas a informantes clave para profundizar en las variables de investigación que modelen el sistema de sensibilidad de Vester y el Análisis de Ciclo de Vida.

Finalmente, en la quinta etapa se realizó una psicometría de los datos obtenidos de los modelados de Vester y de ACV para obtener una visión real de los problemas ambientales, sociales y económicos a los que se enfrentan la sociedad productora de nopal verdura de la Alcaldía de Milpa Alta CDMX.

Métodos de la investigación

El estudio se inició con una contextualización de las distintas energías a nivel nacional, para ver donde se generan energías renovables que produzcan energía

eléctrica y en qué condiciones se encuentran. Además, se analizó la legislación actual, los organismos reguladores y los distintos actores involucrados.

Posteriormente, se evaluaron las energías renovables existentes en México, para profundizar en lo que es la biomasa y su potencial energético. La información de todo este capítulo se obtuvo en fuentes bibliográficas e información pública de las instituciones gubernamentales como la Comisión Nacional de Energía entre otras. Posteriormente, se realizó un estudio de caso comparativo entre el centro de acopio del nopal verdura en Milpa Alta y la planta productora de biogás del nopal en Zitácuaro Michoacán y se hizo una caracterización del tipo de biomasa de nopal que se emplea observando los procesos del biodigestor para la obtención de electricidad.

Los aspectos regulatorios (legislaciones y medioambiente) fueron examinados a partir de información obtenida de las instituciones gubernamentales pertinentes.

Para medir el Impacto Ambiental se implementó una metodología compleja, e instrumental, con el propósito de innovar con soluciones que beneficiaran a la comunidad productora de nopal en Milpa Alta CDMX y al medio natural, para proponer un programa integral de manejo de los residuos del nopal, basado principalmente en el uso de biodigestores para la generación de biogás creado de los residuos del nopal. Esto se logró a través de un marco analítico que permite hacer una valoración objetiva y profunda para de esta manera poder tomar decisiones futuras adecuadas.

Para lograr lo anterior se utilizaron una serie de métodos y etapas propias de la investigación científica con características cualitativas y cuantitativas.

- I. Método experimental. El método científico experimental es un procedimiento que permite llegar a la verdad objetiva de los fenómenos naturales. La experimentación depende del grado de investigación de conocimiento adecuado a través del proceso de generación de residuos del nopal verdura. Siguiendo ciertas reglas para una investigación: Estudio de los factores y

propiedades del objeto a investigar (residuos de nopal verdura). Produciendo el objeto en condiciones controladas (centro de acopio del nopal verdura en la Alcaldía de Milpa Alta CDMX). Modificando condiciones a través del fenómeno que se estudia (sentar las bases para desarrollar un programa integral para el manejo y aprovechamiento de los residuos del nopal verdura).

- II. Método de observación. Es una técnica que consiste en observar atentamente el fenómeno, hecho o caso a investigar, tomar información y registrarla para su posterior análisis (interpretación). Fundamental de todo proceso investigativo científico. Observar con un objetivo claro, definido y preciso para clasificar las distintas problemáticas sociales, culturales, ambientales y económicas del lugar.
- III. Método hipotético. Es el procedimiento que sigue el investigador para hacer su actividad observando los fenómenos a través de una hipótesis, verificando, y comprobando la verdad, considerando que la ciencia parte de la observación de fenómenos comparables para llegar a un resultado prospectivo.

Métodos e instrumentos aplicados

Para poder evaluar primero se hizo una recopilación de datos, luego estos datos se analizaron en el software Sima Pro-7.1 y posteriormente se integraron al sistema de Sensibilidad de Vester (programa cuali-cuantitativo) para finalmente hacer una evaluación de los resultados y posteriormente hacer recomendaciones.

1. Recopilación de datos. La recopilación de datos se hace por medio de (a) *Entrevistas personales*, éstas se organizaron en dos grupos, el de expertos académicos y el segundo grupo de expertos productores de nopal. (b) *Experimentación*, este procedimiento consistió en medir la cantidad de residuos que se producen después de limpiar una cantidad de nopales. Posteriormente se midió la cantidad de residuos y de materia procesada. (c)

Gasto energético, consistió en la medición de entradas y salidas de energía en el sistema biodigestor.

2. Interpretación de los datos. Primero se hizo un vaciado de los datos en el programa Sima Pro-7.1. Este Software analiza productos, procesos y servicios a través de su ciclo de vida; el programa realiza una comparación entre la cantidad de energía consumida y desperdiciada, la cantidad de residuos generados en el proceso de producción, la cantidad de materia de entrada, la cantidad de materia de salida, los impactos ambientales en residuos orgánicos (e. g. bacterias) e inorgánicos (e. g. compuesto químicos), el impacto en el cambio climático, el impacto en la disminución de la capa de ozono, entre otros factores, al momento de transformar una materia prima a cualquiera grado y a cualquier escala.
3. Evaluación de los resultados. El programa SIMAPRO 7.1 procesa la información a través de sus distintas bases de datos entre las más importantes están *USA database 2005*, *Danish Input-Output Database 99*, *Danish Food database 2003*, *Ecoinvent vi.2 2005*, *Ecoinvent demo*, *Usa input output 2003*, *Industriy data 2001*, *Idemat 2001*, *Buwal 250 1997*, *ETH-ESU 1996*, *Franklin 1996*, *Impact 2002*, *TRACI 2002*, *CML 2 baseline 2000*, *EPS 2000*, *Eco- indicador 99*, *Ecopoints 97 UBP*, *EDIP 97*, *Eco-indicador 95*, *CML 92*. La base de datos que se usó para esta investigación es la del *Eco-indicador 99* ya que es la que recomiendan los expertos en el tema.

A partir de las gráficas y tablas que produce SIMAPRO se realiza una interpretación y se propone una evaluación y una recomendación de diseño ecológico para reducir el impacto negativo al ambiente. Posteriormente se toman esos requerimientos y las variables más importantes (problemática) para cargar el programa del Modelo de Sensibilidad de Vester y realizar una evaluación cuali-cuantitativa y modelar los escenarios futuros (prospectivos) con el Modelo de Sensibilidad de Vester.

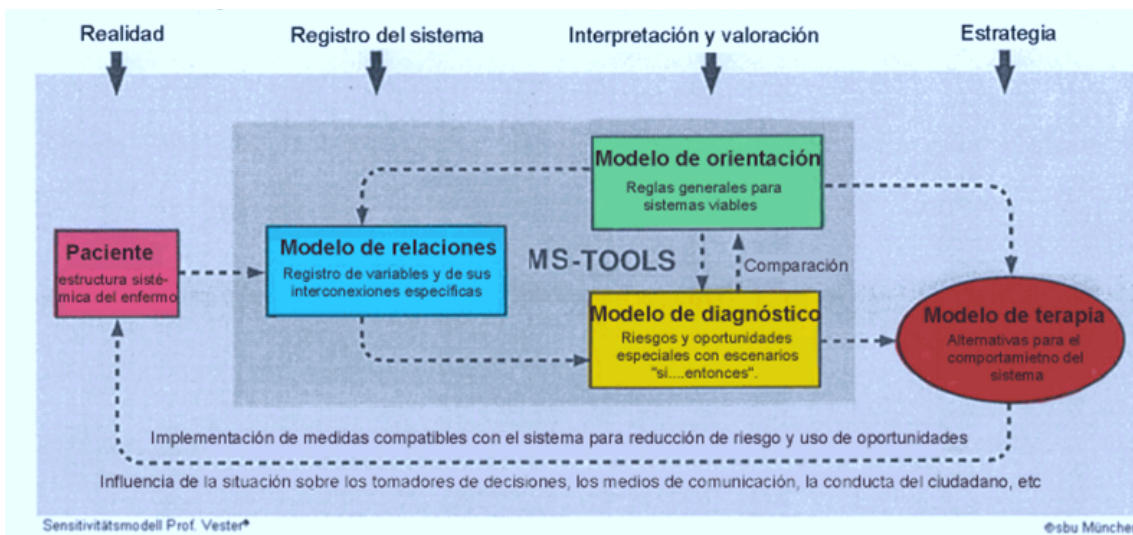
El planteamiento sistémico biocibernético

A grandes rasgos se puede definir a la biocibernética como la Biología Computacional y se refiere a la tecnología de la informática aplicada a la biología y medicina en su origen. La biología computacional es el uso de algoritmos y ordenadores para facilitar el entendimiento de problemas biológicos. La biología computacional abarca varios campos ya establecidos: química, bioquímica, matemáticas, ingeniería de sistemas, física, estadística, etc.

La biocibernética estudia los patrones de información y los canales de comunicación de conexión entre los elementos de un sistema, así como las fuentes externas de información que interactúan o tienden a ordenar o desincronizar un sistema.

En el manual de métodos del Modelo de Sensitividad del Profesor Vester, se afirma que todos los métodos de planeación buscan en última instancia – aun sin alcanzar siempre la meta -una modificación de los sistemas existentes que mejore su capacidad de sobrevivencia. Este procedimiento puede entenderse como análogo al diagnóstico y la terapia para un “paciente”. El siguiente esquema lo muestra como un proceso circular (Ver gráfico 4).

Gráfico 4 Planteamiento sistémico biocibernético del modelo Sensible de Vester

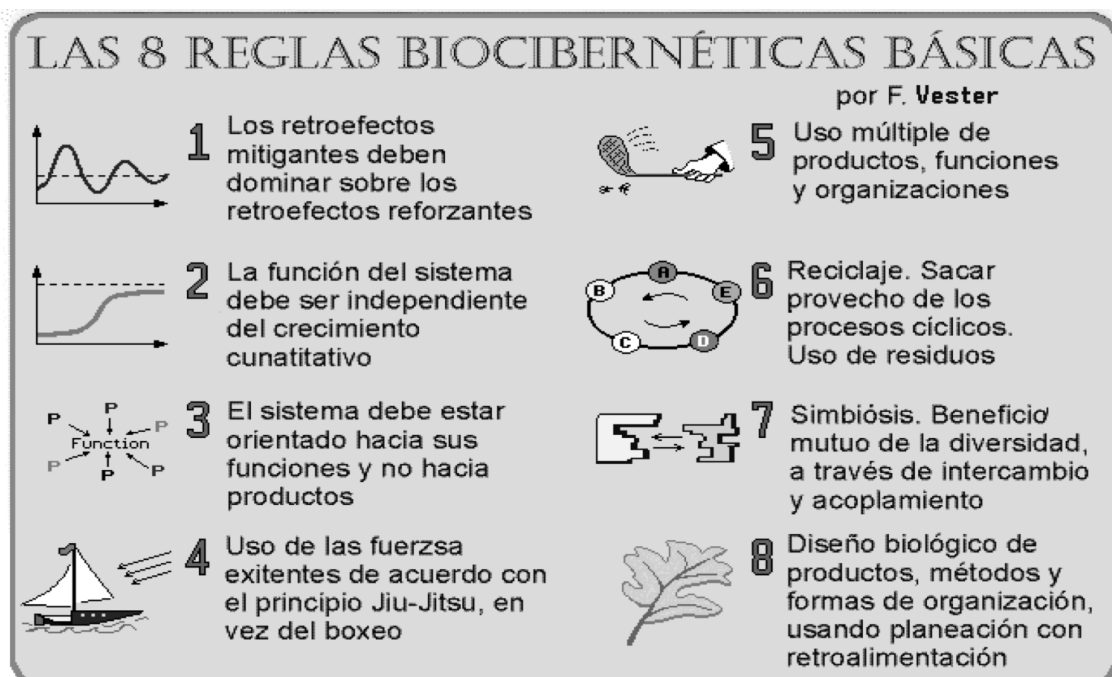


Fuente: Esquema terapéutico, System tools, 2004.

Desde este punto de vista cuando “el paciente” enferma, lo que ocurre es una pérdida de la capacidad de elaboración; asimilación o transmisión de la información. También podemos entender mejor el tema de la biocibernética por medio del siguiente gráfico donde se muestran las ocho reglas básicas del modelo. (Ver gráfico 5).

El procedimiento holístico y el uso de la “lógica difusa” crean un patrón implícito que permite captar el sistema (el “paciente”) e interpretarlo en un modelo (“el diagnóstico”). De la comparación del modelo con las funciones de un organismo “sano”, mediante las ocho reglas básicas, se describen luego las estrategias de solución apropiadas desde la sinopsis sistémica. Esta fase del procedimiento corresponde a la “terapia” que puede retro afectar al sistema a través de intervenciones diversas, como son las medidas, técnicas, acuerdos o decisiones políticas.

Gráfico 5. Las ocho reglas básicas de la biocibernética



Fuente: Las ocho reglas biociberneticas basicas (System tools, 2004)

Cuando se abordan de esta manera los sistemas complejos, la evaluación biocibernética juega hasta cierto punto el papel de modelo orientador permanente dentro del esquema de diagnóstico - terapia. Sin esta “brújula” nunca se podrá encontrar la terapia adecuada para nuestro “paciente” el sistema, ya que a diferencia de lo que ocurre en la medicina, en nuestro caso no disponemos de un concepto referencial de “salud” a comparar (Vester, 2004).

Apoyado en tres niveles, la construcción de un modelo cibernético del sistema puede ser dividido en nueve módulos entrelazados:

1. Descripción del sistema
2. Registro de las variables
3. Análisis de su relevancia para el sistema
4. Escrutinio de sus interacciones
5. Determinación de su rol en el sistema
6. Análisis del total de sus interconexiones
7. Cibernética de escenarios parciales
8. Observaciones del tipo “si-entonces” y pruebas de estrategia
9. Valoración del sistema y estrategia

El modelo Sensible de Vester. Método sistémico biocibernético participativo

Para poder definir el tema de sistemas de sensibilidad tomamos como referencia parte de la investigación que realizó el candidato a Doctor: Mtro. F. Fabricio Marín Robles con su borrador de tesis llamada *Evaluación ambiental y modelación biocibernética* (2018), donde dice que el sistema de sensibilidad Vester es desarrollado por la empresa *System Tools*, como una herramienta de análisis y síntesis sistémica participativa o herramienta de análisis multicriterio, que también evalúa los impactos ambientales generados por alguna actividad productiva, materiales, mercancías o servicios.

En este sentido, mediante el uso de los principios de la técnica de grafos, el modelo Sensible de Vester de entrada establece un diagrama de influencias que representa

la red de relaciones entre las actividades (que el analista tiene en mente) ocurriendo dentro del sistema mismo de actividades humanas, y entre éste y el medio biofísico.

Con base en el diagrama de influencias se generan una serie de datos que ponen en evidencia (tanto gráfica como tabular) las consecuencias de tales influencias, y permiten modificarlas para así de nueva cuenta observar los desenlaces de los cambios hasta identificar los que se desean observar.

Como vía de entrada al método y procedimientos del modelo sensible, se parte de un contexto fenomenológico referido a un sujeto observador que, para sus propósitos de estudio, ya sean prácticos o teóricos, adopta esencialmente tres maneras únicas, diferentes y complementarias de indagación para allegarse de la información indispensable sobre el sistema. Estas responden a información clasificatoria, información relacional e información relevante.

La información clasificatoria consiste en datos materiales, personales o emocionales y de otra índole, que están organizados, clasificados, de manera mutuamente excluyente, estructurados jerárquicamente y sujetos a subdivisiones, donde las interrelaciones entre ellos son de naturaleza estática.

Puede contener objetos, situaciones, conexiones y estructuras, perceptiblemente divididos en categorías que no son comparables, donde todos los elementos del universo de discurso llevan un nombre; la información de esta índole es indudablemente sobre alguna problemática que se pretenda analizar.

La información relacional consiste en datos relativos a eventos y no relativos a objetos, asociados con el sistema indagado donde lo que predomina sustancialmente es la relativa interdependencia entre los efectos que ocurren entre eventos, y donde la pertenencia a un orden dado del universo, de discurso o sistema se juzga no por conceptos sino a través de interrelaciones e influencias mutuas entre eventos, que naturalmente ocurren entre objetos sin importar a la sazón su naturaleza específica.

La información relevante consiste en datos que son pensamientos, ideas de cómo se abordará el universo de discurso con el sistema en cuestión, en términos de cuidados que se le proporciona y de la valoración subjetiva que el mismo nos merece.

De cualquier manera, en este apartado informativo, ello seguramente resultaría en ciertas preguntas sistémicas generales que surgen, dirigidas principalmente hacia la estabilidad del sistema, acerca de su viabilidad y su compatibilidad con los principios de la bio-cibernética y, eventualmente, acerca de la evaluación según los criterios del impacto ambiental y aquellos relativos a estrategias de auto-regulación del desempeño del sistema en escrutinio.

Como complemento a los tres tipos de información anteriores, y con el fin de distinguir la estructura y desempeño del sistema objeto o universo de discurso, es conveniente organizar nuestro contacto con él por medio de tres fases sucesivas de aproximación que poseen en general los siguientes atributos:

- Los componentes del sistema o problemáticas a estudiar aparecen primero ante nosotros de manera difusa, con sus detalles sobre puestos entre ellos.
- Después, podemos separar y distinguir claramente ciertos rasgos entre ellos, que vemos todavía aislados y limitados.
- Finalmente, juntamos lo que antes estaba separado y esta vez el objeto completo se analiza como una sola entidad en la que se muestran sus interrelaciones e influencias entre sí.

Deberá ser claro que nuestro acercamiento gradual al estudio de un sistema o universo de discurso dado estará matizado (de entrada) por las consideraciones arriba expuestas, que como entrada conceptual proporcionan los elementos guía necesarios para llevar a cabo a satisfacción, nuestras tareas de planeación y de diseño mediante una aprehensión previa completa del sistema o universo de discurso de nuestro interés, como se verá más adelante.

Pasos metodológicos y su ámbito de aplicación. Descripción del sistema y Juego de variables. Con base en datos locales obtenidos de encuestas con los actores (las comunidades productoras de nopal, las autoridades y un equipo de investigadores, del cual formo parte) se elabora tentativamente el sistema en cuestión y sus problemáticas.

Las entrevistas con los involucrados llevan a delimitar preliminarmente el sistema, el tipo de variables de influencia y sus posibles interrelaciones y a visualizar el sistema. Este panorama se va completando y corrigiendo iterativamente en los siguientes pasos de análisis, llegando con la evaluación cibernética del sistema a su mejor comprensión y a opciones estratégicas.

En este paso se definen y registran las variables iniciando con una serie de preguntas específicas relativas al sistema. En esta descripción no sólo se consideran datos cuantificables y hechos concretos, sino también opiniones y aspectos cualitativos; es decir, apreciaciones subjetivas como bienestar, insatisfacción y gustos general. Simultáneamente, por agregación, la cantidad de información se reduce hasta un nivel manejable.

Matriz de criterios Matriz de influencia. Prueba Individual. Un paso importante en la reducción de la complejidad hasta un conjunto manejable de variables es la evaluación de qué tan apropiadas, completas y relevantes son éstas para el sistema, cotejándolas con un total de 18 características.

Haciendo este ejercicio recursivamente se fusionan enfoques unilaterales, se modifica y complementa el juego de variables y se redefine los conceptos de las variables. Sólo hasta que este ejercicio esté completo conviene pasar al siguiente, es decir, del nivel de componentes al de sus interrelaciones.

El conjunto de variables aparece ahora en forma de una matriz cruzada de influencia. Se le consulta en función de la intensidad de las relaciones preguntado cómo cada una de las variables modificaría a las otras. En este paso se van

redefiniendo nuevamente algunas de las variables y así se descubren nuevos aspectos del sistema que facilitan concertar los puntos de vista de los involucrados.

Reparto de roles Tejido de impulsos. Además, guiado por el programa se examinan muchas relaciones que antes no se contemplaban. Se pueden registrar todos los comentarios, objeciones y controversias en una ventana de texto.

El resultado es una Matriz de Consenso donde se calcula el índice de influencia de cada variable, presentada en forma tabular. Según su índice de influencia las variables quedan ordenadas de acuerdo con cuatro ejes: activo, pasivo crítico, amortiguador. Esto permite reconocer de un vistazo el rol específico de cada variable en el sistema, así como examinar de inmediato su interpretación cibernética apoyada en la experiencia práctica.

Surge una caracterización por áreas, basada en el comportamiento global del sistema que aporta los primeros indicios estratégicamente relevantes. En la matriz de influencia se anotaron también efectos latentes (disposiciones “genéticas” del sistema). En cambio, aquí se diseña el tejido de impulsos actuales y se diferencia entre impulsos con resultado paralelo (flecha continua) o contrario (flecha punteada). Las ayudas gráficas del programa permiten construir y ordenar una telaraña con un mínimo de entrecruzamientos.

Escenarios parciales. La creación de Escenarios comienza con un primer análisis de los circuitos reguladores resultantes, de su distribución y de su trascendencia. Con botones funcionales se puede explorar la participación de cada variable en la autorregulación del sistema, así como en procesos desestabilizadores. Crear escenarios parciales permite analizar con más detalle la cibernética de subsistemas particulares. Se pueden juntar distintas variables en una sola, dividir una en subvariables o introducir variables nuevas que no estaban consideradas. Esta función sirve especialmente para investigar cuestiones detalladas y para examinar escenarios de tipo “Si...entonces”, como en el caso de la introducción de nuevas medidas.

Las ayudas gráficas para el análisis del circuito regulador son las mismas que las del tejido de impulsos. Las variables individuales pueden ilustrarse con cuadros, fotos o gráficas. El tejido de influencias de un escenario parcial es la base para las simulaciones.

Simulación. Descripción de funciones prueba de estrategias, el módulo de simulación trabaja con aportaciones descritas verbalmente (“conjuntos difusos”), de diseño comprensible y transparente. El estado de las variables al igual que las gráficas de su desarrollo puede ser consultado en cada momento, incluso durante una simulación.

La herramienta diseñada no usa a propósito funciones ni vectores, sino algoritmos, en su mayoría no lineales (funciones tabulares), que reflejan el curso de efectos reales. Se pueden anotar las consideraciones que llevan a establecer los diferentes procesos dinámicos de relaciones y describir su funcionamiento.

Las notas pueden ser consultadas y modificadas sin necesidad de salir del módulo de Simulación. La Simulación es un proceso abierto. Se pueden simular intervenciones interactivas con postulados “Si- entonces” que permiten examinar el comportamiento del sistema frente a diversas medidas, incluso durante el proceso de la simulación. Hasta aquí se analizaron sólo las relaciones del sistema y la información relacional.

Evaluación del sistema. En este módulo se evalúa el comportamiento del sistema, que proporciona información de relevancia desde la perspectiva de la sustentabilidad, es decir, sobre su capacidad de supervivencia.

Partiendo de una estrategia se compara la condición sistémica inicial con la condición esperada. Esta evaluación se fundamenta en ocho reglas biocibernéticas basadas en experiencia subjetiva, considerando que cada ámbito del sistema debe cumplirlas hasta cierto punto.

Análisis de Ciclo de Vida como herramienta central del diseño ecológico

El **Análisis de Ciclo de Vida** (ACV) sirve como una herramienta metodológica para el *diseño ecológico* que determina los impactos ambientales. El objetivo de un análisis de este tipo es determinar si el producto, proceso o servicio cumple con las expectativas medioambientales. De esta manera se puede evaluar el impacto ecológico del diseño y se pueden proponer estrategias de mejoramiento para reducir el impacto negativo. Esto es posible si se utiliza el análisis de ciclo de vida como se indica sin omitir detalles de los objetivos y alcances del estudio en cuestión.

En la definición del **objetivo del análisis de ciclo de vida** de acuerdo con la norma ISO 14040 se incluyen:

- Identificación de la *persona u organismo* que realiza el estudio.
- *Razones y/o Motivos* para llevar a cabo el estudio y *tipo de información* que se espera obtener (por ejemplo, el estudio puede llevarse a cabo para comparar las emisiones que se producen en un proceso por el uso de uno u otro combustible, con la finalidad de identificar al que genere menor impacto ambiental).
- *Aplicación prevista del estudio y uso* que va a darse a los resultados (siguiendo con el ejemplo del punto anterior, una vez identificado el combustible menos contaminante y, como consecuencia de los resultados del análisis de ciclo de vida, se evaluará económicamente el uso de uno u otro a fin de optar por uno de ellos).
- *Destinatario previsto* del estudio (es decir, si será un informe interno, si se hará público y a quién). En el ejemplo del combustible, puede tratarse de un informe interno, destinado al departamento de medio ambiente de la empresa que encarga el estudio.

De acuerdo con la norma UNE-EN ISO 14040, **el alcance** debe considerar y describir los siguientes puntos:

- *Funciones del sistema en estudio*, esto es, de sus utilidades.
- *Selección de la unidad funcional*. Es la unidad a la que se refieren todas las entradas (materias primas, energía) y salidas (productos, emisiones, residuos) del sistema en estudio. Debe estar claramente definida, ser medible y representativa de todas las entradas y salidas.
- *Descripción del sistema en estudio*. Implica el conocimiento global del proceso, las operaciones unitarias que lo conforman y la conexión de materia y energía existente entre ellas.
- *Establecimiento de los límites del sistema*. Los límites del sistema indican qué operaciones unitarias se incluyen en el ACV, determinando lo que entra dentro del sistema en estudio y lo que se queda fuera. La región externa a los límites constituye lo que se denomina el entorno del sistema, el cual actúa como fuente para las entradas del sistema (materias primas y energía) y como un sumidero para todas las salidas.
- *Establecimiento de las reglas de asignación de cargas ambientales* que se van a utilizar en la segunda etapa (Análisis de Inventario). Como carga se define la contribución de cada entrada o salida inventariada a una categoría de impacto ambiental.

El concepto de asignación de cargas se utiliza cuando se estudia un sistema en el que la relación entre las entradas (tanto materias primas como energía) y las salidas (productos, emisiones) no es una relación lineal, sino que en el sistema se obtiene más de un producto o existe reciclado en alguna fase intermedia.

- Así, en el caso de obtener más de un producto en un mismo proceso, es necesario definir pautas que permitan asignar de forma adecuada el consumo de materias primas y energía y la generación de residuos a cada uno de ellos. Con ello, se atribuye a cada producto sus cargas ambientales respectivas.
- *Tipos de impacto a evaluar, metodología e interpretación*. Este punto se describirá en la tercera etapa del ACV (Evaluación de Impacto).

- *Hipótesis y limitaciones.* En esta fase del estudio se deben exponer las suposiciones e hipótesis que se han asumido a lo largo del estudio (pues en algunos casos no se dispone de datos o se han despreciado los que no se han considerado significativos. Asimismo, es necesario indicar las limitaciones que se han introducido en el ACV como consecuencia de ello, ya que puede influir en la interpretación de los resultados.
- *Requisitos de calidad de los datos.* En este punto se deben especificar los requisitos a cumplir por los datos para que sean coherentes con los objetivos del estudio. La calidad puede controlarse mediante su contraste con otras fuentes, mediante comparación teórica de los resultados de los balances de materia y energía y mediante muestreo.

Análisis de Inventario de Ciclo de Vida (UNE-EN ISO 14041). Esta fase conlleva la resolución de los balances de energía y de materia del sistema, de forma que los datos finales del inventario (parámetros) se recojan en tablas y estén referidos a la unidad funcional. Se trata de la fase del ACV que más tiempo lleva debido a que, normalmente, el número de parámetros a considerar es numeroso.

Esta etapa incluye:

- Identificación y cuantificación de las entradas y salidas que tienen lugar en todas las etapas del ciclo de vida, esto es, balances de energía y de materia.
- Trazado de diagramas de flujo.
- Descripción de cada operación unitaria en detalle y relación de los parámetros del inventario correspondientes a cada una, junto con las unidades en que se expresan.
- Listado de las unidades de medida.
- Descripción de las técnicas empleadas para la recogida de los datos y de cálculo.

En cuanto a la procedencia de los datos, puede ser el mismo centro productivo, o bien pueden ser obtenidos o calculados de fuentes publicadas, como estadísticas,

legislación, asociaciones, compañías gestoras de residuos y plantas de tratamiento, bibliografía, estimaciones y suposiciones, bases de datos, etc.

Cabe destacar que la norma hace hincapié en la calidad de los datos manejados, ya que se trata de un factor básico para la credibilidad del estudio y la interpretación de los resultados.

Evaluación de Impacto de Ciclo de Vida (ISO 14042). Esta fase hace corresponder cada parámetro obtenido en el Análisis de Inventario con el potencial impacto ambiental a que da lugar. En esencia, la Evaluación de Impacto del Ciclo de Vida consiste en el desarrollo de las siguientes acciones:

- Elaboración de un inventario de categorías de impacto que pueden dar lugar las diversas cargas ambientales generadas por el sistema del producto (efecto invernadero, acidificación, eutrofización, agotamiento de recursos, etcétera).
- Selección, para el sistema en estudio, y en función de los resultados del inventario, de las categorías de impacto que hay que considerar.
- Asignación de los resultados del inventario a las categorías de impacto a las que contribuyen, teniendo en cuenta que algunos de ellos pueden producir más de un impacto.
- Cálculo de las contribuciones individuales de cada parámetro del inventario a un determinado impacto, calculándose posteriormente las contribuciones totales al mismo.
- Establecimiento de un orden de importancia entre los impactos considerados.

Estas acciones se llevan a cabo a través de tres pasos: clasificación, caracterización y valoración.

Clasificación. Es la fase de la Evaluación de Impacto donde se identifican los impactos a considerar en el ACV, los cuales se agrupan en:

- Consumo de Recursos (materia prima, energías, agua, uso de suelo)
- Calentamiento Global (efecto invernadero)
- Reducción de la Capa de Ozono
- Toxicidad humana
- Ecotoxicidad
- Acidificación
- Eutrofización
- Formación de oxidantes fotoquímicos
- Usos del suelo
- Ruidos y olores
- Generación de residuos
- Conservación de recursos naturales y diversidad de especies

Según *ISO 14044*, las categorías de impacto a considerar en un análisis de ciclo de vida se engloban en tres grupos principales, ver Tabla 3: Consumo de recursos naturales (R). Impactos al ecosistema (E). Daños a la salud (S). Las categorías de impacto también pueden clasificarse en función del tipo de impacto que origina cada una, distinguiéndose dos grupos:

- Efectos globales: aquéllos cuyo impacto es independiente de la localización geográfica en la que se extraen los recursos o en la que tienen lugar las emisiones (consumo de energía, calentamiento global, y efecto sobre la capa de ozono).
- Efectos de alcance regional o local: aquéllos cuyos impactos sólo afectan a un área geográfica localizada (acidificación, oxidación fotoquímica, eutrofización de las aguas, etc.).

Caracterización. En esta fase los parámetros inventariados se adicionan dentro de la categoría de impacto a la que contribuyen. Para ello, se tiene en cuenta su contribución potencial a ese impacto, la cual se expresa en forma de un factor de caracterización, tal como se indica en el diagrama 10.

Para definir el factor de caracterización se selecciona, de entre todas las especies que contribuyen a un impacto, la más representativa, expresándose el resto en función de ella. Así, para el caso de la acidificación, el factor de caracterización es el denominado Potencial de Acidificación (PA), el cual se define como la capacidad de una unidad de masa contaminante para emitir H⁺ en relación con la capacidad que tiene el SO₂ (dióxido de azufre).

Si bien la etapa de caracterización no está del todo desarrollada, sí existen algunos puntos internacionalmente aceptados, sobre todo en relación con la unidad de referencia para el cálculo de las contribuciones a un impacto (Ver tabla 3).

Tabla 3. Factor de caracterización y afectación

IMPACTO	CATEGORIA AFECTADA	ESCALA
Consumo de Recursos	R, E	Global
Calentamiento Global (Efecto invernadero)	E	Global
Reducción de la Capa de Ozono	E, S	Global
Toxicidad humana	S	Global, continental, país, regional, local
Ecotoxicidad	E, S	Global, continental, país, regional, local
Acidificación	E, S	Continental, país, regional, local
Eutrofización	E	Continental, regional, local
Formación de oxidantes foto químicos	S, E	Continental, regional, local

Usos del suelo	R, E	Local
Ruido y olores	E, S	Local
Efectos a la salud en el lugar de trabajo	S	Local
Residuos	E, S	Regional, local
Conservación de recursos naturales y diversidad de especies	E, R	Local

Fuente: elaboración propia con base en ISO 14044. Efectos ambientales para considerar en la Evaluación de Impacto de Ciclo de Vida (R: Consumo de Recursos; S: Salud Humana; E: Ecosistema), (2000).

La contribución parcial de cada parámetro al impacto de acidificación se calcula multiplicando la cantidad de este emitida (m_i) (referida a la unidad funcional), por su respectivo potencial de acidificación (PA_i) expresado en forma de Kg de SO_2 equivalente por Kg de i (factor de caracterización), tal como se muestra en la tabla 3.

La contribución total al impacto se obtiene mediante la suma de todas las contribuciones parciales, lo cual puede expresarse como: **$PA (Kg SO_2 - eq) = \sum (PA_i * m_i)$**

Por último, la caracterización se completa con un análisis de la importancia relativa de cada impacto considerado, mediante un proceso denominado “*análisis técnico de significancia*” (término propuesto por ISO), o “*normalización*” (término propuesto por la Sociedad Toxicológica y Química Ambiental (SETAC). Esta etapa consiste en el cálculo de la contribución relativa del total de las cargas del producto/proceso en estudio a un impacto en un área y en un tiempo dado.

Si bien ISO no considera obligada esta etapa, para SETAC la normalización es necesaria debido al hecho de que los valores que se obtienen durante la

caracterización están expresados en diferentes unidades y la normalización hace posible su traslado a unidades que permitan su comparación y su interpretación posterior (ver tabla 4).

Tabla 4. Factor de caracterización

IMPACTO	FACTOR DE CARACTERIZACIÓN	UNIDAD DE REFERENCIA
Consumo de Recursos Energéticos	Cantidad Consumida	MJ
Calentamiento Global	Potencial de Calentamiento Global (PCG)	Kg. Eq CO ₂
Reducción de la Capa de Ozono	Potencial de Agotamiento de la Capa de Ozono (PAO)	Kg. Eq. CFC-11
Acidificación	Potencial de Acidificación (PA)	Kg. Eq SO ₂
Formación de Oxidantes Fotoquímicos	Potencial de Formación de oxidantes fotoquímicos (PFOF)	Kg. E. C ₂ H ₄
Eutrofización	Potencial de Eutrofización (PE)	Kg. E. de NO ₃ ⁻
Consumo de Materias Primas	Cantidad Consumida	Ton

Fuente: elaboración propia con base en ISO 14044. Factores de caracterización para categorías de impacto ambiental, 2000.

El objetivo es obtener un gradiente de importancia de los impactos considerados en la caracterización. Para ello se realiza un análisis cualitativo o cuantitativo de ellos, con el fin de establecer prioridades, debiendo incluirse puntos de vista políticos, valores sociales, valores de expertos ambientales, valores del que toma la decisión. Esto lleva implícito cierto grado de subjetividad, aunque el procedimiento para incorporar factores de valoración puede tener en cuenta conocimientos científicos (sobre todo de ciencias sociales y de comportamiento) y los resultados, en principio, pueden ser empíricamente verificables.

Esta etapa no se encuentra del todo desarrollada, existiendo una gran necesidad de optimización y estandarización. Esto conlleva que en algunos análisis se obvие y las conclusiones se expresen como la contribución relativa de los efectos, esto es, qué efecto es mayor que otro.

Para mejores resultados del estudio se recomienda el uso del *software* especializado en análisis de ciclo de vida (por ejemplo, SimaPro 7.1), debido a que cuenta con bases de datos especializadas en distintos temas, además que constantemente se actualizan y manejan distintos idiomas para un mejor manejo del programa y de los componentes esenciales del ACV.

Métodos y sistemas de tratamiento de los residuos del nopal verdura

Los métodos tradicionales con los que se tratan los residuos del nopal verdura en los mercados de la CDMX son los que han predominado durante décadas sin darle una solución integral al problema de los residuos orgánicos. Actualmente los residuos orgánicos que se producen en mercados en general se depositan en vertederos en el Estado de México y de Morelos, según palabras de los trasportistas del sistema de limpia de la CDMX.

La recolección de residuos orgánicos en los distintos mercados y centros de abasto popular está a cargo de las Alcaldías y los camiones hacen un promedio de dos viajes diarios para concentrar los residuos orgánicos en 13 estaciones de transferencia, donde se separan. La Secretaría de Obras y Servicios, a través de la Dirección General de Servicios Urbanos, recibe los residuos ya separados en dichas estaciones de transferencia para después trasladar la parte inorgánica a las plantas de selección, la parte orgánica a la planta de composta situada en Bordo Poniente (relleno sanitario).

Actualmente los residuos del nopal verdura que se generan en el centro de acopio de Milpa Alta recorren el mismo camino que los demás residuos orgánicos provenientes de los diferentes mercados públicos, solo una parte de los residuos orgánicos generados en Milpa Alta se utiliza en el mismo centro de acopio para la

generación de biogás, son en promedio **tres toneladas aprovechadas de las doce toneladas** generadas en un día.

Las tres toneladas de residuos del nopal verdura que se aprovechan son tratadas por medio de sistemas de cogeneración de biogás por medio de un biodigestor, que consiste en aprovechar los residuos del nopal para producir energía eléctrica mediante un proceso de degradación biológica con la digestión de bacterias anaeróbicas, proceso en el cual las bacterias cambian el estado del material biodegradable sin oxígeno

Este proceso genera algunos gases, entre los cuales el CO₂ y el metano son los más comunes, usados posteriormente como biogás combustible. El tiempo y los procesos del sistema anaeróbico para generar biogás cambian obedeciendo a varios factores, entre los que se señalan la temperatura y el pH de la materia orgánica con el cual se alimenta el biodigestor.

Los sistemas y sus pasos para lograr un correcto manejo de los residuos del nopal verdura tal como funciona en el centro de acopio de Milpa Alta:

1. Generación de residuos
2. Separación de residuos
3. Sistema de alimentación recepción y trituración de residuos de nopal verdura
4. Sistema de calentamiento (donde se eleva la temperatura del proceso a 55 grados centígrados aprovechando el calor del sol)
5. Sistema de digestión anaerobia (donde se degradan los residuos del nopal en ausencia de oxígeno)
6. Sistema de purificación de biogás (eliminando el exceso de ácido del biogás)
7. Sistema de cogeneración (generación de energía eléctrica o térmica usando un motogenerador)
8. Sistema de filtración de lodos (remoción de humedad de lodos residuales para su aprovechamiento como mejorador de los suelos)

La manera en la que funciona el sistema del biodigestor: “consiste en un tanque de acero de carbono que mide ocho metros de alto por cuatro y medio de diámetro al que le caben 100 mil litros de agua. Tiene la función parecida a la de un estómago humano y para que pueda llevarse a cabo el proceso necesita mantener una temperatura determinada en su interior, de allí que se complemente con un conjunto de colectores solares que captan y generan calor trasmitiéndolo a través de un serpentín en el interior del tanque manteniéndolo con la temperatura adecuada” (www.suema.com, 2017).

En este depósito los residuos pasan previamente por un sistema de trituración para posteriormente enviarlos hacia el interior del tanque. De manera simultánea circula agua caliente por medio de espirales y colectores solares que le permiten tener la temperatura adecuada o calor al interior. Una vez que el biodigestor se encuentra a la temperatura idónea se realiza el proceso de Biodigestión anaerobia (en ausencia de oxígeno), la cual genera biogás (Ver imagen 6).

El biodigestor servirá para producir la energía que necesita el centro de acopio y para el funcionamiento de la planta y la otra parte de energía producida se podrá llevar al alumbrado público. Del proceso también se obtendrá un líquido mejorador de suelos y una especie de lodo para la elaboración de composta, la capacidad del biodigestor es para procesar 100 toneladas de residuos orgánicos al mes (www.suema.com, 2017).

Composteo y abono orgánico. El composteo para producir abono orgánicos a partir de los residuos del nopal verdura y de otros materiales orgánicos, provenientes de las actividades diarias en casa, como son los desperdicios de frutas y verduras de la cocina, el estiércol de los animales como son: borregos, pollos, conejos, vacas, caballos, pasto y hierba, tierra, aserrín y otros, sirven perfectamente para la integración de éstos nuevamente a los suelos de cultivo y existen dos formas de compostearlos: la aeróbica por medio de bacterias en presencia de oxígeno y la anaeróbica que se produce con bacterias en ausencia de oxígeno.

Imagen 6: Tanque de acero de carbono que mide ocho metros de alto por cuatro y medio de diámetro (biodigestor). Centro de acopio del nopal verdura Milpa Alta.



Fuente: elaboración acervo fotográfico propio, 2018

En la imagen tres se muestra a un grupo de ingenieros de la empresa Sustentabilidad, Energía y Medio Ambiente (SUEMA) realizando la construcción del biodigestor en CANV de Milpa Alta, en esta etapa la construcción presenta un 50% de avance del proyecto. Es el primer biodigestor anaerobio construido en coordinación con la delegación Milpa Alta y la empresa (SUEMA).

Las bacterias son los microorganismos encargados de que toda esta materia entre en descomposición y así poder obtener productos para el mejoramiento de suelos del campo. La elaboración de la composta de formas aeróbica para los huertos y milpas es un proceso sencillo, la manera en la que se hace tradicionalmente en el

agro mexicano y en Milpa Alta es escarbando el terreno, en un cuadro de dos metros de ancho por medio metro de profundidad. Las medidas pueden variar dependiendo de la cantidad de composta que se quiera hacer.

Posteriormente rellenan la excavación con los residuos del nopal que se generan del cultivo, acomodando ahí todos los desechos que se mezclan con tierra, los humedecen con un poco de agua y los revuelven para que todo se integre hasta que se forme una mezcla para ser aplicada a las plantas del nopal, rica en nutrientes que no dañan el suelo, no contaminan el aire y provee a las plantas de los nutrientes necesarios.

La forma anaeróbica de producir composta y abonos orgánicos es más laboriosa y complicada debido a que se necesita la fabricación de un sistema de contenedores que son alimentados con residuos orgánicos como los generados de los procesos de transformación del nopal verdura. Estos contenedores tienen que estar completamente herméticos para que las bacterias no tengan un medio con oxígeno.

Durante el proceso de degradación se produce biogás, el cual sirve para generar calor y electricidad. También el sistema produce biofertilizante líquido y lodos con un alto valor en nutrientes para las plantas.

La Biodigestión anaeróbica de los residuos orgánicos es una tecnología que se usa prácticamente, tanto en países desarrollados como en vías de desarrollo. La biodigestión anaeróbica que se produce en un biodigestor consiste en la degradación de materia orgánica, realizada por bacterias en un ambiente con ausencia de oxígeno. Básicamente se puede decir que las bacterias, consumen la materia orgánica de un desecho logrando una estabilización y reducción de los residuos.

Este proceso genera diversos gases, entre los cuales están el dióxido de carbono y el metano de los más abundantes, El proceso controlado de digestión anaerobia es uno de los más idóneos para la reducción de emisiones de efecto invernadero,

debido al aprovechamiento energético de los residuos orgánicos y al mantenimiento y mejora del valor fertilizante de los productos tratados.

También la digestión anaerobia se aplica a otros residuos de la ganadería, residuos agrícolas y residuos de las industrias de transformación de dichos productos. La digestión anaerobia del mismo modo es un proceso adecuado para el tratamiento de aguas residuales de alta carga orgánica, como las producidas en muchas industrias que procesan materia prima orgánica.

Por lo tanto, la biodigestión anaerobia es una tecnología que por medio de biodigestores permite atender varios problemas ambientales que presenta la producción agrícola de alimentos como la contaminación de agua, el deterioro de los suelos, el manejo de residuos y la emisión de gases de efecto invernadero.

Imaginemos que la biodigestión anaerobia es un proceso natural de degradación de materiales orgánicos por medio de microorganismos (bacterias anaeróbicas), es el mismo proceso que ocurre en un estómago de vaca, borrego, cerdo y humanos.

Factibilidad ambiental, social y económica para la producción de biogás obtenido del aprovechamiento y manejo de los residuos del nopal verdura en la microcuenca de Milpa Alta (Trabajo de campo)

El trabajo de campo consistió en visitas a los lugares de estudio. Para este caso se realizaron en diferentes localidades de la alcaldía de Milpa Alta, así como en el Centro de Acopio del Nopal-Verdura (CANV), el mercado público del lugar, donde se realizó una observación de las actividades que desarrollan, con enfoque en los procesos de transformación del nopal y en la población que trabaja en éste.

En la misma delegación y a un costado del Centro de Acopio actualmente se ubica una planta de tratamiento de residuos del nopal. Aquí realicé diversas entrevistas a vendedores y productores del nopal.

De la información obtenida sobre la problemática del lugar con las entrevista a informantes clave y con los indicadores propuestos por el Banco Iberoamericano de Desarrollo (BID) en la **Guía Metodológica** e Indicadores de la Iniciativa Ciudades Emergentes y Sostenibles (ICES), se logró determinar una serie de variables (problemáticas) que aportan un mejor panorama para conocer qué es lo que se hace en Milpa Alta y en los procesos de cultivo y de transformación del nopal y por consiguiente qué hacer para contribuir a la sustentabilidad del lugar. Posteriormente se integraron las variables obtenidas al Sistema de Sensitividad Vester.

Con el fin de conocer experiencias similares también se realizó trabajo de campo en Zitácuaro Michoacán con el grupo agroindustrial nopal de Camémbaro y la empresa Manjar del campo. Zitácuaro es pionero en la producción de biogás, gracias al esfuerzo de un productor local, asesorado por especialistas del Instituto Politécnico Nacional (IPN).

Como una apuesta para disminuir precios de combustibles limpios, tras años de investigación se hizo realidad en 2007 la creación del grupo empresarial Nopal de Camémbaro, una sociedad de producción rural de responsabilidad limitada.

La empresa se ubicó en el municipio de Zitácuaro, que cumplía con los requerimientos del proyecto. (Ver diagrama 18). La compañía es propiedad del empresario Rogelio Sosa quien, para emprender este proyecto innovador, contó con la cooperación técnica del Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE) y la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI). (Ver imagen 7).

El objetivo de la empresa era hacer realidad la producción de biogás y electricidad a partir de la biomasa de nopal. El empresario zitacuarenses estuvo acompañado en este proyecto por el investigador del IPN, Miguel Aké Madera, como director técnico. La intención era aprovechar el nopal para generar energía renovable y eléctrica. Hoy en día, después de diez años de operación, la planta busca incrementar tanto la producción como el empleo de la biomasa útil del nopal, así

como participar con asesoría, diseño y construcción de plantas generadoras de gas y energía eléctrica a partir, por supuesto, de la biomasa del nopal.

Imagen 7. Planta de producción de biogás en Zitácuaro Michoacán



Fuente: archivo fotográfico personal, 2015.

En 2015, Nopalimex ganó el Premio Nacional del Trabajo por promover el Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018, el cual establece el fomento del crecimiento sostenido de la productividad en un clima de estabilidad económica. En marzo del 2015, realizó las primeras pruebas de carga de biogás a partir del nopal en vehículos automotores.

En Zitácuaro se realizaron entrevistas con los operadores y con el empresario Rogelio Sosa con el objetivo de obtener información tecnológica de los procesos del biodigestor y de su funcionamiento. Posteriormente con la información y los datos proporcionados, se modeló parte del proceso de producción usando la herramienta de ACV para conocer cuáles son los principales problemas que tienen.

Índices, indicadores y resultados

Los índices tienen la función de reflejar las situaciones reales en cuanto a los fenómenos socioambientales y económicos que ocurren en la biorregión de Milpa Alta CDMX.

Los criterios para seleccionar los índices con los que se investiga el tema de los residuos del nopal verdura y su aprovechamiento en beneficio de las comunidades productoras del nopal son: las variables que determinan los índices, la forma de integrar dichas variables (dependientes e independientes) y los índices que se manejan internacionalmente como la heterogeneidad y los problemas con la calidad de la información en el sentido de que los índices están dirigidos a resolver sistemas complejos como el que se realiza en esta investigación.

En el documento presentado por el Centro de Estudios Sociales y de Opinión Pública en colaboración con La Cámara de Diputados (indicadores medioambientales: una aproximación 2016), el Índice de Desempeño Ambiental (EPI, por sus siglas en inglés) es un proyecto que lidera la Universidad de Yale en Estados Unidos.

El EPI suma el cálculo y los agregados de más de 20 indicadores que incorporan información medioambiental de los países en nueve categorías, lo cual lo hace uno de los más completos en el estudio del medio ambiente. Además, el EPI es el índice que incorpora la Organización de las Naciones Unidas (ONU) en la evaluación que realiza de las metas de desarrollo sustentable y que mide en conjunto con la Fundación Bertelsmann y la Red de Soluciones para el Desarrollo Sustentable a través del Índice y Tablero SDG (Metas del Desarrollo Sustentable, por sus siglas en inglés). <http://epi.yale.edu/about> (consulta: agosto de 2016).

El EPI se fija dos grandes objetivos: la salud y su relación con el medio ambiente; y la vitalidad de los ecosistemas. En el primer caso se mide la protección de la salud humana ante el daño medioambiental y, en el segundo, se evalúa la protección de los ecosistemas y el manejo de los recursos a nivel nacional.

A partir de datos estandarizados y de información básica –como producto interno bruto (PIB), población y superficie, se construye el EPI, que mide el desempeño de los países bajo un concepto metodológico de “proximidad a la meta”, es decir, calcula qué tan cerca se está de alcanzar los objetivos que fijan las políticas nacionales o los estándares que marcan los organismos internacionales

especializados, lo que facilita su comparación entre países. <http://epi.yale.edu/about> (consulta: agosto de 2016).

El sistema internacional de indicadores depende de las biorregiones de cada país y del grado de desarrollo. Ciertos componentes no aplican en caso de que los países sean islas, que no tengan costa, o cuando son economías pequeñas o con rezagos sociales importantes.

De igual forma, el peso estadístico de los componentes llega a variar en función de la calidad de la información o si las metas de las políticas no están bien definidas (Ver tabla 5).

Tabla 5. Construcción del EPI y calificación de México (2016)

Categoría	Indicadores	Calificación	Posición en la tabla
Impacto en la salud	<ul style="list-style-type: none"> Exposición a riesgos ambientales 	72.40	86
Calidad del aire	<ul style="list-style-type: none"> Contaminación del aire Exposición promedio a dióxido de nitrógeno y exposición a PM Calidad del aire en los hogares 	79.56	96
Aguas y saneamiento	<ul style="list-style-type: none"> Saneamiento riesgos Calidad del agua potable 	80.79	85
Recursos hídricos	<ul style="list-style-type: none"> Tratamiento de aguas residuales 	80.32	50
Agricultura	<ul style="list-style-type: none"> Uso eficiente de nitrógeno Balance de nitrógeno 	79.14	101
Bosques	<ul style="list-style-type: none"> Reforestación 	54.68	61
Pesca	<ul style="list-style-type: none"> Reserva de peces 	55.26	60
Biodiversidad y hábitat	<ul style="list-style-type: none"> Áreas terrestres protegidas Especies protegidas Áreas marinas protegidas 	78.66	93

Clima y energías	<ul style="list-style-type: none"> • Acceso a electricidad • Tendencia al uso intensivo de carbono 	54.90	94
------------------	--	-------	----

Fuente: <http://epi.yale.edu/> (consulta: agosto de 2016).

La CEPAL clasifica a los índices según su nivel de toxicidad, calentamiento global, huella de carbono o ecológica, la evaluación de políticas y los aspectos normativos de las mismas, el Índice de Desarrollo Humano y los índices de Sustentabilidad Ambiental (Quiroga, 2009).

Una de las alternativas para la preparación de índices es establecer conjuntos variables que en conjunto produzcan indicadores tanto ambientales, sociales y económicos que, al observarse de una manera conjunta se obtiene una mejor y más clara valoración del sistema complejo.

La CEPAL, en su Serie Manuales No 61 Guía metodológica para desarrollar indicadores ambientales y de desarrollo sostenible, en términos generales, denomina indicador a una observación empírica o estimación estadística que sintetiza aspectos de uno o más fenómenos que resultan importantes para uno o más propósitos analíticos y de monitoreo en el tiempo.

Si bien el término indicador puede aludir a cualquier característica observable de un fenómeno, suele aplicarse para aquellos que son susceptibles de expresión numérica y que son pertinentes o de máxima importancia para el interés público.

Los indicadores son estadísticas seleccionadas por su capacidad de mostrar un fenómeno importante y a menudo resultan de procesar series estadísticas en formas de agregación, proporción, tasas de crecimiento (entre otras), para poder mostrar el estado, la evolución y las tendencias de un fenómeno que interesa monitorear (Quiroga, 2009).

Como se señala en dicha guía de la CEPAL, un indicador corresponde a una o más variables combinadas, que adquiere distintos valores en el tiempo y en el espacio, y entrega señales al público y a los decisores acerca de aspectos fundamentales o

prioritarios en el proceso de desarrollo, en particular respecto a las variables que afectan la sostenibilidad ambiental de dichas dinámicas (Quiroga, 2009).

Como ya se ha adelantado en párrafos anteriores, un indicador es un tipo particular de estadística, que, en función del valor asumido en determinado momento y territorio, extiende significados que pueden no ser aparentes inmediatamente, y que los usuarios decodificarán más allá de lo que muestran directamente, porque existe un constructo cultural y de significado social que se asocia al mismo.

Un indicador despliega más significados de los que son inmediata o directamente aparentes, siempre y cuando se presenten adecuadamente contextualizados y descritos (Quiroga, 2009).

Los indicadores varían su valor o nivel en el tiempo y en el espacio, y son estas variaciones las que también entregan información importante sobre un determinado fenómeno o problema. De ahí que los indicadores requieran de más de un punto de observación en el tiempo o en el espacio para que puedan entregar su potencia como señal.

Los indicadores permiten simplificar información sobre una realidad de los sistemas complejos. Los indicadores son en sí información selecta y procesada, cuya utilidad ha sido predefinida y su existencia justificada, porque permiten hacer un mejor trabajo y evitar consecuencias inaceptables que pueden ocurrir con mayor frecuencia cuando no se puede producir o procesar toda la información pertinente para todos los casos.

Con los indicadores adecuados, quienes monitorean los procesos, pueden adelantar tendencias e intervenir antes de que se produzcan procesos indeseables o irreversibles. Los que implementan políticas pueden objetivar y medir la efectividad de éstas, pueden calibrar los instrumentos y programas, y focalizar los esfuerzos en forma oportuna.

Las comunidades productoras de nopal verdura, en general pueden compartir también la base objetivada de información selecta, para decidir de una manera más objetiva con los distintos actores participantes (Quiroga 2009).

Si la primera representación del tema de indicadores muestra la gran complejidad de los fenómenos y dinámicas ecosistémicas, es aún mayor el desafío cuando se quiere considerar no sólo las variables ecológicas; sino, su relación con las actividades sociales de las comunidades productoras de nopal verdura.

En este sentido tiene mucho interés el tema de la sustentabilidad y aprovechamiento de los recursos naturales, donde implica razonar las distintas variables y los recursos naturales, como por ejemplo de biomasa obtenida de los residuos del nopal verdura, también la disponibilidad económica de las comunidades agrícolas, y la relación que tienen las especies animales, de vegetación, entre otras. De esta forma es posible tener una imagen más puntual del contexto y predisposición de los fenómenos trabajados en esta investigación.

Para esta investigación se utilizan estadísticas, datos y variables de indicadores tanto sociales como económicos y prestaremos especial atención aquellos con características ambientales (Ver gráfico 6).

Algunos organismos como la Comisión de Desarrollo Sostenible de Naciones Unidas, incorpora a estos elementos, el ámbito institucional para constituir su propuesta de Indicadores de Desarrollo Sustentable.

En esta investigación se realiza un estudio de las variables, índices e indicadores sociales y económicos, pero dándole un mayor peso a los índices e indicadores ambientales de tal forma que para la obtención de datos sociales y económicos que refuercen nuestras variables por considerar, se utiliza la **Guía Metodológica del BID**. Iniciativa Ciudades Emergentes y Sostenibles y el Modelo de **Sensitividad de Vester**.

Gráfico 6. Integración entre indicadores sociales, económicos y ambientales



Fuente: CEPAL - Serie Manuales No 61, 2009.

Las variables con características ambientales se estudian de forma en la que los índices e indicadores son obtenidos por medio del **ACV** y en específico con el uso del programa **Sima Pro-7**. Algunos de los indicadores que se pueden obtener con el ACV principalmente los relacionados con categorías de emisiones de salida de un proceso, producto o servicio, y estas emisiones pueden ser al aire, suelo o agua, provocando diversas categorías de contaminaciones (Ver tabla 6).

Tabla 6. Índices e indicadores de categorías de salida al medio ambiente.

Categorías de salida	
Categoría	Posible indicador
Categoría	Kg de CO2 equivalente de GWP
Agotamiento de la capa de ozono	Kg de CFC-11 como unidad equivalente de ODP
Toxicidad humana	Potencial de toxicidad humana

Ecotoxicidad	Potencial de ecotoxicidad acuática. (AETP)
Acidificación	Emisiones de protones hidrógeno como unidad de equivalente para acidificación

Fuente: elaboración propia con datos del ACV, 2020.

Un indicador ambiental o también conocido recientemente con el nombre de Eco-indicador, es una medida (química, biológica o física) que sirve para evaluar distintas variables ambientales como se muestra en la tabla seis.

Existen de forma cuantitativa como cualitativa dependiendo de las características de la investigación. Los primeros se fundamentan en cuantificaciones con información sobre índices e indicadores en específico y los que son cualitativos se centralizan más en análisis y apreciaciones, siendo válidas ambas formas de investigación, inclusive existe la combinación de ambas (cuali-cuantitativas).

Capítulo V. Aplicación de indicadores y conceptos. “Liderando el Desarrollo Sostenible de las Ciudades en América Latina y el Caribe” a Milpa Alta

En el presente capítulo se estudiaron y aplicaron los conceptos de Desarrollo Sustentable en Ciudades Emergentes y Sostenibles de América Latina y el Caribe (ALC). Ideas y conceptos que utiliza el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), para definir problemáticas con características específicas de las urbes de América Latina y el Caribe (ALC).

Estos conceptos son comparados con la realidad en que se encuentran y en la que habitan las comunidades que se dedican principalmente a la agricultura del cultivo del nopal verdura en la Alcaldía Milpa Alta en la Ciudad de México (CDMX).

Los temas y conceptos que se estudian en este trabajo son los que tienen que ver con las unidades temáticas: **gestión del desarrollo productivo y competitividad, gestión financiera subnacional, planificación urbana y ordenamiento**

territorial, sistema de transporte, espacios públicos, gestión del agua, gestión de residuos, gestión de la calidad del aire, participación ciudadana y una última unidad temática que es el seguimiento, monitoreo y evaluación de proyectos, programas y políticas públicas.

Las unidades temáticas propuestas por el BID en el documento “Liderando el Desarrollo Sostenible de las Ciudades” 2015, son una recopilación de conceptos presentados por distintos expertos en temas específicos como economía, sociedad y temas ambientales y culturales, sin embargo, no hay interrelación con los temas urbanos e institucionales.

A la par y como una forma de comparación con la realidad del tema de ciudades sustentables, se presenta un trabajo de investigación donde en una primera etapa se recopila información que tiene ver con la situación histórica y actual de la región. Este trabajo tiene como título: “La región de Milpa Alta un lugar con identidad propia”.

En la investigación se plantea en una primera parte, como por medio de sucesos de la historia se puede realizar una relación con conceptos propios de la geografía a través de una recopilación de datos y fechas históricas principalmente del orden político, que sucedieron con el paso del tiempo en el "lugar" como un concepto supuesto para reflexión sobre los procesos sociales actuales en la Delegación Milpa Alta determinados por un renacimiento del tema y del lugar.

También se trata en otro apartado el tema de la identidad de un lugar, entendiendo que la identidad es la suma de lo que cada uno hace de los valores y de los indicadores de comportamientos transmitidos por los diferentes medios a los que pertenece.

Con este propósito, se describe cómo en el ámbito urbano de la CDMX persisten lugares con actividades que relacionan la primera naturaleza y el cultivo del nopal (segunda naturaleza), en particular se profundiza en el caso de la Alcaldía de Milpa Alta y de su régimen comunal y ejidal de la propiedad, sus valores culturales, tales

como su cosmovisión, y lo comunitario sobre lo individual y otras características propias del lugar.

Continuando con el tema de la identidad, en otro apartado se habla de la identidad cultural de Milpa Alta y de las distintas relaciones entre agentes de la comunidad, los días de fiesta y todo lo que esto provoca en las distintas formas de relaciones sociales, políticas y económicas.

Las relaciones de distintos agentes en un mismo lugar es otro tema presente en este documento donde encontraremos como es que suceden las relaciones y los distintos niveles que tienen los actores que se interrelacionan con el tema del nopal verdura en Milpa Alta.

Un apartado más corresponde a las **relaciones naturales, tecnológicas y económicas** para el reuso de residuos provenientes de los procesos de transformación del nopal verdura en Milpa Alta, para generar energías limpias que contribuyan a mitigar el cambio climático donde se observa que las relaciones y actividades productivas del nopal, provocan residuos orgánicos que afectan la parte natural y ambiental, en Milpa Alta, sin haber estudiado a fondo la problemática y sus posibles soluciones.

Finalmente se aplican las tres dimensiones al caso de estudio en Milpa Alta (para el BID las dimensiones de *sostenibilidad* y para nosotros, las dimensiones de sustentabilidad fiscal y gobernabilidad, sustentabilidad ambiental y cambio climático, y sustentabilidad urbana) que tiene la **Guía Metodológica de la Iniciativa Ciudades Sostenibles Emergentes** con sus respectivos Indicadores que aparecen en el **anexo 2 de la Iniciativa Ciudades Sostenibles Emergentes** (versión 2013) y que utiliza el BID para demostrar cómo se aplican las características de los 117 indicadores, propios de las dimensiones anteriormente mencionadas (Ver gráfico 7).

Así como también se explica cada uno de los indicadores que se usaron en el tema de investigación y el porcentaje de referencia propuesto por el BID, clasificado en

formato con colores tipo semáforo (verde, amarillo y rojo). Aclarando que no todos los indicadores se pueden aplicar al caso de estudio debido a la falta de información y porque cada región, ciudad y lugar tiene características únicas en las ciudades de ALC. Por ejemplo: **cultura ancestral, usos y costumbres** (religión, zonas geográficas, formas de gobierno y propiedad, como son ejidal o comunal), como sucede en los poblados de originarios de Milpa Alta CDMX que año con año realizan distintas actividades religiosas propias del sincretismo.

La definición del *concepto de productividad* puede ser entendida desde un punto de vista macroeconómico, a nivel de país. Según Mankiw (2004), las grandes diferencias en el estándar de vida de los países a lo largo del tiempo son atribuibles a la productividad de las naciones, entendiéndola como la cantidad de bienes y servicios producidos en una hora laboral.

A mayor cantidad de bienes y servicios producidos en una unidad de tiempo, mayor el estándar de vida del país. La función productiva no solamente integra mano de obra, tierra y capital, sino también los efectos que los avances tecnológicos tienen sobre el I. (Mankiw, 2004).

No solamente los avances tecnológicos y la variedad de nuevas opciones disponibles para los sistemas productivos garantizarían el desarrollo sustentable, es necesaria su ordenada aplicación en los distintos ámbitos productivos, desde lo territorial y lo local para fortalecer el crecimiento y el desarrollo de comunidades que sean capaces de colaborar y producir de la manera más adecuada a sus necesidades sin destruir el medio ambiente y la naturaleza que los provee en busca de un desarrollo sustentable.

Sin duda alguna este sería una excelente definición del concepto de productividad en el ámbito de la economía de cada nación, sin embargo, la realidad capitalista es otra, pues los países dominantes de los sistemas de producción dejan poco margen para que países en vías de desarrollo florezcan en términos sociales y económicos imponiendo restricciones de todo tipo.

Gráfico 7. Fases de una ciudad en la Guía Metodológica de la Iniciativa Ciudades Sostenibles Emergentes



Fuente: Guía Metodológica de la Iniciativa Ciudades Sostenibles Emergentes, 2013.

Pareciera ser que la idea de *desarrollo sostenible, la productividad y la competitividad* son conceptos excluyentes de territorio. Lo ideal sería, nos dicen, consolidar un plan estratégico local enmarcado en el desarrollo sostenible, que impulse *el desarrollo productivo* de la región y garantice una coordinación integral entre todos los actores económicos regionales y locales, promovido por los sectores públicos, privados o de investigación como sucede en las universidades.

Para el BID no lo son y dice que, al contrario, son oportunidades para los países de LAC, argumentando que si se hacen de la manera correcta se pueden administrar e impulsar de manera eficiente y que pueden ser plenamente complementarios y capaces de promover el crecimiento de la región.

Aplicación de los conceptos de desarrollo sustentable, productividad y competitividad en la microcuenca de Milpa Alta CDMX. La Ciudad de México se encuentra dividida por 16 Delegaciones, una de ellas es la Delegación de Milpa Alta, antiguamente llamada Malacachtépec Momoxco. Villa Milpa Alta es la cabecera delegacional de Milpa Alta, Delegación ubicada en el sureste del Distrito Federal. Milpa Alta se encuentra delimitada naturalmente por un valle entre el volcán Teuhtli y la Sierra de Chichinauhtzin (Ver mapa 6).

El 29 de enero de 2016 la Gaceta Oficial del Distrito Federal (GODF) dio a conocer el Programa Integral de Apoyo a las y los Productores de Nopal 2016 con la finalidad de procurar que los recursos aplicados a este sean generadores de mejora en apego a las diferentes actividades agropecuarias y del correcto uso de suelo de la tierra, encaminando a acciones para obtener el valor agregado del producto y conciliando el progreso en armonía con el medio ambiente.

En este programa el objetivo general es incentivar *la competitividad, producción, transformación, capacitación y comercialización* del cultivo de nopal.

Dentro de los objetivos clave que ayudarían a lograr un desarrollo sustentable, productivo y competitivo se determinaron los siguientes:

- Otorgar apoyos económicos a los productores de nopal para la adquisición de bienes o servicios necesarios en la producción, transformación o comercialización del producto.
- Mantener y/o incrementar el número de hectáreas en producción de nopal.
- Contribuir para evitar cambio de uso de suelo, promoviendo el derecho a un medio ambiente saludable.
- Garantizar el acceso al Programa de mujeres y hombres productores, residentes de la Delegación Milpa Alta, de acuerdo con la capacidad presupuestal y al cumplimiento de los requisitos señalados en las presentes Reglas de Operación.
- Mantener la vocación natural de la tierra y promover el desarrollo rural sustentable en beneficio de las generaciones futuras.

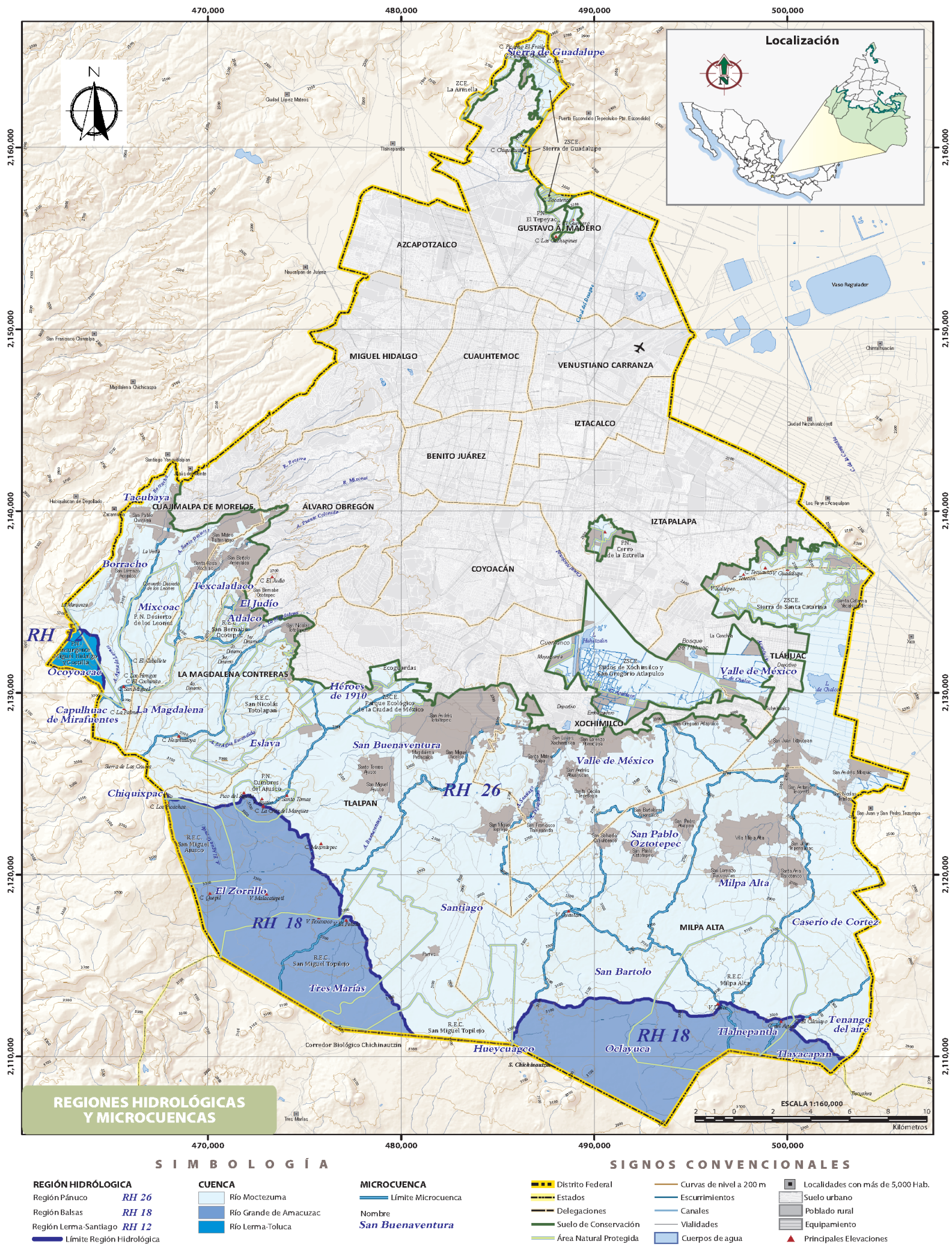
Lo anterior se pretende lograr a través de 5,350 transferencias monetarias a mujeres y hombres campesinos, de la delegación Milpa Alta, para contribuir a mejorar el ingreso familiar de los productores de nopal y conservar los recursos naturales. (GODF, 2016) (Ver tabla 7).

Tabla 7. Estimado de Población para la Alcaldía Milpa Alta 2015

Alcaldía	Población Hombres	Población Mujeres	Población Total	% Porcentaje en relación al DF	Población Total (DF)
Milpa Alta	67,170	70,757	139,927	1.5	8,918,653

Fuente: GODF, 2016, elaborada con los datos de la Encuesta Intercensal 2015, INEGI.

Mapa 6. Mapa CDMX y sus delegaciones, Milpa Alta dentro de las cuencas y subcuenca

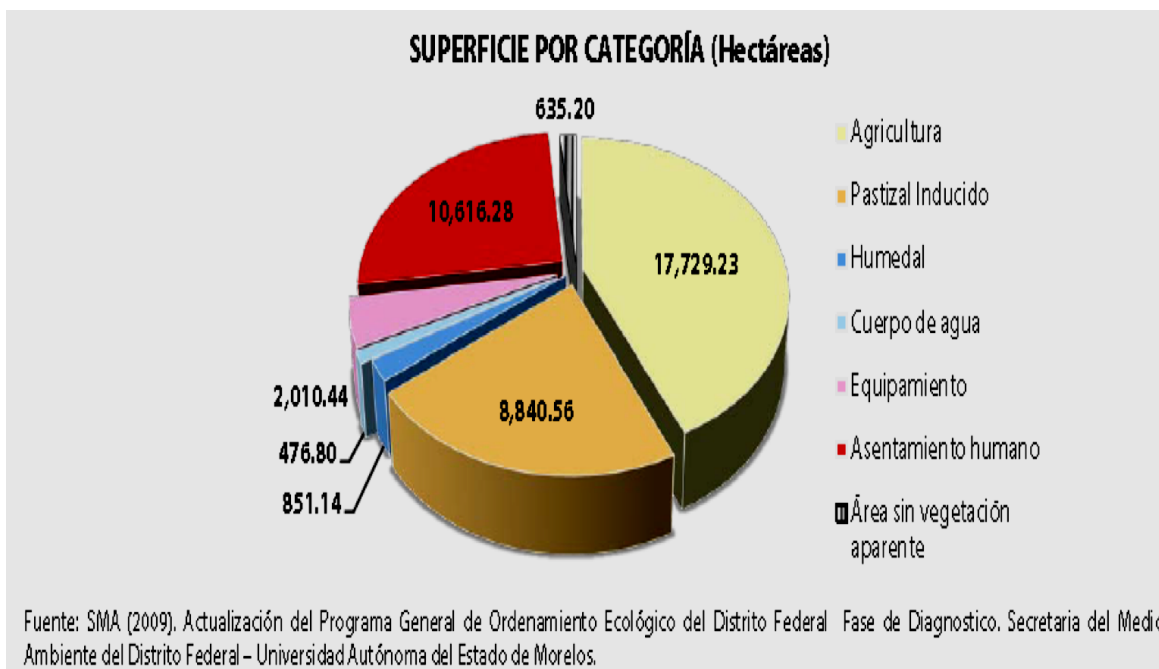


Fuente: Atlas cartográfico del suelo de conservación del Distrito Federal, Plan Hídrico de las Subcuencas Amecameca, La Compañía y Tláhuac-Xico de los Ríos Amecameca y La Compañía, 2016.

En este sentido derivado de los datos de la Encuesta Intercensal del 2015, la Población Potencial dedicada a las actividades del Sector de agricultura, ganadería, forestal, pesca y caza en el Distrito Federal (hoy Ciudad de México) son 44,593 habitantes estimados. Siendo la Población Objetivo (Productores de Nopal de la alcaldía Milpa Alta), un aproximado de 5,825. Dejando como Población Beneficiara a un total de 5,350 productores y sus respectivas familias. (INEGI, 2015), superficie variable dependiendo la época del año, cuanta cultivada y ocupada por asentamientos humanos y en otras actividades (Ver gráfico 8).

Agricultura. La agricultura de temporal se enfoca principalmente en los cultivos de maíz, avena, calabaza, haba y papa y la agricultura de temporal perene se refiere a la fruticultura distribuida en distintas áreas del CDMX y a la producción de nopal ubicada en la Alcaldía de Milpa Alta.

Gráfico 8. Uso de suelos en la CDMX y en Milpa Alta



Pastizal Inducido (PI). - considera áreas donde originalmente no existía pastizal, sin embargo, éste ha sido introducido para sostener la ganadería extensiva, se

presenta principalmente en las áreas limítrofes de la agricultura y los bosques. Algunas especies son kikuyo (*Pennisetum clandestinum*).

Según el INEGI, en la Guía para la interpretación de cartografía: uso del suelo y vegetación. 2005, este tipo de pastos son un gran problema debido a que compactan el suelo y sustituyen los paisajes, es aquel que surge cuando es eliminada la vegetación original.

Este pastizal puede aparecer como consecuencia de desmonte de cualquier tipo de vegetación; también puede establecerse en áreas agrícolas abandonadas o bien como producto de áreas que se incendian con frecuencia.

Son de muy diversos tipos y aunque no hay pastizales que pudieran considerarse totalmente libres de alguna influencia humana, el grado de injerencia del ser humano es muy variable y con frecuencia difícil de estimar, haciendo abstracción de los pastos cultivados, pueden reconocerse muchas áreas cubiertas por el pastizal inducido, que sin duda alguna sostenían otro tipo de vegetación antes de la intervención del ser humano y de sus animales domésticos.

Otro gran problema que ocasionan los pastizales inducidos es el consumo exagerado de agua para su riego. (INEGI, 2005)

Asentamientos humanos. - se refiere a la edificación de estructuras con materiales diversos, destinadas para el uso principalmente de tipo habitacional, involucrando en el proceso el desmonte del terreno y la remoción de tierras,

Áreas sin vegetación aparente. - considera superficies del terreno que no presentan cubierta vegetal (Ver mapa 7).

Por su parte la actividad agrícola, a pesar de estar en un claro decremento como actividad productiva a nivel de la CDMX y local (Milpa Alta), sigue siendo un sector de gran importancia en la demarcación.

Algo que sin duda está presente en la producción y competitividad en la Delegación Milpa Alta y en la CDMX es que existen cinco productos que concentran el 80% de la producción agrícola, siendo el nopal-verdura el más importante.

Un dato importante en el caso del cultivo del nopal es que pasó de 4,327 ha. sembradas en el año 2010 a 2,850 ha. en 2014, lo cual implica que se han dejado de cultivar las tierras o se han ocupado en otras actividades distintas a las del cultivo del nopal.

Unas 1,477 hectáreas en tres años cambiaron de cultivo o de uso de suelo, a una razón de 492.33 ha por año, dato que obliga a fortalecer el sector agrícola. En la CDMX, se tienen registros de 725 organizaciones del sector agropecuario, las cuales se crearon para lograr acceder a apoyos. Mientras que, en la parte referente a la capacitación, en 2009 se tenían identificadas 17,067 unidades de producción, de las cuales 829 tenían al menos algún tipo de capacitación, es decir tan solo 4.8% de estas unidades han recibido instrucción, donde la mayoría ha sido relacionada con el sector productivo (GODF, 2016).

Toda esta información que proporciona la Gaceta Oficial del Distrito Federal ahora llamado gobierno de la CDMX ayuda a comprender de forma cuantitativa con datos e índices que muestran que no se está tomando el camino correcto para lograr un desarrollo sustentable de la región, aunque el discurso es otro se están perdiendo áreas de cultivo.

Hace falta saber cuánta superficie es natural, cuánta cultivada y cuánta ocupada por asentamientos humanos y en otras actividades, de manera más precisa (Ver tablas 8 y 9).

Normativamente el gobierno de la CDMX promueve acciones por medio de distintos programas de desarrollo rural y ecológico para reducir el avance de la mancha urbana a zonas agroecológicas, así como impulsar sistemas de producción que contribuyan a reducir la degradación de los suelos y de sus ecosistemas existentes (flora y fauna originaria de la zona).

En la realidad esto no sucede porque las necesidades del grueso de la población y los problemas de corrupción por parte de los gobernantes son mayores que las soluciones que publica la Gaceta Oficial (GODF). Estos temas serán abordados en apartados más adelante de este documento.

Tabla 8. Principales productos agrícolas en Milpa Alta en el 2014

Núm. Cultivo/Producto	%	Sup. Sembrada (ha)	Sup. Cosechada (ha)	Producción (Ton)	Valor Producción (Miles de pesos)
1. Nopal-verdura	64.83	2,850.00	2,850.00	292,983.60	609,599.26
2. Nochebuena	6.46	0.3	0.3	36,000.00	1,296.00
3. Flores	4.27	0.63	0.63	178,550.00	1,481.96
4. Avena forrajera	4.19	1,345.00	1,345.00	23,537.50	12,945.62
5. Maíz de grano	4.19	1,456.00	1,456.00	1,871.60	9,825.90
Total	80.00	5,651.93	5,651.93	532,942.70	635,148.74

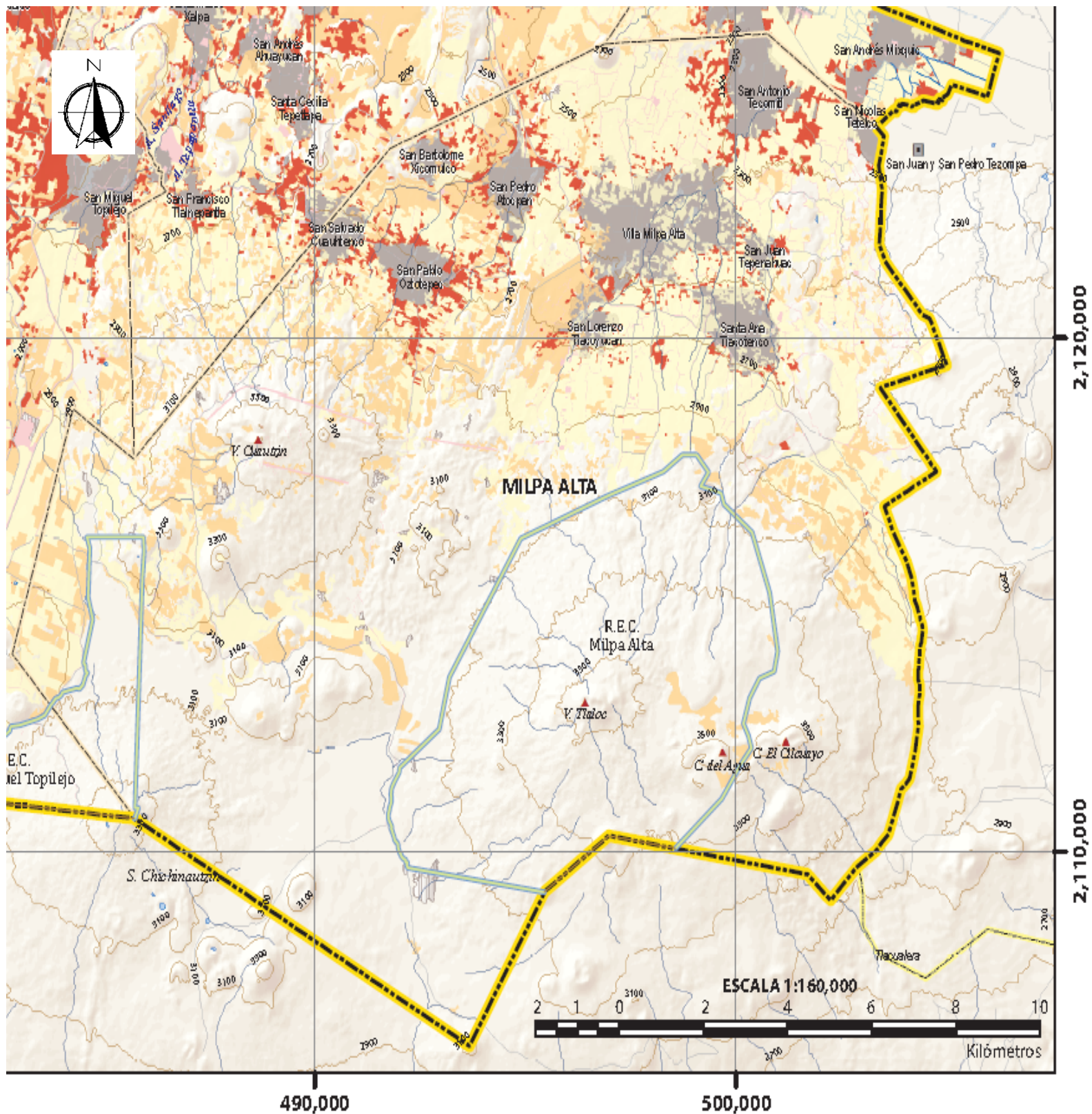
Fuente: GODF, 2016 con datos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, 2014.

Tabla 9. Superficie y tipos de suelo en Milpa Alta. Comparativo 1994 y 2010

Uso de suelo				
Año	Superficie total (hectareas)	Agrícola hectáreas %	Forestales hectáreas %	Urbano hectáreas %
1994	28.467	8.448. 29.3%	18.591. 65.3%	1.527. 5.4%
2010	28.458	9.391. 33.0 %	16.235. 65.3%	2.845. 10.0%

Fuente: GODF, 2016 con datos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, 2014.

Mapa 7. Usos de suelo en Milpa Alta CDMX



SIMBOLOGÍA

- Agricultura
- Pastizal Inducido
- Humedales
- Equipamiento
- Zona sin Vegetación Aparente
- Asentamiento humano
- Cuerpos de agua

SIGNOS CONVENCIONALES

- Distrito Federal
- Estados
- Delegaciones
- Suelo de Conservación
- Área Natural Protegida
- Curvas de nivel a 200 m
- Escurrimientos
- Canales
- Vialidades
- Localidades con más de 5,000 Hab.
- Suelo urbano
- Poblado rural
- Principales Elevaciones

Fuente: Atlas cartográfico del suelo de conservación del distrito federal, 2012.

Responsabilidades de gasto. Para el BID la definición del concepto de la teoría del federalismo fiscal establece que un programa de descentralización debe comenzar por definir las responsabilidades de provisión de bienes públicos o de gasto entre distintos niveles de gobierno, para después garantizar la disponibilidad de los ingresos necesarios para financiarlos mediante la asignación de potestades tributarias, la emisión de deuda y las transferencias que podrían requerirse para corregir posibles desequilibrios en las finanzas intergubernamentales (Bahl, 2007) (Ver tabla 10).

Tabla 10. Áreas descentralizadas de gasto en nueve países de ALC

Servicios:		BRA	ARG	MÉX	VEN	COL	BOL	CHI	PER	ECU
Infraestructura básica		M I	I	I	I	M I	M I	I	M I	M I
Edu- ca- ción básica	Infraestructura	M I	I	I	(I)	M (I)	M	M	N	N
	Personal		N	N	N	N	N	N	N	N
Salud pri- maria	Infraestructura	M I	I	I	(I)	M (I)	M	M	N	
	Personal			N	N		N	N	N	N
Salud 2° y 3° nivel		(M) I	I	I	N	N	Infra: M	N	N	N

N: Asignado al gobierno nacional.
M: Asignado al gobierno municipal.
I: Asignado al gobierno intermedio.
(I): En el caso de Colombia, significa que al nivel intermedio se le asignó un papel subsidiario.
(M): En el caso de Brasil, significa que el servicio está asignado sólo a los grandes municipios. En los casos de Ecuador y Venezuela, significa que la competencia se puede asignar a esos niveles de gobierno, por solicitud de cada gobierno subnacional.

Fuente: BID (2015) obtenido de Finot, 2007.

Infraestructura y personal: los casos de educación escolar y salud están diferenciados de acuerdo con el nivel de descentralización, si éste se ha realizado sólo en la infraestructura física, del personal empleado, o en ambos casos. Todo esto se relaciona con los gastos propios y los gastos tributarios de los sub-naciones (Ver tabla 11).

Tabla 11. Gastos propios

Ingresos propios	Tributarios	Impuestos sobre bienes inmuebles (IBI)
		Impuestos a las actividades económicas (IEA por sus siglas en ingles)
		Impuestos específicos (vehículos, tabaco, licores, otros)
		Contribución por mejoras o valorizaciones
		Impuestos o regalías a la explotación de recursos naturales
	No tributarios	Tarifas de servicios de utilidad pública (agua potable, drenajes, y cloacas, electricidad)
		Tarifas de otros servicios públicos (aseo urbano, transporte público, parques y recreación)
		Tasas de servicios administrativos (licencias y permisos, tramitación de documentos)

Fuente: BID, 2015.

Lo que se observa en la tabla 12 son ingresos tributarios y son aquellos provenientes de los impuestos que pagan las personas naturales y jurídicas que residen, poseen bienes inmuebles o realizan transacciones y actividades económicas en su territorio.

Por otra parte, también se observan los ingresos propios no tributarios provenientes de las tarifas cobradas por los servicios prestados por los gobiernos subnacionales, así como los originados por la venta de bienes de su propiedad. (BID, 2015)

Son muchos los impuestos y las maneras en que los distintos gobiernos de ALC los recaudan, así como también son muchas las formas que las grandes empresas evaden estos impuestos, ya sea por medio de no presentar correctamente sus declaraciones o bien, buscan acogerse a algún tipo de beneficio fiscal. La corrupción

es otro tipo de forma de no contribuir y es el más recurrente en ALC, sin duda uno de los mayores flagelos que afectan la economía de los países.

Milpa Alta y los procesos de Gestión financiera. En la CDMX como en todas las demás identidades federativas de México y de ALC, existen una gran variedad de impuestos tributarios tanto tributarios como no tributarios como los define el BID, sin embargo, nos importa saber cómo funciona en la realidad de México, en sus distintas regiones y localidades, como también en el caso específico, que nos ocupa la Alcaldía Milpa Alta.

Primero ¿de dónde proviene el capital de México? Se sabe que el gobierno cuenta, como muchas ciudades de ALC con dos importantes fuentes de ingreso: los ingresos tributarios y los no tributarios. Dentro de los primeros destacan contribuciones como:

- Impuestos (como el impuesto a las bebidas alcohólicas y el impuesto al ingreso)
- Derechos (como los pagos que se hacen por extraer petróleo, o al adquirir un permiso por alguna concesión).

De los ingresos no tributarios, destacan:

- Venta de bienes y servicios que provee (gasolina, agua, electricidad, etc.)
- Deuda o ingresos por financiamiento, que se tienen que pagar en un futuro.

Estos puntos nos ayudan a determinar que la principal fuente de ingresos del gobierno mexicano son los impuestos, petróleo y las remesas provenientes de los emigrantes en el extranjero.

Entonces entendiendo el contexto de nuestro objeto de estudio (Milpa Alta) un impuesto o tributo es un pago de carácter obligatorio para los habitantes del lugar, y que consiste en el retiro económico que ejecuta el régimen sobre los recursos de las personas y empresas sin importar hasta cierto punto las condiciones o niveles de calidad de vida de sus habitantes.

Por ejemplo, el Impuesto Predial en Milpa Alta se paga y se calcula tradicionalmente de manera anual, durante los primeros dos meses de cada año. De igual forma se puede pagar de manera bimestral, a excepción de los contribuyentes que aportan la cuota mínima, es decir, los jubilados, pensionados o mayores de 60 años.

Salvo esas excepciones todos los demás habitantes tienen que pagar dicho impuesto. En realidad, los sistemas impositivos de Impuesto Sobre la Renta (ISR) e Impuesto al Valor Agregado (IVA) involucran a un buen número de mexicanos, aunque no los que correspondería, si tomamos en cuenta a la población en su conjunto.

Históricamente la forma de gravar ha evolucionado a lo largo del tiempo y los sistemas fiscales se han hecho cada vez más complejos. Los expertos en el tema explican esto argumentando que los impuestos cambian la asignación de recursos, lo cual genera efectos sociales y económicos importantes.

Por ejemplo, los impuestos como el tabaco, el alcohol y la gasolina reducen el nivel de ingresos de las personas y aumentan los precios de otros bienes y servicios (BID 2014).

El gobierno se justifica argumentando que le devuelve a la sociedad esa contribución obligatoria a través de bienes públicos como: educación pública, servicios agua potable, alumbrado público, drenaje, impartición de justicia y seguridad.

Esto no sucede en la realidad en Milpa Alta, una de las alcaldías con mayor crecimiento de la mancha urbana y la que más asentamientos irregulares presenta.

En el Decreto de Presupuesto de Egresos del Distrito Federal para el ejercicio fiscal 2012, publicado en la GODF, se muestra en la tabla 12, el presupuesto participativo por alcaldías (Ver tabla 12).

Tabla 12. Presupuesto participativo por delegaciones, 2012

Delegaciones	Presupuesto total 2011	Comité ciudadano y del consejo del pueblo por delegación	3% del total delegacional	Por comités ciudadanos consejos del pueblo
Álvaro Obregón	1,680.673.285	251	50,420,199	200,877
Azcapotzalco	1,150.890.457	111	34.526.714	311.651
Benito Juárez	1.159.655.601	65	34.789.668	535.226
Coyoacán	1,5000.333.793	141	45.010.014	319.220
Cuajimalpa	769.220.714	44	26.076.621	524.469
Cuauhtémoc	2.111.394.923	65	63.341.848	974.490
Gustavo A. Madero	2.697.728.068	228	80.391.842	352.596
Iztacalco	1.122,169.923	55	33.655.074	612.092
Iztapalapa	3.130.113.060	285	93.903.392	329.486
Magdalena Contreras	750.931.272	54	22.527.938	417.184
Miguel Hidalgo	1.436.958.914	89	43.108.767	484.368
Milpa Alta	754.752.142	12	22.642.564	1.886.880
Tláhuac	989.024.690	52	29.670.741	570.591
Tlalpan	1.516.411.109	208	45.492.333	218.713
Venustiano Carranza	1.527.333.900	80	45.820.017	572.750
Xochimilco	1.196.266.442	75	35.887.993	

Total	23.475.857.489	1815	704.275.725	
-------	----------------	------	-------------	--

Fuente: Decreto de Presupuesto de Egresos del Distrito Federal para el ejercicio fiscal 2012, publicado en la GODF

Así como en Milpa Alta, la producción de nopal representa la cadena productiva que mayores ingresos económicos le aporta, prolifera también la corrupción y la informalidad de los comercios y obedece a situaciones de falta de aplicación de la ley, así como a un proceso que ha crecido a tal magnitud que ha propiciado la formación de poderosos grupos de presión que afecta a la economía de la región.

En mi opinión, para no perjudicar a los que menos ganan, la carga tributaria y los impuestos tendrían que ser de una forma proporcional a la capacidad económica de quien paga este impuesto. Dicho de otra forma, quien gane más pague proporcionalmente más impuestos, temas que en la realidad no sucede.

Planificación urbana y ordenamiento territorial. Para esta unidad temática el BID presta una principal atención al tema territorial, presenta una definición que ellos mismos hacen del concepto de ciudad. El BID acepta que “la ciudad es un sistema complejo que involucra varias dimensiones interdependientes que interactúan entre sí y de cuya dinámica depende la calidad de vida de millones de personas y buena parte de la economía regional” (BID, 2011: 53).

Otra definición que complementa la anterior es “en la medida en que las ciudades concentran un alto porcentaje de la población y de la actividad económica, el desafío de lograr un crecimiento urbano sostenible es fundamental para que las decisiones que se tomen en la actualidad no comprometan el bienestar de las futuras generaciones” (BID, 201: 54).

Algunos desafíos y características generales de la planificación urbana de las ciudades son:

Ordenar el crecimiento. Se debe tener un control y una regulación de la expansión de la mancha urbana evitando procesos espontáneos, no planificados, generalmente por subdivisión de tierras agrícolas y medioambiente natural al margen de las regulaciones urbanas o por la ocupación informal de áreas centrales (BID, 2011). En la teoría ya que la realidad es otra.

Corregir la segregación espacial. Se busca que los habitantes de las ciudades de ALC que se encuentran segregados, por vivir en las periferias de las ciudades. Tengan equidad de género, una calidad de vida igualitaria, con servicios básicos ya que hoy carecen de servicios públicos, sistemas viales y accesos adecuados, espacios públicos para todos, equipamiento en educación y salud al mismo nivel y con los mismos derechos, y seguridad en cuanto a la tenencia de la tierra (BID, 2011).

Evitar la expansión. El BID tiene una visión muy estudiada de como tendría que ser el crecimiento de las ciudades en ALC, de cuáles son las características predominantes y los impactos que provocan en las distintas urbes debido a que las últimas décadas, la extensión de muchas ciudades de ALC ha superado las demandas del crecimiento poblacional, con graves impactos en:

1. El medio ambiente, debido a la ocupación de terrenos agrícolas, bosques o áreas de protección ambiental;
2. El consumo energético, por los desplazamientos desde las periferias hacia las áreas centrales de la ciudad donde se encuentran los empleos y servicios;
3. Los costos para la administración local, ya que deben extenderse los servicios básicos y las vías para atender a población dispersa;
4. La calidad de vida de las familias, obligadas a recorrer largas distancias para acceder al trabajo y a los servicios (BID, 2013).

Los puntos que se tratan en esta unidad temática son la planificación urbana donde se muestra un panorama general, los grandes desafíos y la importancia de la planificación urbana.

Otros puntos son la gestión del suelo en las ciudades de ALC, sus desafíos y estrategias de la gestión del suelo para la equidad y el desarrollo sostenible y desigualdad urbana y acceso a la vivienda, también tiene el desafío de lograr una ciudad más homogénea, equitativa e inclusiva. Se buscan instrumentos para superar la desigualdad urbana y mejorar la calidad del hábitat urbano.

Para este punto de la planificación urbana y ordenamiento territorial se tiene que ser muy precisos al momento de ejemplificar una región, localidad o lugar donde se esté trabajando el tema.

No todas las ciudades de ALC, cuentan con las mismas condiciones geográficas, no se puede clasificar a un lugar únicamente por su división política y geográfica, es importante al momento de planificar ciudades y ordenar territorios, tener una visión más propia de las biorregiones, la flora, la fauna, los distintos tipos de climas, así como también las relaciones sociales y culturales de sus habitantes con la naturaleza.

Cómo funciona la planificación urbana y ordenamiento territorial en Milpa Alta CDMX. Sabemos por documentos del censo de población del INEGI 1980, que en la década de 1970 a 1980 el crecimiento demográfico natural de Milpa Alta incrementó la población debido a la llegada de trabajadores inmigrantes, originarios especialmente del Estado de México, Oaxaca, Puebla y Veracruz, atraídos por el trabajo agrícola y por un lado el auge del cultivo del nopal en la Delegación Milpa Alta y por otro, las obras en construcción en otras partes del Distrito Federal. La falta de vivienda los llevó a quedarse en esta zona.

Fue en ese período cuando surgieron los primeros asentamientos humanos en las zonas periféricas de los Poblados Rurales, como un proceso natural del poblamiento tradicional mediante el cual los miembros de la comunidad van cediendo los derechos de propiedad de sus parcelas a sus herederos y así ellos construyan sus propios hogares y cultivan la tierra.

Se tiene conocimiento que eventualmente algunos comuneros fraccionaron las parcelas para vender lotes de tamaño reducido a los trabajadores recién llegados.

En la revista “La ciudad viva” (5 de agosto de 2014, México), en el artículo escrito por Eduardo Torres, se narran cronológicamente importantes eventos que se han desarrollado en la Alcaldía de Milpa Alta, relacionados con el proceso de urbanización de los Poblados Rurales, donde nos cuenta que durante casi dos décadas (de 1980 a 1997, con el primer Programa Delegacional de Desarrollo Urbano) se fijaron límites para el área urbana de los Poblados Rurales y en consecuencia se generó el concepto de “irregularidad” en los primeros asentamientos que quedaron fuera de los límites marcados por ese ordenamiento.

Pero además como consecuencia de la catástrofe natural de los sismos de 1985, se incrementó la llegada de nuevos pobladores que también fueron desterritorializados por la pérdida de sus hogares, debido al desastre natural ocurrido principalmente en las delegaciones centrales del Distrito Federal.

Entendiendo los procesos de desterritorialización y territorialización como fruto de las interacciones entre las relaciones sociales y el control del o por el espacio, se realizan en particular sobre áreas o zonas, las cuales son demarcadas a través de un límite o frontera (Haesbaert, R, 2011).

El 19 de julio 2012 se publicó en la Gaceta oficial del Distrito Federal, del Programa Delegacional de Desarrollo Urbano de Milpa Alta (PDDU), instrumento clave para orientar el proceso de desarrollo urbano en la Delegación Milpa Alta, como expresión de la voluntad ciudadana para la transparente aplicación de los recursos públicos disponibles, en un marco de acción coordinada para las distintas instancias, a quienes corresponde operarlo, pero también se convierte en un factor fundamental para promover y estimular la participación de todos los agentes sociales interesados en mejorar la capacidad productiva del CDMX y generar la elevación del nivel de vida de su población (PDDU, 2012).

El PDDU en Milpa Alta tiene especial interés para personas que se dedican a los temas de urbanización, les ayuda a entender mejor el contexto en el que trabajan para mejorar la calidad de vida de los habitantes del lugar y cuidar el medio natural, apenas para que no se cometan los errores del pasado y que tomen ejemplos de lo que ocurre en otros sitios para no comprometer a las generaciones futuras.

Milpa Alta se compone de 12 poblados y se conforman al interior de la demarcación en tres zonas:

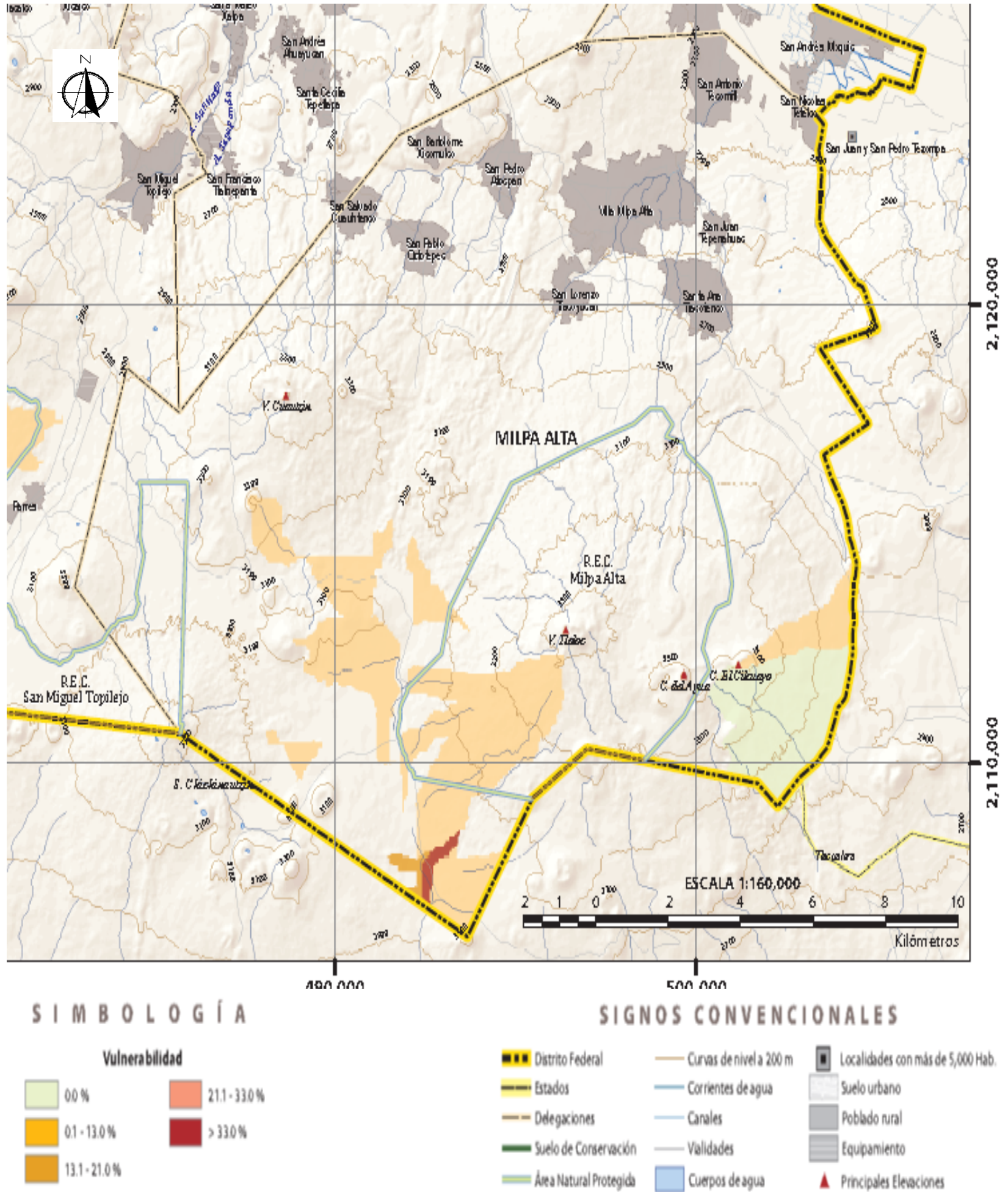
1. La Zona Central, donde se localiza concentrado el equipamiento básico o medio, los usos mixtos, la vivienda y servicios completos.
2. La Zona Intermedia, presenta una transición rural predominantemente habitacional, en donde se encuentran las zonas más populares.
3. La Zona Periférica, que es un área habitacional mezclada con parcelas productivas.

La lotificación no es regular, ya que se pueden encontrar lotes muy variables dentro de estas tres zonas. Bordeando esta última zona, se localizan los asentamientos irregulares sin servicios y con materiales precarios, casas de tabicón aparente, con losas de concreto planas en uno y dos niveles.

Actualmente, se estiman 433 hectáreas ocupadas por asentamientos fuera de los límites localizados en los bordes de los poblados rurales, sobre las vías de comunicación y en los contornos próximos de los equipamientos ubicados fuera de los límites determinados en el Programa de 1987 (Ver mapa 8 y tabla13).

La tenencia de la tierra en la delegación es predominantemente comunal 24,857 hectárea, la zona ejidal se estima en 1,790 ha. y la propiedad privada en 1,728 ha., situadas al oriente de la delegación; el régimen comunal se presenta aún en los cascos urbanos de los poblados. En términos porcentuales la tenencia del suelo se distribuye de la siguiente manera (Ver tabla 14).

Mapa 8. Lotificaciones irregulares en Milpa Alta CDMX, 2012



Fuente: Atlas cartográfico del suelo de conservación del distrito federal (2012)

Tabla 13. Poblados de Milpa Alta, usos del suelo, 2010

Poblado	habitación	Habitación y comercio	comercio	industria	equipamiento	Espacios abiertos	baldíos	Área poblado Ha
Sn. Antonio Tecómitl	73.88	28.40	5.88	4.26	8.52	4.44	17.04	142
Villa Milpa Alta	173.24	64.80	12.92	9.70	19.37	4.41	38.76	323
Sn. Juan Tepenáhuac	21.16	7.80	1.60	1.17	2.30	0.27	4.68	39
Sn. Agustín Ohtenco	13.16	4.80	0.96	0.72	1.44	0.04	2.88	24
Sn. Jerónimo Macatlán	16.31	6.00	1.20	0.90	1.80	0.19	3.30	30
Sn. Francisco Tecoxpa	84.41	30.80	6.18	4.62	9.24	9.29	18.48	154
Sn. Pablo Oztaltepec	94.97	36.40	7.08	5.31	10.82	2.38	21.24	177
Sta. Ana Tlacotenco	91.06	33.80	6.72	5.04	10.08	1.40	20.16	188
Sn. Salvador Cuauhtenco	36.27	13.60	2.72	2.04	7.08	0.77	8.16	68
Sn. Pedro Actopan	69.83	26.20	5.24	3.93	7.86	2.22	15.72	131
Sn. Bartolomé Xicomulco	34.83	13.00	2.60	1.95	3.90	1.12	7.80	66
Sn. Lorenzo Tlacoyucan	67.76	24.90	4.96	3.72	7.44	.044	14.88	124
Total	776.46	289.00	57.84	43.36	86.70	17.97	173.40	1,445

Fuente gráfico: PDDU, 2012.

La distribución general de los usos del suelo en la Alcaldía, considerando los usos rurales, es la que se observa en la tabla 14.

Tabla 14. Uso de suelo en la delegación Milpa Alta CDMX

Uso de suelo en la delegación Milpa Alta MXCD	Porcentaje de superficie	Cantidad de habitantes
Áreas forestales naturales	58.53%,	16,608.53 ha
Uso agrícola	34.66%,	9,835 ha
Área rural y urbana	6.81%	1,931.47 ha
Total	100%	219,590.53 ha

Fuente: Elaboración propia con datos de PDDU, 2012.

Valor catastral. Los valores catastrales nos indican el comportamiento general del valor del suelo en los poblados, correspondiendo los valores más altos a San Antonio Tecómiltl considerándose a continuación los valores de Villa Milpa Alta; siguiendo los de San Pedro Atocpan, los de San Bartolomé Xicomulco; los de San Salvador Cuauhtenco; los de San Agustín Ohtenco; los de Santa Ana Tlacotenco; los de San Jerónimo Miacatlán; los de San Francisco Tecoxpa; los de San Pablo Oztotepec y correspondiendo a los de menor valor los de San Lorenzo Tlacoyucan y los de San Juan Tepeñahuac.

Asentamientos Irregulares. Los asentamientos fuera del límite de los poblados se han propagado en torno a todas las poblaciones rurales de la delegación, generalmente en áreas poco aptas topográficamente y en zonas marcadas en el Programa Parcial de 1987 como zonas agrícolas o forestales.

En el año 2010 existían 56 asentamientos irregulares y con base en las delimitaciones de los poblados realizadas con la participación de los comuneros en

la Consulta Pública, el Programa incorporará a 2,107 viviendas, en la periferia de los poblados (Ver tabla 16).

Tabla 15. Tenencia de la tierra de régimen social. La tierra ejidal y comunal asciende a 26,647 hectáreas

Tierras comunales	Superficie
1. Milpa Alta	17,944-00-00
Pequeña propiedad	7, 848-00-00
Zona boscosa	9,948-00-00
2. Sn. Salvador Cuautehenco	6,913-60-00
Pequeña propiedad	1,800-00-00
Zona boscosa	5,133-600-00
Total, 1 y2	24,857-600.00
Ejidos	
Sn. Francisco Tecoxpa	82-16-81
Sn. Antonio Tecómitl	1,275-94-92
Sn. Jerónimo Miacatlan	59-50-05
Sn. Juan Tepenáhuac	27-49-99
Sta. Ana Tlacotenco	345-18-16
Total	1,790-29-92

Fuente gráfico: PDDU, 2012.

Tabla 16. Asentamientos irregulares, por poblado.

Poblado	Número de viviendas
1A. San Agustín Ohtengo	17
1B. San Jerónimo Miacatlan	89
5. San Juan tepenúhuat	21
8. San Pablo Azototepec	264
9. San Pedro Atocpan	64
10. San Salvador Cuauhtenco	179
Total	2107

Fuente: PDDU, 2012.

Un número significativo de asentamientos humanos irregulares se encuentra en importante Suelo de Conservación, los cuales serán evaluados en función del crecimiento del poblado, la factibilidad de servicios, los riesgos que implican y por su función ecológica para determinar en su caso las acciones a realizar.

Milpa Alta es un ejemplo de los denominados pueblos originarios con identidad que, pese a formar parte de una transición de lo rural a lo urbano, en la actualidad ha sabido conservar su cultura tradicional alimentaria, también ha forjado una agricultura con remembranzas prehispánicas, por medio de su lucha por conservar la agricultura tradicional y la tenencia de la tierra de forma comunal y ejidal.

La pertenencia comunal y ejidal de la tierra ha sido el factor primordial para la construcción del espacio en la escala de región en Milpa Alta, así se ha formado un lugar que se caracteriza por la persistencia de la actividad agrícola,

fundamentalmente conformada por la producción del nopal verdura, así como además de otros cultivos como es el maíz, jitomate, haba, frijol y hortalizas que se siembran en los ejidos.

Por su correlación con el contexto y por un ámbito sociopolítico altamente cargado de contradicciones. Pero aún más, este parece ser el fundamento de la construcción de una identidad cultural propia del lugar de Milpa Alta, misma que acepta y defiende estas condiciones sociales, culturales, políticas, económicas y ecológicas (por ejemplo suelos de conservación) no sólo de quienes se dedican a la agricultura, sino también de los habitantes que se relacionan con otras formas tradicionales que se pasan de generación en generación y que tienen que ver con aspectos religiosos y la propiedad colectiva de la tierra, tanto comunal como ejidal.

La conversión en pequeñas propiedades familiares, como una manera de poder hacer uso de la tierra, con otros objetivos distintos a la actividad agropecuaria o agrícola como lo es la construcción de vivienda propia, es un hecho que se ha realizado más por usos y costumbres que dentro de un marco jurídico estricto en Milpa Alta.

En la legislación actual, para la venta de tierras colectivas y su cambio de destino, ya sea de manera individual o en convenios colectivos con alguna inmobiliaria, se requiere que este cambio sea realizado en una asamblea de representantes, ya sea de los ejidatarios o comuneros, pero que cuente con el aval de la Procuraduría Agraria y ante un notario público, que además no contravenga la normatividad urbana de la Ley General de Asentamientos Urbanos, expuesta en los artículos del 53 al 56, cosa que no siempre se cumple íntegramente. (Ramírez, M, 2007)

Como ya se comentó en párrafos anteriores y como lo muestran los gráficos en Milpa Alta existe una grave problemática por definir hasta donde llegarán los asentamientos humanos o poblados (mancha urbana) y hasta donde será posible que los gobiernos tanto locales como federales sean capaces de solucionar.

Esta problemática tiene que ver también en la necesidad de proporcionar seguridad jurídica en la tenencia, en asentamientos irregulares y en el mejor de los casos dotarlos de servicios básicos. No basta con solo tener un Programa Delegacional de Desarrollo Urbano, es urgente que a quien corresponda en el momento de gobernar lo haga pensando en que los problemas que se atienden durante su mandato tengan una puntual continuidad de los gobiernos que los precedieron, construyendo programas parciales de desarrollo rural-ecológico de los asentamientos humanos dentro de las zonas ambientales y territoriales.

Sistema de Transporte en la microcuenca de Milpa Alta. En esta unidad temática se estudia la problemática del transporte. América Latina y el Caribe (ALC) cuenta con problemas de movilidad en sus urbes por los congestionamientos viales y falta de un adecuado transporte colectivo ecológico para zonas remotas. Es urgente Urge la implementación de un sistema multimodal y apropiado, como, por ejemplo: peatonal, bicicletas, motos eléctricas, pequeños trasportes colectivos limpios, conectados a medianos y grandes, todos movidos con energías limpias

Más de la mitad de la población mundial y 80% de la población de ALC vive en áreas “urbanas”. Si bien una mayor urbanización suele estar ligada a un mayor crecimiento, pero no a un desarrollo sustentable, en el caso del transporte, el proceso de urbanización suele conllevar a costos ambientales y de salud de la población (BID, 2013).

Se requieren opciones que eviten el aumento de viajes motorizados, cambien los modos de viaje por otros más eficaces y mejoren las condiciones de operación mediante tecnologías más limpias y una gestión más eficiente (ONU-HABITAT, 2013).

Los sistemas de transporte ayudan a comunidades en su ir y venir cotidiano, del trabajo al hogar, así como a los centros de estudio, abastecimiento o de esparcimiento, entre otros. Siempre se necesita una forma de transporte, pero que pasa cuando el transporte sostenido por energías fósiles se convierte en un mal necesario:

- El valor agregado de las externalidades (Efecto negativo o positivo de la producción o consumo de algunos agentes sobre la producción o consumo de otros, por los cuales no se realiza ningún pago o cobro) del transporte representa 10% del Producto Interno Bruto (PIB).
- La congestión genera pérdidas de tiempo y consumo de combustibles fósiles.
- En ALC, se estiman pérdidas diarias de cuatro horas por persona, equivalentes a 10% del PIB (USD 6 200 millones).
- Los vehículos de combustión interna generan ruido y emisiones contaminantes que causan enfermedades mentales y cardiovasculares entre otras. Por ejemplo, en Colombia, se estima que los contaminantes del aire generan costos en salud equivalentes a 0,8% del PIB (USD 698 millones); en Europa, por otro lado, el ruido genera costos económicos en salud que representan 0,5% del PIB.
- Cada año mueren 1,27 millones de personas en choques y atropellos, de los cuales 91% ocurren en países en desarrollo como en México, de acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS).
- Cerca de 50% de las víctimas son peatones, ciclistas y motociclistas, quienes cuentan con poca infraestructura especializada. El costo económico de los siniestros de tráfico es de USD 518 miles de millones o 1,5% del PIB de los países en desarrollo y 2% del PIB de los países industrializados (Jacobs y Aeron-Thomas, 2000).
- La falta de actividad física genera obesidad y enfermedades cardiovasculares y es la principal causa de muerte por enfermedades no transmisibles. Según Dora (2011), cada año mueren de forma prematura 3,2 millones de personas como consecuencia de la inactividad física generada parcialmente por la movilidad motorizada, la cual reduce las oportunidades de caminar y desplazarse en bicicleta.
- El transporte representa 25% de la demanda mundial de energía y la cuarta parte de las emisiones de CO₂ asociadas con energéticos.

- Entre 1970 y 2006, las emisiones globales de gases de efecto invernadero procedentes del transporte aumentaron 130% (BID, 2015).

Para cambiar la trayectoria de desarrollo del transporte se requiere consolidar las políticas y buenas prácticas de la región, las cuales se realizan de manera aislada. Es necesario reorientar la agenda de transporte para evitar viajes motorizados largos e innecesarios, cambiar la tendencia de crecimiento de viajes individuales en vehículos motorizados y mejorar la tecnología y la gestión operativa de las actividades de transporte (Dalkmann y Brannigan, 2007).

El problema de transporte se vuelve más grave para las comunidades desprotegidas, es necesaria la implementación de políticas públicas concretas en el tema, no basta con las buenas intenciones y promesas de los gobiernos, crecen los conflictos entre particulares por querer tener un espacio para circular y no lo pueden hacer por falta de infraestructura vial, se necesitan trasportes colectivos eficientes y promover el uso de la bicicleta y vehículos con tecnologías limpias menos contaminantes.

El problema del transporte en Milpa Alta CDMX. La microcuenca de Milpa Alta se estructura fundamentalmente por vialidades que integran los principales poblados y tienen como eje principal de penetración la carretera Xochimilco-Oaxtepec, que enlaza la zona de Xochimilco-Tulyehualco y tiene volúmenes limitados.

Sobre sus principales vialidades transita el transporte público y colectivo, que cubren todos los poblados con recorridos locales y de paso, comunicándose a Tláhuac, Xochimilco, Oaxtepec y en gran número con destino a la estación del Metro Taxqueña.

La estructura vial interna y regional, en menor proporción, ha incidido en el desarrollo físico de la Delegación puesto que se han extendido asentamientos a lo largo de las vías carreteras, que anteriormente eran consideradas como bordes para el desarrollo. Actualmente todos los bordes de las carreteras tienen asentamientos

provocando con ello una serie de ligas de micro-conurbación de los poblados, ya que las distancias entre ellos son reducidas (PDDU, 2012).

Referente al funcionamiento vial dentro de los poblados, el nivel de servicio de la vialidad se ve reducido hasta en un 50% por la presencia de estacionamiento en la acera generado por las zonas comerciales de los tres poblados ya mencionados y por los establecimientos comerciales y de servicios en la Av. Nuevo León dentro de la Villa Milpa Alta (PDDU, 2012).

En cuanto a los vehículos registrados para servicio público de carga existen en la Delegación, registrados, 1,320 vehículos. Existe una carpeta asfáltica pavimentada de 1, 054,007 mts² (Ver tablas 17 y 18).

En general se carece de terminales apropiadas, ya que las actuales invaden la vía pública. Con lo que respecta a transporte privado o automóviles de uso particular no se tienen datos exactos debido al constante cambio de lugar de los vehículos. Lo que sí se sabe es que el medio de transporte más utilizado para el desarrollo de actividades agropecuarias, relacionadas al cultivo del nopal, son camiones y camionetas.

Cifras censales reportan 1,492 vehículos en condiciones adecuadas de funcionamiento, de los cuales, 98.7% se localizan en la delegación Milpa Alta (1 1,472 unidades) (INEGI, 2007).

Hablar de problemas de transporte es hablar de contaminación, pérdida de tiempo en los trayectos, falta de infraestructura propia para delimitar el espacio para cada tipo de transporte, bicicletas, motocicletas, autos particulares, transporte de carga y transporte público circulan por las mismas vías.

Tabla 17. Vehículos registrados según tipo y servicio, 1995

TIPO Y USO	MILPA ALTA	DISTRITO FEDERAL
Total	8,659	2,608,500
Oficiales	17	4,893
Públicos	479	138,507
Particulares	8,163	2,465,100
Automóviles	7,137	2,371,397
Oficiales	17	4,893
Públicos	411	109,931
Particulares	6,709	2,256,573
Camiones de Pasajeros	36	12,614
Públicos	28	9,234
Particulares	8	3,380
Camiones de Carga	1,320	195,468
Públicos	40	19,342
Particulares	1,280	176,126
Motocicletas	166	29,021

Fuente gráfico: (PDDU, 2012) consultado de Cuaderno Estadístico Delegacional. INEGI, 1995

En Milpa Alta CDMX, debido a su topografía es difícil el uso de la bicicleta como ya se utiliza en otras alcaldías. Los que usan automóviles son una minoría, por lo que se torna necesario integrar un sistema de transporte público más eficiente y menos contaminante, así como mejorar las vías de comunicación que en temporada de lluvia se averían en forma significativa.

Espacios Públicos. Existen varias definiciones de “espacios públicos”. Ya Aristóteles definió al espacio público, “como ese espacio vital y humanizante donde la sociedad se reúne para compartir sus opiniones, evaluar propuestas y elegir la mejor decisión”. Esta definición se acerca más a la de un espacio político, ya que en él los ciudadanos se encontraban para ejercer sus derechos (BID, 2015).

En cualquier ciudad del mundo, es posible clasificar los espacios públicos en diferentes categorías cuyas características permiten identificarlos e intervenir en ellos de manera adecuada, por ejemplo, calles, veredas, paseos, plazas, parques, jardines, escalinatas, esquinas y arcadas. Son todos estos sitios espacios públicos

en los que se supondría cualquier persona podría caminar libremente sin temor a ser molestado y sin molestar a los demás (BID, 2015).

En ALC los espacios públicos son también espacios sociales, donde se desarrollan eventos y la cultura toma especial importancia por la interacción social: No existe un modelo de espacio público sostenible ni reproducible, ni uno prediseñado que se adapte a las necesidades de todas las ciudades, barrios o esquinas, ya que cada uno presenta características y una idiosincrasia propia.

De esta manera, es necesario comprender que los espacios públicos se deben diseñar pensando en los usuarios y, por tanto, es importante considerar una serie de elementos concretos, o visibles (como los ecosistemas naturales, la infraestructura, el mobiliario, la accesibilidad, la localización y el patrimonio histórico, entre otros), así como aspectos sociológicos, de percepción y de comportamiento relacionados con los usos y actividades, comodidad, variedad y presencia de elementos naturales en dichos espacios (BID, 2015).

En la actualidad, las ciudades repiensen las decisiones tomadas en el pasado, y se proyectan hacia futuro, de alguna manera, tratan de deshacer lo que se hizo mal y de revertir procesos negativos al **planificar de manera diferente como considerando la problemática ambiental.**

De esta forma, las ciudades que buscan un desarrollo sostenible recuperan espacios mediante la peatonalización de calles céntricas, la ampliación de esquinas, la disminución de carriles en avenidas céntricas o históricas, la generación de calles peatonales, la incorporación de mobiliario urbano y la liberación de veredas, calles y cruces de aquellos elementos que obstaculizan a los transeúntes (BID, 2015).

La existencia de los espacios públicos en las ciudades **tiene relación directa con la calidad de vida de sus habitantes**, los espacios públicos son un derecho humano, esta relación y estos derechos no solo es medible de manera cuantitativa, o sea a mayor cantidad de espacios públicos mejor calidad de vida, sino también

cuantitativa, donde la relación de las actividades y programa en los espacios públicos contribuyan al éxito de estos.

Tabla 18. El transporte público en Milpa Alta, 1995

<p>Milpa Alta-Taxqueña <u>Santa Ana Tlacotenco:</u> Paradero en Avenida Casas Alemán Esq. Avenida Benito Juárez Rutas: Transporte de Pasajeros Ex-ruta 100 (local) Santa Ana Tlacotenco-Milpa Alta Santa Ana-La Merced Santa Ana-San Pablo Centro Peseras Ruta 21 (local)</p> <p>Santa Ana Tlacotenco-Milpa Alta Autobús Taxqueña-Cuautla (de paso) Carretera Oaxtepec <u>San Antonio Tecómiltl:</u> Paradero en Avenida 5 de Mayo Esq. Prol. Zaragoza Rutas: Transporte de Pasajeros Ex-ruta 100 Tecómiltl-Taxqueña paradero (expreso) Tecómiltl-Metro Santa Martha</p> <p><u>San Bartolomé Xicomulco:</u> Paradero: Avenida Juárez y Avenida Fco. I. Madero Transporte de Pasajeros Ex-ruta 100</p> <p>San Bartolomé Xicomulco-Xochimilco Peseras Ruta 76 San Bartolomé Xicomulco-Xochimilco San Bartolomé Xicomulco- San Pedro Atocpan</p> <p><u>San Juan Tepeháhuac:</u> Paradero: Guadalupe Victoria y Morelos Transporte de Pasajeros Ex-ruta 100 San Juan Tepeháhuac-Milpa Alta Peseras Ruta 21</p> <p>San Juan Tepeháhuac-Milpa Alta <u>San Lorenzo Tlacoyucan:</u> Paradero: Avenida Constitución y Avenida Insurgentes Transporte de Pasajeros Ex-ruta 100 San Lorenzo Tlacoyucan-Milpa Alta Peseras Ruta 21 (local) San Lorenzo Tlacoyucan-Milpa Alta Autobús Taxqueña-Cuautla (de paso) Carretera Oaxtepec <u>San Salvador Cuauhtenco:</u></p>	<p>Milpa Alta San Salvador Cuauhtenco Paradero: Avenida Michoacán Esq. Tamaulipas Metro Taxqueña vía Culhuacán Paradero: Avenida Yucatán Milpa Alta-San Lorenzo Tlacoyucan Paradero: Avenida Michoacán Esq. Yucatán Milpa Alta-San Juan Tepeháhuac Peseras Ruta 20 Milpa Alta-Xochimilco, Avenida Jalisco Esq. Yucatán Milpa Alta-San Pedro Atocpan, Avenida Tamaulipas Esq. Avenida Yucatán Ruta 21: Avenida Michoacán Esq. Avenida Querétaro Milpa Alta-Central de Abastos Milpa Alta-San Pablo Centro Milpa Alta-Santa Ana Tlacotenco, Avenida Yucatán Milpa Alta-San Juan Tepeháhuac, Avenida Yucatán Esq. Avenida Michoacán Milpa Alta-San Francisco Tecoxpa, Avenida Yucatán Esq. Avenida Michoacán Ruta 30 Milpa Alta-San Pedro Atocpan, Tamaulipas y Michoacán Ruta 81 Milpa Alta-Metro Taxqueña, Avenida Michoacán y Sonora Milpa Alta-San Pedro Oztotepec, Constitución y Yucatán Transporte Universitario Puma Milpa Alta CU, Avenida Michoacán Esq. Avenida Sonora Sitio de Taxis 167, Avenida Michoacán</p> <p><u>San Pablo Oztotepec:</u> Paradero: Guerrero Esq. Hidalgo Transporte de Pasajeros Ex-ruta 100 San Pablo-Xochimilco Milpa Alta-San Salvador Cuauhtenco (de paso) Peseras: Avenida Guerrero Esq. Avenida Fabián Flores Ruta 81 (local) San Pablo Oztotepec-Milpa Alta Ruta 93 San Pablo Oztotepec-Xochimilco</p> <p><u>San Pedro Atocpan:</u> Transporte de Pasajeros Ex-ruta 100 San Pedro Atocpan-Xochimilco Cuauhtémoc Esq. Zaragoza Peseras Ruta 20</p>
--	---

Fuente: PDDU, 2012. Consultado de Cuaderno Estadístico Delegacional. INEGI, 1995.

Los espacios públicos son importantes también ya que influyen en las actividades ecológicas, económicas, sociales y culturales de las ciudades (BID, 2015).

Espacios públicos en Milpa Alta CDMX. Cada espacio y cada lugar tienen identidad propia y toma singular importancia para los habitantes de las ciudades, esto se debe al uso que hacen del lugar y porque pueden transitar libremente, les permite manifestarse social, cultural y políticamente.

En Milpa Alta CDMX sucede lo mismo que en otras delegaciones, existen lugares que son más propios y dan identidad a las comunidades, estos lugares según su ubicación pueden ser del ámbito religioso, laboral, educativo, de esparcimiento y de contemplación de la naturaleza, pero sin duda el mejor lugar para los pobladores es el que tiene que ver con la temporada de fiestas, son esos sitios los que tienen una singular importancia, se manifiesta entonces como lugares con identidad propia, debido a que todos participan y ocupan los mismos espacios públicos de forma colectiva.

Si retomamos algunos teóricos que hablan de identidad, es necesario hablar de Manuel Castells. Este autor define a la identidad relacionada con el poder informacional actual como "el proceso mediante el cual un actor social se reconoce a sí mismo y construye el significado en virtud sobre todo de un conjunto de atributos culturales determinados, con la exclusión de una referencia más amplia a otras estructuras sociales" (Castells, M, 2001: 39).

La biorregión de la microcuenca de Milpa Alta cuenta con una rica identidad cultural que se remonta a tiempos prehispánicos, se sitúan alrededor del año 1240, fecha en que tribus chichimecas se asentaron en la esta región rica en suelos fértiles, se han encontrado vestigios de ceremonias religiosas que se realizaban en el volcán.

Lo primero que alcanzamos a ver en la zona de Milpa Alta es la ausencia de restos arqueológicos importantes, sin embargo, al mirar el paisaje contemplamos una gran

cantidad de cerros y volcanes que eran, en el tiempo prehispánico, adoratorios naturales, lugares en donde el humano podía entrar en contacto con sus dioses.

Dentro de las fuentes orales, recogidas por etnólogos y antropólogos, tenemos varios relatos que nos hablan sobre cómo los pobladores para evitar los fenómenos meteorológicos relacionados con el agua acudían a la intermediación del volcán Teuhtli. Otros habitantes en la búsqueda del vital líquido derivaron vínculos entre la virgen de la Asunción y el volcán Tulmiac.

Raymundo Flores Melo escritor de relatos y miembro del consejo de la crónica de Milpa Alta, dice que: “desde un punto de vista, más simbólico que narrativo, tenemos la asimilación de los cerros y volcanes con dioses relacionados con la lluvia y la tierra, propia del pensamiento mesoamericano, que es reafirmada por la presencia de la serpiente; así como el papel del hombre sabio a la hora de dar consejos; o bien, el hombre-dios lleno de pasión y/o coraje justificado que frena un mal que puede causarle la muerte. Y, finalmente, la presencia del hueytlatoani Moctezuma que viene de nuevo a dar la categoría de divinidad al Teuhtli al identificarse con él como padre de la mujer blanca”.

Todos estos ejemplos de relatos son puntos clave que aportan características únicas de identidad cultural y de lugar, que originan una relación entre lo que se conoce de aspectos culturales y con el lugar, donde se presentan características de paisajes únicos y que coinciden en relación con los que nos dice Massey Doreen cuando nos habla de lugar, identidad y geografías.

Otras actividades culturales de gran importancia religiosa, social, política, económica, que dan identidad a la región de Milpa Alta son sus festividades (más de 700 al año). Muchas de estas festividades se realizan el mismo día en los diferentes poblados, de allí el gran número de fiestas.

En Milpa Alta se efectúan varias fiestas que se repiten cada año acorde al calendario litúrgico católico, pero entre las que sus pobladores consideran más importantes se hallan la del 15 de agosto, la de la Semana Santa y las de los barrios. La primera

es una festividad cívica regional que conmemora la fundación española de la Cabecera y sus pueblos. La Semana Santa y las celebraciones de los barrios son de carácter religioso, pues aquella evoca la vida y pasión de Cristo y las segundas honran a los santos patronos de los barrios.

La celebración del 15 de agosto recibe desde el año de 1939 el nombre de "Feria Regional de Milpa Alta". Es organizada por un gran número de personas y por las autoridades civiles representadas por el delegado político que funge como coordinador general.

Las relaciones que se dan entre distintos agentes que integran la sociedad de Milpa Alta son muchas, por ejemplo: mediante un acuerdo se nombran las comisiones de mayordomos que tendrán a su cargo determinadas tareas, pues se llevan a cabo diferentes actos en el tiempo que dura la festividad.

Todos los pueblos de la Delegación participan oficialmente en los eventos y por lo que se refiere a Milpa Alta, intervienen los barrios de Santa Marta, San Mateo, La Concepción y Santa Cruz. El escenario de la "Feria Regional, Agropecuaria, Industrial, Cultural y Deportiva", como públicamente se le conoce, el acto se lleva a cabo en la zona central, en especial la explanada del edificio de la Delegación, el jardín, calles aledañas y escuelas. Los actos relacionados con el aspecto religioso se llevan a cabo principalmente en la parroquia.

En un documento encontrado en internet con el nombre de "Fiestas y peregrinaciones Milpa Alta" y de autor desconocido, nos relata que los festejos duran alrededor de ocho días, de los cuales el de mayor lucimiento es el 15 de agosto, siguiéndole el 16 y después el de la clausura el día 17.

Desde el anochecer de la víspera, los cuatro barrios mencionados están representados por igual número de bandas de música que se instalan en el jardín conforme a la orientación cardinal de los barrios. Por su parte, algunos mayordomos o personas con cargo religioso llevan en la tarde a sus santos y estandartes a la

parroquia y ahí los dejan. Las imágenes son conducidas en procesión sobre pequeñas andas llamadas xochitopilli, adornadas y cubiertas de flores.

También nos dice que, en algunas ocasiones, al paso de las imágenes, llevadas por mujeres jóvenes se esparcen hojas y pétalos de flores en el suelo hasta que llegan al templo. Esto trae a la memoria el relato del Padre Mendieta cuando a fines del siglo XVI dice que, en las fiestas principales, el suelo de la iglesia y los caminos por donde pasaba la procesión eran cubiertos con yerbas olorosas, y distintos tipos de flores.

Al día siguiente, hay mañanitas y regalos de flores para la Virgen, pues una organización de varones y muchachas solteras se combina con el fin de contratar músicos para bailar y cantar, y así seguir la fiesta.

Tanto el 15 de agosto como el 16 se celebran en la parroquia sendas misas oficiadas por tres sacerdotes y el brillo y solemnidad de estas depende de la iniciativa de los organizadores, quienes contratan músicos y procuran superarse unos a otros.

La ceremonia del día 15 corre por cuenta del barrio de Santa Marta y la del 16 está a cargo del barrio de San Mateo. También se efectúan otros actos religiosos como rosarios y bendición de objetos. Los conjuntos musicales que más usan los milpatenses para reverenciar a sus imágenes, aparte de las bandas tradicionales, son los mariachis y grupos norteros.

En la Semana Santa, la alegría se desborda por las calles con el comienzo del Carnaval en Villa Milpa Alta que inicia el ocho marzo y concluye el 12 de abril, en la que participan siete comparsas de igual número de barrios acompañadas de sus respectivas bandas de música de viento, bailando con alegría y gran colorido en sus atuendos; donde relucen diferentes trajes de chinelo, que dan realce y a una de las fiestas que los milpatenses conservan con mucho orgullo. Simultáneamente dicha festividad se realiza en San Pablo Oztotepec y San Salvador Cuauhtenco.

El Carnaval en Milpa Alta representa la burla que los indígenas momoxcos hacían a los españoles en la época virreinal, que celebraban el fin de la Semana Santa, dónde no permitían que los nativos formaran parte, por tal motivo los originarios tomaron ceremonias del calendario solar, para realizar su propia festividad en la que ridiculizaban a sus conquistadores, disfrazándose de mujeres, con sombreros de plumas, máscaras de largas barbas y bigotes para mofarse de quienes los explotaban.

Un evento cultural más sería la feria del mole en San Pedro Atocpan, el cual recibe miles de visitantes en su tradicional Feria Nacional del Mole, donde más de 40 restaurantes ofrecen el delicioso sabor del Mole en sus diferentes presentaciones, asimismo deleitan a los visitantes con espectáculos artísticos, culturales y juegos mecánicos todo en un ambiente familiar.

Se destaca, por lo que a este trabajo se refiere, la Feria del Nopal que se lleva a cabo de los días 5 al 21 de junio, en Villa Milpa Alta y tiene como finalidad el fomento del consumo y comercialización del nopal verdura. Se lleva a cabo anualmente desde 1986 y su característica principal es la presentación de diversos platillos preparados a base de nopal.

Este evento se engalana con actividades culturales, sociales, deportivas y artísticas. Durante 1995, previo a la realización de la Feria, se organizó el primer Concurso Gastronómico de Platillos Mexicanos elaborados a base de nopal, registrándose 327 recetas que comprendían sopas, ensaladas, guisados, postres y bebidas.

Son muchas las características que le otorgan identidad cultural a Milpa Alta, que tendríamos que hacer un libro completo nada más de este tema, sin embargo, consideramos que lo anteriormente escrito es suficiente para entender que la identidad cultural como en muchas comunidades de la región es muy importante conservarlas para futuras generaciones y su desarrollo, así para no olvidar para la historia del país, base de cualquier proyecto actual o futuro.

Gestión del agua. En esta unidad temática se trata un tema de gran importancia para las ciudades de ALC, es un verdadero reto para todos los gobiernos y sus habitantes, un verdadero desafío para lograr la sustentabilidad. La gestión del agua representa uno de los retos con mayores implicaciones ambientales, sociales y económicas para los gobiernos locales.

Una adecuada prestación de servicios forma parte fundamental del camino hacia el desarrollo sostenible de las ciudades, ya que beneficia a sus habitantes, mantiene un equilibrio con el entorno, fomenta el crecimiento económico y representa un motor para la inversión pública (BID 2015).

Un diseño sostenible de gestión de agua dispone de:

- Sistemas tarifarios equitativos y con recuperación de costos
- Un manejo adecuado y racional del recurso
- Un sistema de saneamiento eficiente, que incluya un tratamiento de aguas residuales previo a su descarga en los sistemas de alcantarillado y/o cuerpos de agua
- Reutilización de cierto tipo de agua para usos específicos
- Captación de aguas pluviales para su posterior aprovechamiento
- Instrumentos para una gestión óptima.

En ALC se concentra más de 30% de los recursos de agua dulce del mundo; que casi 40% del territorio de América Central se ubica en cuencas internacionales; y que las cuencas de los tres ríos más grandes del planeta (Amazonas, Orinoco y La Plata) se encuentran en América del Sur (CEPAL, 2013), se podría afirmar que existe agua suficiente para cubrir las necesidades de toda la población. Sin embargo, dicho recurso no es accesible para todos y algunos países o ciudades padecen de un serio problema hídrico (BID 2015) (Ver mapa 9).

Otro aspecto que requiere atención es el tratamiento de aguas residuales y el control de la contaminación. Los niveles de contaminación de los ríos que atraviesan centros poblados, por ejemplo, aumentan debido a la falta de tratamiento, la

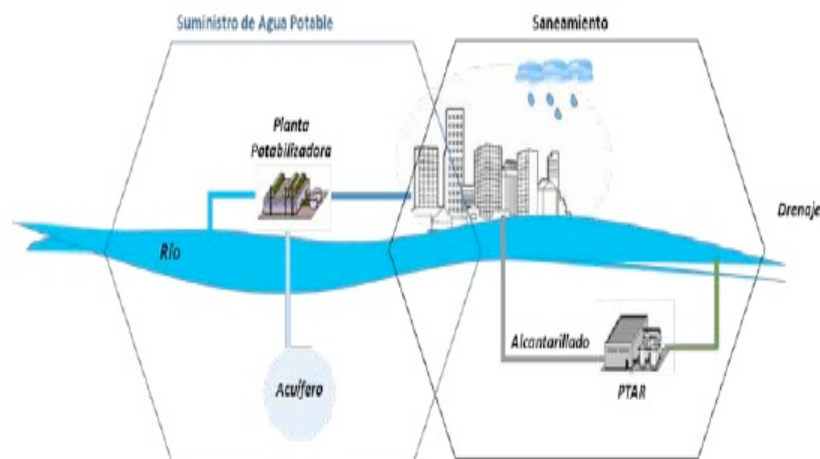
inadecuada disposición de residuos sólidos, descargas clandestinas industriales y domésticas, entre otras causas (BID 2015).

El agua potable y saneamiento depende, en medida de lo posible, de los instrumentos de gestión que con los que se trabaje. Uno de los más importantes es el financiamiento del plan, ya sea a través del presupuesto de los gobiernos locales, la incorporación de presupuestos federales o de políticas que aumenten los ingresos de los organismos operadores de agua y aseguren que los prestadores de servicios sean capaces de realizar inversiones (BID 2015).

Otro de los grandes desafíos del suministro es la necesidad de disponer de agua de calidad para el consumo humano. Esta se determina a partir de la comparación

Por último, un plan tendrá mayores posibilidades de ser exitoso, si define adecuadamente los mecanismos de evaluación y monitoreo y, por tanto, los indicadores sobre los que estos se apoyarán. En el siguiente gráfico 9, representa la prestación de servicios en una ciudad.

Gráfico 9. Las etapas del ciclo del agua y elementos de la gestión del agua en una ciudad



Fuente: BID, 2015.

Mapa 9. Los tres grandes ríos de ALC (Amazonas, Orinoco y La Plata)



Fuente: Manual de comercio exterior bilateral Bolivia-Paraguay, 2002.

En principio, el proceso se divide en dos conjuntos de actividades, las cuales involucran el suministro y el saneamiento.

En las urbes de ALC el **suministro** de agua funciona con características comunes:

1. En primer lugar, el ciclo contempla la captación de agua. Esta puede provenir de fuentes superficiales (ríos, manantiales, lagos, presas, entre otras) o subterráneas (pozos, acuíferos en el subsuelo).
2. Debido a que la disponibilidad de agua en una cuenca es limitada, los organismos operadores deben garantizar el suministro a largo plazo, lo que incluye resolver desafíos sobre la sobreexplotación de acuíferos y la importación de agua de otras cuencas.
3. Posteriormente, el agua es conducida a plantas potabilizadoras. Una ciudad cuenta con múltiples plantas, en caso de que el agua se obtenga de diversos sitios, o con plantas de gran volumen, si la mayoría del agua que abastece la ciudad proviene de una única fuente.
4. Finalmente, el agua se incorpora a la red de agua potable y se entrega a los usuarios. Para muchos operadores este es un punto crítico, especialmente cuando el porcentaje de fugas en la red de distribución es considerable. Los retos de mayor relevancia son actualizar y aumentar la infraestructura, evitar el aumento desproporcionado por los costos de operación y fomentar el uso racional del recurso por parte de los usuarios (BID, 2015).

Para el saneamiento del agua que se produce en las ciudades de ALC: Los organismos operadores del agua deben ofrecer un servicio de saneamiento que incluya la conducción de aguas residuales y su reincorporación al entorno. Dicho servicio se compone de una red de alcantarillado y plantas de tratamiento y reutilización de agua residual. Sin embargo, la mayoría de las ciudades de la región todavía espera un aumento de la cobertura de la red de saneamiento. (BID, 2015)

Es importante que las ciudades de ALC garanticen el drenaje, es decir, la conducción del agua fuera de la ciudad. Un problema recurrente en la región es que el diseño de las urbes no considera la separación de aguas pluviales y residuales.

Esto, además del desaprovechamiento de una importante fuente de agua, implica problemas ocasionados por redes de alcantarillado rebasadas durante precipitaciones torrenciales.

En relación con el tratamiento, es importante que los sistemas de saneamiento traten de manera adecuada las aguas residuales. Generalmente, se manejan tres niveles de tratamiento:

- Primario. Eliminación de todo tipo de sólidos flotantes o en suspensión.
- Secundario. Eliminación de materia orgánica.
- Terciario. Incluye procesos más sofisticados que permiten la eliminación de nutrientes, restaurar las propiedades organolépticas del agua y desinfectarla. (BID 2015)

Gestión y calidad del agua en Milpa Alta CDMX. En la Delegación Milpa Alta, el 60% de su superficie se localiza en la cuenca del río Moctezuma de la región hidrológica del río Pánuco, y en la subcuenca del Lago de Texcoco-Zumpango, el resto pertenece a la cuenca del río Grande de Amacuzac, de la región hidrológica del Balsas, en la subcuenca del Río Yautepec. La precipitación media anual es de 800mm; la temporada lluviosa se extiende de mayo a octubre.

También en la Delegación existen escurrimientos y pequeñas barrancas, que cruzan casi todas las poblaciones, las cuales presentan un grave problema de contaminación por descargas de aguas negras, como la barranca ubicada en el barrio de Santa Cruz, que recorre una distancia de 5 km.; otros factores que contribuyen a la contaminación de éstas son: los roedores, basura y plaguicidas que se aplican por la propagación de plagas y el fecalismo a cielo abierto.

Milpa Alta se abastece de dos sistemas de agua denominados “Aguas del Sur” y “Tecoxpa”; el primero se localiza en las inmediaciones del poblado de San Antonio Tecómitl y cuenta con 15 pozos profundos; el segundo sobre la carretera que lo comunica a dicho poblado con San Francisco Tecoxpa y cuenta con nueve pozos profundos de alto rendimiento, debido a la permeabilidad de las rocas.

Posteriormente el agua es almacenada en tanques de distribución, ubicados en su mayoría en las partes altas que por gravedad distribuyen a los poblados. La zona de recarga es la Sierra de Chichinauhtzin, que constituye los acuíferos de mayor rendimiento en la cuenca, el agua que se extrae al pie de la Sierra se considera de alta calidad.

El volumen consumido en la delegación es aproximadamente de 14,397.54 m³/día, equivalente a 177 lt/hab/día. El agua proveniente de la delegación es conducida hasta los tanques la Caldera, Cerro de la Estrella y la Planta de Bombeo Xotepingo, por medio del Acueducto Chalco-Xochimilco (PDDUMA, 2011).

En general, la infraestructura de agua potable atiende prácticamente a todos los poblados; sólo carecen del servicio asentamientos irregulares, los cuales se abastecen por pipas. Las deficiencias en el abasto de agua potable se presentan principalmente en las partes altas de los poblados, donde se extrae de redes, y se abastece a la población por medio de pipas. Las zonas de baja presión se han detectado en San Bartolomé Xicomulco, San Lorenzo Tlacoyucan (El Calvario y La Ermita), San Antonio Tecómitl (parte alta) y San Salvador Cuauhtenco (PDDUMA, 2011).

Asimismo, en algunas zonas de los poblados se presenta servicio intermitente; en que se realizan tandeos previamente establecidos. La delegación ocupó en 1993 el decimosexto lugar en fugas reportadas, con un total de 60 que representaron el 14% del total registrado en el Distrito Federal. Las zonas registradas con mayor incidencia de fugas fueron las que muestran la tabla 19.

Tabla 19. Localidades de Milpa Alta con mayor cantidad de fugas de agua

Poblado	Zona
1. Villa milpa Alta	Centro
2.Santa Ana Tlacotenco	Surponiente
3. Sn. Pablo Oztepec	Poniente
4. San Antonio Tecómitl	Nor- poniente
5. Sn. Pedro Actopan	Nor-poniente

Fuente: Plan hídrico 1996 delegación Milpa Alta

Respecto a sistema de drenaje con que se cuenta es de tipo combinado, sin embargo, en las zonas periféricas de los poblados se carece totalmente del servicio por lo que la descarga de aguas residuales se realiza en zanjas a cielo abierto y posteriormente en cauces y barrancas, generando contaminación del acuífero y focos de infección, aun cuando existen redes primarias, secundarias y colectores alojados en los márgenes de estas. Por lo que se considera inadecuado.

La mayoría de las poblaciones cuentan con redes secundarias (a excepción del poblado de San Juan Tepenáhuac, que descarga totalmente a cielo abierto) y algunas otras con tramos de red primaria, esto ha provocado concentraciones de agua y azolve en colectores, ocasionando inundaciones en las partes bajas al norte y nororiente de la delegación.

La red primaria tiene una longitud total de 27 kilómetros y la red secundaria de 348.5 kilómetros, el sistema de colectores puede subdividirse en dos subsistemas: el subsistema Atocpan, que descarga al marginal San Gregorio, en la Delegación Xochimilco, y el subsistema Milpa Alta, que descarga al río Ameca en la Delegación Tláhuac.

El subsistema de San Gregorio conduce las descargas del pueblo de San Salvador Cuauhtenco; los barrios de San Miguel, Tlacpac, Centro y San Juan del Pueblo, San Pablo Oztotepec; el pueblo de San Bartolomé Xicomulco y los barrios de Tula, Ocotitla, Nuchtla y Panchimalco del pueblo de San Pedro Atocpan.

El subsistema Milpa Alta conduce las descargas de los pueblos San Lorenzo Tlacoyucan, Santa Ana Tlacotepec, San Jerónimo Miacatlán, San Agustín Ohtenco y San Francisco Tecoxpa; además de los barrios San Marcos, Miguel Hidalgo, San Mateo, La Concepción, Los Ángeles, San Agustín, Santa Cruz y Santa Martha.

La zona más propensa a inundarse es la de San Pedro Atocpan, ya que en época de lluvias es afectada por arrastrar desechos sólidos hasta la parte baja del poblado; las otras zonas que registran inundaciones son San Antonio Tecómitl y Villa Milpa Alta, por ser las zona más plana y bajas de la Alcaldía.

Por otra parte, las zonas carentes de drenaje se presentan en San Pedro Atocpan, ya que el colector Cuauhtenco-Atocpan no está concluido en su parte central entre los subcolectores Oztotepec I y Oztotepec II; en el pueblo de San Pablo Oztotepec por la misma razón y en San Antonio Tecómitl en la prolongación de Iturbide, barrio de Iturbide donde se plantea darle salida a la red conectándola al colector que pasa por la Barranca Seca. Actualmente el volumen de aguas servidas se considera de 112.64 lts/seg.

Un ejemplo para conocer la calidad del agua que se consume en la cuenca del valle de México sería, el estudio que se publicó el día 29 de septiembre de 2009, la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS) de la Secretaría de Salud informa que las delegaciones de Xochimilco, Milpa Alta y Tláhuac son las delegaciones del D.F. con mayor riesgo por contaminación bacteriológica del agua potable, a pesar del uso del cloro, debido a que suelen presentarse infiltraciones de aguas con heces fecales a las redes de distribución, de acuerdo con el último muestreo sobre la calidad del líquido levantado en los meses de junio y julio pasados de 2009 en el Distrito Federal (hoy CDMX)..

De 107 muestras que se tomaron en la red de abastecimiento en estas demarcaciones, nueve (8.4%) tuvieron presencia de bacterias de origen fecal (*E. coli*), pese a que la red de agua potable fue clorada.

De acuerdo con la normatividad vigente, el cloro residual libre (CRL) en agua potable debe ser de 0.2 a 1.5 miligramos por litro, y en este monitoreo se encontraron las siguientes situaciones:

- Una muestra con cloro residual libre por debajo del límite de la norma (0.19 mg/L) en la cual, de manera esperada se encontró presencia de contaminación por *E. coli*.
- Se determinaron siete muestras con cloro residual libre dentro de los límites de la norma (0.21-0.69 mg/L) y con presencia de contaminación por *E. coli*
- Una muestra con presencia de cloro por arriba del límite de la norma (2.39 mg/L de cloro) y con presencia de contaminación por *E. coli*.

Estos resultados representan un riesgo alto a la salud de los habitantes de estas zonas. Es decir, la calidad del agua depende en gran medida de la calidad del servicio y ésta no se está garantizando en las tres delegaciones pese al uso del cloro.

A partir de este muestreo de tamizaje, se observa que, si bien el sistema de abastecimiento de agua se está clorando, existe contaminación en las redes secundarias del sistema de abastecimiento, contribuyendo a que el cloro en la red no tenga el suficiente tiempo de contacto para desinfectar el agua.

Esta contaminación puede deberse, entre otras causas, a la baja presión del agua, lo que posibilita infiltraciones cuando hay fracturas en la red, o a que por el servicio de tandeo el líquido se quede estancado, propiciando el crecimiento de bacterias (COFEPRIS, 2009).

En una actualización de datos en marzo del 2014 se encontró el siguiente diagrama con datos de Agua Ligeramente Dura y en algunas colonias con altos niveles de cloro, lo que indica que las autoridades se han interesado por realizar estudios en busca de una mejor calidad del agua (Ver tabla 20).

Como resultado de la aplicación de la Guía Metodológica de la Iniciativa Ciudades Sostenibles Emergentes del BID y los talleres rurales de acción participativa realizados en las comunidades del Alcaldía Milpa Alta, se visualizaron y compararon las condiciones en las que se encuentra la biorregión del caso de estudio (Alcaldía Milpa Alta) para detectar y destacar lo relacionado a la productividad del nopal verdura y de sus residuos orgánicos.

De tal forma que toda relación con los residuos del nopal, con la obtención de bioenergía, con proyectos o aspiración a estos sean estimados claramente los impactos ambientales que pueden ocasionar, procurando siempre mitigar la contaminación atmosférica y el Calentamiento Global a través de estrategias de optimización de biotecnologías, de los usos de suelo ´por medio de compostaje, respetando a los conocimientos y cultura de las comunidades rurales, proporcionando una calidad de vida sustentable menos contaminante al diseñar proyectos para la utilización bioenergías menos contaminantes como ejemplo para otras comunidades.

Ampliar planes y labores para el uso de energías alternativas provenientes de residuos orgánicos en busca de un menor consumo de combustibles fósiles, por medio de estímulos a los pueblos originarios productores del nopal verdura, por un lado y por el otro la utilización de los residuos del nopal verdura como generadores de energía limpia, a fin de proponer nuevos proyectos y programas que sean considerados substancialmente viables por los distintos grupos sociales pertenecientes a la biorregión.

Tabla 20. Calidad del agua en Milpa Alta CDMX 2014

DELEGACIÓN DE MILPA ALTA

No. prop.	DELEGACIÓN	COLONIA	CONCENTRACIONES DE PARÁMETROS NOM-17-SSA1-1994 (DIARIO OFICIAL DEL 22 DE NOVIEMBRE DE 2009)												
			CLIBRE (mg/l)	pH	COLOR (U. Pt-Co)	TURBIEDAD (UNIT)	N. NITRATOS (mg/l)	N. AMONIACAL (mg/l)	CLORUROS (mg/l)	DUREZA (mg/l)	Fe (mg/l)	Mn (mg/l)	COL. Y (col/100 ml)	COL. F (col/100 ml)	
			0.2-1.5	6.5-8.5	20	5	10	0.5	250	500	0.30	0.15	0	0	
1	Milpa Alta	BARRIO CRUZTITLA	0.20	7.94	2.50	0.50	3.64	0.10			0.052	0.019	0		
2	Milpa Alta	BARRIO LA LUPITA	1.00	7.57	2.50	0.50	1.21	0.10	25.50	98.20	0.052	0.019	0		
3	Milpa Alta	BARRIO SAN JOSÉ	1.00	7.60	2.50	0.50	1.20	0.10	25.40	103.00	0.052	0.019	0	0	
4	Milpa Alta	BARRIO SAN MARCOS	1.40	7.73	2.50	0.92	0.81	0.10	17.60	84.40	0.052	0.019	0		
5	Milpa Alta	BARRIO SAN MIGUEL	1.30	7.73	2.50	0.92	0.82	0.10	17.00	83.50	0.052	0.019	0		
6	Milpa Alta	BARRIO TELAXTITLA	0.20	7.99	2.50	0.50	3.64	0.10			0.052	0.019	0	0	
7	Milpa Alta	BARRIO TENANTITLA	0.20	7.98	2.50	0.50	3.62	0.10			0.052	0.019	0		
8	Milpa Alta	BARRIO XALTIAPAC	0.20	7.95	2.50	0.50	3.64	0.10			0.052	0.019	0		
9	Milpa Alta	BARRIO XOCHITEPEC	0.20	7.83	2.50	0.50		0.10	12.70	72.40	0.052	0.019	0		
10	Milpa Alta	MILPA ALTA (BARRIO LA LUZ)	1.20	7.96	2.50	0.50	2.52	0.10	45.80	174.00	0.052	0.019	0		
11	Milpa Alta	PBLO. SN. PABLO OZTOTEPEC	0.90	7.87	10.00	0.50	0.63	0.10	21.80	127.60	0.052	0.019	0	0	
12	Milpa Alta	PBLO. STA. ANA TLACOTENCO	1.40	7.71	2.50	0.88	0.77	0.10	18.50	84.30	0.052	0.019	0		
13	Milpa Alta	PBLO. SN. PABLO OZTOTEPEC	0.90	7.65	2.50	0.64	1.76	0.10	15.50	75.20	0.046	0.025	0		
14	Milpa Alta	SAN AGUSTIN OTHENCO PBLO.	0.20	8.26	2.50	0.50	0.77	0.10	60.10	179.00	0.052	0.053	0		
15	Milpa Alta	SAN ANTONIO TECOMITL PBLO.	0.25	7.65	10.00	0.50	3.39	0.42	13.00	78.90	0.052	0.019	0	0	
16	Milpa Alta	SAN BARTOLOMÉ XICOMALCO P.	0.25	8.06	2.50	0.50	2.13	0.10	54.90	176.00	0.052	0.066	0		
17	Milpa Alta	SAN FCO. TECOMPA PBLO.	0.30	7.38	5.00	0.50	3.34	0.10	12.60	70.00	0.052	0.019	0		
18	Milpa Alta	SAN JERÓNIMO MACATLAN PBLO.	0.35	8.27	2.50	0.50	0.76	0.10	60.10	178.00	0.052	0.029	0		
19	Milpa Alta	SAN JUAN TEPENAHUAC PBLO.	0.25	7.95	2.50	0.50	0.40	0.10	29.00	84.60	0.052	0.019	0	0	
20	Milpa Alta	SAN LORENZO TLACOYUCA	0.30	7.97	2.50	0.50	0.40	0.10	29.10	83.60	0.052	0.019	0	0	
21	Milpa Alta	SAN PEDRO ATOCPAN BO. NUCHITLA	1.40	7.81	2.50	0.50	2.17	0.10	7.04	45.30	0.052	0.019	0		
22	Milpa Alta	SAN PEDRO ATOCPAN BO. OCOITITLA	1.30	7.86	2.50	0.50	2.17	0.10	7.04	43.20	0.052	0.019	0		
23	Milpa Alta	SAN PEDRO ATOCPAN BO. PANCHIMALCO	1.40	7.87	2.50	0.50	2.18	0.10	7.04	46.00	0.052	0.019	0		
24	Milpa Alta	SAN PEDRO ATOCPAN BO. TULA	1.40	7.92	2.50	0.50	2.18	0.10	19.20	108.00	0.052	0.019	0		
25	Milpa Alta	SAN PEDRO ATOCPAN PBLO.	1.10	8.08	2.50	0.50	1.20	0.10	56.30	194.00	0.052	0.019	0		
26	Milpa Alta	SAN SALVADOR COAHUATECO PBLO.	1.00	7.81	2.50	0.52	1.26	0.10	11.90	88.80	0.052	0.019	0		

Fuente: Sistemas de Agua de la CDMX, 2014

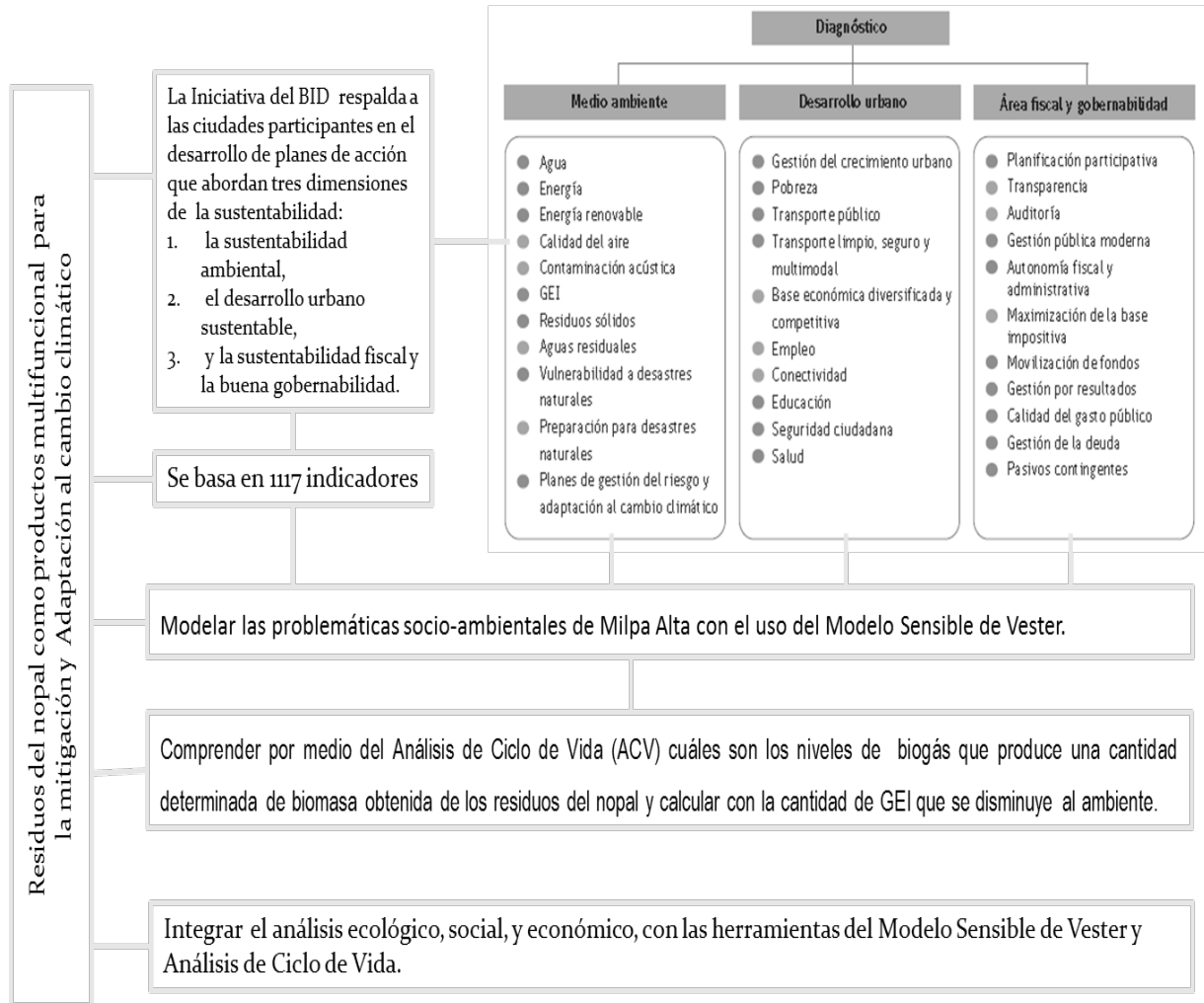
También, la integración de estas fuentes de bioenergía ayuda al desarrollo proyectos y a la transformación de energías menos contaminantes, con el objetivo de obtener un beneficio social y económico para los productores de nopal verdura.

Por último, de la información obtenida por medio de la aplicación de la Guía Metodológica de la Iniciativa Ciudades Sostenibles Emergentes del BID y los talleres rurales de acción participativa: se obtuvieron las variables que ayudan a entender mejor la problemática de la investigación. Son esas mismas variables las que por medio de tecnología biocibernética se alimenta a los programas de computación Vester y ACV, claves para la obtención de indicadores que aportan resultados, generan propuestas y orientan a una buena conclusión de la investigación (Ver gráfico 10).

Para analizar el estado actual del aprovechamiento de los residuos del nopal verdura en Milpa Alta CDMX, se realizó una revisión documental con variables sociales, económicas y ambientales. Se recopilaron documentos existentes en varias instituciones, públicas y privadas para comparar sus resultados con los obtenidos en el trabajo de campo, las opiniones obtenidas en reuniones y entrevistas realizadas con pobladores y expertos en el tema, logrando el diagnóstico completo sobre el aprovechamiento de los residuos del nopal verdura y su transformación en fuentes de energía limpia o bioenergía.

Gráfico 10. Modelo para el análisis del proceso de producción de biogás con residuos del nopal verdura

Ejercicio de semáforos



Fuente. Elaboración propia con datos del BID. 2013. Guía metodológica Iniciativa Ciudades Emergentes y Sostenibles

Capítulo VI. Aplicación del Análisis de ciclo de Vida en los distintos sistemas de generación de biogás a partir de los residuos del nopal verdura

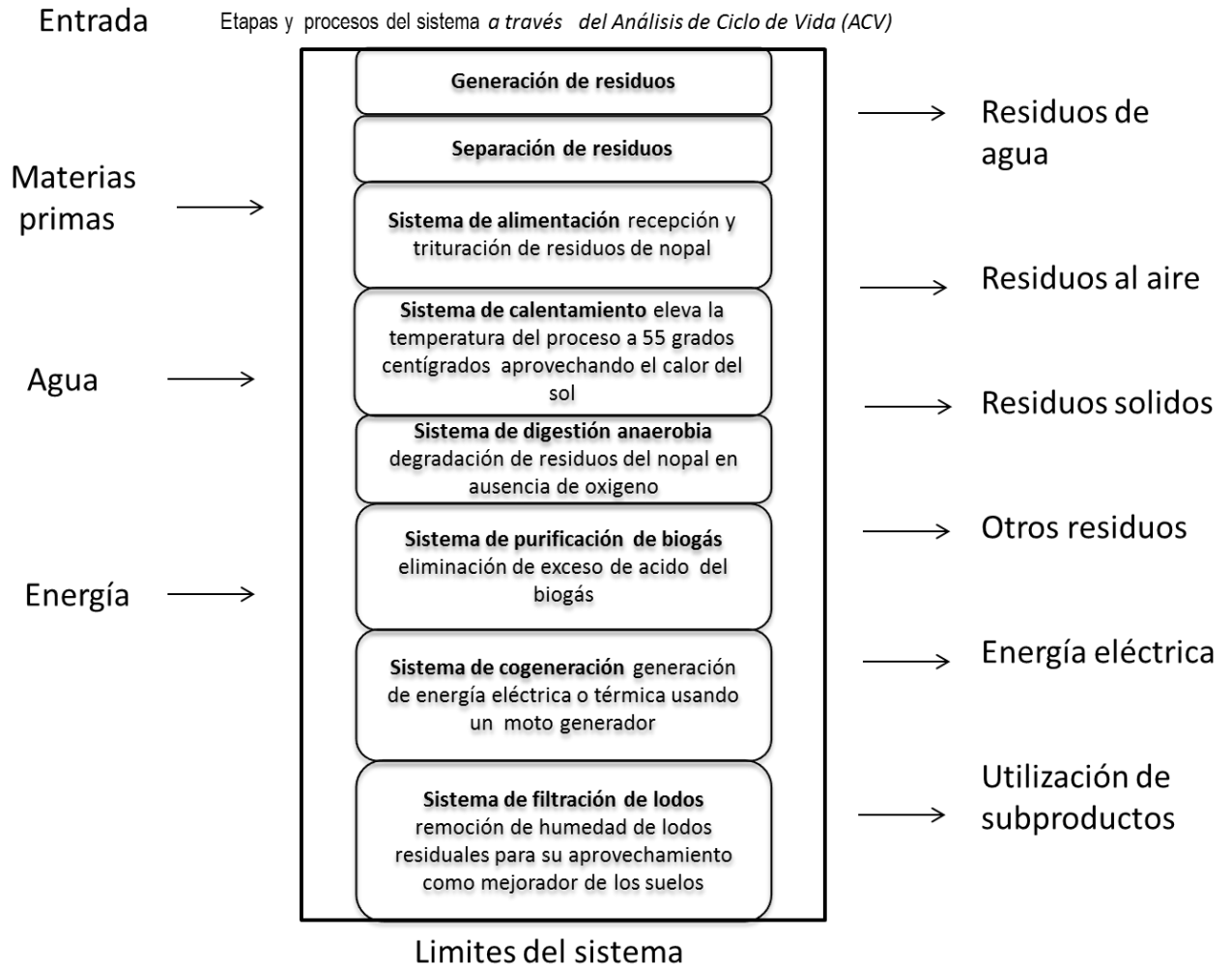
Se aplicó el método de Análisis de Ciclo de Vida a los residuos del nopal verdura de Milpa Alta siguiendo los lineamientos del ISO 14044 con el siguiente orden: (A) Función: Procesar residuos del nopal verdura generados en el centro de acopio en sus diferentes etapas para la generación de biogás. (B) Unidad funcional. Procesar tres toneladas (3ton) de residuos del nopal verdura en los sistemas de biodigestores (C) Alcance o límite del sistema: Es la definición clara de que es lo que se incluye dentro del sistema estudiado y que es lo que se queda fuera. También, la Identificación y cuantificación de las entradas y salidas de materiales y energía (Ver gráfico 11).

En el gráfico 11 se muestran las etapas que integran y que se analizan en el ciclo de vida de los residuos del nopal verdura en sus distintas etapas nopal verdura, es decir representan los distintos sistemas que integran el sistema general de una planta de tratamiento de residuos (biodigestor) para la generación de biogás calor y electricidad.

El análisis del inventario cuantifica la cantidad de energía y de agua que entra, la cantidad de residuos de nopal verdura que se procesa y la cantidad de residuos que surgen durante el proceso.

A continuación, presentaré una descripción del análisis del inventario de los materiales y del consumo de energía, con la identificación y cuantificación de las entradas y salidas que tienen lugar en las etapas del ciclo de vida, esto es, balances de energía y de materia para los distintos procesos de transformación de los residuos del nopal verdura y el sistema de Biodigestión. (Ver gráfico 12)

Gráfico 11. Análisis de ciclo de vida de los residuos orgánicos del nopal verdura



Fuente: elaboración propia con base en la metodología del ACV.

La planta de tratamiento de residuos de nopal verdura para la producción de biogás en el **Centro de Acopio del Nopal Verdura en Milpa Alta (CANV)** requiere de las siguientes etapas:

- 1 Generación y separación de residuos. Es la primera etapa para el funcionamiento de la planta, en esta etapa se recolectan los residuos del nopal que alimentaran al biodigestor y se separan para que no se mezclen con otros residuos de tipo inorgánicos en los contenedores del CANV.

- 2 Alimentación. Es la etapa de recepción y trituración de los residuos orgánicos para después aplicar una solución amortiguadora, llevando los residuos hasta la etapa de degradación por medio de bombeo.
- 3 El sistema de calentamiento. En esta etapa se capta energía solar por medio de colectores solares y se aprovecha el calor generado por los gases de combustión interna del sistema de cogeneración y suministro del calor requerido por el sistema de degradación del biodigestor.
- 4 La etapa de la digestión anaerobia. Es la más importante del biodigestor y consta de un conector hermético que incluye un serpentín y un motor mezclador en su interior. A partir de los cuales se generan de la degradación de la materia orgánica para obtener como subproductos biogás y biofertilizante.
- 5 La etapa de acondicionamiento del biogás. Consiste en la remoción de los excesos de sulfuro de hidrógeno mediante un filtro fisicoquímico del contenido de humedad del biogás dejándolo listo para ser usado como energía eléctrica.
- 6 Cogeneración. En esta etapa se produce la generación de energía eléctrica por medio de un motor de combustión interna.
- 7 Filtración. De lodos para la generación de biofertilizante líquido y sólido.

Para aplicar el Análisis del Ciclo de Vida como instrumento para la evaluación ambiental del proceso relacionado con el aprovechamiento de los residuos del nopal verdura en Milpa Alta CDMX, se utiliza como se mencionó en la parte metodológica de la investigación, el software SimaPro 7, definiendo el objetivo y alcance del estudio para posteriormente realizar un análisis del inventario del ciclo de vida ayudando a identificar los procesos, diagramas de flujo del proceso, balance de masa y energía.

Para concluir con la evaluación del impacto ambiental, dando como resultado una serie de gráficas que muestran claramente los distintos compuestos químicos y los daños ambientales causados, se realizó un análisis para comparar el biogás

obtenido del biodigestor con la misma cantidad de gas LP y los dos impactos respectivos.

El orden de los datos obtenidos tiene que ver con la cantidad de biogás. Se analizan datos de los dos gases en una escala de un día (170 m³), un mes (5100 m³) y un año (61200 m³). Comparando el grado de contaminantes que emite cada gas y en qué grado afecta principalmente al cambio climático, así como también se caracterizan otros tipos de impactos como son: el consumo de recursos, el calentamiento global (efecto invernadero), la reducción de la capa de ozono, la toxicidad humana, la ecotoxicidad, la acidificación, la eutrofización, la formación de oxidantes fotoquímicos, los usos del suelo, los ruidos y los olores (Ver tabla 21 y anexo 1).

Gráfico 12. Planta procesadora de residuos de nopal verdura ubicada en el centro de acopio del nopal en Milpa Alta CDMX.

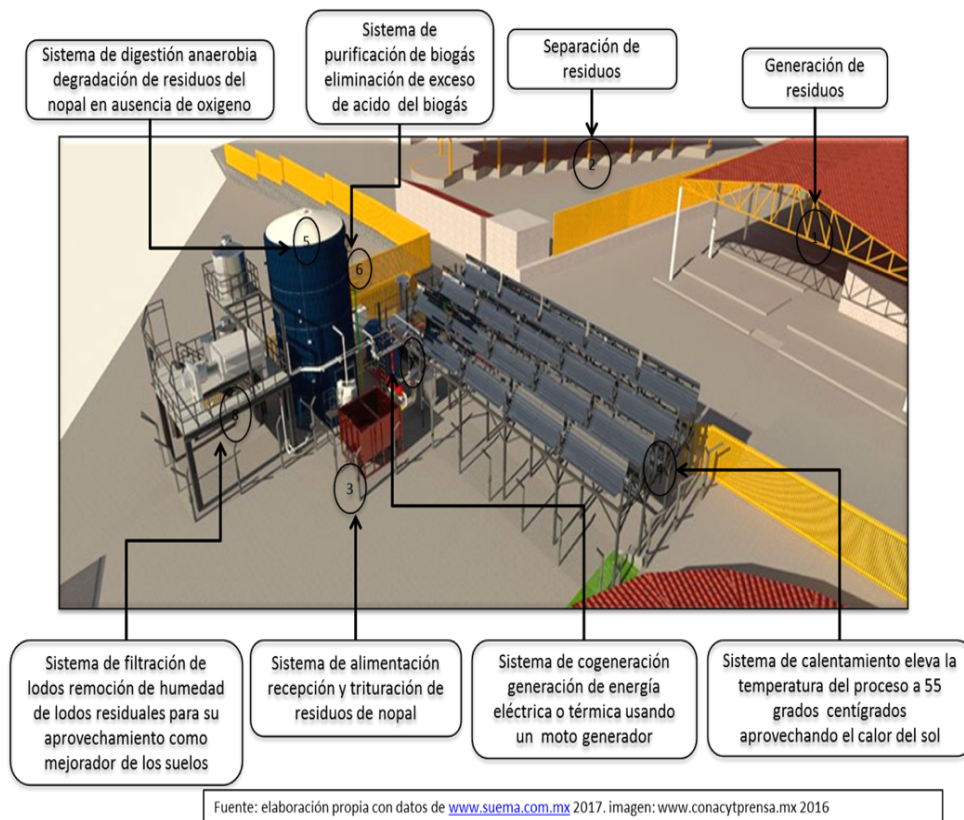


Tabla 21. Componentes del biogás producido en un día

Proyecto: RESIDUOS DE NOPAL VERDURA

Título: Analizando 170 m3 (production biogas por medio de biodigestor)
 Método: Eco-indicator 99 (E) V2.05 / Europe EI 99 E/A
 Compartimento: Todos los compartimentos
 Por sub-compartimento: No
 Unidades predeterminadas: No
 Indicador: Inventario
 Modo relativo: No

No	Sustancia	Compartimento	Unidad
1	Biomass	Crudo	tn.lg
2	Carbon dioxide	Aire	kg
3	Heat, waste	Aire	MJ
4	Mercury	Aire	µg
5	Methane	Aire	g
6	Nitrogen oxides	Aire	g
7	NM VOC, non-methane volatile organic compounds, unspecified origin	Aire	g
8	Radon-222	Aire	Bq
9	Sulfur oxides	Aire	g
10	Nitrate compounds	Agua	ton
11	Compost	Desecho	ton

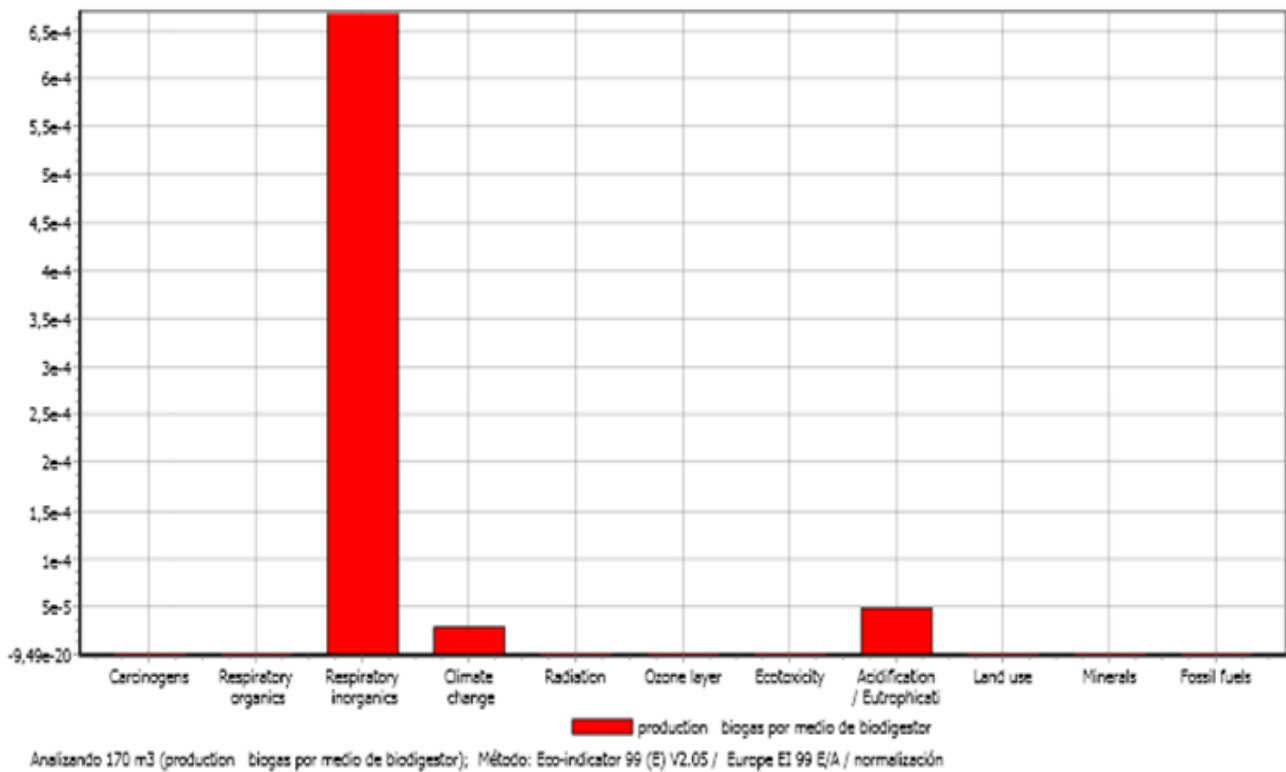
Fuente: elaboración propia, con el software SimaPro (herramienta del ACV), 2022.

Para el caso de la generación de biogás por medio del biodigestor considerando la producción diaria de 170m3, los resultados de impacto ambiental son 11 las sustancias químicas inorgánicas y orgánicas que componen el biogás, (biomasa, dióxido de carbono, mercurio, metano, óxido de nitrógeno, etcétera). Así como también muestra en donde puede causar un impacto (agua, suelo y aire) y las unidades de medición para cada sustancia (toneladas, kilogramos, gramos y mega julios) (Ver gráfico 13 y 14).

Gráfico 13. Categoría de impacto del biogás por día

Proyecto: RESIDUOS DE NOPAL VERDURA

Título: Analizando 170 m3 (production biogas por medio de biodigestor)
Método: Eco-indicator 99 (E) V2.05 / Europe EI 99 E/A
Indicador: Normalización
Por categoría de impacto: Sí
Omitir categorías: Nunca
Modo relativo: No



Fuente: elaboración propia, con el software SimaPro, 2022.

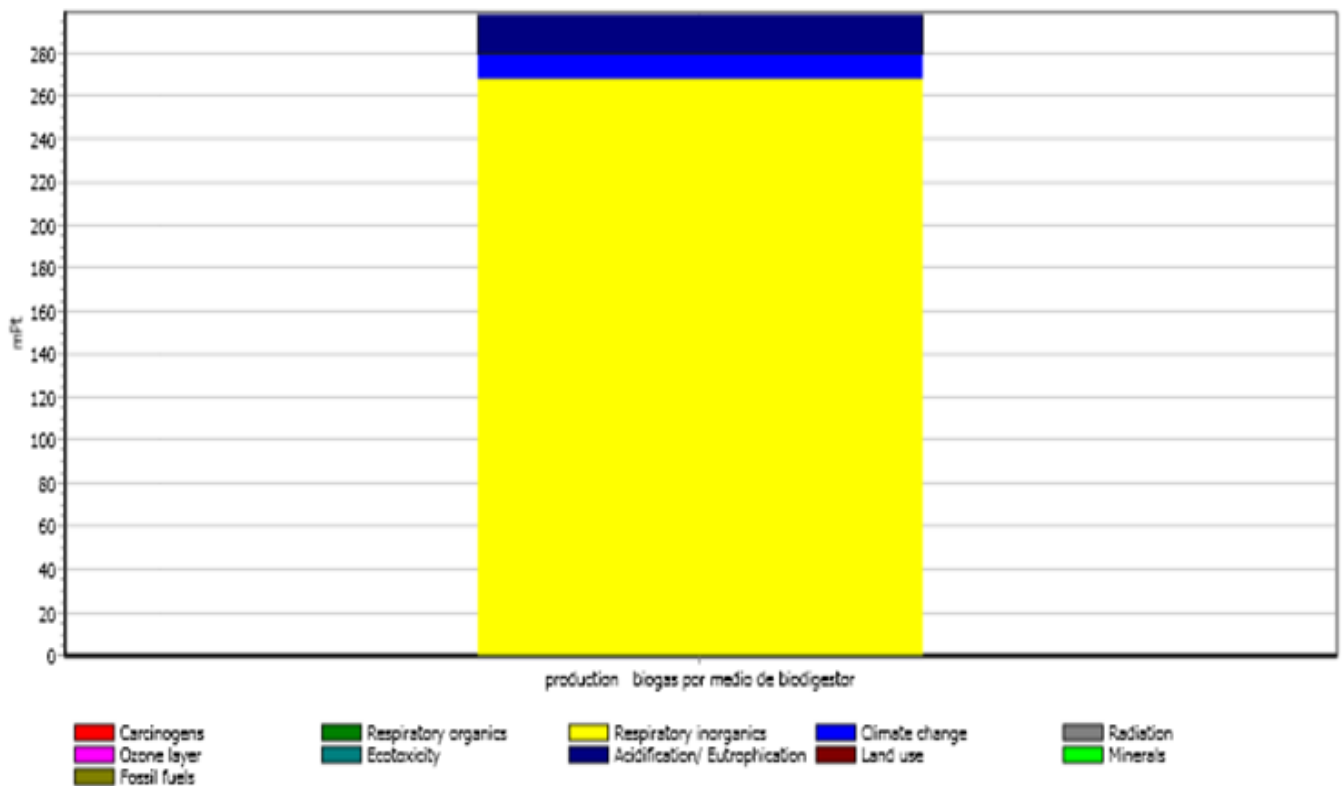
Los resultados de impacto ambiental mostrados en este grafico son en la respiración de inorgánicos, en el cambio climático, en la acidificación y eutrofización

ocasionadas por el consumo energético de la producción del biogás, así como también por el propio proceso.

Gráfico 14: Puntuación única por categoría biogas

Proyecto: RESIDUOS DE NOPAL VERDURA

Título: Analizando 170 m3 (production biogas por medio de biodigestor)
 Método: Eco-indicator 99 (E) V2.05 / Europe EI 99 E/A
 Indicador: Puntuación única
 Por categoría de impacto: Sí
 Omitir categorías: Nunca
 Modo relativo: No



Analizando 170 m3 (production biogas por medio de biodigestor); Método: Eco-indicator 99 (E) V2.05 / Europe EI 99 E/A / puntuación única

Fuente: elaboración propia, con el software SimaPro, 2022.

Los resultados de impacto ambiental para el caso del gráfico 14 muestran una manera de puntuación única poniendo énfasis en el cambio climático, la acidificación, la eutrofización y la respiración de inorgánicos.

Tabla 22. Componentes del Gas LP producido en un día

Proyecto: Gas LP

Título: Comparando 1,7E3 m3 (LPG into industrial boilers)
 Método: Eco-indicator 99 (E) V2.05 / Europe E1 99 E/E
 Compartimento: Todos los compartimentos
 Por sub-compartimento: Sí
 Unidades predeterminadas: No
 Indicador: Inventario
 Modo relativo: No

No	Sustancia	Compartimento	Subcompartimento
1	Wood and wood waste, 9.5 MJ per kg	Crudo	
2	Coal, 26.4 MJ per kg, in ground	Crudo	in ground
3	Gas, natural, 46.8 MJ per kg, in ground	Crudo	in ground
4	Limestone, in ground	Crudo	in ground
5	Oil, crude, 42 MJ per kg, in ground	Crudo	in ground
6	Uranium, 2291 GJ per kg, in ground	Crudo	in ground
7	Acrolein	Aire	
8	Aldehydes, unspecified	Aire	
9	Ammonia	Aire	
10	Antimony	Aire	
11	Arsenic	Aire	
12	Benzene	Aire	
13	Beryllium	Aire	
14	Cadmium	Aire	
15	Carbon dioxide, biogenic	Aire	
16	Carbon dioxide, fossil	Aire	
17	Carbon monoxide	Aire	
18	Chlorine	Aire	
19	Chromium	Aire	
20	Cobalt	Aire	
21	Dinitrogen monoxide	Aire	
22	Dioxins, measured as 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin	Aire	
23	Ethene, tetrachloro-	Aire	
24	Ethene, trichloro-	Aire	
25	Formaldehyde	Aire	
26	Hydrogen chloride	Aire	
27	Hydrogen fluoride	Aire	
28	Kerosene	Aire	
29	Lead	Aire	
30	Manganese	Aire	
31	Mercury	Aire	
32	Metals, unspecified	Aire	
33	Methane	Aire	
34	Methane, dichloro-, HCC-30	Aire	
35	Methane, tetrachloro-, CFC-10	Aire	
36	N-Nitrodimethylamine	Aire	
37	Naphthalene	Aire	
38	Nickel	Aire	
39	Nitrogen oxides	Aire	
40	NM/OC, non-methane volatile organic compounds, unspecified origin	Aire	
41	Organic substances, unspecified	Aire	
42	Particulates, < 10 um	Aire	
43	Particulates, unspecified	Aire	
44	Phenol	Aire	
45	Radioactive species, unspecified	Aire	
46	Selenium	Aire	
47	Sulfur oxides	Aire	
48	Acidity, unspecified	Agua	
49	Ammonia	Agua	
50	BOD5, Biological Oxygen Demand	Agua	
51	Boron	Agua	
52	Cadmium, ion	Agua	
53	Calcium, ion	Agua	
54	Chloride	Agua	
55	Chromate	Agua	
56	Chromium	Agua	
57	COD, Chemical Oxygen Demand	Agua	
58	Cyanide	Agua	
59	Fluoride	Agua	
60	Iron	Agua	
61	Lead	Agua	
62	Manganese	Agua	
63	Mercury	Agua	
64	Metallic ions, unspecified	Agua	
65	Nitrate	Agua	
66	Oils, unspecified	Agua	
67	Organic substances, unspecified	Agua	
68	Phenol	Agua	
69	Phosphate	Agua	
70	Sodium, ion	Agua	

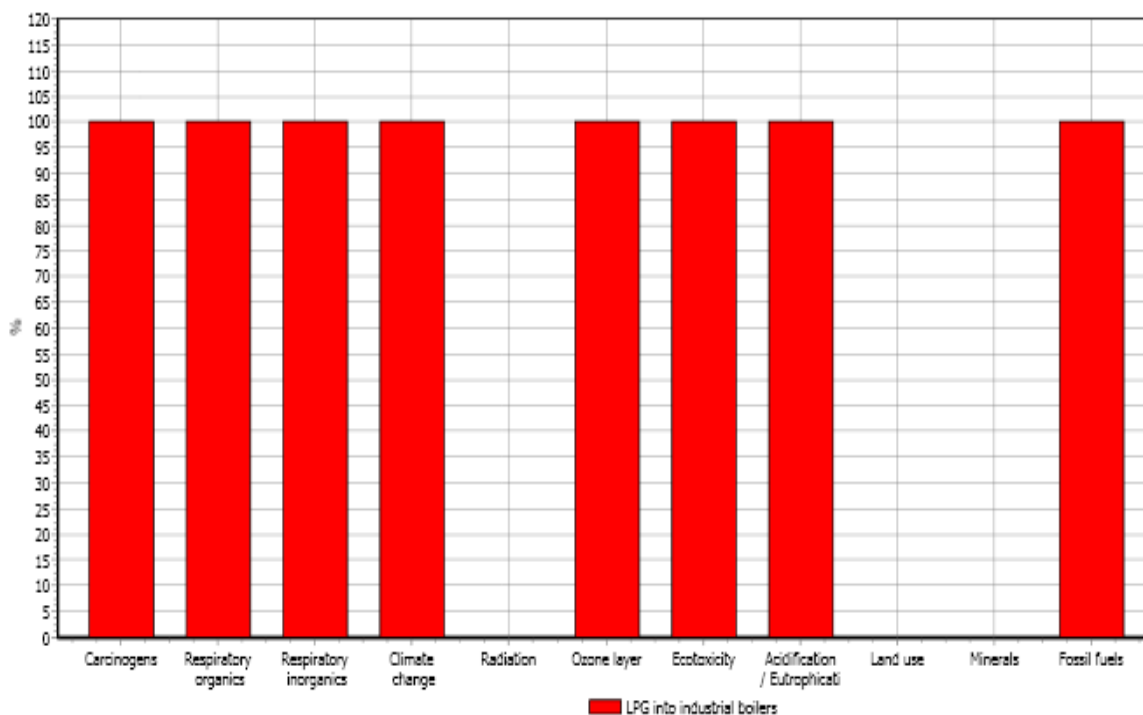
Fuente: elaboración propia, con el software SimaPro (herramienta del ACV), 2022.

Para el caso de la generación de Gas LP, considerando la comparación entre la producción diaria de 170m³ de Biogás por medio de un biodigestor y por los medios convencionales de producción y transporte de Gas LP, los resultados de impacto ambiental muestran más de 70 sustancias químicas inorgánicas y orgánicas dañinas a diferencia del Biogás que genera sustancias que se encuentran en el suelo, aire y agua naturalmente.

Gráfico 15. Categoría de impacto del Gas LP por día

Proyecto: Gas LP

Título: Comparando 1,7E3 m³ (LPG into industrial boilers)
 Método: Eco-indicator 99 (E) V2.05 / Europe EI 99 E/E
 Indicador: Caracterización
 Omitir categorías: Nunca
 Modo relativo: No



Comparando 1,7E3 m³ (LPG into industrial boilers); Método: Eco-indicator 99 (E) V2.05 / Europe EI 99 E/E / Caracterización

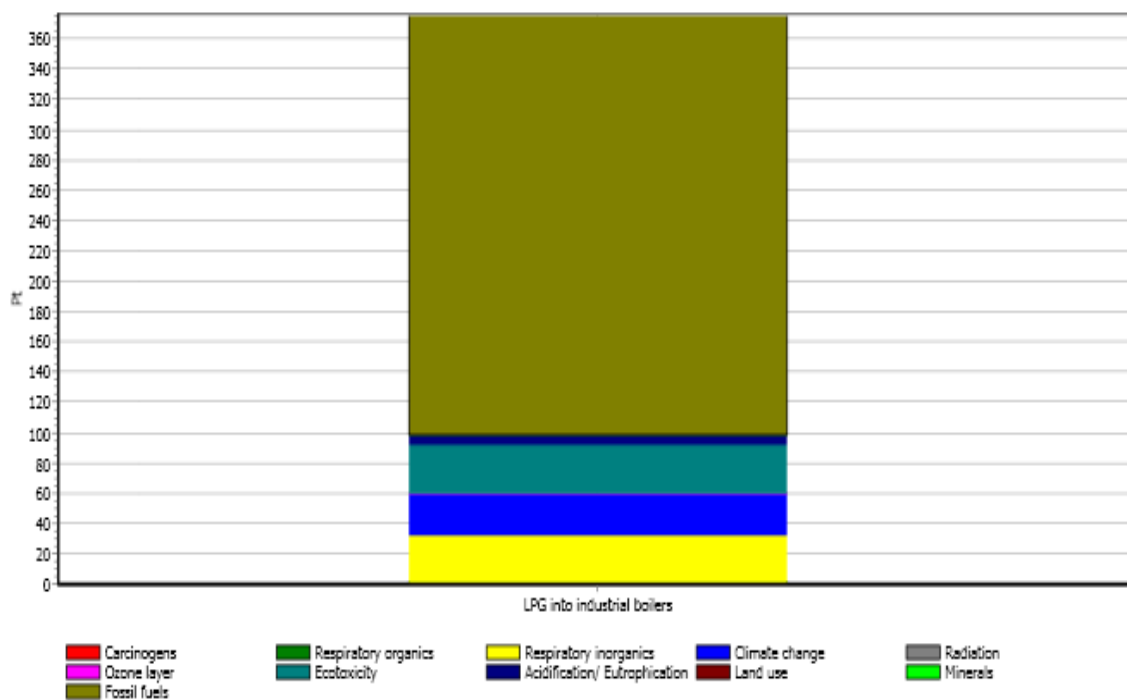
Fuente: elaboración propia, con el software SimaPro, 2022.

Los resultados de impacto ambiental del Gas LP del gráfico 15, nos muestran que son cancerígenos (a través de la respiración de orgánicos e inorgánicos), en el cambio climático (por la generación de GEI), en la acidificación y eutrofización, en sus efectos sobre la capa de ozono, en la ecotoxicidad, entre otros. Impactos ocasionados por el consumo energético de la producción del Gas LP, así como también por el propio proceso de extracción y transporte de este.

Gráfico 16. Puntuación única por categoría gas LP

Proyecto: Gas LP

Título: Comparando 1,7E3 m3 (LPG into industrial boilers)
 Método: Eco-indicator 99 (E) V2.05 / Europe EI 99 E/E
 Indicador: Puntuación única
 Por categoría de impacto: Sí
 Omitir categorías: Nunca
 Modo relativo: No



Comparando 1,7E3 m3 (LPG into industrial boilers); Método: Eco-indicator 99 (E) V2.05 / Europe EI 99 E/E / puntuación única

Fuente: elaboración propia, con el software SimaPro, 2022.

Los resultados para el caso del gráfico 16 de impacto ambiental se muestra una manera de puntuación única poniendo énfasis en la gran cantidad de componentes químicos que provocan impactos en el cambio climático, la acidificación y la eutrofización, en la respiración de inorgánicos y orgánicos, en la capa de ozono, ecotoxicidad y en el uso de combustibles fósiles. Impactos ocasionados por el consumo energético de la producción del Gas LP, así como también por el propio proceso de extracción y transporte de este.

Complementando el estudio de costos económicos, ambientales y sociales, se realizó una investigación cuantitativa para conocer la cantidad de CO₂ que se emite al transportar las 12 toneladas de residuos de nopal verdura del centro de transferencia de la Alcaldía de Milpa Alta al centro de recolección del bordo poniente (Ver tabla 23).

La tabla número 23 nos refuerza la idea de, a menor consumo de combustibles fósiles, se contribuye a la mitigación y adaptación ante el cambio climático. El uso de nopal verdura para obtener biocombustible, genera a su vez biogás, calor y electricidad.

Los datos presentados en el gráfico 16 representan la distancia que recorre un camión que se utiliza para transportar los residuos del nopal verdura de ida y de vuelta del punto A al punto B. El consumo de combustible que se utiliza en dicho transporte, la cantidad de CO₂ que se emite en un día y en año, asimismo la cantidad económica que se tiene que pagar al gobierno de la CDMX por este transporte.

Otro resultado de esta investigación es la implementación en los hogares de biodigestores de menor escala, los cuales generan tres horas de uso de biogás al día por cada tres kilos de residuos de nopal, resulta realmente atractivo si consideramos que cada día en el centro de acopio del nopal verdura en la Alcaldía de Milpa Alta se reúnen en promedio 400 productores y comerciantes de nopal.

Si cada uno de ellos se llevara a su casa tres kilos de los residuos de nopal verdura que generan para alimentar sus biodigestores en casa, se lograría aprovechar la totalidad de las 12 toneladas de residuos y podrían generar biogás para sus

hogares, lo cual les serviría para y calentar agua para bañarse, reduciendo enormemente la cantidad de CO2 emitido por el consumo de Gas LP y beneficiando la economía familiar.

Tabla 23. Cantidad de CO2 emitida y cantidad económica por día y por año

No. ECCO	Tipo	Marca	Modelo	Año	Rendimiento de diésel	Unidad de medición
162	Tracto camión	FAMSA	861-K1	83-84	1.00	Km/lt
162	Tracto camión	DINA	861-K1	83-84	1.00	Km/lt
162/751	Tracto camión	DINA	861-K1	1989	1.00	Km/lt
162	Tracto camión	DINA		1997	1.50	Km/lt
162	Tracto camión	DINA	94435060	1998	1.50	Km/lt
162	Tracto camión	FREGHLI NER	FLD	2001	2.00	Km/lt
162	Tracto camión	Internatio nal	9200	2003	2.00	Km/lt

Fuente: Caminos y puentes Federales 2004

Capítulo VII. Aplicación del software de Sensitividad de Vester

La recomendación del programa de Vester sugiere como antecedente del tema, la descripción del sistema a estudiar y posteriormente de forma sistémica metodológica el desarrollo del juego de variables, con la recolección de información y opiniones de los actores y expertos en el tema (productores de nopal verdura, pobladores representantes comunitarios y autoridades de organizaciones gubernamentales y representantes de la Alcaldía Milpa Alta), con la clara intención de revisar y detallar la descripción del sistema como caso práctico.

Una vez comprendido el sistema, se realiza una lluvia de ideas entre las personas involucradas, formulando preguntas y registrando las opiniones de los distintos actores.

Presentando la planeación de un sistema con problemas específicos de la biorregión (variables del sistema), mismos que proporcionan la información necesaria para elaborar la matriz de criterios de acuerdo con su importancia en el sistema. Posteriormente en la matriz de influencia se consideró el grado de intensidad de influencia de todas y cada una de las variables a estudiar.

Posteriormente y como siguiente paso se busca la perspectiva de las variables en el sistema descrito anteriormente con la intención de lograr un reparto de roles gráficamente y explicar cada una de las indicaciones trascendentales y su papel en todo el sistema.

La estructura de efectos (o tejido de interacciones) se construye sobre la base de las relaciones esenciales actuales, se analiza e interpreta cibernéticamente con las diferentes herramientas. En los escenarios parciales se pueden añadir nuevas variables, se investigan preguntas detalladas y se examina con simulaciones en escenarios de tipo "si..., entonces...".

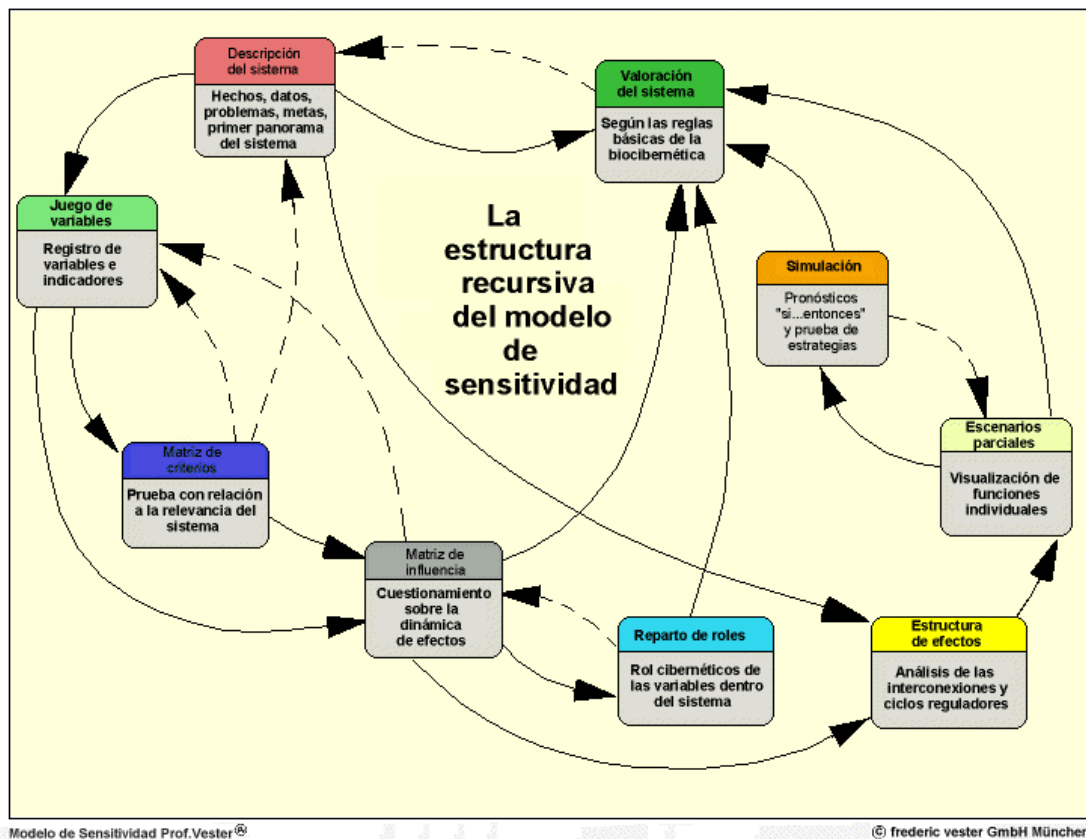
En la herramienta evaluación del sistema, se puede revisar la sustentabilidad de este con ocho reglas biocibernéticas, en donde todos los pasos se trabajan recursivamente como se muestra en la gráfica (estructura recursiva del modelo de sensibilidad) entendiendo que el sistema en cuestión puede ser de carácter recursivo, es decir integrar distintas variables con características similares en una sola y también agregar nuevas variables desarrolladas al paso de la investigación. De tal forma que no es necesario llevar un orden establecido, pero sí adaptarse a las características y necesidades del sistema en cuestión (Gráfica 17).

Esta herramienta ayuda a obtener información y a delimitar su sistema reuniendo la primera colección de variables. En aplicación de la metodología de Vester a nuestro

tema de estudio se realizaron una serie de pasos que ayudaron a conseguir resultados concretos para su análisis y cumplir con los objetivos de investigación.

Como antecedente del tema se describe el sistema y su delimitación en el cual nos enfocamos para su mejor comprensión. En esta investigación, la bioregión es delimitada por la microcuenca de Milpa Alta CDMX, vista como la unidad ambiental de análisis de la cual tomaremos indicadores sociales, ambientales y biogeofísicos a una escala detallada para la microcuenca de la biorregión de Milpa Alta CDMX.

Gráfico 17. La estructura recursiva del modelo de sensibilidad



Fuente: Manual de métodos, Modelo de Sensitividad de Vester, 2004.

La investigación propone un sistema integral para el manejo de residuos del nopal como fuente de energía menos contaminante por medio de ecotecnologías para procesar los residuos del nopal verdura y de esta manera contribuir a la mitigación de los daños causados por el cambio climático, al disminuir el volumen de los residuos orgánicos, lo que ayudará a reducir el impacto ambiental ocasionado por los Gases Efecto Invernadero (GIE) y por la descomposición orgánica.

Posteriormente y de forma metodológica se desarrollaron una serie de **pasos** para la obtención de datos e información necesarios para este estudio, los cuales se describen a continuación:

1. Definir los elementos que integran el sistema para el cual se realizaron talleres donde participamos Karla Esther Almanza Rodríguez (responsable) y Miguel Ángel Bribiesca Cazares (ayudante) con la intencionalidad de obtener una **clasificación de variables del sistema, identificación de problemáticas y bienes naturales**.

Esta información a nivel local y regional se obtuvo mediante entrevistas hechas a funcionarios, representantes de productores de nopal en Milpa Alta, actores clave y con las visitas a plantas generadoras de biogás en Zitácuaro Michoacán y centro de acopio Milpa Alta CDMX, así como también las actividades realizadas en los talleres rurales participativos en las comunidades de en Santa Ana Tlacotenco y San Lorenzo Tlacoyucan, Milpa Alta, CDMX, los días 30 y 31 de agosto del 2017, contribuyendo a identificar grupalmente problemáticas diferentes (**variables**) a las ya detectadas, las cuales se organizaron de acuerdo a los cinco activos de los Medios de Vida Sustentable, es decir, *humano, natural, social, físico y financiero*, en donde además se establecen interacciones entre sus procesos, así como sus causas y efectos (Véase imagen 8).

Imagen 8. Comunidades de Santa Ana Tlacotenco (izquierda) y San Lorenzo Tlacoyuca (derecha) Milpa Alta, CDMX, 30 y 31 de agosto 2017



Fuente: elaboración propia acervo fotográfico personal, 2017.

La importancia de identificar los riesgos y la vulnerabilidad por parte de las comunidades tiene como punto de partida la concientización y reconocimiento de los factores que pueden estar ocasionando escenarios de vulnerabilidad, así como los riesgos potenciales derivados. Esto contribuye a reducir la probabilidad de que ocurran a través de la formulación de políticas, estrategias y planes, que ayuden a prevenir los riesgos actuales, y atenuar sus vulnerabilidades con base en el trabajo colectivo y a través de procesos participativos.

La gestión del riesgo es socialmente relevante porque busca mejorar las condiciones de bienestar de las comunidades y la preservación de sus medios de vida (Gobierno Regional del Cusco, 2011).

En virtud de la importancia de la gestión del riesgo en procesos adaptativos, a través de los Talleres Rurales Participativos (TRP), se lograron recabar las distintas percepciones del riesgo y vulnerabilidad de las comunidades. La actividad consistió en desarrollar una matriz con los riesgos y vulnerabilidades que pudieran estar

afectando a los activos (humano, natural, social, físico y financiero) de los agroecosistemas y sus comunidades, así como sus causas y efectos.

Se definió el grado de afectación en un rango de 0 a 3, en donde 0 correspondía a una afectación nula, 1 poco, 2 regular y 3 mucho. En esa misma matriz y respecto a los riesgos y vulnerabilidades detectadas (variables de Vester), se preguntó acerca de los grupos, sectores o personas más impactadas por los efectos de estos, pero también las acciones que están emprendiendo en la actualidad para contrarrestar los efectos negativos y las futuras estrategias y acciones que deberían emprender.

Los riesgos y vulnerabilidades identificadas fueron las que determinaron nuestro juego de variables y nuestra matriz de criterios del modelo sistémico (Ver tablas 24 y 25).

Tabla 24. Juego de variables del modelo sistémico

Variables	Descripción de las variables del sistema
<p>1. Cambio climático en Milpa Alta CDMX.</p>	<p>El cambio climático es un cambio en la distribución estadística de los patrones meteorológicos durante un periodo prolongado de tiempo (décadas a millones de años). En Milpa Alta como en el resto de las Subcuencas de la Ciudad de México (CDMX) este fenómeno puede referirse a un cambio en las condiciones promedio del tiempo o en la variación temporal meteorológica de las condiciones promedio a largo plazo (más o menos fenómenos meteorológicos extremos). Está causado por factores como procesos bióticos, variaciones en la radiación solar recibida por la Tierra, tectónica de placas y erupciones</p>

	<p>volcánicas. Sin embargo, se han identificado ciertas actividades humanas como el uso de vehículos de motor alimentado con energías de origen fósil (combustóleos y gas natural) como causas significativas del cambio de clima reciente.</p>
<p>2. Calentamiento global y su variabilidad de clima en la microcuenca de Milpa Alta</p>	<p>Llamamos al resultado calentamiento global, pero está provocando una serie de cambios en el clima de la Tierra o patrones meteorológicos a largo plazo que varían según el lugar. Conforme la Tierra gira cada día, este nuevo calor gira a su vez recogiendo la humedad de los océanos, aumentando aquí y asentándose allá. Está cambiando el ritmo del clima al que todos los seres vivos nos hemos acostumbrado. La microcuenca de Milpa Alta se está secando, la fauna y la flora lucha para no emigrar, según palabras de habitantes originarios de Milpa Alta. “Cada vez es más indudable que especies de plantas, insectos y animalitos ya no se ven como antes”. Los humanos han causado la mayor parte del calentamiento del siglo pasado, mediante el consumo indiscriminado de energías de origen fósil que causan la emisión de gases que retienen el calor, para potenciar nuestra vida moderna.</p>
<p>3. Gases de efecto invernadero.</p>	<p>La vida en la Tierra depende de la energía que recibe del Sol, cerca de la mitad de la luz que llega a la atmósfera terrestre pasa a través del aire y las nubes para llegar a la superficie donde se absorbe y luego es irradiado nuevamente en forma de calor (ondas infrarrojas). De este calor el</p>

90% es absorbido por los gases de efecto invernadero y devuelta hacia la superficie que la ayuda a calentar hasta una temperatura promedio de 15 grados Celsius perfecto para la vida, es conocido como el Efecto Invernadero. Los gases de efecto invernadero principales son:

El vapor de agua, el más abundante y funciona como un gas que actúa en retroalimentación con el clima, a mayor temperatura de la atmósfera, más vapor, más nubes y más precipitaciones.

Dióxido de carbono (CO₂), un componente menor, pero muy importante de la atmósfera. Se libera en procesos naturales como la respiración y en erupciones volcánicas y a través de actividades humanas como la deforestación, cambio en el uso de suelos y la quema de combustibles fósiles. Desde el inicio de la Revolución Industrial (aproximadamente 1760) la concentración de CO₂ ha aumentado en un 43% (para el 2013).

Metano, un gas hidrocarburo que tiene origen natural y resultado de actividades humanas, que incluyen la descomposición de rellenos sanitarios, la agricultura (en especial el cultivo de arroz), la digestión de rumiantes y el manejo de desechos de ganado y animales de producción. Es un gas más activo que el dióxido de carbono, aunque menos abundante.

	<p>Óxido nitroso, gas invernadero muy poderoso que se produce principalmente a través del uso de fertilizantes comerciales y orgánicos, la quema de combustibles fósiles, la producción de ácido nítrico y la quema de biomasa.</p> <p>Los Clorofluorocarbonos (CFCs), son compuestos sintéticos de origen industrial que fueron utilizados en varias aplicaciones, ahora ampliamente regulados en su producción y liberación a la atmósfera para evitar la destrucción de la capa de ozono.</p>
<p>4. Contaminación del aire</p>	<p>La contaminación del aire es una mezcla de partículas sólidas y gases en el aire. Las emisiones de los automóviles, vehículos de transporte público, camiones y camionetas de carga que transportan a la producción del nopal con destino a centros de distribución, los compuestos químicos de algunas fábricas, el polvo, el polen y las esporas de moho pueden estar suspendidas como partículas. Otro componente es el ozono, que es un gas fundamental (smog) de la contaminación del aire en las ciudades y de las cuencas (CDMX).</p>
<p>5. Contaminación al agua</p>	<p>La contaminación al agua causada por las actividades humanas se comienza a producir desde los primeros intentos de industrialización, para transformarse luego en un problema tan habitual como generalizado. Generalmente en la microcuenca de Milpa Alta, la contaminación del</p>

	<p>agua se produce a través de la introducción directa o indirecta en los acuíferos o cauces de agua (arroyos, pozos artesanos y ojos de agua) de diversas sustancias que pueden ser consideradas como contaminantes. Los ecosistemas tienen la capacidad de limpiarse si reciben pequeñas cantidades de contaminantes, y retomar el equilibrio. El problema comienza cuando los contaminantes superan la capacidad de absorción del sistema, provocando una saturación de químicos contaminantes. Un ejemplo para el caso de la microcuenca de Milpa alta es la pavimentación de veredas y caminos con pavimento altamente contaminante de los mantos acuíferos y la red de servicio de drenajes y aguas públicas que, en muchas ocasiones, debido a fugas en las redes se mezclan los líquidos.</p>
<p>6. Contaminación al subsuelo</p>	<p>Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) al menos 25 mil personas mueren cada día en el mundo por causas derivadas del consumo de agua contaminada. La contaminación más común y difundida es la que producen los pozos negros y fosas sépticas, que contaminan con materia fecal y desperdicios domésticos el subsuelo y las aguas subterráneas. Esta contaminación en la Microcuenca de Milpa Alta puede llegar a pozos de agua para consumo humano o riego, y puede provocar graves</p>

	enfermedades, ya sea a través del consumo directo o de alimentos contaminados.
7. Mayores variaciones climáticas en corto tiempo e impredecibles	En el ámbito ambiental, la problemática que prevaleció en los dos agroecosistemas de estudio, pero también en todo Milpa Alta, fue la notable variación climática en la última década, como resultado de los efectos del cambio climático. Las principales manifestaciones han sido las sequías prolongadas y las granizadas atípicas, así como la cada vez más difícil predicción del clima y el desfase en las estaciones del año. Esto ha originado menores producciones e incluso la pérdida total de los cultivos, en donde el nopal en cuanto a superficie afectada resulta el más relevante.
8. Nuevas plagas y enfermedades	El aumento de plagas y enfermedades ocasionadas por la aplicación de abono orgánico contaminado ocasiona la disminución de la producción de los cultivos e incluso la pérdida total de las plantas. Aunado a la degradación y erosión de suelos, uso indiscriminado de agroquímicos provocan la contaminación de mantos freáticos, los suelos y provocan el cambio climático, una baja en la producción agrícola, un mayor requerimiento de insumos y ocasionan menores Ingresos para los campesinos.
9. Tala inmoderada	Tala montes de otros estados como Morelos y Michoacán utilizan los bosques como recurso para venta sin permisos regulados provocando la

	falta de agua, la disminución en la recarga de mantos acuíferos que sirven a la comunidad de Milpa Alta.
10. Comunidades productoras de nopal en Milpa Alta	Los doce pueblos de Milpa Alta están divididos en barrios. Estos barrios tienen su propia organización que funciona a nivel comunitario. Se estima que en la delegación Milpa Alta existen aproximadamente 8,905 productores de nopal
11. Cambio de forma de vida sociocultural, económica y ambiental.	El incremento más intenso de la expansión urbana y el abandono de la agricultura, personas que estudian carreras sin relación con la agricultura, poca remuneración de la actividad agrícola y pérdida de transmisión del valor de la agricultura de padres a hijos son los riesgos con un mayor nivel de afectación.
12. Falta de liderazgo y pérdida de cohesión comunitaria	La pérdida de cohesión comunitaria, la instauración de una diversidad de partidos políticos derivados de los tradicionales (PRI, PAN, PRD) que provocaron la pérdida de prácticas culturales contribuyendo a la contraposición de visiones urbanas y rurales de la comunidad dan como resultado la desorganización de los productores de nopal, la pérdida de interés de los líderes de las organizaciones preponderantes en Milpa Alta, como las comunales y las ejidales.
13. Falta de acceso a recursos económicos, técnicos y apoyos	La fuerte presión que ejercen estas organizaciones obliga a las instituciones públicas (SAGARPA, CORENA, SEDEREC) a otorgar los apoyos exigidos, a través de mecanismos como el

<p>mal enfocados para la agricultura</p>	<p>cierre de oficinas e incluso de calles, esto resulta inaudito ya que muchos de los miembros de estas organizaciones no son productores o no cumplen con las reglas de operación de los apoyos gubernamentales. Entonces, los productores más vulnerables, pocas veces acceden a los apoyos gubernamentales.</p>
<p>14. Competencia desleal en la comercialización del nopal</p>	<p>La competencia desleal que predomina entre los mismos productores de Milpa Alta, pero también por parte de los del Estado de Morelos, estos últimos, ocupan lugares en el centro de acopio de Milpa Alta que deberían estar destinados a los productores de esta comunidad; pero además, ofrecen su producción a menores precios que los proporcionados por los productores de Milpa Alta, los cuales producen bajo condiciones precarias, y bajar los precios de venta de su producción resulta casi imposible y provoca la menor posibilidad de competir con otros productos similares de mayor promoción. Esto es una problemática social de fuerte impacto en Milpa Alta.</p>
<p>15. Falta de capacitación y asesoría agrícola</p>	<p>Falta de capacitación para transformación del nopal, junto con pocos apoyos para capacitación y la falta de difusión de programas de apoyo provoca menores oportunidades para las comunidades productoras de nopal en Milpa Alta.</p>
<p>16. Mano de obra especializada</p>	<p>En el Centro de Acopio de Milpa Alta realizar los distintos procesos de transformación del nopal se</p>

	<p>utiliza mano de obra especializada, trabajo que realizan principalmente las mujeres. Las labores de cultivo y cosecha lo realizan principalmente los hombres.</p>
<p>17. Iniciativa privada en Milpa Alta y su relación con la producción agrícola</p>	<p>La producción semiindustrial del nopal verdura en Milpa Alta se caracteriza por ser una microindustria en desarrollo con una tecnología que va de lo artesanal a la adaptación gradual de la mecanización que se ha ido adecuando a las características inherentes del producto. Existen alrededor de 30 industrias transformadoras de nopal, destacando la de “Moles Azteca” (beneficiadora del Carmen), “NopalMex”, “JESHAR”, “LAMB”, “Productos Milpa Alta”, “Hueyetlauili Tlacotense” y “Nopaltlalli” entre otras, las cuales procesan nopales (desespinado, rebordeado y picado). No existen estándares de calidad en los productos elaborados debido a que se procesan de manera semiindustrial y artesanal (SEMARNAT 2005).</p>
<p>18. Falta de infraestructura hídrica para uso doméstico</p>	<p>La deficiente y fracturada infraestructura hídrica para uso familiar se debe principalmente al uso de materiales para su construcción de mala calidad provocando la falta de agua para las comunidades.</p>
<p>19. Cultivo y producción de nopal en Milpa Alta</p>	<p>Con respecto a Milpa Alta destaca por tener el mayor número de hectáreas en producción de nopal con 1 616.23, que respecto al total de la entidad, participa con 76.8%, pero referente al</p>

	<p>total de la superficie plantada destinada al nopal, que tiene la demarcación (1 659.71 ha) representa 97.4 por ciento cuantitativamente en la superficie cultivada, la cual pasó de 4,159 hectáreas en el 2000 a 4,336 hectáreas en el 2005, en donde cada hectárea produce en promedio de 80 a 90 toneladas por año.</p>
<p>20. Falta difusión de los beneficios del nopal</p>	<p>Falta de estrategias para la difusión de las propiedades del nopal y los distintos subproductos que se pueden obtener por medio de procesos de transformación del nopal (cometidos, pinturas, medicinas y alimentos)</p>
<p>21. Comercialización del nopal en Milpa Alta</p>	<p>Entendiendo a la comercialización del nopal verdura en Milpa Alta, como el conjunto de agentes como productores e intermediarios por los que pasa el producto desde que sale de la producción agrícola, hasta que llega al consumidor final, podríamos desglosar que abarca aspectos como el “acopio, preparación para el consumo y distribución, es decir todo el proceso post productivo hasta llegar al consumidor final”, donde se necesita el uso-consumo de energías de origen fósil para su transporte y distribución.</p>
<p>22. Generación y almacenamiento de residuos del nopal</p>	<p>Actualmente, uno de los problemas se presenta en el centro de acopio en Milpa Alta CDMX y otros centros de distribución, es el impacto ambiental que crean estos residuos expuestos a cielo abierto. Provocando la generación de gas</p>

	<p>metano causal del efecto invernadero, lixiviados que contaminan el subsuelo, aguas y olores desagradables. En el centro de acopio de Milpa Alta se generan en promedio de ocho a diez toneladas de residuos de nopal. El problema de los residuos orgánicos e inorgánicos que generan GEI en México es muy grande: como parte del Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (PNPGIR, 2009-2012) se reportó la generación de 94,800 toneladas diarias de residuos orgánicos en los cuales se contabilizan los del nopal, lo que significa 34.6 millones de toneladas anuales, cuya composición aproximada es: 53% de residuos orgánicos y 47% de inorgánicos; de estos últimos, 28% es potencialmente reciclable y 19% corresponde a residuos no aprovechables.</p>
<p>23. Variabilidad en los precios del nopal verdura</p>	<p>La saturación del mercado y la falta de canales de comercialización local y regional, han provocado la desregulación de los precios del nopal; aunado a la poca o nula coordinación de los productores a la hora de vender su producto; en su conjunto, conforman una de las más relevantes problemáticas en períodos de producción alta (abril- septiembre), ya que el precio de este se desploma por completo.</p>
<p>24. Falta de fortaleza en la producción sostenida</p>	<p>La necesidad de nuevas tecnologías para lograr una producción que se igual en todos los meses</p>

	del año es básica lograr el desarrollo y producción del nopal.
25. Mala ubicación de mercado (centro de acopio)	El diseño del centro de acopio del nopal dificulta la entrada a camiones grandes debido a su mala ubicación (calles demasiado angostas), por lo tanto, quien desea comprar altas cantidades de nopal lo hace en Morelos donde es posible el acceso a prácticamente cualquier vehículo de carga y la falta de canales de comercialización local y regional.
26. Apoyos con recursos limitados	La Unión Nacional de Trabajadores Agrícolas (UNTA) y la Confederación Nacional de Campesinos (CNC), las cuales han venido obteniendo los mayores beneficios para sí mismos y sus simpatizantes. Los productores no tienen los recursos para pagar un seguro y las instituciones gubernamentales ofrecen muy pocos y de bajos recursos

Fuente: elaboración propia (marzo de 2018).

La obtención del juego de 26 variables sirvió principalmente para conocer las principales problemáticas en los distintos sectores de las comunidades productoras de nopal en la microcuenca de Milpa Alta, pero también para completar las variables del Sistema de Vester y así describir y delimitar nuestro sistema. Estos datos son muy relevantes a la hora de tomar decisiones y obtener el resultado del sistema en el que se trabaja.

2. El paso dos, consistió en realizar la matriz de criterios del modelo sistémico que resulta apropiada para completar el juego de variables. Si bien el modelo

debe cubrir todos los aspectos analizados en la matriz, no debe ser redundante en la descripción del sistema y de la problemática en cuestión.

Es importante la interpretación de la matriz de criterios debido a que ayuda -como dice en el manual de Vester-, a reducir las variables que tienen características en común a un conjunto manejable (de las 26 variables resultantes apropiadas, completas y relevantes para el sistema de estudio en cuestión), conjugar con un total de 18 características propias de la matriz de criterios (Ver tabla 25). La comprobación numérica que nos ofrece la matriz de criterios logra la redefinición de las 26 variables o también a otra reducción o ampliación de variables. Dando como resultado que:

Para cada una de las 26 variables y su conjugación con todas y cada una de las 18 características se tiene una suma activa más alta, el de **reglas** con 22.0, esto indica que las sociedades se rigen y relacionan por medio de reglas sociales, económicas, gubernamentales, culturales y de usos y costumbres, se considera una característica extremadamente difícil de cambiar y más bien aprovechar los beneficios que se obtiene de las reglas.

Muy de la mano con la suma de las reglas, tenemos la característica de **gente** con 21.0, esto indica que las personas se relacionan formando comunidades con características tanto de actividades laborales y económicas como familiares y sociales. Para **internamente afectable y externamente afectable** con 18.5, considerando que ambas características se ubican en un mismo medio ambiente, en el sistema de 26 variables.

Todas las actividades que se desarrollan en este sistema afectan tanto internamente como externamente como por ejemplo lo local y lo global ante el Cambio Climático. **Espacio** es sin duda una característica básica en el sistema, cada biorregión del planeta tiene características ambientales únicas, a las cuales las comunidades tienen que adaptarse para sobrevivir y tener una mejor calidad de vida, aprovechando de la mejor manera a la naturaleza.

Tabla 25. Matriz de criterios del modelo sistémico

Modelo de Sensibilidad Prof. Vester © Versión 7.0s

Matriz de Criterios

Modelo sistémico: residuos nopal

Criterios →

- Aplica de LLENO
- Aplica en PARTE

Criterio	ÁMBITOS VITALES										CAT. FÍSICA			CAT. DINÁMICA			REL. SISTÉMICA			Total
	Actividades	Gente	Espacio	Condiciones de Vida	Capital natural	Infraestructura	Reglas	Materia	Energía	Información	Dimensión funcional	Dimensión estructural	Dimensión temporal	Dimensión espacial	abre por Input	abre por Output	Intern. afectable	Extern. afectable		
1 Cambio climático en Milpa A	○	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
2 Calentamiento global y su v	○	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
3 Gases de efecto invernader	○	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
4 Contaminación del aire	○	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
5 Contaminación al agua	○	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
6 Contaminación al subsuelo	○	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
10 Comunidades productoras c	○	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
11 Cambio de forma de vida so	○	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
12 Falta de liderazgo y pérdi	○	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
13 Falta de acceso a recursos	○	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
14 Competencia desleal en la	○	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
15 Falta de capacitación y as	○	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
16 Mano de obra especializada	○	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
17 Iniciativa privada en Milp	○	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
18 Falta de infraestructura h	○	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
19 Cultivo y producción de n	○	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
20 Falta difusión de los bene	○	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
21 Comercialización del nopal	○	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
22 Generación y almacenamier	○	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
23 Variabilidad en los precio	○	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
24 Falta de fortaleza en la p	○	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
25 Mala ubicación de mercado	○	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
26 Apoyos con recursos limita	○	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
Total:	16,0	21,5	18,0	12,5	13,0	13,5	22,0	13,5	12,5	9,0	14,5	15,0	14,5	16,0	12,0	6,0	18,5	18,5	18,5	

Minima

Atrás

Imprimir

Menu

Fuente: elaboración propia con el programa sistémico de Vester

Actividades y dimensión espacial se encuentran relacionados en suma total de 16.0, pero también tiene relación con la característica de espacio. Lo anterior significa que las distintas características medioambientales que la integran a la biorregión en este estudio tienen que ver desde cuestiones de tipo de suelo, vegetación, fauna, uso de suelo, zona geográfica vista como unidad ambiental microcuencia y lo relacionado con las actividades humanas, básicas para funcionar como sociedad, economía y medio ambiente.

Entidad estructural con suma total de 15.0, indica que mucho debe cambiar en estas variables antes de que algo suceda en el sistema estructural considerando de manera especial las variables que determinan más la estructura de la biorregión como son: espacios ambientales comunes, cantidad poblacional, viabilidades y redes de comunicación, accesibilidad y salud, igualdad de género y cuidado al ambiente, en el sistema por su impacto a corto y largo plazo.

En las características de **dinámica temporal y dinámica funcional** con suma de 14.5 cada una, por ejemplo, la primera tiene más relación con las variables temporales que se modifican en un cierto tiempo en un mismo sitio, o que conllevan una dinámica temporal como lo indica el manual de Vester. Por ejemplo, trabajo estacional, junta de campaña electoral, factores climáticos, horarios, controlar la fiscal y que sin duda en determinado tiempo suceden distintas actividades. La segunda dinámica espacial tiene que ver con variables, que en un tiempo dado varían de un sitio a otro, por ejemplo, tamaño de tráfico, aguas residuales, áreas naturales protegidas, fondo de promoción estructural, programas de asistencia social, en la biorregión de Milpa Alta.

Infraestructura, con una suma de 13.5 y se relaciona con transporte y caminos de acceso, telecomunicaciones, tráfico e Infraestructura, transporte y caminos de acceso, abastecimiento. Para la biorregión de Milpa Alta se cuenta con una gran cantidad de servicios prácticamente cubriendo las necesidades estructurales más básicas para toda la sociedad.

Para **capital natural** 13.0 del total de suma, es la economía y el manejo adecuado de recursos naturales, cultivo del nopal verdura como materia prima, generadora de energía y de agua, mejoramiento de suelo, desertificación, influencia climática y tiene una suma de factores que si alguno se modifica cambia el sistema, con ello estas variables se tienen que modificar en el sistema para evitar daños colaterales.

La suma para cada una de las características de **condiciones de vida y energía** es de 12.5, esto significa que las condiciones de vida están determinadas por una serie de factores propios de la biorregión, como los habitantes, los involucrados en los procesos socioeconómicos, principales actores del sistema y los sujetos del sistema en cuestión. Por ejemplo, los habitantes: número, estructura, dinámica poblacional, equidad de género y fuerza laboral. En Milpa Alta que mucho por estudiar con respecto a esta característica para poder lograr un cambio en la calidad de vida de los productores de nopal verdura urge un cambio social en la forma en la que se interactúa con el medio ambiente en la biorregión según lo indican las variables que la determinan.

La segunda **energía**. Está más relacionada con variables que tienen primordialmente un carácter energético como lo indica el manual de Vester, en el cual se toman, por ejemplo: el consumo de energía a nivel local, la fuerza de trabajo para la producción del nopal verdura, las fuentes de energía alterna, el poder económico de los pobladores para el consumo de energía, el poder de decisión para buscar nuevas alternativas energéticas y las características ambientales para su generación.

La caracterización **abre el sistema por "input" (entradas al sistema)** con un sumatorio total de 12.0. Esto corresponde a la influencia de variables que abren el sistema por impulsos entrantes como son: precipitación, tiraderos, importaciones, tráfico turístico, decretos y decisiones supra regionales, subvenciones.

La de **Información** 9.0 de su suma total, se encuentra intervenida en el sistema de manera controlada por distintos intereses de grupos antagónicos como partidos políticos, organizaciones gubernamentales y medios de comunicación y recibe la

influencia de variables que tienen importantemente representación de información y comunicación.

Finalmente, la caracterización con menor suma total de 6.0 es **abre por “output” (salidas del sistema)**. Las variables que abre el sistema por “output” son variables que impactan a otros sistemas circundantes como por ejemplo, desagües, emigrantes laborales, conmutadores, exportaciones, impuestos supra regionales, imagen, publicidad, ejemplos en donde la biorregión de Milpa Alta, por su misma orografía de microcuenca cuenta con valores propios impactados por las entradas y salidas del sistema ya señaladas, lo que brinda la oportunidad de lograr grandes cambios en beneficio de sus pobladores y otros actores, y sobre el medio ambiente.

3. Para el tercer paso, se llenó por separado la matriz de influencia por grupos de personas expertas en el tema, con una composición interdisciplinaria. Cada persona tiene la descripción de las variables a la mano y reflexiona acerca de la influencia de cada variable sobre las demás.

Se anotaron sólo influencias directas, es decir, aquellas que no pasan primero a través de otra variable. En la matriz las variables se ordenaron de arriba hacia abajo y en la misma secuencia de izquierda a derecha. Se ignoran todas las casillas en donde la variable se encuentra consigo misma marcándolas con una X, dado que en este paso no se consideran retro influencias de las variables sobre sí mismas. La intensidad de la relación se valoriza con números entre cero y tres. Su influencia es 0,1 (poca influencia), 2 (influencia media) y 3 (alta influencia).

- Si A se modifica sólo un poco y con ello B se modifica mucho, entonces se pone un 3 (relación intensa, sobre-proporcionada).
- Si A se modifica provocando un cambio proporcional en B, se pone un 2 (relación mediana, más o menos proporcional).
- Si con una fuerte modificación de A el elemento B se modifica sólo débilmente, se pone 1 (relación débil).

- En el caso de que no haya ninguna influencia, que ésta sea muy débil o que lleve un retraso en el tiempo, se pone 0 (ninguna relación), (Ver tabla 26).

Tabla 26. Matriz de influencias (Consenso entre actores)

Modelo de Sensibilidad Prof. Vester © Versión 7.0s

Matriz de Influencia

Mat. de consenso

Modelo sistémico: residuos nopal

Efecto de ↓ en →	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	SA	P
1 Cambio climático en Milpa A	X	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	1	2	0	1	0	1	0	0	0	0	2	0	3	0	0	37	325
2 Calentamiento global y su v	1	X	3	3	3	3	2	2	1	2	2	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	3	0	0	35	345	
3 Gases de efecto invernadero	3	3	X	3	3	3	2	2	1	2	2	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	3	0	0	0	37	369	
4 Contaminación del aire	3	3	3	X	3	3	2	2	1	2	2	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	3	0	0	0	37	1073	
5 Contaminación al agua	3	3	3	3	X	3	2	2	1	2	2	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	3	0	0	0	37	1147	
6 Contaminación al subsuelo	3	3	3	3	3	X	3	2	2	2	2	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	3	0	0	0	37	1147	
7 Mayores variaciones climáticas	3	3	3	3	3	3	X	2	2	1	2	2	0	1	0	1	1	1	0	0	0	3	0	0	0	37	389	
8 Nuevas plagas y enfermedades	2	2	2	2	2	2	2	X	2	1	1	1	0	1	2	2	0	0	1	0	0	2	0	0	0	27	621	
9 Tala inmoderada	3	3	3	3	3	3	3	3	X	1	1	1	0	1	2	2	0	0	1	0	0	2	0	0	0	34	318	
10 Comunidades productoras de	1	1	1	1	1	1	1	1	3	X	0	0	3	3	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	51	2601	
11 Cambio de forma de vida so	1	1	1	1	1	1	1	0	2	3	X	3	3	3	3	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	41	2214	
12 Falta de liderazgo y pérdi	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	3	X	2	2	2	2	0	3	3	3	2	2	2	2	2	37	1850	
13 Falta de acceso a recursos	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	3	X	2	3	2	2	3	2	2	3	3	3	3	2	2	42	2142	
14 Competencia desleal en la	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	3	2	X	2	1	1	1	3	0	2	2	1	3	1	2	23	889	
15 Falta de capacitación y as	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	3	3	1	X	3	1	0	3	2	0	2	0	3	0	0	27	1215	
16 Mano de obra especializada	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	2	3	0	3	X	1	0	3	0	1	3	1	3	0	0	25	825	
17 Iniciativa privada en Milp	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	3	2	X	0	3	3	2	3	3	0	0	26	650	
18 Falta de infraestructura h	0	0	2	3	3	0	3	2	1	3	3	3	1	0	0	X	0	0	0	0	0	0	0	1	0	25	500	
19 Cultivo y producción de n	2	2	2	3	3	2	3	2	3	2	3	2	2	1	1	X	3	3	3	3	3	3	3	3	3	61	3172	
20 Falta difusión de los bene	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	3	2	2	2	0	3	X	2	2	1	X	1	3	1	1	30	800	
21 Comercialización del nopal	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	3	3	3	2	2	0	3	2	3	2	2	3	3	2	2	39	1287	
22 Generación y almacenamiento	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	2	0	3	3	1	3	3	1	1	X	1	3	1	2	2	32	1376	
23 Variabilidad en los precio	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	1	2	3	1	2	3	1	2	0	3	3	2	X	2	2	34	986	
24 Falta de fortaleza en la p	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	3	2	3	3	1	0	3	3	2	3	1	0	3	3	X	2	38	2508
25 Mala ubicación de mercado	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	3	1	3	3	3	X	2	23	483	
26 Apoyos con recursos limita	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	3	2	2	2	1	1	1	3	0	2	2	1	3	1	X	23	725	
Consenso	25	27	27	29	31	31	27	23	27	51	54	50	51	31	45	33	25	20	52	31	33	43	23	66	21	25	SP	
A	148	130	137	128	119	119	137	117	126	100	76	74	82	34	60	76	104	125	117	97	118	74	117	69	110	116	Cox100	
B																												
C																												
D																												
E																												
F																												

Δ Apoyos con recursos limita influye más sobre Competencia desleal en la

Fuente: elaboración propia con el programa sistémico de Vester

Del total de las 26 variables se describen para este estudio una matriz cruzada de influencias entre variables. Se observa y consulta con relación a la intensidad de las relaciones entre ellas determinando cómo todas y cada una de las variables modifican a las otras para redefinir de nuevo algunas de las variables y sin relación con las otras. Expresando nuevos aspectos del sistema manifestados por los expertos en el tema comprendiendo a detalle la matriz de influencia se puede obtener una explicación de forma numérica cuantitativa variables que aparecen de forma cualitativa por medio de valores numéricos obtenidos de la matriz de influencia. La “suma activa” (SA) por renglón indica la intensidad de una variable con relación a las demás. La “suma pasiva” (SP) de una columna indica la sensibilidad con la que la variable reacciona ante modificaciones de otras variables.

Para este caso se tiene que: La variable número 19, “cultivo y producción de nopal verdura en Milpa Alta” tiene una **suma activa (SA)** relativamente alta de 61, esto indica que una modificación pequeña en el volumen del cultivo y su producción provoca un cambio considerable en el sistema de 26 variables. En cambio, la suma pequeña de 23 para la variable 2 mala ubicación de mercado (centro de acopio)”, indica que mucho debe cambiar en esta variable antes de que algo suceda en el sistema por su impacto. El caso de la **suma pasiva (SP)** el comportamiento es diferente. En nuestro ejemplo, la variable 24 “Falta de fortaleza en la producción sostenida.” tiene una suma pasiva muy alta con 66 puntos. Si algo llega a suceder en el sistema, con ello esta variable se modificará muy fuertemente. Por el contrario, con la variable 18, “Falta de infraestructura hídrica para uso doméstico”, que representa una suma pasiva reducida con 20, indica que mucho debe pasar antes de que esta variable sea influenciada.

4. En el paso cuatro como resultado de la matriz de consenso, se logró la valorización de la matriz de influencia, donde se puede representar adicionalmente en una tabla de intensidad de las influencias. A la izquierda de ésta se encuentran las sumas pasivas y a la derecha las sumas activas de cada una de las variables, la intensidad está representada por el correspondiente largo de las barras. De esta forma se percibe una percepción

de cuáles variables influyen al máximo sobre el sistema, cuáles reaccionan con mayor intensidad y cuáles probablemente hacen ambas cosas a la vez. Esta tabla ofrece otra perspectiva con respecto a los resultados de la matriz de influencia y sirve sobre todo para completar la tabla de índices de influencia y el cuadro del reparto de roles, que más adelante se presentan (Ver tabla 27, 28 y anexo 2).

Tabla 27. Intensidad de las influencias

Modelo de Sensitividad Prof. Vester © Versión 7.0s

Valores de Influencia

Mat. de consenso Modelo sistémico: variables Mipa Alta

SUMA PASIVA	LISTA VARIABLES	SUMA ACTIVA
25	1 Cambio climático en Milpa A	37
27	2 Calentamiento global y su v	35
27	3 Gases de efecto invernadero	37
29	4 Contaminación del aire	37
31	5 Contaminación al agua	37
31	6 Contaminación al subsuelo	37
27	7 Mayores variaciones climáti	37
25	8 Nuevas plagas y enfermedade	27
25	9 Tala inmoderada	34
51	10 Comunidades productoras de	51
54	11 Cambio de forma de vida so	41
50	12 Falta de liderazgo y pérdi	37
51	13 Falta de acceso a recursos	42
31	14 Competencia desleal en la	29
45	15 Falta de capacitación y as	27
33	16 Mano de obra especializada	25
25	17 Iniciativa privada en Milp	26
20	18 Falta de infraestructura h	25
52	19 Cultivo y producción de n	61
31	20 Falta difusión de los bene	30
33	21 Comercialización del nopal	39
43	22 Generación y almacenamient	32
29	23 Variabilidad en los precio	34
66	24 Falta de fortaleza en la p	38
21	25 Mala ubicación de mercado	23

Consenso A B C D E F

Imprimir Menu

Fuente: elaboración propia con el programa sistémico de Vester

La tabla 27 muestra el patrón de la valorización derivada de la matriz de influencia. Se observa cuáles variables influyen al máximo sobre el sistema, reaccionan con

mayor intensidad y hacen quizá ambas cosas a la vez. Aquí se reconocen a primera vista las variables sobresalientes activas (amarillo), pasivas (azul claro), críticas (barras largas) y amortiguadoras (barras cortas hacia ambos lados).

En la Tabla 27 Intensidad de influencia se pueden observar las magnitudes de las influencias de las variables sobre el sistema analizado. Particularmente interesantes son las que tienen valores que sobresalen tanto a la derecha (activas) como a la izquierda (pasivas). Entre las que mayor suma pasiva tienen son las variables “cultivo y producción de nopal en Milpa Alta con 61” y la 10 “comunidades productoras de nopal en Milpa Alta con 51”, con cada modificación que se les realicen influyen fuertemente al sistema y al mismo tiempo son fuertemente influenciadas, y por ello se denominan variables críticas. Caso contrario, con poco efecto sobre el sistema y al mismo tiempo poca reactividad por modificaciones de éste, lo encontramos en las variables 25 “mala ubicación de mercado (centro de acopio) con 23 y las variables 18 “falta de infraestructura hídrica para uso doméstico y 16 “mano de obra especializada” con 25 cada una “.

Los resultados que se pueden describir en la gráfica de influencia (consenso) corresponden a las variables del sistema que van de activo a reactivo y la matriz se puede subdividir en variables que pueden ser muy activas, neutrales, ligeramente reactivas, reactivas y muy reactivas como aparecen en la parte izquierda de la matriz de influencia. Por otra parte, también se pueden leer los componentes crítico y amortiguador de la matriz y sus subdivisiones muy crítico, crítico, ligeramente crítico, neutral, poco amortiguador, amortiguador y muy amortiguador. La matriz de influencia del consenso nos ayuda a la toma de decisiones en el momento de mover o implementar variables que pueden ayudar o perjudicar al sistema.

Tabla 28. Matriz de influencia

Matriz de influencia (Mat. de consenso) en el modelo sistémico variables Mipa Alta

ACTIVO	REACTIVO	Valor Co	CRÍTICO	AMORTIGUADOR	Valor P
MUY ACTIVO			MUY CRÍTICO		
-			19 Cultivo y producción de n		3172
			10 Comunidades productoras de		2601
ACTIVO			24 Falta de fortaleza en la p		2508
-			11 Cambio de forma de vida so		2214
			13 Falta de acceso a recursos		2142
LIGERAMENTE ACTIVO			12 Falta de liderazgo y pérdi		1850
1 Cambio climático en Milpa A		1,48	CRÍTICO		
3 Gases de efecto invernadero		1,37	22 Generación y almacenamient		1376
7 Mayores variaciones climáti		1,37	21 Comercialización del nopal		1287
9 Tala inmoderada		1,36	15 Falta de capacitación y as		1215
			5 Contaminación al agua		1147
NEUTRAL			6 Contaminación al subsuelo		1147
2 Calentamiento global y su v		1,30	4 Contaminación del aire		1073
4 Contaminación del aire		1,28	LIGERAMENTE CRÍTICO		
18 Falta de infraestructura h		1,25	7 Mayores variaciones climáti		999
5 Contaminación al agua		1,19	3 Gases de efecto invernadero		999
6 Contaminación al subsuelo		1,19	23 Variabilidad en los precio		986
21 Comercialización del nopal		1,18	2 Calentamiento global y su v		945
19 Cultivo y producción de n		1,17	20 Falta difusión de los bene		930
23 Variabilidad en los precio		1,17	1 Cambio climático en Milpa A		925
26 Apoyos con recursos limita		1,16	14 Competencia desleal en la		899
25 Mala ubicación de mercado		1,10	9 Tala inmoderada		850
8 Nuevas plagas y enfermedadade		1,08	16 Mano de obra especializada		825
17 Iniciativa privada en Milp		1,04	NEUTRAL		
10 Comunidades productoras de		1,00	26 Apoyos con recursos limita		725
20 Falta difusión de los bene		0,97	8 Nuevas plagas y enfermedadade		675
14 Competencia desleal en la		0,94	17 Iniciativa privada en Milp		650
13 Falta de acceso a recursos		0,82	18 Falta de infraestructura h		500
11 Cambio de forma de vida so		0,76	POCO AMORTIGUADOR		
16 Mano de obra especializada		0,76	25 Mala ubicación de mercado		483
LIGERAMENTE REACTIVO			AMORTIGUADOR		
22 Generación y almacenamient		0,74	-		
12 Falta de liderazgo y pérdi		0,74	MUY AMORTIGUADOR		
15 Falta de capacitación y as		0,60	-		
REACTIVO					
24 Falta de fortaleza en la p		0,58			
MUY REACTIVO					
-					

Fuente: elaboración propia con el programa sistémico de Vester

Lo anterior ayuda a responder preguntas sobre el sistema investigado, por ejemplo:

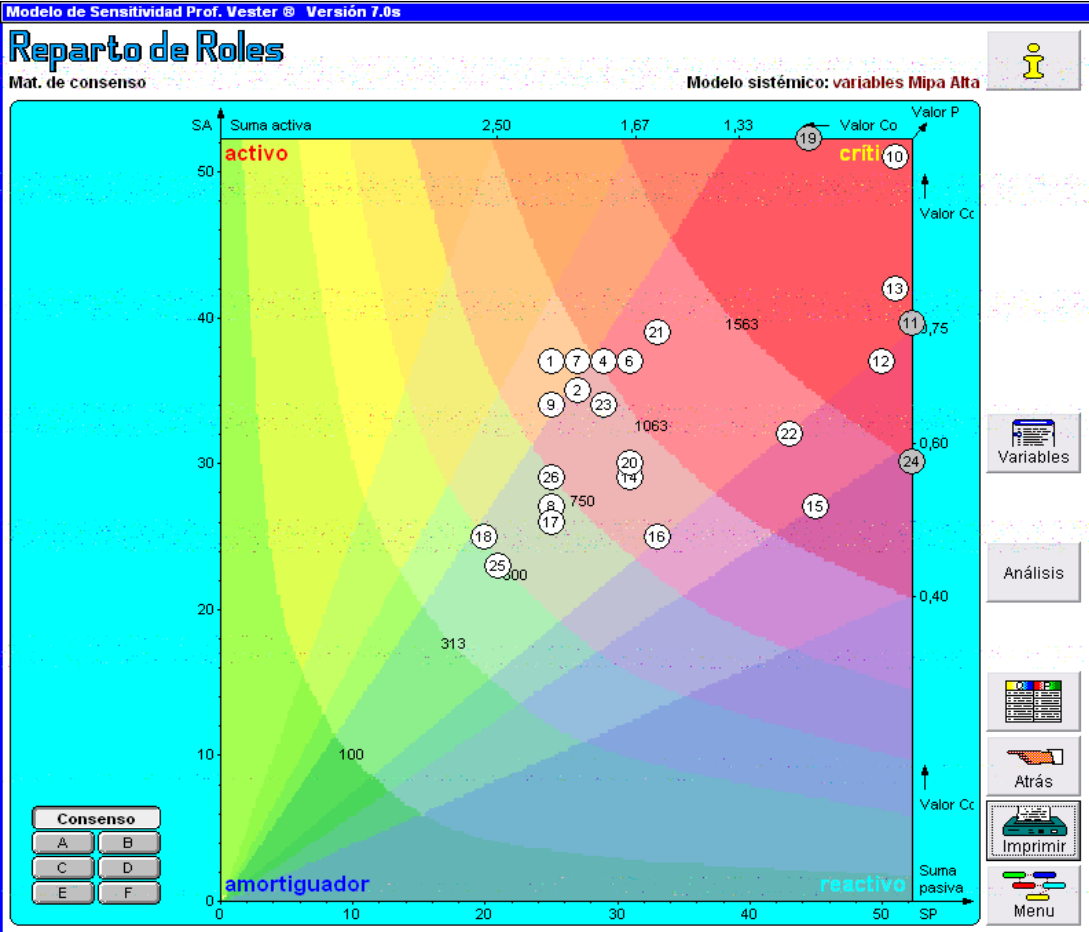
- a. ¿Dónde se encuentran posibles palancas de control en beneficio del sistema?
- b. ¿Cuáles componentes pueden poner en riesgo el sistema?
- c. ¿En qué caso las mejoras tratan síntomas?
- d. ¿Cuáles variables transmiten al sistema cierta inercia y eventualmente pueden amortiguar fuertes modificaciones?

Por ejemplo: resultado de la gráfica de influencia (consenso) al responder una serie de preguntas asociadas con nuestro sistema no es suficiente con determinar las sumas activa y pasiva de las distintas variables que lo integran. Es decir, si un componente activo como la variable 11 “cambio de forma de vida sociocultural, económica y ambiental.” Cuando es influenciado fuertemente por otro componente, resulta no ser conveniente como palanca de control. Otro ejemplo sería la suma activa de 30 de la variable 21 “falta de difusión de los beneficios del nopal” consigue jugar un rol fuertemente dominante, mientras que en conclusión este no es el caso para la 24 “falta de fortaleza en la producción sostenida”, dado que tiene una suma pasiva todavía mayor, de 66. Por su número, sólo el comportamiento de la suma activa con respecto a la suma pasiva, es decir el cociente SA/SP, refleja el carácter activo o reactivo de una variable.

5. Continuando con el Modelo de Sensitividad de Vester, en el paso cinco y resultante de la matriz de consenso se logra graficar el rol de las variables en el sistema y se representa de manera clara una gráfica bidimensional. Así, de un repaso puede reconocerse la posición de una variable entre las cuatro esquinas (activa, reactiva, crítica y amortiguadora) y reconocer sus características correspondientes. Dado que todas las variables se encuentran en alguna parte del esquema axial entre “activo reactivo” y “amortiguador-crítico”, esta representación permite una sinopsis aproximada del reparto de roles diferenciado en el sistema (Ver gráfico 18).

En la interpretación concreta del Modelo de Vester se deben contemplar también los diferentes matices en el rol de una variable. Haciendo una gran diferencia el que una entidad activa pertenezca al mismo tiempo a los elementos críticos y amortiguadores. En el primer caso una intervención en esta variable puede provocar desestabilización, mientras que en el segundo caso provocará estabilización. La tabla del reparto de roles con su trama de rectas e hipérbolas está dividida en 50 campos entre las cuatro esquinas referenciales, ordenadas de manera entrecruzada de activo a reactivo y de amortiguador a crítico. En este campo de “doble tensión” cada variable recibe una posición calculada con base tanto en su valorización en la matriz de influencia como en el número total de variables.

Gráfico 18. reparto de roles



Fuente: elaboración propia con el programa sistémico de Vester

De esta manera, como lo propone el manual de métodos Modelo de Sensitividad de Vester, el reparto de las variables proporciona una impresión inmediata del carácter del sistema como un todo, pudiendo revelarse por ejemplo como crítico, o al contrario, como especialmente inerte. Para la interpretación de cada una de las variables en la versión computarizada del modelo de sensitividad, existe en cada uno de los 50 campos coloreados una descripción general que corresponde a su posición y que puede servir como indicación cibernética estratégica. Dado que la posición de una variable es siempre resultado de todas las interrelaciones, no se trata entonces de indicaciones prefabricadas, sino de las que el propio sistema registrado proporciona hasta ese momento.

Paralelamente se introducen en el banco de datos, proporcionado en JUEGO DE VARIABLES, las variables identificadas en la sesión y sus descripciones. También es interesante la distribución distinta de las variables entre las matrices de los grupos A, B, C, D y la matriz de consenso. Dando como resultado la lista de variables en el sistema y la descripción de estas (Ver tabla 29).

Para lograr la interpretación de cada variable o problemática que se muestra en los cuatro cuadrantes y como aparecen en la gráfica de reparto de roles de nuestro sistema de estudio tenemos por ejemplo que se puede concluir las distintas variables en:

- **10 comunidades productoras de nopal verdura.** Ubicación en este dominio significa: Componente extremadamente crítico. Interviniendo, casi no se pueden impedir las oscilaciones incontrolables y la zozobra. Manejar con guantes de seda. Usarse sólo en sistemas muy rígidos como arranque, asegurando con retroalimentación mitigante.
- **19 producciones de nopal verdura.** Ubicación en este dominio significa: Componente extremadamente crítico. Interviniendo, casi no se pueden impedir las oscilaciones incontrolables y la zozobra. Usarse sólo en sistemas muy rígidos como arranque, asegurando con retroalimentación mitigante.

Tabla 29. Interpretación de cada cuadrante.

<p style="text-align: center;">CUADRANTE 2: PASIVOS.</p> <p>Problemas de total pasivo alto y total activo bajo. Se entienden como problemas sin gran influencia causal sobre los demás pero que son causados por la mayoría. Se utiliza como <u>indicadores</u> de <u>cambio</u> y de <u>eficiencia</u> de la intervención de problemas activos.</p>	<p style="text-align: center;">CUADRANTE 1: CRÍTICOS.</p> <p>Problemas de total activo total pasivo altos. Se entienden como problemas de gran causalidad que a su vez son causados por la mayoría de los demás Requieren gran cuidado en su análisis y manejo ya que de su intervención dependen en gran medida lo resultados finales.</p>
<p style="text-align: center;">CUADRANTE 3: INDEFERENTES.</p> <p>Problemas de total activos y total pasivos bajos. Son problemas de baja influencia causal además que no son causados por la mayoría de los demás. Son problemas de baja prioridad dentro del <u>sistema</u> analizado.</p>	<p style="text-align: center;">CUADRANTE 4: ACTIVOS</p> <p>Problemas de total de activos alto y total pasivo bajo. Son problemas de alta influencia sobre la mayoría de los restantes pero que no son causados por otros. Son problemas claves ya que son causa primaria del problema central y por ende requieren <u>atención</u> y manejo crucial.</p>

Fuente: programa sistémico de Vester

- **13 falta de recursos Ubicación en este. Ubicación en este dominio significa:** Componente extremadamente crítico. Interviniendo, casi no se pueden impedir las oscilaciones incontrolables y la zozobra. Usarse sólo en sistemas muy rígidos como arranque, asegurando con retroalimentación mitigante.
- **11 cambio de forma de vida. Ubicación en este dominio significa:** Componente extremadamente crítico. Interviniendo, casi no se pueden impedir las oscilaciones incontrolables y la zozobra. Usarse sólo en sistemas muy rígidos como arranque, asegurando con retroalimentación mitigante.

- **24 falta de fortaleza. Ubicación en este dominio significa:** Componente extremadamente crítico. Interviniendo, casi no se pueden impedir las oscilaciones incontrolables y la zozobra. Usarse sólo en sistemas muy rígidos como arranque, asegurando con retroalimentación mitigante.
- **12 falta de liderazgo ubicación en este dominio significa.** Tentador para usarse como palanca por su fuerte repercusión y al mismo tiempo buena "manejabilidad" (alta reactividad). Intervenir aquí es extremadamente peligroso y puede conducir a oscilaciones incontrolables y a zozobra.
- **21 comercializaciones del nopal verdura. Ubicación en este dominio significa:** El efecto y la reacción similares de estos componentes críticos les hace fácilmente perturbadores cuando algo se modifica en ellos. Si no se les quiere usar conscientemente como generadores de impulso, se le debe poner dentro de un circuito de control.
- **15 falta de capacitación. Ubicación en este dominio significa:** Como componente muy reactivo resulta ser tentador para intervenciones efectivas. Debido a un fuerte efecto retroactivo del sistema fácilmente se sale de control.

Considerando que son estas las principales variables a examinar en nuestro sistema, sin embargo, las demás variables también son parte del sistema a reflexionar en un futuro estudio.

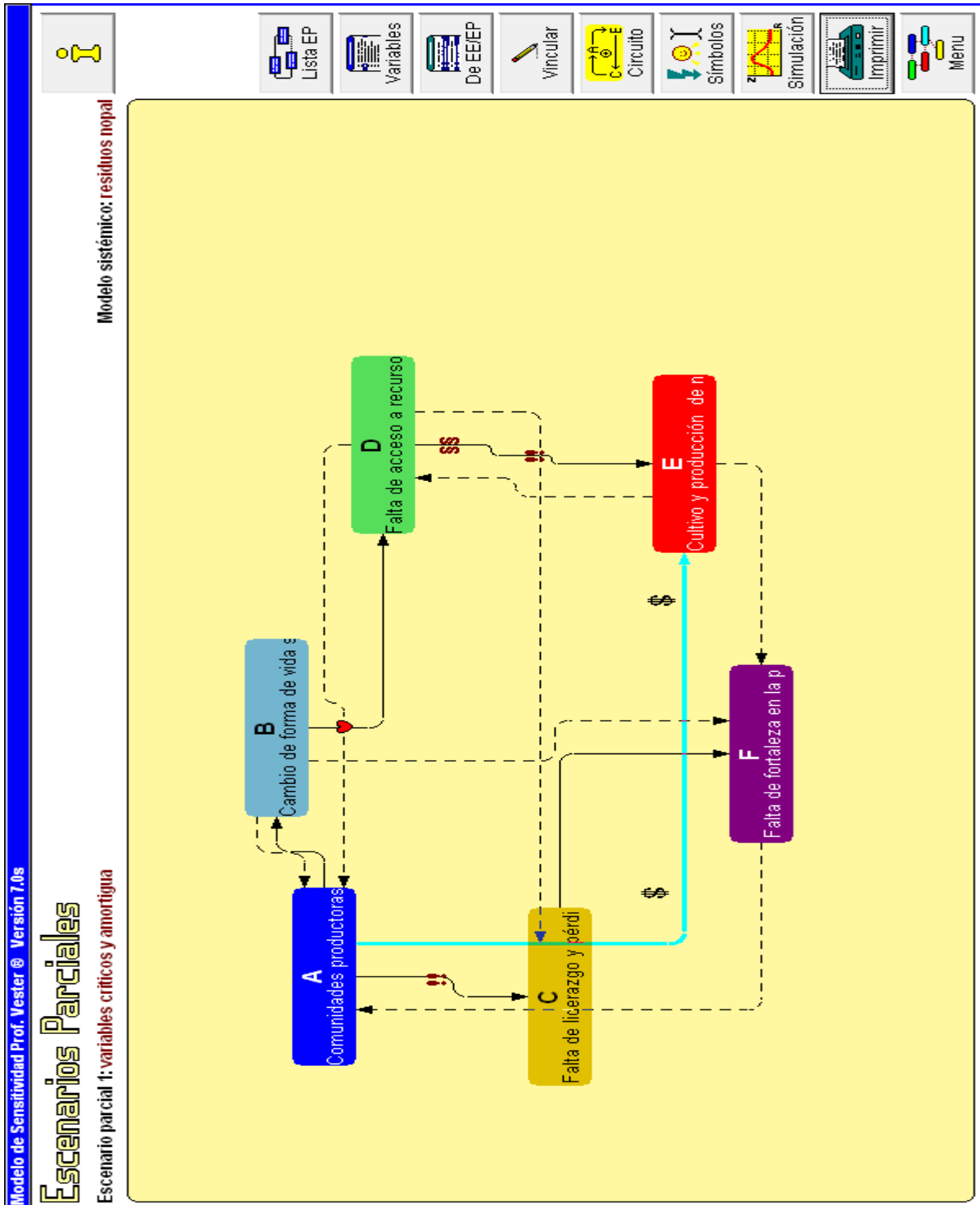
6. Escenarios parciales. En este punto de nuestro sistema de estudio, concluimos con el conocimiento de los componentes individuales y sus roles dentro del sistema. No obstante, aún se desconoce su juego en conjunto específico de variables por considerar en el momento de desarrollar escenarios parciales ligados a él complicado modelo del sistema, su forma de estabilización, tanto sus valores límite y su irreversibilidad. Como se muestra a partir de la interconexión de las variables en forma de una estructura de efectos, construyendo una realidad macroscópica.

Conscientes que la realidad no está hecha de componentes individuales (características de distintas variables), sino de un sinfín de componentes interrelacionados que sirven para observar con mayor claridad las líneas y puntos de conexión, esta trama se mantiene de forma diferenciada con respecto a un simple estudio y de sus componentes, dando como resultado una aproximación por medio de escenarios parciales y un modelo de la realidad a considerar en este estudio. Entonces y según la definición del Sistema de Vester en los escenarios parciales se busca además evidenciar las cadenas de impulsos y de retroalimentación del sistema, y así representar la realidad presente en su interconexión multidimensional (Ver gráfico 19).

De esta manera podemos describir la lista de 26 variables y seleccionar cinco según su puntuación dentro del programa de Vester para observar cuales son los retro efectos mitigantes y reforzantes de nuestro sistema de forma compleja y que se encuentra sujeto a diversas potencias reguladoras, con procesos circulares “medianos”, con una temporalidad; sobre los retro efectos reforzantes desestabilizadores. Aun así, en general este sistema parece modificarse sólo a mediano plazo si se toman las recomendaciones que surgen en el siguiente paso (siete simulaciones).

Para este punto de la investigación se maneja el análisis del conjunto de circuitos reguladores para trabajar con las variables clave por su acto impacto y relación en nuestro sistema *y producción de nopal en Milpa Alta*. La composición de las variables con más frecuencia del circuito regulado es aquella que tienen que ver con el tema social y económico; y en menor grado lo ambiental como las revelan las variables 10: “comunidades productoras de nopal en Milpa Alta”, la 11: “cambio de forma de vida sociocultural, económica y ambiental”, la 13: falta de acceso a recursos económicos y la 24: “falta de fortaleza en la producción sostenida técnicos y apoyos mal enfocados para la agricultura”.

Gráfico 19. Escenarios parciales



Fuente: elaboración propia con el programa sistémico de Vester

Por consiguiente, para conocer el significado de las variables particulares para el acuerdo de las interacciones se puede retirar del modelo, la variable que se deseé así como agregar otra que cambie para bien o para mal nuevos escenarios parciales; por ejemplo que la falta de fortaleza en la producción sostenida, técnicos y apoyos mal enfocados para la agricultura, se integra como una forma de producción que apoyar a las comunidades productoras de nopal verdura y también cuidar el medio ambiente con el adecuado aprovechamiento de sus residuos orgánicos generados en la biorregión para disminuir los efectos de los GI emitidos a la atmósfera o controlar más deforestación.

De esta manera para cada uno de los escenarios parciales que se construyen con el programa de Vester en nuestro sistema de estudio, de forma natural varían la cantidad y el comportamiento de las retroalimentaciones mitigantes y reforzantes.

Finalmente, mediante este tipo de experiencia y retirando y agregando variables particulares, se logra enfocar todos los puntos nodales del sistema en cuestión y mostrar distintos cambios principales.

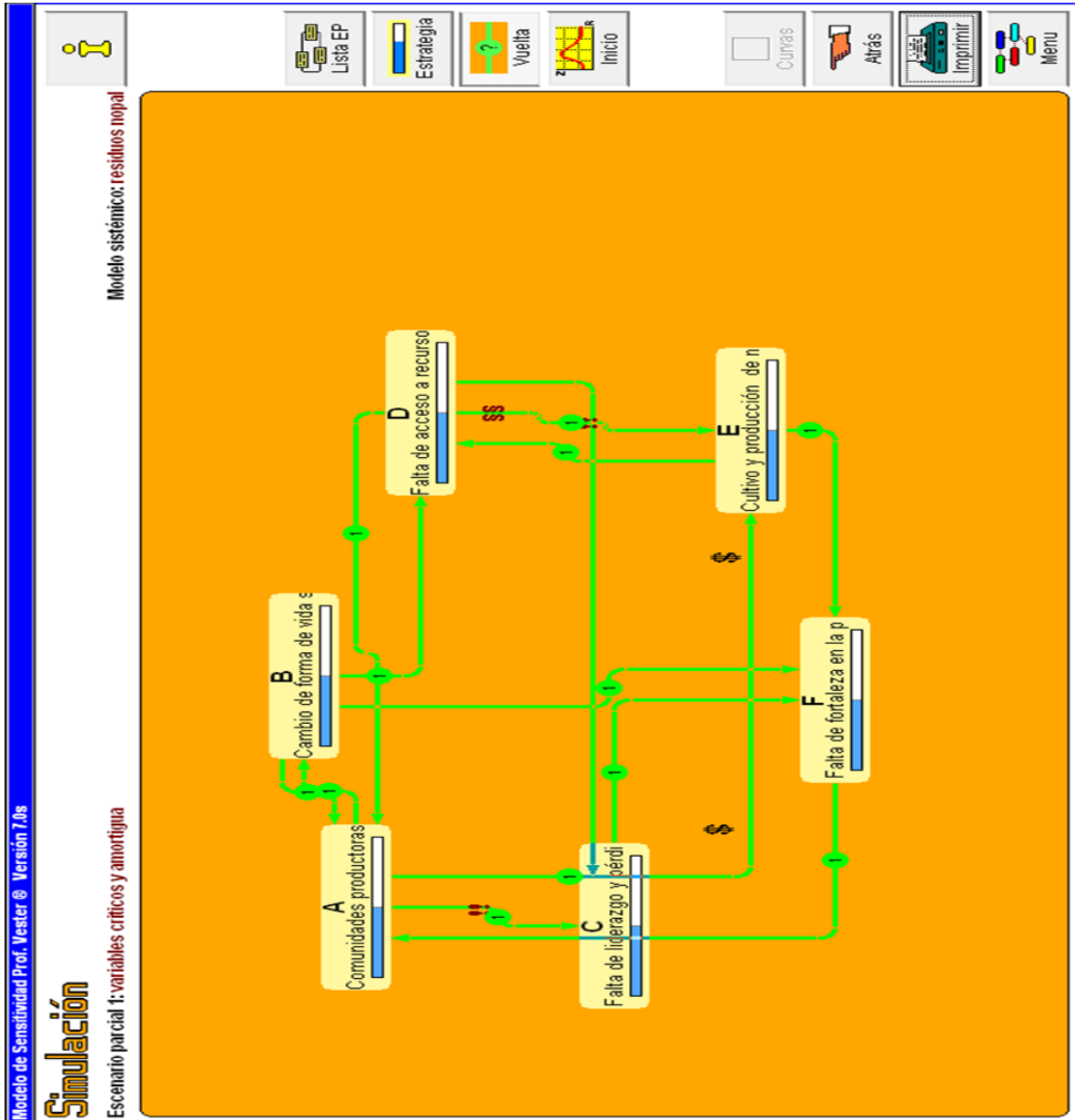
7. Simulaciones y pruebas de estrategia. La simulación en un modelo de Sensitividad de Vester ayuda en el razonamiento de la cibernética de los sistemas complejos. No investiga únicamente la manera como el sistema reacciona cuando se retira o se agregan variables o se propone una nueva relación entre ellas, sino cómo es la acción sobre el sistema y sus intervenciones más pequeñas, como por ejemplo la variable 1 “cambio climático en Milpa Alta CDMX”.

Es claro que no solo afecta a nivel de una bioregión sino también a nivel global, es decir, el cambio de la propiedad de esta variable produce un efecto catastrófico tanto para las comunidades productores de nopal verdura en Milpa Alta como a nivel global, un incremento en los GI produciría cambios en la forma en la que se cultiva actualmente los alimentos que consumimos.

Inclusive registrar las consecuencias en el tiempo de una relación negativa y positiva entre las variables, como ocurre por ejemplo en la 19. “cultivo y producción de nopal en Milpa Alta”. Por lo tanto, la información obtenida de la simulación. Es un

instrumento prospectivo que sirve para la investigación dinámica de nuestro sistémica de estudio (Ver gráfico 20).

Gráfico 20. Escenario de simulación (modelo sistémico)



Fuente: elaboración propia con el programa sistémico de Vester

En la simulación se realizan acciones como es el módulo “prueba de estrategias” para analizar por medio de la comparación de distintos pasos de simulación y de

sus resultados de la transformación de un “nodo o palanca de conducción”, o de un módulo crítico, sobre toda la red como sería el caso para la variable 11 cambio de forma de vida sociocultural, económica y ambiental.

En esta variable los principales nodos son los que están relacionados con la gran mayoría de las otras 25 variables del sistema de estudio y del escenario parcial. En la variable número 11, se contemplan temas tan importantes como son sociedad, medio ambiente y economía de las comunidades productoras de nopal verdura, se investiga el efecto esperado que ayuda a reparar, a fortalecer, o también por el paradójico, a desechar atributos negativos.

Tal como lo indica el modelo de Sensitividad de Vester la simulación es únicamente una de las diferentes herramientas independientes que integran la metodología, donde se recomienda que los posibles errores de valoración en la simulación se hagan evidentes en otras herramientas. Por esto la simulación no debe concebirse como la “cúspide” de las otras herramientas del modelo de sensibilidad, sino como un complemento.

Finalmente, para esta investigación las perspectivas y conclusiones obtenidas del modelo de Sensitividad de Vester quedan asentadas en el capítulo de conclusiones de este trabajo de investigación.

Conclusiones y propuestas

Contribución al mejoramiento ambiental y de la calidad de vida de las comunidades rurales a partir del conocimiento desarrollado en esta investigación de aprovechamiento y manejo de los residuos del nopal verdura para la microcuenca de Milpa Alta.

La producción de biogás como fuente de energía menos contaminante para la generación de energía eléctrica para uso público, habitacional y comercial, fertilizante a partir del nopal, surge a partir de los primeros estudios en el año 1984

realizados en la Universidad de Chile, donde se descubre por accidente que el nopal al fermentar en condiciones anaeróbicas produce volúmenes de gas en forma importante (www.elquiglobalenergy (2015), (Ver tabla 29).

En la tabla 29 se muestran algunos aspectos por considerar cuando se hace la comparación de tres formas diferentes de producir energías quedando claro que **es la energía proveniente de los residuos del nopal, la que mejores escenarios presenta para su integración y evitar de esa forma el consumo de energía provenientes de combustibles fósiles**

Diversas plantas de tratamiento se construyen en las siguientes décadas hasta que en 2010 se realizan las primeras investigaciones en México y en particular una empresa ubicada en Zitácuaro Michoacán, llamada “Manjar del campo” (dedicada a la producción de tortillas de nopal y otros alimentos derivados del nopal), que se ve en la necesidad de producir su propia energía y se lanza al cultivo del nopal a gran escala a través de la descomposición del nopal y con la ayuda de bacterias anaeróbicas para producir biogás. Posteriormente se dieron algunos proyectos universitarios y la última investigación que se conoce, se realiza en el centro de acopio y comercialización del nopal verdura en Milpa Alta, CDMX.

El gas metano es un tipo de gas natural generado por desechos orgánicos que a su vez se descomponen generando el biogás. Este es igual a cualquier otro tipo de gas y tiene las mismas cualidades de generar energía calorífica.

Este método de obtención de gas metano se realiza por medio de la descomposición del nopal durante un periodo más reducido y distinto que si lo fuera con otros desechos orgánicos, ya que el nopal cuenta con una propiedad de desintegración más rápida y genera más cantidades de gas por el gran contenido de calor que llega a almacenar en forma de biomasa (www.elquiglobalenergy, 2015).

Tabla 29. Aspectos comparativos de la energía eólica, fotovoltaica y de generación de biogás con residuos de nopal verdura			
	Biomasa de los residuos del nopal	Energía eólica	Energía fotovoltaica
Disponibilidad	Continua 24 X 365 días	Irregular dependiendo de la hora del día.	Irregular dependiendo de la hora del día.
Mantenimiento	Bajo en condiciones de operación, cada dos años pintura. Poco personal	Bajo, muy poco personal en condiciones normales.	Bajo, muy poco personal en condiciones normales
Mantenimiento en fallas	Rápida, y bajo costo. Personal de calificación media.	Personal altamente calificado con fallas mayores, reparaciones costosas y lentas.	Personal altamente calificado con fallas mayores, reparaciones costosas y lentas.
Tipo de energía generada	Eléctrica, biogás, térmica (agua caliente).	Eléctrica	Eléctrica
Eficiencia generación energía	80-90 %	30% de la capacidad instalada en tierra.	10-20% dependiendo del costo de celda
Duración de equipos e instalaciones	15-20 años	20 años	10 años
Beneficio ambiental	Genera suelo, fertilizantes orgánicos. Cambia el microclima reteniendo agua el suelo. Extrae dióxido de carbono del ambiente. Permite la venta de bonos de carbono. Proceso totalmente orgánico	No emite dióxido de carbono. Efecto neutro en el medio ambiente.	No genera dióxido de carbono.
Perjuicio ambiental	Desconocido	Alto impacto en rutas migratorias de aves, Ruidosa producción de energía por efecto de las aspas al rotal.	Baterías y construcción de celdas es altamente contaminante

Disponibilidad de repuestos	Disponibles en mercado nacional en forma inmediata.	Deben ser importados	Deben ser importados con dependencia del importador y distribuidor.
Tiempo de estudio e implementación de proyecto	Corto, un año	Largo, ocho años mínimo para estudiar vientos	Corto un año.
Beneficio Social	Genera puestos de trabajo permanentes para siembra cosecha, y plantas de proceso.	Genera empleos en el montaje de equipos.	Requiere poco mantenimiento y personal. Aplicable a pequeña escala en sectores marginales.
Externalidades positivas	Culturalmente el cultivo del nopal es aceptado y favorecido por instituciones del estado. Permite la apertura de nuevos mercados al ser considerada una empresa verde que cuida el medioambiente.	Tecnología conocida e implementada en forma global	Tecnología atractiva y ampliamente conocida, Imagen ampliamente positiva para su implementación
Externalidades negativas	Pocas plantas construidas en el mundo, desconocidas en México	El dinero sale del país hacia las fábricas de Europa principalmente. El dinero no se invierte en recursos humanos y tecnológicos de México	Las baterías generan contaminantes tóxicos. Los equipos son frágiles a impactos y el daño. El dinero no se invierte en recursos humanos y tecnológicos locales.
Costo instalación KWh instalado	US1200/ KWh (no incluye ingresos por subproductos y bonos de carbono)	US1.800-3.000/KWh	US4.000 - 6000/KWh
Recuperación de la inversión	1 a 2 años	5-8 años	12-15 años

Fuente elaboración propia con datos de [www.elquiglobalenergy](http://www.elquiglobalenergy.com), 2015

La producción de biogás obtenido del aprovechamiento y manejo de los residuos del nopal verdura en la microcuenca de Milpa Alta

La producción del nopal se ha hecho en Milpa Alta aproximadamente desde 1930, obviamente no con la capacidad que hoy se tiene, pero es una práctica agrícola que data de épocas prehispánicas. Hoy ya es una actividad económica importante y redituable y es fundamental la apertura y colaboración de los productores, quienes se han capacitado en el uso de nuevas tecnologías, buenas prácticas y atención de plagas, lo que les permite garantizar altos estándares de calidad del nopal verdura en esta microcuenca.

Las ventajas del uso de los residuos del nopal como energía alternativa son varias, mediante la producción de nopales a gran escala no solo se produce energía a bajo costo, permite la reforestación, fijación de dióxido de carbono, venta de bonos de carbono, así como es ambientalmente sustentable y desde el punto de vista social se incorporan campesinos pobres al ciclo virtuoso de generación productiva.

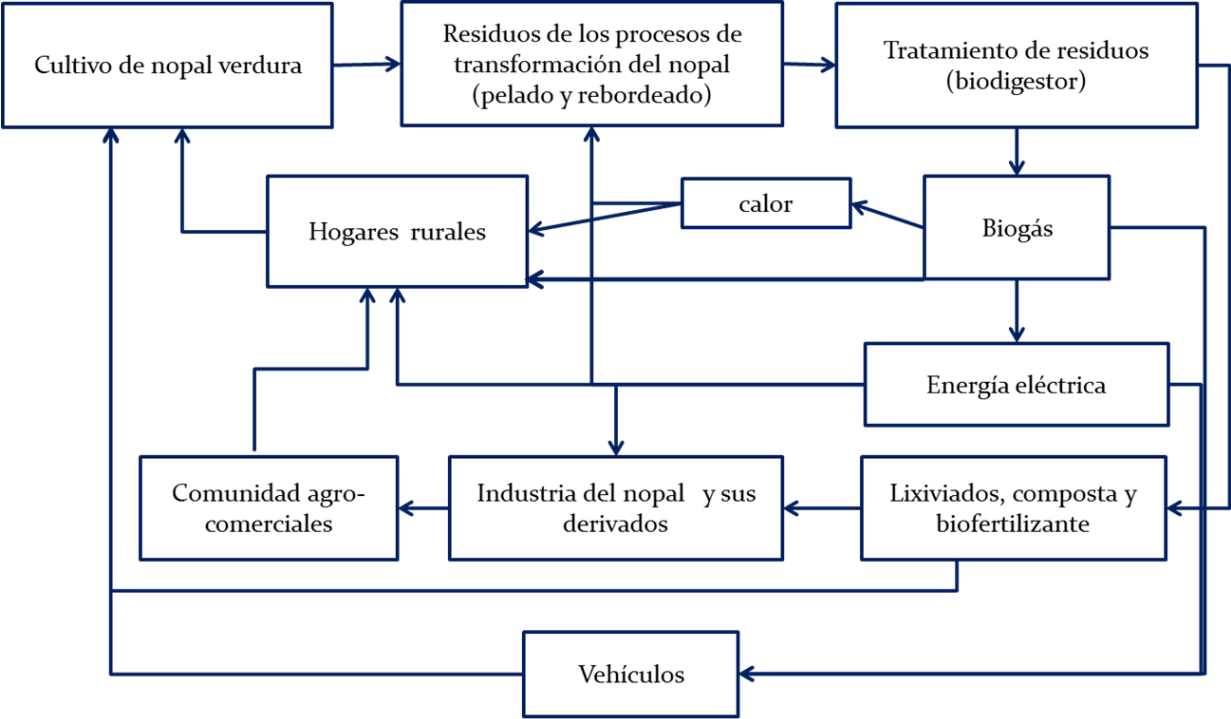
Las oportunidades de aprovechar los residuos del nopal como insumo en la obtención de biocombustibles son importantes. Se puede utilizar una amplia gama de fuentes de biomasa para producir energía (electricidad, calor, calor y energía combinados), tales como fibras, residuos de madera provenientes del sector industrial, cultivos energéticos, desechos agrícolas y residuos forestales, entre otros. De los biocombustibles se puede decir que son una fuente de energía renovable, ya que son una forma de energía solar transformada (FAO, 2008) (Ver gráfico 13).

El análisis anterior se relacionó con los objetivos de la investigación y se obtuvo el modelo para el análisis de proceso de producción de biogás con residuos del nopal verdura (Ver gráfico 21). En el grafico podemos observar que los residuos del nopal verdura son producidos en el momento en el que se llevan a cabo procesos de transformación, como es el pelado y el rebordeado del nopal y es en ese momento

donde se tiene que realizar la separación de los residuos orgánicos para no mezclarlos con otros residuos inorgánicos, que contaminarían la materia prima para producir biogás en el biodigestor.

Son varios los subproductos que se generan al darle un tratamiento anaeróbico a los residuos del nopal verdura como biofertilizante líquido, composta, calor y electricidad.

Gráfico 21. Límites del sistema del proyecto: aprovechamiento de los residuos del nopal verdura



Fuente: Propuesta de anteproyecto (elaboración propia)

Conclusiones

A lo largo de esta investigación logré identificar y examinar distintos y relevantes actores sociales, culturales, económicos y ambientales que influyen en el tema de un mejor aprovechamiento de los recursos naturales.

Al analizar su posición con respecto al tema y cómo están estructuradas las relaciones de variables dentro del sistema de estudio, me percaté de la complejidad de este, pues se debe determinar el grado de cada variable, lograr escenarios parciales que permitan abrir nuevas perspectivas para aprovechar los recursos naturales en el lugar donde se producen, pero sin afectar otras variables que agraven el problema.

Los resultados obtenidos de esta investigación son relevantes para mostrar el estado actual en que se encuentran las comunidades productoras de nopal verdura, la problemática y los beneficios que pueden obtener de sus cultivos y de los residuos orgánicos que se generan.

Lo ideal sería contribuir a solucionar las problemáticas que se tienen en la microcuenca de la Alcaldía de Milpa Alta y el resto de la biorregión. Es urgente, como lo demuestran las diferentes gráficas obtenidas a través de los programas computacionales Modelo Sensible de Vester y ACV ayudar a las comunidades involucradas en la producción de nopal verdura a elaborar proyectos que no solo beneficien a un sector.

Se deben crear programas integrales, que tomen en cuenta las tradiciones culturales de la región y las distintas características sociales y económicas de la comunidad productora de nopal. Es imperativo que los actores involucrados no continúen degradando el medioambiente del cual se deriva su actividad económica de sustento diario.

El escenario de carbono neutro (carbón almacenado por medio de la fotosíntesis de las plantas) supone una reducción del volumen de residuos orgánicos, asumiendo

un cambio cultural y en términos de responsabilidad de la sociedad, en cuyo caso se debe considerar las buenas prácticas para el manejo de residuos como una actividad que permitan una disminución de aquellos residuos orgánicos que emiten GEI.

Esto forma parte de un proceso selectivo que busca la descarbonización por medio de la generación de biogás y otros subproductos desde las primeras etapas de los distintos procesos de transformación de los residuos del nopal verdura. Los beneficios del carbono neutro contribuyen a aprovechar de una manera integral los residuos orgánicos, el aumento cultural del reciclaje, el tratamiento de aguas residuales y disminución de contaminantes al aire.

También permitirá reducir las emisiones al medio ambiente ocasionadas por el sector agrícola y los productores de nopal verdura, reduciendo así los efectos de los gases de efecto invernadero.

Beneficios ambientales, sociales, económicos en el manejo y aprovechamiento de los residuos del nopal verdura y la biodigestión anaeróbica para la generación de biogás

Uno de los muchos **beneficios ambientales** que se derivaron de esta investigación es el relacionado con el manejo y aprovechamiento del nopal verdura y la generación de biogás. El programa SimaPro 7 arrojó resultados relevantes y comparativos con el uso de gas LP de origen fósil, las cantidades de productos químicos que se generan en su producción y como afecta tanto al agua, suelo y aire.

La información obtenida nos explica las diferencias entre los dos gases y porqué el biogás obtenido de los residuos del nopal verdura en la biorregión de Milpa Alta es una excelente oportunidad para las comunidades productoras, pues se podrían reducir los gastos originados por disposición final del nopal verdura y los gastos

ocasionados por el consumo de combustibles de origen fósiles, utilizados para su transporte a los distintos puntos de distribución.

Incluso, además del biogás se podrían obtener productos con valor agregado como biofertilizante líquido y aditivos en forma de semisólida para regeneración de suelos degradados por la practica intensiva del monocultivo.

Los beneficios ambientales están comprobados a través de los resultados obtenidos en esta investigación. Además, el tratamiento anaeróbico ayuda a preservar las aguas subterráneas, disminuyendo los problemas provocados por lixiviación de distintos compuestos contaminantes al suelo, aire y agua.

El proceso anaeróbico de los residuos del nopal verdura sirve para eliminar la emisión de olores desagradables que producen los materiales orgánicos en su proceso de descomposición y conversión en bióxido de carbono.

El desarrollo y formación de sistemas de generación de biogás por medio de residuos orgánicos ayuda también a la creación de sistemas de servicios integrales para el procesamiento de residuos orgánicos por biorregiones y sus distintas actividades agrícolas, proporciona beneficios ambientales, sociales y económicos para los productores de nopal verdura y en específico en la subcuenca de Milpa Alta.

Si bien el gas natural, el gas LP y el biogás tienen una gran variedad de usos, los residuos orgánicos del nopal verdura al ser clasificados como biomasa, son una fuente de energía menos contaminante y contribuyen a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero provocadores del Cambio Climático.

Lo anterior se puede observar cuando se degradan los residuos orgánicos de forma **aeróbica** generando concertados gaseosos de escaso nivel energético como CO₂ y H₂O, pero de alto nivel contaminante a la atmosfera. Una buena parte de la

energía se inutiliza, se dispersa en la atmósfera provocando Gases de Efecto Invernadero. Calentamiento Global y Cambio Climático. Esto significa, una mayor la pérdida de energía comparando los procesos **aeróbicos con el anaeróbico**.

Es por eso por lo que los biocombustibles como es el biogás obtenido de los residuos orgánicos, es una importante opción para contribuir a resolver los problemas medio ambientales generados por el constante aumento y uso de energías de origen fósil.

En cuanto a los **beneficios sociales** concluyo que los productores del nopal verdura de Milpa Alta enfrentan desafíos en cuanto a mejorar la calidad de vida de su comunidad y de dar valor a su producto (nopal verdura).

Los temas más necesarios son aquellos donde se requiere la participación social y política de las comunidades para implementar un sistema integral el aprovechamiento de la producción del nopal verdura y de sus residuos.

Las prácticas actuales de producción y de mercado son funcionales, pero se pueden mejorar y obtener productos de valor agrado que ayuden a su economía y beneficien al medio ambiente. También es aconsejable la organización de agrupaciones de agricultores que trabaje por el bien común de la biorregión de Milpa Alta.

Las organizaciones sociales de campesinos y productores del nopal verdura, tienen el trabajo y responsabilidad de administrar los recursos provenientes de instituciones gubernamentales y apoyar de manera significativa a la distribución de recursos en favor de la producción y una mejor calidad de vida para la sociedad. Los agricultores y productores del nopal verdura, además de cosechar y de sus actividades laborales cotidianas, pueden integrar proyectos comunes con otros miembros de la sociedad como centros de estudio, universidades, organizaciones no gubernamentales y con los propios gobiernos local y federal. Esto con el objetivo de perfeccionar un programa integral del manejo y aprovechamiento del nopal y de

los residuos orgánicos basado en la investigación y las actuales tendencias tecnológicas y de desarrollo de productos.

Considero que la utilización de los residuos del nopal verdura en para generar biogás y nuevos subproductos debe ser reconocido por las políticas públicas, mismas que tienen que ser desarrolladas para apoyar a las organizaciones sociales a mejorar los resultados ambientales y económicos.

Estas políticas deben contribuir a la innovación y desarrollo de nuevos proyectos con características biotecnológicas como es la generación de biogás como fuente de energía limpia través de la cadena de valor, lo mismo en las actividades primarias que en las secundarias.

La investigación científica es fundamental para el desarrollo social de la biorregión, y si bien deben analizarse los temas sociales, culturales y políticos, para esta investigación su objetivo fue privilegiar el tema del medio ambiente y la mitigación ante el Cambio Climático.

Finalmente, en cuanto a los **beneficios económicos**, con base en datos obtenidos con los campesinos y los productores de nopal verdura de la biorregión de Milpa Alta, el cultivo del nopal verdura es la principal fuente de ingresos de la sociedad agrícola.

La economía de esta población se basa los 365 días del año en la producción y comercialización del nopal verdura y otros subproductos. Estos cultivos con características ancestrales sobre la producción tradicional de nopal verdura en la biorregión de Milpa Alta se encuentran en peligro, debido al aumento de las necesidades económicas de los productores y al elevado costo de los suministros necesarios para su producción, así como a la falta de tecnificación de sus procesos. Muchos agricultores y productores de nopal verdura se encuentren forzados a desertar al trabajo de agricultura y producción de nopal verdura.

Además, debido al cambio de uso de suelo y el deterioro de las tierras por el uso continuo del monocultivo del nopal verdura, se presentan pocos beneficios económicos y no rentables para el cultivo.

No obstante, con datos obtenidos de los talleres participativos realizados en la biorregión, se constató que son muchos los jóvenes con estudios en agroecología los que están interesados en fortalecer la producción del nopal verdura y aprovechar al máximo sus beneficios en los aspectos medioambiental, social y económico. Visualizan el aprovechamiento de los residuos del nopal verdura como una nueva fuente de ingresos por medio de biogás como incentivo ambiental, social y económico. Aportando a los agricultores una entrada económica con la que anteriormente no contaban.

Para los agricultores y productores del nopal verdura en la biorregión de Milpa Alta, el uso de biotecnologías de digestión anaeróbica puede permitir obtener importantes beneficios ambientales, sociales, económicos y energéticos.

También proporciona nutrientes en forma de biofertilizante a los suelos erosionados de sus cultivos y reduce las emisiones de gases de efecto invernadero provocadores del Cambio Climático.

Se necesita un importante cambio en el manejo y aprovechamiento de los residuos del nopal verdura y su producción, considerando los bienes y servicios que sirven a los ecosistemas donde se cultiva, comunidades campesinas y productoras del nopal verdura.

Se requiere un balance entre la preservación ambiental, el progreso social y económico, además de promover los beneficios ecológicos, económicos y sociales de los residuos del nopal verdura para la generación de biogás y biofertilizante.

Es vital presentar nuevas aportaciones y proyectos para futuras investigaciones relacionadas con las cactáceas. Las políticas públicas y el crédito son esenciales

para aumentar el cultivo de esta importante planta en las biorregiones áridas y semiáridas del mundo.

A las conclusiones anteriores es necesario añadir que las tecnologías menos contaminantes planteadas en esta investigación, si bien se aplican a pequeña escala en una producción local, tienen un beneficio global. Actuar localmente dará beneficios globales al medio ambiente.

Referencias Bibliográficas

Arias, E. 1999. *Agroecología, cultivo y usos del nopal*: FAO Università degli Studi di Palermo, Italia.

Avellaneda, Cusari. 2003. *Gestión ambiental y planificación del desarrollo. El reloj verde*: Eco Ediciones, Colombia.

Banco Interamericano de Desarrollo, 2012. *Propuesta para la creación del Programa Especial y del Fondo Multidonantes para la Iniciativa Ciudades Emergentes y Sostenibles*, GN-2652: BID, Washington, DC.

Bonsiepe, Gui, 1978. *La Proyección entre la Crisis de Ambiente y el Ambiente en Crisis. Teoría y Práctica del Diseño Industrial*. Elementos para una Manualística Crítica. Colección Comunicación Visual. Editorial Gustavo Gili, Barcelona.

Bonsiepe, Gui. 1978. *Piruetas del Neocolonialismo*, En *Diseño Industrial. Tecnología y Dependencia*: Editorial Edicol, México.

Bravo, Hollins. 2002. *El interesante mundo de las cactáceas*: Fondo de Cultura Económica, USA.

Callejas-Juárez et al, 2009. *Situación actual y perspectivas de mercado para la tuna, el nopal y sus derivados en el estado de México*: Colegio de posgraduados Texcoco México.

Castells, Manuel, 2001. *La era de la información: economía, sociedad y cultura*, vol. 1: La sociedad Red, Siglo XXI Editores, México.

Castro María Eugenia, 1998. *Globalización y desarrollo sostenible vs. Autodesarrollo y sustentabilidad*. En *Diseño y sociedad*: UAM-X No. 9, pp. 55-60.

CMNUCC, 2007. *Unidos por el clima, Guía de la Convención sobre el Cambio Climático y el Protocolo de Kyoto*: ONU, Nueva York, EE.UU.

Comisión de Cuenca, 2011. *Plan Hídrico de las Subcuencas Amecameca, La Compañía y Tláhuac-Xico de los Ríos Amecameca y La Compañía*: Universidad Autónoma Metropolitana.

Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 2010. *Desarrollo Sostenible: Perspectivas de América Latina y el Caribe*. Series Seminarios y Conferencias (11): CEPAL, Santiago, Chile.

Corrales, J; Flores, C. (2003), *Nopalitos y tunas producción, comercialización postcosecha e industrialización*: CIESTAAM, UACH, México.

Diario Oficial de la Federación, 2013. *Reforma energética*, México, D.F.

FAO, 2006. *Utilización agroindustrial del nopal*: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma.

FAO, 2011. *Estado del arte y novedades de la energía en México*: FAO, Tuxtla Chico, Chiapas, México.

Flores, C., 1994. *Producción, industrialización y comercialización del nopal como verdura en México*: CIESTAAM, Chapingo México.

Flores, C., 2001. *Producción, industrialización, y comercialización de nopalitos*: CIESTAAM, UAC, México.

Flores, C. y De Luna, J., 1995. *Mercado mundial del nopalito ACERCA*, UACH. Chapingo México, *de la investigación interdisciplinaria*. Gedisa, Barcelona, España.

INEGI, 2008. Cuaderno Estadístico Delegacional de Milpa Alta, Distrito Federal: Mapas: INEGI, México.

INEGI, Censo Agropecuario, 2007 y 2013. *Censo Agrícola, ganadero y Forestal*, DF, México.

INEGI, 2005. Guía para la interpretación de cartografía: uso del suelo y vegetación. Ciudad de Mexico.

Intergovernmental Panel on Climate Change, 2014. *Working Group III-Mitigation of Climate Change*, Chapter 2-9: IPCC, *Mitigación del cambio climático*, Suiza.

ISO 14040:1997(E). *Environmental management – Life cycle assessment – Principles and framework*. International Standard Organization.

ISO 14041:1998(E). *Environmental management – Life cycle assessment – Goal and scope.*

Jacobs G. y Aeron-Thomas A., 2000. *A review of global road accident fatalities:* RoSPA RoadSafety Congress. Plymouth.

Leff, Enrique, 2002. *Saber ambiental: sustentabilidad, racionalidad, complejidad:* Siglo XXI, Mexico DF.

Mankiw, G., 2004. *Principles of Microeconomics, Third Edition.* Mason, OH: Thomson South-Western.

Marcos Martín, F., 2001. *Biocombustibles sólidos de origen forestal:* AENOR. Madrid España.

Marín R., 2015. *Evaluación ambiental y modelación biocibernética, caso de estudio: integración de las metodologías del análisis de ciclo de vida y el modelo sensible de Vester.* UAM- XOC, México.

Massey, Doreen, 2004. *Lugar, identidad y geografías de la responsabilidad en un mundo en proceso de globalización:* Open University (Regne Unit), Treballs de la Societat Catalana de Geografia.

Molina, G., 2008. *Estudio regional forestal,* Delegaciones: Milpa Alta-Tláhuac

ONU HABITAT, 2016. *Índice básico de las ciudades prósperas:* informe final de la demarcación, Milpa Alta CDMX.

ONU HABITAT, 2013. *Planning and Design for Sustainable Mobility, Global Report on Human Settlements:* ONU HABITAT, Nairobi.

PDDU, SEDUVI, 2002. *Programa Delegacional de Desarrollo Urbano de Milpa Alta,* Asamblea Legislativa del Distrito Federal V Legislatura, México DF.

PDDU, SEDUVI, 2011. *Programa Delegacional de Desarrollo Urbano de Milpa Alta:* Asamblea Legislativa del Distrito Federal V Legislatura, México DF.

Pimienta, 1990. *Extracción nutrimental del Nopal Verdura:* Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Lerdo, Durango México.

Pimienta-Barrios, E., Loera-Q.M. y López, A.L.L., 1992. *Estudio anatómico comparativo en morfo especies del subgénero Opuntia,* p. 30-39. In: Actas III Congreso Internacional de Tuna y Cochinilla, Santiago de Chile.

Quiroga Rayén, 2009. *Guía metodológica para desarrollar indicadores ambientales y de desarrollo sostenible en países de América Latina y el Caribe*, CEPAL, Santiago de Chile.

Ramírez, Manuel, 2007. *Asentamientos irregulares en propiedad social. Revisión de alternativas para su prevención y solución*: Estudios Agrarios, núm. 36, México, Procuraduría Agraria.

Ramírez, Blanca, (2003), *Modernidad, posmodernidad, globalización y territorio: un recorrido por los campos de la teoría*, UAM, Xochimilco y Miguel Ángel Porrúa, México. Recuperado de: <https://ru.ceiich.unam.mx/handle/123456789/3409>

SAGARPA, 2004. *Plan rector sistema producto nacional nopal segunda fase: base conceptual de referencia, base de referencia estructura estratégica*: Documento validado por el comité sistema producto nopal México D.F.

Saravia, P., 2005. *Cluster del nopal*: Tecnológico de Monterrey. Toluca México.

Schoijet, M., 2008. *Límites del crecimiento y cambio climático*: Siglo veintiuno, Mexico.

SEMARNAT, 2008. *Programa nacional para la prevención y gestión integral de los residuos*: PNPGR, México DF.

SENER, 2015. *Prospectivas de energías renovables 2015 -2029*”, México DF, México

SIAP, 2010. *Producción agropecuaria y pesquera*, SAGARPA, .DF. México.

Stinzing y Carle, 2005. *Conservación del nopal verdura*, Revista Mexicana de Ingeniería Química: UAM- Iztapalapa, DF México.

Todtmann, Daniel y Felipe de Souza, 2007, *Land readjustment and Join urban Operations*: 22a. CDD: 711.4, Faculdade de Arquitetura e urbanismo da USP, Brazil.

Torres, P.A, 1991. *El campesinado en la estructura urbana: el caso de Milpa Alta* (Vol. 17): Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco.

Velázquez, E., 1998. *El Nopal y su historia*: Clio Publishing Company México City.

Weiss, Joseph y **Bustamante**, Teodoro, 2008. *Ajedrez Ambiental. Manejo de recursos naturales, comunidades, conflictos y cooperación*: FLACSO, Ecuador y Ministerio de Cultura de Ecuador, Quito.

Mesografía

FAO (2015). *Sistemas de producción agropecuaria y pobreza*. Obtenida el 20 de 01 de diciembre del 2015, http://www.fao.org/farmingsystems/description_es.htm
[http://foros.emagister.com/tema-construccion de un biodigesto-13540-595705-1.htm](http://foros.emagister.com/tema-construccion_de_un_biodigesto-13540-595705-1.htm)

INEGI (2011), *Censo Económico 2009*. Obtenido en 28 de octubre de 2015, de <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/proyectos/censos/ce2009/default.asp?s=est&c=14220>

INEGI (2013). *VIII Censo agrícola, ganadero y forestal 2007, Resultados Definitivos*. Obtenida 02 de diciembre de 2015, de [\http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/Agro/ca2007/Resultados_Agricola/default.aspx

Bonilla, R, (2014). Urbanización rural y economía agrícola de sobrevivencia en la delegación Milpa Alta. *Argumentos. Estudios Críticos De La Sociedad*, (74), 195-220. Recuperado a partir de <https://argumentos.xoc.uam.mx/index.php/argumentos/article/view/180>

Instituto Virtual Ingefor.

Programa de Energía de la Universidad Autónoma de la Ciudad de México.

PUniverso Porcino, Favoretto *biodigestores FAMA*. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) www.idae.es <http://www.bi<odisol.com/que-es-el-biogas-digestion-anaerobia-caracteristicas-y-usos-del-biogas>

Sagarpa (2012). *Plan rector del sistema producto nopal*. Obtenido el 29 de octubre de 2015, de [\[http://www.sagarpa.gob.mx/agricultura/Publicaciones/SistemaProducto/Lists/Nopala/Attachments/4/pr_df.pdf \]](http://www.sagarpa.gob.mx/agricultura/Publicaciones/SistemaProducto/Lists/Nopala/Attachments/4/pr_df.pdf)

SETAG, (2018). *Instalación y planeación de biodigestores*. Departamento en reacciones anaerobios. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) www.idae.es

Sustentables-eolica-geotermica-solar-termosolar-concentracion-eficiencia-energetica-definicion-tiposventajas-paneles-placas-mareomotriz-aerogeneradores nuclear-co2-biogas-biocombustibles. Universidad Nacional del Nordeste.

<http://www.ecoticias.com/biocombustibles/29197/noticias-energias-energias-renovables-verdes-limpias-alternativassostenibles->

Anexo 1. Gráficas y resultados del programa SimaPro 7

Es este anexo se encuentra la información obtenida a través del programa SigmaPro-7, que sirve para el análisis de ciclo de vida de productos, procesos y servicios. La información está conformada por gráficos y lista de componentes químicos que componen el biogás y el gas LP.

La intención de integrar esta información es que se pueda comparar el grado de contaminantes que emite cada gas y documentar en qué grado afecta al cambio climático. También se caracterizan otros tipos de impactos como consumo de recursos calentamiento global (efecto invernadero), reducción de la capa de ozono, toxicidad humana, ecotoxicidad, acidificación, eutrofización, formación de oxidantes fotoquímicos, usos del suelo, ruido y olores.

La forma en la que se encuentra organizado el anexo es en dos partes, primero se muestra los datos del biogás y en segundo los datos del gas LP, considerando para ambos casos la producción del biogás por medio de un biodigestor que se encuentra en el centro de acopio del nopal verdura en la Alcaldía de Milpa Alta CDMX. Se analizan datos de los dos gases en una escalada de un día (170 m³), un mes (5100 m³) y un año (61,200 m³).

1. Generación de biogás por medio de biodigestor con residuos de nopal verdura 170 m3 en un día

Proyecto: RESIDUOS DE NOPAL VERDURA

Process

Tipo de categoría Material
 Identidad del proceso training12376500006
 Tipo Sistema
 Process name generacion de biogas de residuos de nopal verdura por medio de biodigestor
 Estado



Período 1990-1994
 Geografía Europa, Occidental
 Tecnología Tecnología media
 Representatividad Datos mixtos
 Asignación para salidas múltip No aplicable
 Sustitución de asignación No aplicable
 Cut off rules No especificado
 Capital goods Segundo orden (material/energía incluyendo operaciones)
 Límite con la naturaleza No aplicable
 Infraestructura No
 Fecha 01/01/1900
 Registro PRé Consultants, The Netherlands, MO
 Generador ETH-ESU, Zurich, Switzerland
 Referencia Bibliográfica ETH-ESU 1996
 Tab. V.6.9

Método de recopilación
 Tratamiento de Datos
 Verificación
 Comentario

Output flare production sour gas (per m3 in) , original German title: Output Fackel Foerderung Sauergas.
 Unit inventory with links to other processes.

All production sites are connected to flare unit at safe distance from the site. This is used to flare of gas during drilling, start up, in case of maintenance, incidents and for peak pressure relief. About 0.25% of the mined gas is flared. Distinction is made between flaring sour (contains H2S) and sweet gas. Mercury and Radon emissions are included.

Reglas de asignación
 Descripción del sistema

System model Natural Gas
 Generacion de Biogas a partir de residuos de nopal verdura

Products	production	biogas por medio de biodige	170 m3	100 no definido	Fuels\Natural
Avoided products					
Resources	Biomass	in ground	3000	kg	Indefinido
Materials/fuels					
Electricity/heat					
Emissions to air					
	Methane		0,006	kg	Indefinido
	Carbon dioxide		2	kg	Indefinido
	Mercury		2,7E-7	kg	Indefinido
	NM/OC, non-methane volatile organic c		0,003	kg	Indefinido
	Nitrogen oxides		0,012	kg	Indefinido
	Sulfur oxides		0,17	kg	Indefinido
	Radon-222		0,4	kBq	Indefinido
	Heat, waste		4,0E-5	TJ	Indefinido
Emissions to water					
	Emission, unspecified		0	kg	Indefinido
	Nitrate compounds		1000	kg	Indefinido
Emissions to soil					
Final waste flows					
	Compost		1000	kg	Indefinido
	Residues		0	kg	Indefinido
Non material emissions					
Social issues					

2. Generación de biogás por medio de biodigestor con residuos de nopal verdura 170 m3 en un día puntuación única

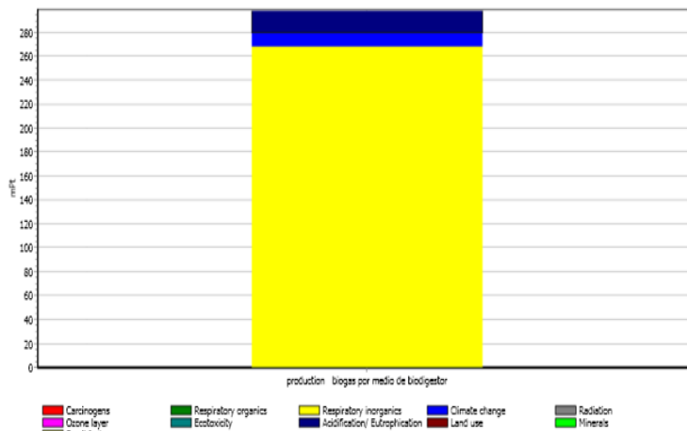
Proyecto: RESIDUOS DE NOPAL VERDURA

Producto: production biogas por medio de biodigestor
 Proyecto: RESIDUOS DE NOPAL VERDURA
 Categoría: Material\Fuels\Natural gas\Produced gas\Raw natural gas\Processes
 Método: Eco-indicator 99 (E) V2.05 / Europe EI 99 E/A
 Volumen seleccionado: Puntuación única, (Pt)
 Volumen de nodo: Excluir entradas
 Valor de corte para nodo: 0%



Proyecto: RESIDUOS DE NOPAL VERDURA

Título: Analizando 170 m3 (production biogas por medio de biodigestor)
 Método: Eco-indicator 99 (E) V2.05 / Europe EI 99 E/A
 Indicador: Puntuación única
 Por categoría de impacto: Sí
 Omitir categorías: Nunca
 Modo relativo: No



Analizando 170 m3 (production biogas por medio de biodigestor); Método: Eco-indicator 99 (E) V2.05 / Europe EI 99 E/A / puntuación única

3. Generación de biogás por medio de biodigestor con residuos de nopal verdura en un mes (5100 m3)

Proyecto: RESIDUOS DE NOPAL VERDURA

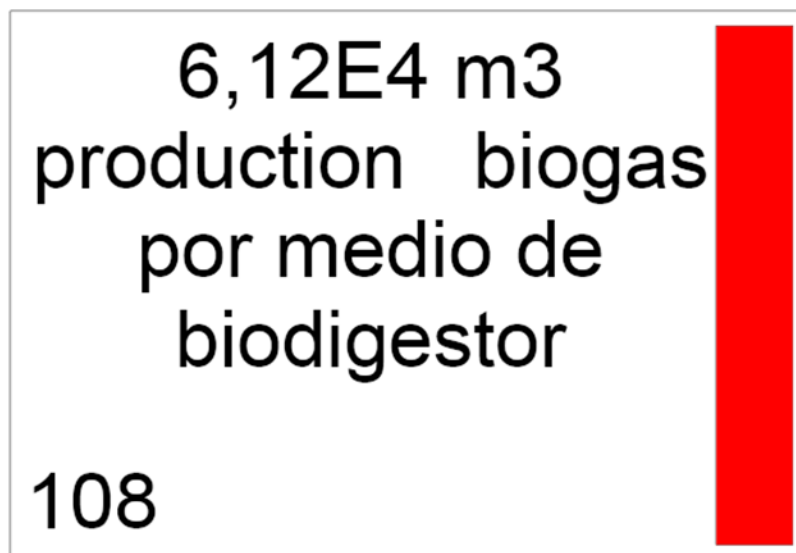
Título: Analizando 5,1E3 m3 (production biogas por medio de biodigestor)
 Método: Eco-indicator 99 (E) V2.05 / Europe EI 99 E/A
 Compartimento: Todos los compartimentos
 Por sub-compartimento: No
 Unidades predeterminadas: No
 Indicador: Inventario
 Modo relativo: No

No	Sustancia	Compartimento	Unidad
1	Biomass	Crudo	tn.lg
2	Carbon dioxide	Aire	kg
3	Heat, waste	Aire	GJ
4	Mercury	Aire	mg
5	Methane	Aire	g
6	Nitrogen oxides	Aire	g
7	NM VOC, non-methane volatile organic compounds, unspecified origin	Aire	g
8	Radon-222	Aire	kBq
9	Sulfur oxides	Aire	kg
10	Nitrate compounds	Agua	tn.lg
11	Compost	Desecho	tn.lg

4. Generación de biogás por medio de biodigestor con residuos de nopal verdura en un mes (5100 m3) puntuación única

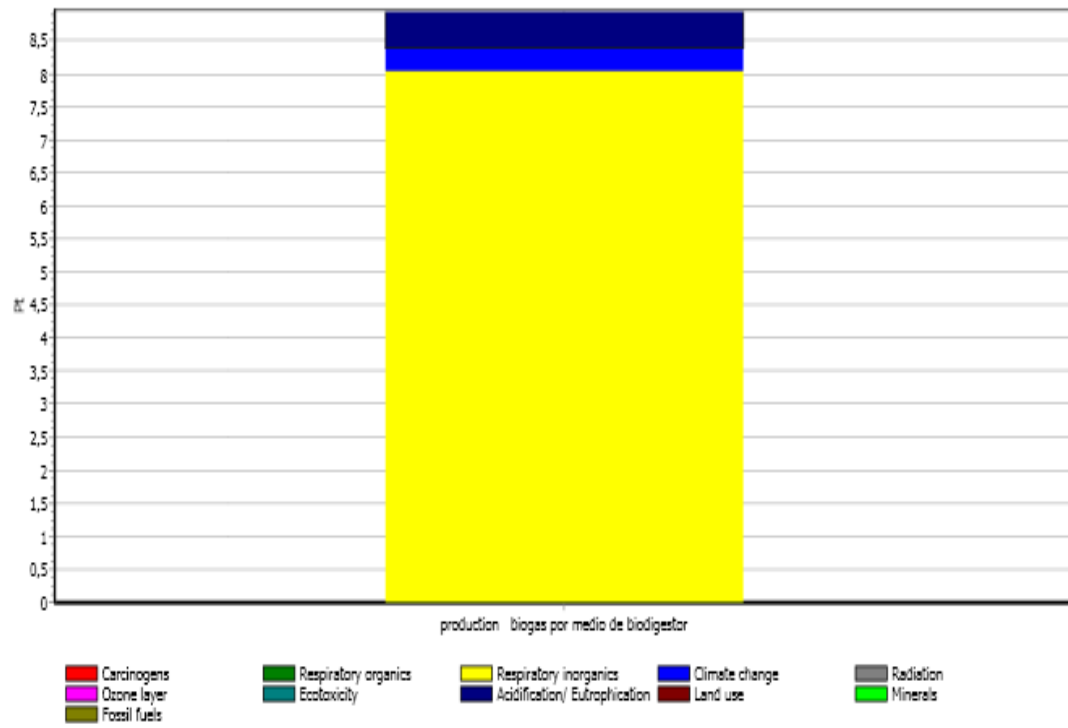
Proyecto: RESIDUOS DE NOPAL VERDURA

Producto: production biogas por medio de biodigestor
 Proyecto: RESIDUOS DE NOPAL VERDURA
 Categoría: Material\Fuels\Natural gas\Produced gas\Raw natural gas\Processes
 Método: Eco-indicator 99 (E) V2.05 / Europe EI 99 E/A
 Volumen seleccionado: Puntuación única, (Pt)
 Volumen de nodo: Incluyendo entradas
 Valor de corte para nodo: 0%



Proyecto: RESIDUOS DE NOPAL VERDURA

Título: Analizando 5,1E3 m3 (production biogas por medio de biodigestor)
Método: Eco-indicator 99 (E) V2.05 / Europe EI 99 E/A
Indicador: Puntuación única
Por categoría de impacto: Sí
Omitir categorías: Nunca
Modo relativo: No



Analizando 5,1E3 m3 (production biogas por medio de biodigestor); Método: Eco-indicator 99 (E) V2.05 / Europe EI 99 E/A / puntuación única

5. Generación de biogás por medio de biodigestor con residuos de nopal verdura en un año (61,200 m3).

Proyecto: RESIDUOS DE NOPAL VERDURA

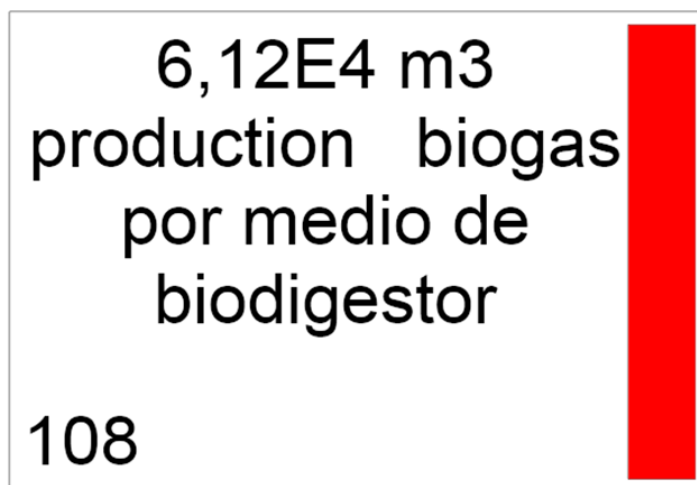
Título: Analizando 6,12E4 m3 (production biogas por medio de biodigestor)
 Método: Eco-indicator 99 (E) V2.05 / Europe EI 99 E/A
 Compartimento: Todos los compartimentos
 Por sub-compartimento: No
 Unidades predeterminadas: No
 Indicador: Inventario
 Modo relativo: No

No	Sustancia	Compartimento	Unidad
1	Biomass	Crudo	kton
2	Carbon dioxide	Aire	kg
3	Heat, waste	Aire	MWh
4	Mercury	Aire	mg
5	Methane	Aire	kg
6	Nitrogen oxides	Aire	kg
7	NM VOC, non-methane volatile organic compounds, unspecified origin	Aire	kg
8	Radon-222	Aire	kBq
9	Sulfur oxides	Aire	kg
10	Nitrate compounds	Agua	tn.lg
11	Compost	Desecho	tn.lg

6. Generación de biogás por medio de biodigestor con residuos de nopal verdura) en un año (61,200 m3). Puntuación única

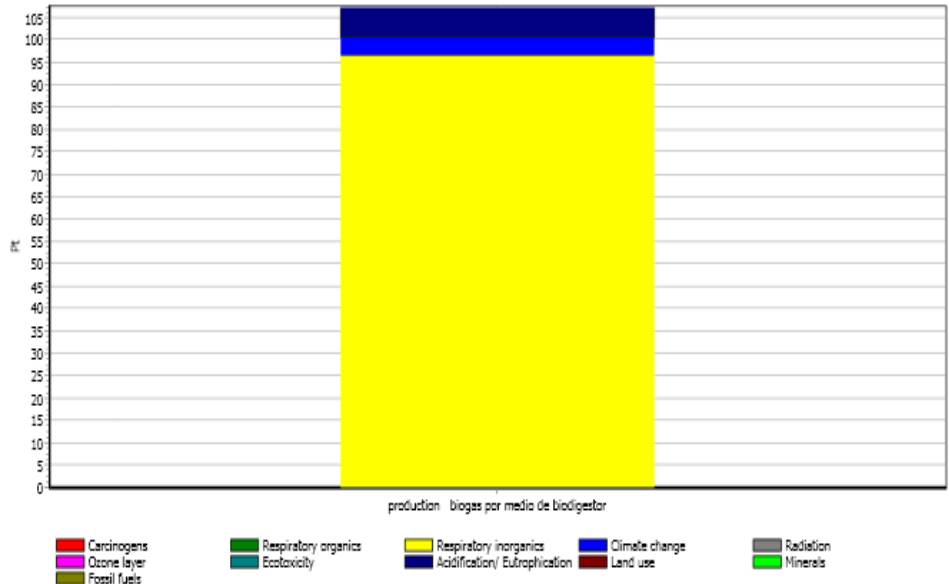
Proyecto: RESIDUOS DE NOPAL VERDURA

Producto: production biogas por medio de biodigestor
 Proyecto: RESIDUOS DE NOPAL VERDURA
 Categoría: Material\Fuels\Natural gas\Produced gas\Raw natural gas\Processes
 Método: Eco-indicator 99 (E) V2.05 / Europe EI 99 E/A
 Volumen seleccionado: Puntuación única, (Pt)
 Volumen de nodo: Incluyendo entradas
 Valor de corte para nodo: 0%



Proyecto: RESIDUOS DE NOPAL VERDURA

Título: Analizando 6,12E4 m3 (production biogas por medio de biodigestor)
Método: Eco-indicator 99 (E) V2.05 / Europe EI 99 E/A
Indicador: Puntuación única
Por categoría de impacto: Sí
Omitir categorías: Nunca
Modo relativo: No

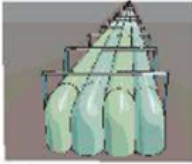


Analizando 6,12E4 m3 (production biogas por medio de biodigestor); Método: Eco-indicator 99 (E) V2.05 / Europe EI 99 E/A / puntuación única

7. Generación de gas LP combustión industrial en un día (170 m3)

Process

Tipo de categoría Energía
 Identidad del proceso training12412000009
 Tipo Sistema
 Process name LPG Combustion in Industrial Boilers (1000 gal)
 Estado



Período 1995-1999
 Geografía América del Norte
 Tecnología Tecnología media
 Representatividad Datos mixtos
 Asignación para salidas múltip No aplicable
 Sustitución de asignación No aplicable
 Cut off rules Menos del 1% (criterios físicos)
 Capital goods Segundo orden (material/energía incluyendo operaciones)
 Límite con la naturaleza No aplicable
 Infraestructura No
 Fecha 10/09/1998
 Registro Sylvania, North Berwick, Maine, USA
 Generador Franklin Associates, Prairie Village, Kansas, USA
 Referencia Bibliográfica Franklin Assoc. 1998

Método de recopilación Drawn from a variety of 57 public and private USA statistical sources, reports, and telephone conversations with experts.
 Tratamiento de Datos compara
 Verificación Evaluation and peer review for consistency and reasonableness.
 Comentario Data for the cradle-to-gate resource requirements and emissions for the combustion of 1000 gallons of Liquid Propane (95.5 Million Btu or 146193 MJ) in industrial equipment. Average USA technology, late 1990's. (1000 US liquid gallons= 3785.4 liters)
 Reglas de asignación Where possible, specific unit processes have been identified for the product of interest. Where this cannot be done, allocation is on a mass basis.
 Descripción del sistema FAL98 USA Fuel/Electricity

Products
 LPG into industrial boilers 1700 m3 100 no definido Heat/Gas (1000 US liquid gallons= 3785.4 liters)

Avoided products

Resources

Materials/fuels
 LPG FAL 1000 gal* Indefinido

Electricity/heat

Emissions to air
 Particulates, < 10 um 0,6 lb Indefinido
 Nitrogen oxides 20 lb Indefinido
 NMVOC, non-methane volatile organic c 0,26 lb Indefinido
 Sulfur oxides 0,017 lb Indefinido
 Carbon monoxide 3,4 lb Indefinido
 Carbon dioxide, fossil 13600 lb Indefinido
 Lead 0,28 lb Indefinido

Emissions to water

Emissions to soil

Final waste flows

Non material emissions

Social issues

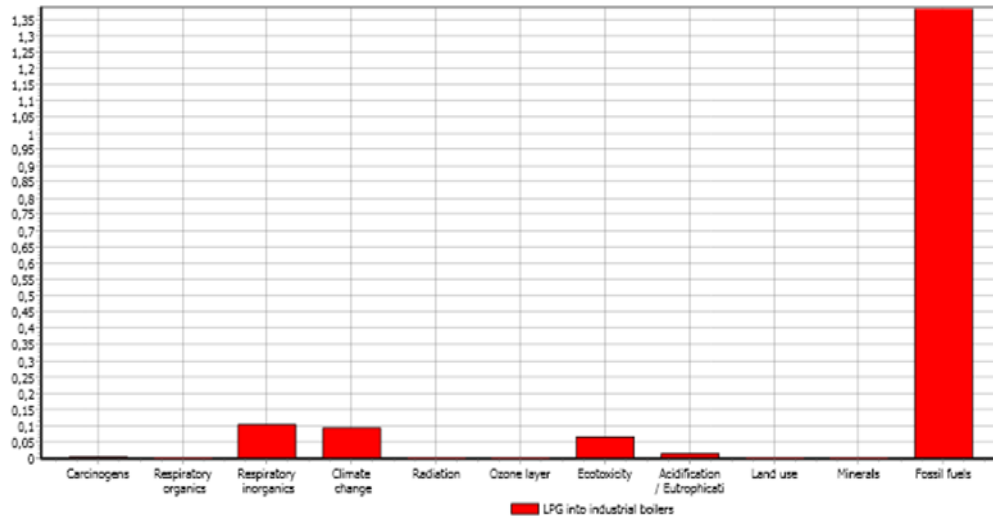
Economic issues

Waste to treatment

Input parameters

8. Normalización

Título: Comparando 1,7E3 m3 (LPG into industrial boilers)
 Método: Eco-indicator 99 (E) V2.05 / Europe EI 99 E/E
 Indicador: Normalización
 Por categoría de impacto: Sí
 Omitir categorías: Nunca
 Modo relativo: No

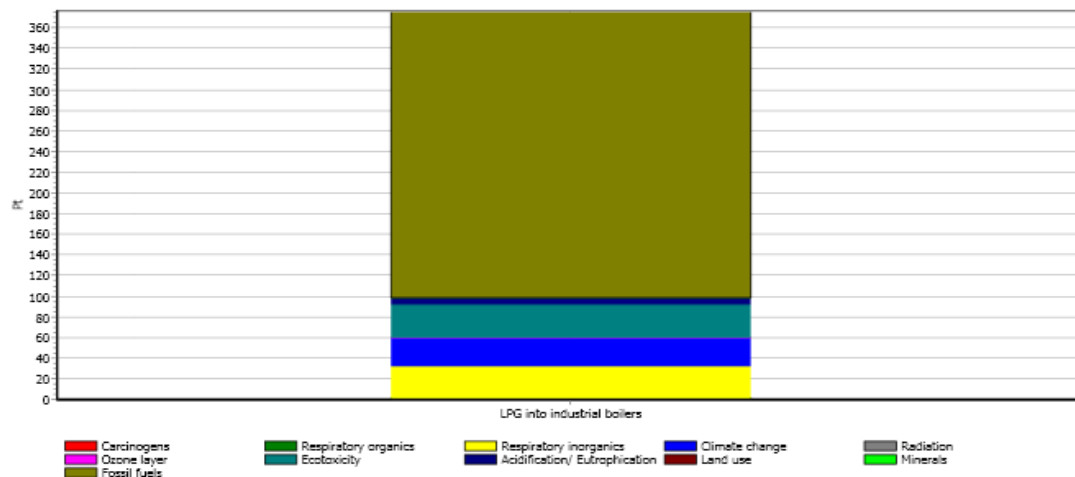


Comparando 1,7E3 m3 (LPG into industrial boilers); Método: Eco-indicator 99 (E) V2.05 / Europe EI 99 E/E / normalización

9. Puntuación única

Proyecto: Gas LP

Título: Comparando 1,7E3 m3 (LPG into industrial boilers)
 Método: Eco-indicator 99 (E) V2.05 / Europe EI 99 E/E
 Indicador: Puntuación única
 Por categoría de impacto: Sí
 Omitir categorías: Nunca
 Modo relativo: No



Comparando 1,7E3 m3 (LPG into industrial boilers); Método: Eco-indicator 99 (E) V2.05 / Europe EI 99 E/E / puntuación única

10. Inventario

Proyecto: Gas LP

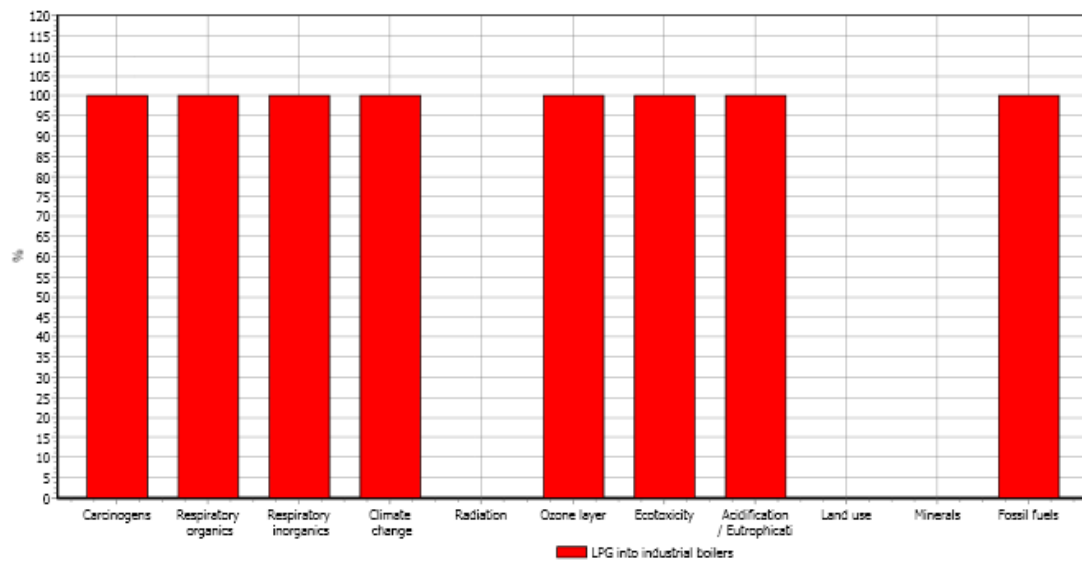
Título: Comparando 1,7E3 m3 (LPG into industrial boilers)
 Método: Eco-indicator 99 (E) \2.05 / Europe EI 99 E/E
 Compartimento: Todos los compartimentos
 Por sub-compartimento: Sí
 Unidades predeterminadas: No
 Indicador: Inventario
 Modo relativo: No

No	Sustancia	Compartimento	Subcompartimento
1	Wood and wood waste, 9.5 MJ per kg	Crudo	
2	Coal, 26.4 MJ per kg, in ground	Crudo	in ground
3	Gas, natural, 46.8 MJ per kg, in ground	Crudo	in ground
4	Limestone, in ground	Crudo	in ground
5	Oil, crude, 42 MJ per kg, in ground	Crudo	in ground
6	Uranium, 2291 GJ per kg, in ground	Crudo	in ground
7	Acrolein	Aire	
8	Aldehydes, unspecified	Aire	
9	Ammonia	Aire	
10	Antimony	Aire	
11	Arsenic	Aire	
12	Benzene	Aire	
13	Beryllium	Aire	
14	Cadmium	Aire	
15	Carbon dioxide, biogenic	Aire	
16	Carbon dioxide, fossil	Aire	
17	Carbon monoxide	Aire	
18	Chlorine	Aire	
19	Chromium	Aire	
20	Cobalt	Aire	
21	Dinitrogen monoxide	Aire	
22	Dioxins, measured as 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin	Aire	
23	Ethene, tetrachloro-	Aire	
24	Ethene, trichloro-	Aire	
25	Formaldehyde	Aire	
26	Hydrogen chloride	Aire	
27	Hydrogen fluoride	Aire	
28	Kerosene	Aire	
29	Lead	Aire	
30	Manganese	Aire	
31	Mercury	Aire	
32	Metals, unspecified	Aire	
33	Methane	Aire	
34	Methane, dichloro-, HCC-30	Aire	
35	Methane, tetrachloro-, CFC-10	Aire	
36	N-Nitrodimethylamine	Aire	
37	Naphthalene	Aire	
38	Nickel	Aire	
39	Nitrogen oxides	Aire	
40	NM/VOC, non-methane volatile organic compounds, unspecified origin	Aire	
41	Organic substances, unspecified	Aire	
42	Particulates, < 10 um	Aire	
43	Particulates, unspecified	Aire	
44	Phenol	Aire	
45	Radioactive species, unspecified	Aire	
46	Selenium	Aire	
47	Sulfur oxides	Aire	
48	Acidity, unspecified	Agua	
49	Ammonia	Agua	
50	BOD5, Biological Oxygen Demand	Agua	
51	Boron	Agua	
52	Cadmium, ion	Agua	
53	Calcium, ion	Agua	
54	Chloride	Agua	
55	Chromate	Agua	
56	Chromium	Agua	
57	COD, Chemical Oxygen Demand	Agua	
58	Cyanide	Agua	
59	Fluoride	Agua	
60	Iron	Agua	
61	Lead	Agua	
62	Manganese	Agua	
63	Mercury	Agua	
64	Metallic ions, unspecified	Agua	
65	Nitrate	Agua	
66	Oils, unspecified	Agua	
67	Organic substances, unspecified	Agua	
68	Phenol	Agua	
69	Phosphate	Agua	
70	Sodium, ion	Agua	

11. Caracterización

Proyecto: Gas LP

Título: Comparando 1,7E3 m3 (LPG into industrial boilers)
Método: Eco-indicator 99 (E) V2.05 / Europe EI 99 E/E
Indicador: Caracterización
Omitir categorías: Nunca
Modo relativo: No

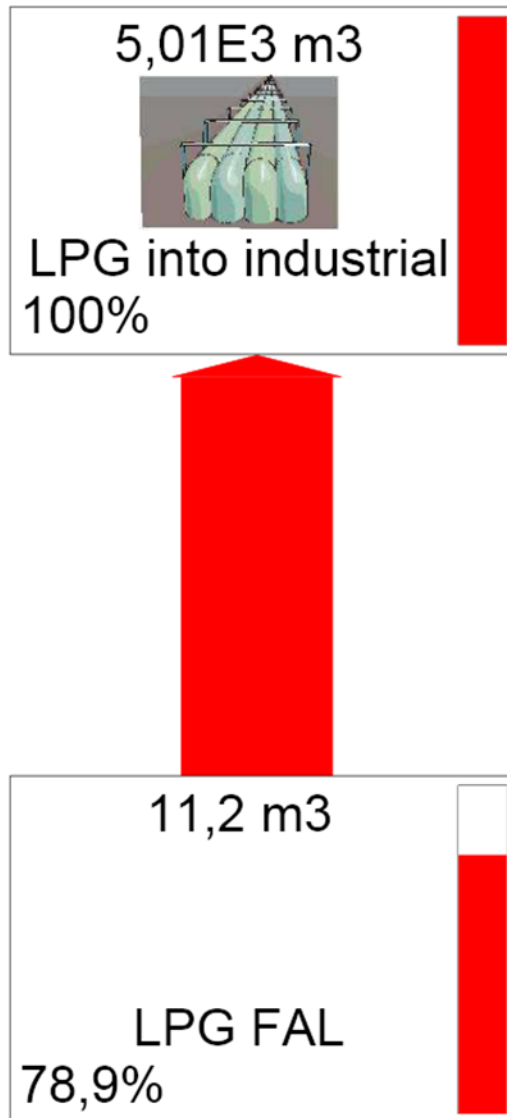


Comparando 1,7E3 m3 (LPG into industrial boilers); Método: Eco-indicator 99 (E) V2.05 / Europe EI 99 E/E / Caracterización

12. Generación de gas LP combustión industrial en un mes (5100 m3)

Proyecto: Gas LP

Producto: LPG into industrial boilers
Proyecto: Gas LP
Categoría: Energía/Heat/Gas
Método: Eco-indicator 99 (E) V2.05 / Europe EI 99 E/E
Volumen seleccionado: Puntuación única, (Pt)
Volumen de nodo: Incluyendo entradas
Valor de corte para nodo: 0%



13. Inventario

Proyecto: Gas LP

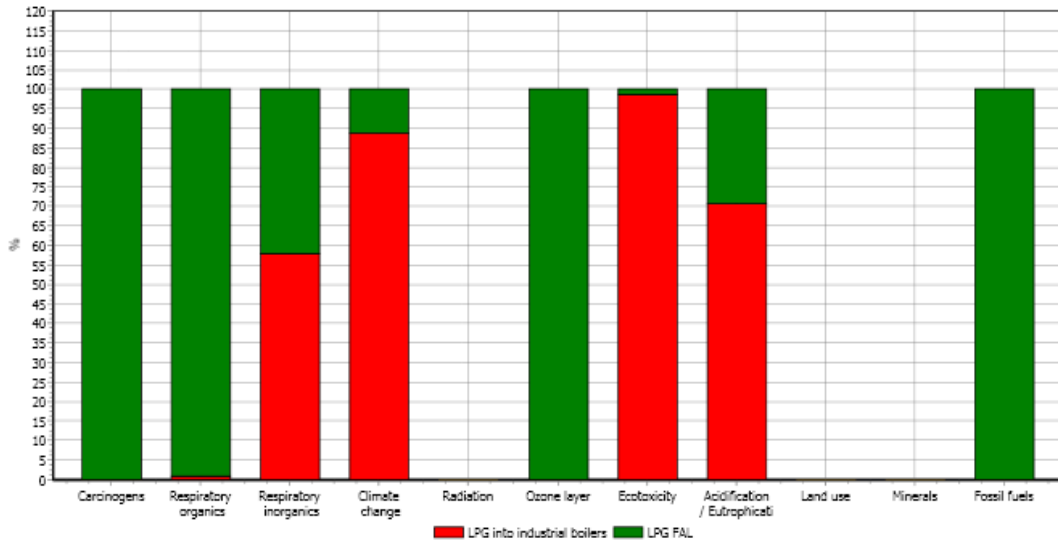
Título: Comparando 5,1E3 m3 (LPG into industrial boilers)
 Método: Eco-indicator 99 (E) V2.05 / Europe EI 99 E/E
 Compartimento: Todos los compartimentos
 Por sub-compartimento: Sí
 Unidades predeterminadas: No
 Indicador: Inventario
 Modo relativo: No

No	Sustancia	Compartimento	Subcompartimento
1	Wood and wood waste, 9.5 MJ per kg	Crudo	
2	Coal, 26.4 MJ per kg, in ground	Crudo	in ground
3	Gas, natural, 46.8 MJ per kg, in ground	Crudo	in ground
4	Limestone, in ground	Crudo	in ground
5	Oil, crude, 42 MJ per kg, in ground	Crudo	in ground
6	Uranium, 2291 GJ per kg, in ground	Crudo	in ground
7	Acrolein	Aire	
8	Aldehydes, unspecified	Aire	
9	Ammonia	Aire	
10	Antimony	Aire	
11	Arsenic	Aire	
12	Benzene	Aire	
13	Beryllium	Aire	
14	Cadmium	Aire	
15	Carbon dioxide, biogenic	Aire	
16	Carbon dioxide, fossil	Aire	
17	Carbon monoxide	Aire	
18	Chlorine	Aire	
19	Chromium	Aire	
20	Cobalt	Aire	
21	Dinitrogen monoxide	Aire	
22	Dioxins, measured as 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin	Aire	
23	Ethene, tetrachloro-	Aire	
24	Ethene, trichloro-	Aire	
25	Formaldehyde	Aire	
26	Hydrogen chloride	Aire	
27	Hydrogen fluoride	Aire	
28	Kerosene	Aire	
29	Lead	Aire	
30	Manganese	Aire	
31	Mercury	Aire	
32	Metals, unspecified	Aire	
33	Methane	Aire	
34	Methane, dichloro-, HCC-30	Aire	
35	Methane, tetrachloro-, CFC-10	Aire	
36	N-Nitrodimethylamine	Aire	
37	Naphthalene	Aire	
38	Nickel	Aire	
39	Nitrogen oxides	Aire	
40	NM/OC, non-methane volatile organic compounds, unspecified origin	Aire	
41	Organic substances, unspecified	Aire	
42	Particulates, < 10 um	Aire	
43	Particulates, unspecified	Aire	
44	Phenol	Aire	
45	Radioactive species, unspecified	Aire	
46	Selenium	Aire	
47	Sulfur oxides	Aire	
48	Acidity, unspecified	Agua	
49	Ammonia	Agua	
50	BOD5, Biological Oxygen Demand	Agua	
51	Boron	Agua	
52	Cadmium, ion	Agua	
53	Calcium, ion	Agua	
54	Chloride	Agua	
55	Chromate	Agua	
56	Chromium	Agua	
57	COD, Chemical Oxygen Demand	Agua	
58	Cyanide	Agua	
59	Fluoride	Agua	
60	Iron	Agua	
61	Lead	Agua	
62	Manganese	Agua	
63	Mercury	Agua	
64	Metallic ions, unspecified	Agua	
65	Nitrate	Agua	
66	Oils, unspecified	Agua	
67	Organic substances, unspecified	Agua	
68	Phenol	Agua	
69	Phosphate	Agua	
70	Sodium, ion	Agua	

14. Caracterización

Proyecto: Gas LP

Título: Analizando 5,01E3 m3 (LPG into industrial boilers)
 Método: Eco-indicator 99 (E) V2.05 / Europe EI 99 E/E
 Indicador: Caracterización
 Omitir categorías: Nunca
 Modo relativo: No

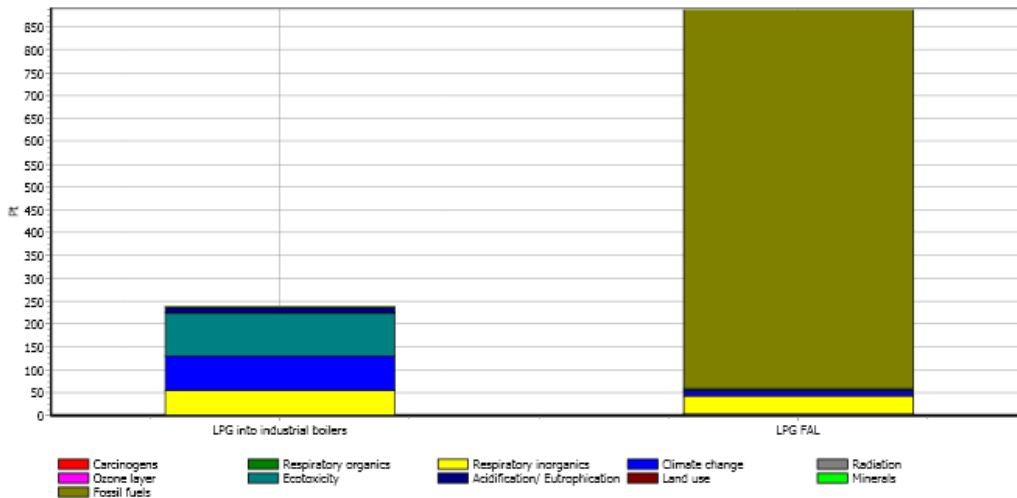


Analizando 5,01E3 m3 (LPG into industrial boilers); Método: Eco-indicator 99 (E) V2.05 / Europe EI 99 E/E / Caracterización

15. Puntuación única

Proyecto: Gas LP

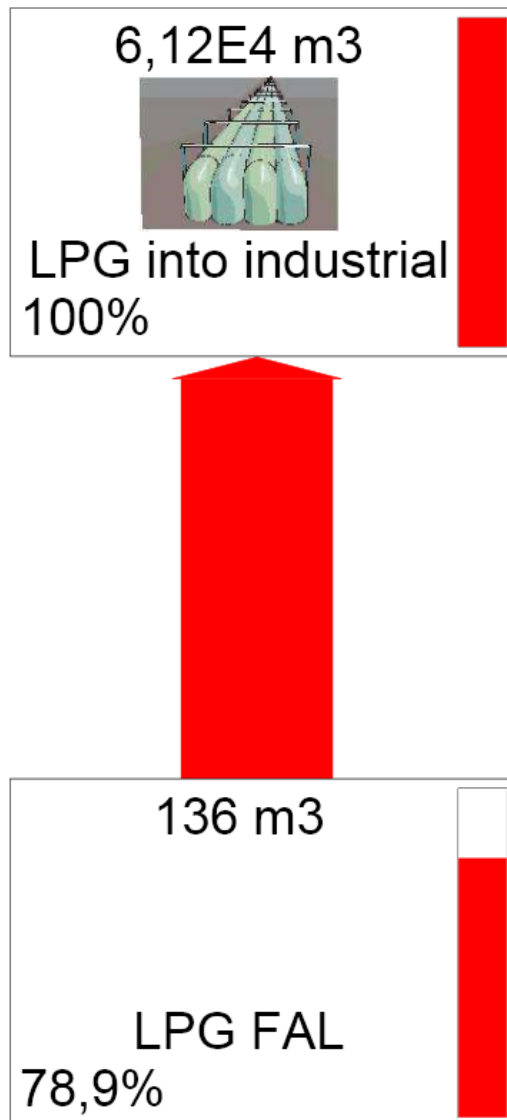
Título: Analizando 5,1E3 m3 (LPG into industrial boilers)
 Método: Eco-indicator 99 (E) V2.05 / Europe EI 99 E/E
 Indicador: Puntuación única
 Por categoría de impacto: Sí
 Omitir categorías: Nunca
 Modo relativo: No



Analizando 5,1E3 m3 (LPG into industrial boilers); Método: Eco-indicator 99 (E) V2.05 / Europe EI 99 E/E / puntuación única

16. Generación de gas LP combustión industrial en un año (61,200 m3).

Producto: LPG into industrial boilers
Proyecto: Gas LP
Categoría: Energía/Heat/Gas
Método: Eco-indicator 99 (E) V2.05 / Europe EI 99 E/E
Volumen seleccionado: Puntuación única, (Pt)
Volumen de nodo: Incluyendo entradas
Valor de corte para nodo: 0%



17. Inventario

Proyecto: Gas LP

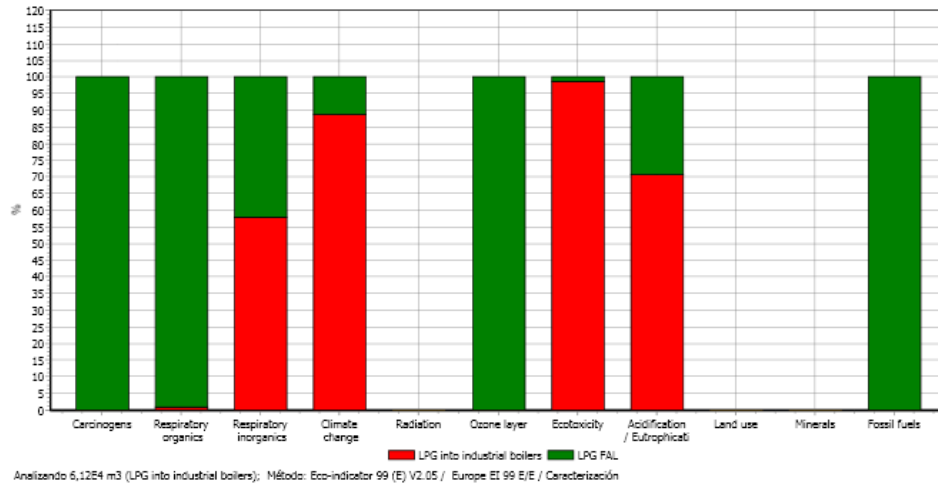
Título: Analizando 6,12E4 m3 (LPG into industrial boilers)
 Método: Eco-indicator 99 (E) V2.05 / Europe EI 99 E/E
 Compartimento: Todos los compartimentos
 Por sub-compartimento: Sí
 Unidades predeterminadas: No
 Indicador: Inventario
 Modo relativo: No

No	Sustancia	Compartimento	Subcompartimento
1	Wood and wood waste, 9.5 MJ per kg	Crudo	
2	Coal, 26.4 MJ per kg, in ground	Crudo	in ground
3	Gas, natural, 46.8 MJ per kg, in ground	Crudo	in ground
4	Limestone, in ground	Crudo	in ground
5	Oil, crude, 42 MJ per kg, in ground	Crudo	in ground
6	Uranium, 2291 GJ per kg, in ground	Crudo	in ground
7	Acrolein	Aire	
8	Aldehydes, unspecified	Aire	
9	Ammonia	Aire	
10	Antimony	Aire	
11	Arsenic	Aire	
12	Benzene	Aire	
13	Beryllium	Aire	
14	Cadmium	Aire	
15	Carbon dioxide, biogenic	Aire	
16	Carbon dioxide, fossil	Aire	
17	Carbon monoxide	Aire	
18	Chlorine	Aire	
19	Chromium	Aire	
20	Cobalt	Aire	
21	Dinitrogen monoxide	Aire	
22	Dioxins, measured as 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin	Aire	
23	Ethene, tetrachloro-	Aire	
24	Ethene, trichloro-	Aire	
25	Formaldehyde	Aire	
26	Hydrogen chloride	Aire	
27	Hydrogen fluoride	Aire	
28	Kerosene	Aire	
29	Lead	Aire	
30	Manganese	Aire	
31	Mercury	Aire	
32	Metals, unspecified	Aire	
33	Methane	Aire	
34	Methane, dichloro-, HCC-30	Aire	
35	Methane, tetrachloro-, CFC-10	Aire	
36	N-Nitrodimethylamine	Aire	
37	Naphthalene	Aire	
38	Nickel	Aire	
39	Nitrogen oxides	Aire	
40	NM/VO, non-methane volatile organic compounds, unspecified origin	Aire	
41	Organic substances, unspecified	Aire	
42	Particulates, < 10 um	Aire	
43	Particulates, unspecified	Aire	
44	Phenol	Aire	
45	Radioactive species, unspecified	Aire	
46	Selenium	Aire	
47	Sulfur oxides	Aire	
48	Acidity, unspecified	Agua	
49	Ammonia	Agua	
50	BOD5, Biological Oxygen Demand	Agua	
51	Boron	Agua	
52	Cadmium, ion	Agua	
53	Calcium, ion	Agua	
54	Chloride	Agua	
55	Chromate	Agua	
56	Chromium	Agua	
57	COD, Chemical Oxygen Demand	Agua	
58	Cyanide	Agua	
59	Fluoride	Agua	
60	Iron	Agua	
61	Lead	Agua	
62	Manganese	Agua	
63	Mercury	Agua	
64	Metallic ions, unspecified	Agua	
65	Nitrate	Agua	
66	Oils, unspecified	Agua	
67	Organic substances, unspecified	Agua	
68	Phenol	Agua	
69	Phosphate	Agua	
70	Sodium, ion	Agua	

18. Caracterización

Proyecto: Gas LP

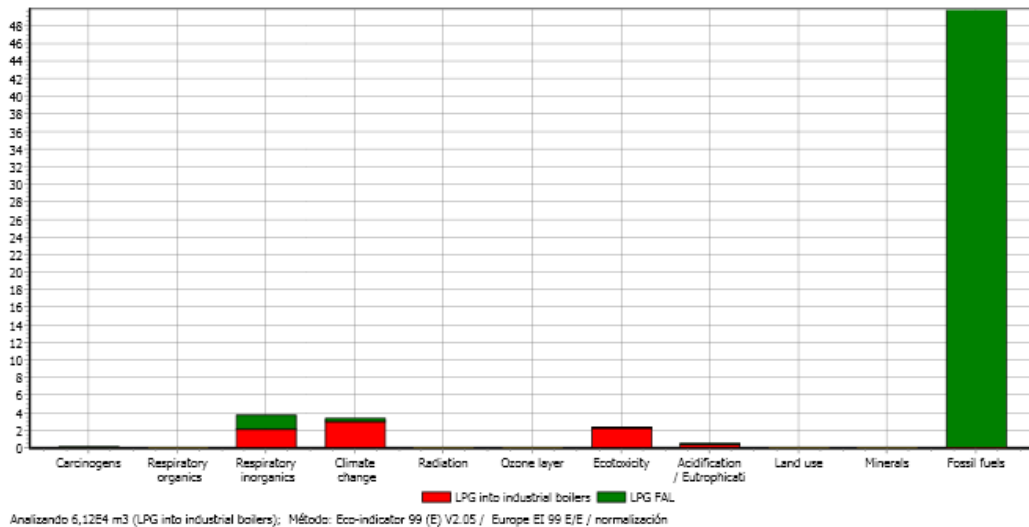
Título: Analizando 6,12E4 m3 (LPG into industrial boilers)
Método: Eco-indicator 99 (E) V2.05 / Europe EI 99 E/E
Indicador: Caracterización
Omitir categorías: Nunca
Modo relativo: No



19: Normalización

Proyecto: Gas LP

Título: Analizando 6,12E4 m3 (LPG into industrial boilers)
Método: Eco-indicator 99 (E) V2.05 / Europe EI 99 E/E
Indicador: Normalización
Por categoría de impacto: Sí
Omitir categorías: Nunca
Modo relativo: No



Anexo 2

Es este anexo se encuentra la información obtenida por medio del programa Sigma Pro 7, que sirve para el análisis de ciclo de vida de productos procesos y servicios. Básicamente la información está integrada por gráficos y lista de componentes químicos de los cuales está compuesto el biogás y el gas LP.

La intención es que se pueda comparar el grado de contaminantes que emite cada gas y en qué grado afecta principalmente al cambio climático, así como también se caracterizan otros tipos de impactos como son: consumo de recursos calentamiento global (efecto invernadero) reducción de la capa de ozono, toxicidad humana, eco toxicidad, acidificación, eutrofización, formación de oxidantes foto químicos, usos del suelo, ruido y olores.

La forma en la que se encuentra organizado el anexo es en dos partes, primero se muestra los datos del biogás y en segundo los datos del gas LP, considerando para ambos casos la producción del biogás por medio de un biodigestor que se encuentra en el centro de acopio del nopal verdura en la Alcaldía de Milpa Alta CDMX. Se analizan datos de los dos gases en una escala de un día (170 m³), un mes (5100 m³) y un año (62050 m³).

1. Explicación de todos los criterios

Explicaciones de todos los criterios

7 ÁMBITOS VITALES

Actividades:

- AMBITO DE LAS ACTIVIDADES-

Aquí pertenecen variables que proporcionan información sobre lo que se produce, construye, intercambia, compra y vende en el sistema.

Es decir, variables sobre producción, servicios, capital, inversiones, compra-venta, importaciones, exportaciones, volumen de ventas, utilidad, valor agregado, transferencia de materia prima y energía, así como las interrelaciones económicas, la estructura de precios, la oferta de puestos de trabajo, objetivos empresariales generales, subvenciones y presupuesto público.

Gente:

-AMBITO DE INVOLUCRADOS-

Variables que dan información de "la población" (habitantes, empleados o clientes del sistema). Es decir, sobre la "especie" en cuestión: quién de ellos está presente; tamaño, densidad, incremento y decremento poblacional, tasas de natalidad y mortalidad, migración, movilidad en viajes diarios y esporádicos o también la pirámide de edades, la estructura y diversificación de la fuerza laboral.

Espacio:

- ESFERA ESPACIAL-

Aquí se pregunta ¿qué sucede DONDE en nuestro sistema? Se consideran variables sobre el uso del espacio terrestre y del suelo (áreas para casas, oficinas, comercios, cultivos, bosques, vialidades, infraestructura como aeropuertos, trenes, centros de acopio, mercados y sitios de recreación y turismo). Igualmente variables sobre el uso del espacio aéreo (como distribución y frecuencia del tráfico aéreo, espacios restringidos, la estratósfera como depósito para emisiones de gases tóxicos, el espacio aéreo para deportes y recreación). De igual manera se distinguen características del uso de superficies acuáticas. A esta

esfera pertenecen también las modificaciones en las superficies o en la división espacial.

Condiciones de :

- ESFERA DEL SER -

Variables que informan sobre la calidad de vida de las personas en el sistema, es decir, como se sienten bajo las condiciones prevalecientes.

Esta área se refiere a salud, bienestar, seguridad de la población, satisfacción, autorealización, identidad y libertad de los involucrados directa e indirectamente.

También variables de educación, concientización, conducta, anonimato y amiscibilidad, sobre necesidades y demandas, vida comunitaria, servicios sociales, accidentes, libertad de opinión y de información, criminalidad, fanatismo.

Vida:

- ESFERA ECOFÍSICA INTERNA -

Variables que muestran como funciona el metabolismo o la economía de los recursos.

Indicación sobre clima, estado del tiempo, aire, suelo, agua, flora y fauna, así como aquella sobre la capacidad de autorregulación de estos elementos: ciclos, modificaciones, contaminación, destrucción, así como información sobre integridad de ecosistemas, el estado y rendimiento de los recursos naturales.

Capital natural:

- ESFERA DEL FLUJO INTERNO -

Aquí se pregunta a través de qué estructuras y canales de comunicación funciona el sistema. Incluye todas las relaciones entre las variables del sistema causantes de los acontecimientos. Organización y establecimiento de vialidades y accesos físicos y virtuales, su logística y mantenimiento. Sistemas y medios de comunicación, procesamiento de datos, movilidad combinada entre alternativas de transporte,

como tren, automóvil, andadores, etc. Organización del transporte, opciones de estacionamiento y carga, estructuras para abastecimiento y evacuación residual para energía, agua, bienes y desechos.

Infraestructura:

- ESFERA DEL ORDEN INTERNO -

Se refiere a las reglas que determinan cómo se gestiona el sistema.

Contiene variables sobre el presupuesto estatal, impuestos, exigencia de subvenciones, seguros y regulación de daños. Leyes, reglamentos y normas, fronteras, aduana, delimitación de territorio, boicot, guerra y paz.

En sistemas más pequeños comprende reglas como reglamentos internos, la jeraquía empresarial, reglas para vacaciones, consejo de los empleados, contratos de los trabajadores, litigios, etc.

CATEGORÍA FÍSICA

Materia:

Variables que tienen predominantemente un carácter material (materia prima, medios de producción) y que también incluye aspectos relacionados con personas (como son viajes diarios al sitio de trabajo, densidad de asentamientos, etc.).

Energía:

Variables que tienen un carácter predominantemente energético (consumo de energía eléctrica, fuerza de trabajo, fuentes de energía, fortaleza financiera, poder de decisión, etc.).

Información:

Variables que tienen predominantemente un carácter de comunicación y de información (medios, decisiones, ilustraciones, intercambio de información,

2. Matriz de criterios

Matriz de criterios del modelo sistémico variables Mipa Alta

Criterios →	7 ÁMBITOS VITALES							CAT.FÍSICA			CAT.DINÁMICA				REL SISTÉMICA			
	Actividades	Gente	Espacio	Condiciones de	Vida	Capital natural	Infraestructura	Materia	Energía	Información	Dimensión funcional	Dimensión estructural	Dimensión temporal	Dimensión espacial	abre por Input	abre por Output	Internam. afectable	Externam. afectable
1 Cambio climático en Milpa A	○	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
2 Calentamiento global y su v	○	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
3 Gases de efecto invernadero	○	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
4 Contaminación del aire	○	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
5 Contaminación al agua	○	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
6 Contaminación al subsuelo	○	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
7 Mayores variaciones climáti	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
8 Nuevas plagas y enfermedades	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
9 Tala inmoderada	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
10 Comunidades productoras de	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
11 Cambio de forma de vida so	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
12 Falta de liderazgo y pérdi	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
13 Falta de acceso a recursos	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
14 Competencia desleal en la	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
15 Falta de capacitación y as	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
16 Mano de obra especializada	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
17 Iniciativa privada en Milp	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
18 Falta de infraestructura h	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
19 Cultivo y producción de n	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
20 Falta difusión de los bene	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
21 Comercialización del nopal	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
22 Generación y almacenamient	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
23 Variabilidad en los precio	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
24 Falta de fortaleza en la p	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
25 Mala ubicación de mercado	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
26 Apoyos con recursos limita	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Total:	16,0	21,5	18,0	13,5	4,0	11,5	11,5	13,0	12,5	10,0	15,0	16,0	15,5	17,5	12,0	6,0	19,0	19,0

3. Matriz de influencia A

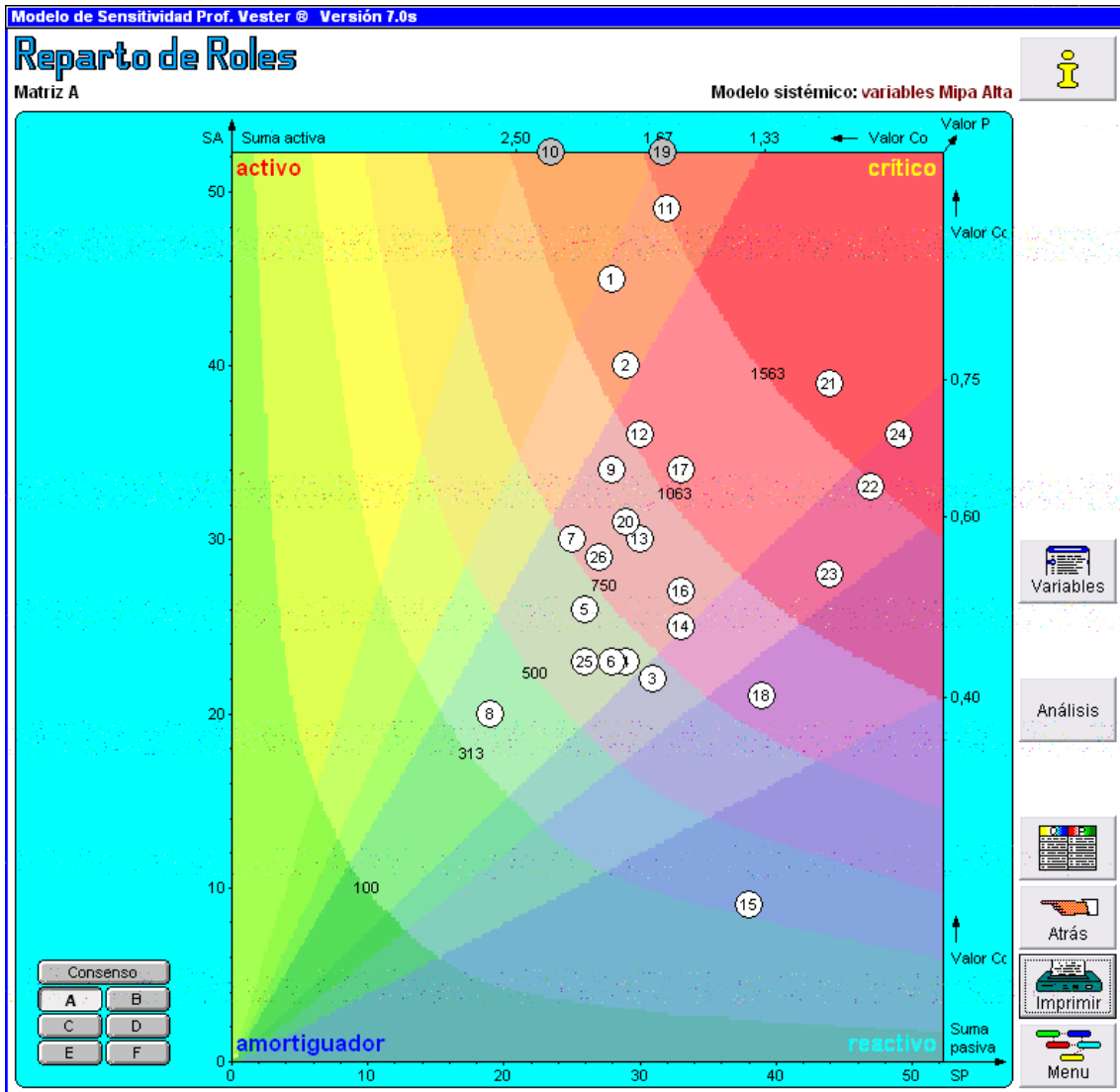
Modelo de Sensitividad Prof. Vester® Versión 7.0s

Fecha: 09/01/2017 Hora: 2:24:43

Matriz de influencia (Matriz A) en el modelo sistémico variables Mipa Alta

ACTIVO	REACTIVO	Valor Co	CRÍTICO	AMORTIGUADOR	Valor P
MUY ACTIVO			MUY CRÍTICO		
-			19 Cultivo y producción de n		2640
			10 Comunidades productoras de		2139
ACTIVO			24 Falta de fortaleza en la p		1764
10 Comunidades productoras de		2,23	21 Comercialización del nopal		1716
			11 Cambio de forma de vida so		1568
LIGERAMENTE ACTIVO			CRÍTICO		
19 Cultivo y producción de n		1,65	22 Generación y almacenamient		1551
1 Cambio climático en Milpa A		1,61	1 Cambio climático en Milpa A		1260
11 Cambio de forma de vida so		1,53	23 Variabilidad en los precio		1232
2 Calentamiento global y su v		1,38	2 Calentamiento global y su v		1160
			17 Iniciativa privada en Milp		1122
NEUTRAL			12 Falta de liderazgo y pérdi		1080
9 Tala inmoderada		1,21	LIGERAMENTE CRÍTICO		
7 Mayores variaciones climáti		1,20	9 Tala inmoderada		952
12 Falta de liderazgo y pérdi		1,20	13 Falta de acceso a recursos		900
26 Apoyos con recursos limita		1,07	20 Falta difusión de los bene		899
20 Falta difusión de los bene		1,07	16 Mano de obra especializada		891
8 Nuevas plagas y enfermedade		1,05	14 Competencia desleal en la		825
17 Iniciativa privada en Milp		1,03	18 Falta de infraestructura h		819
5 Contaminación al agua		1,00	26 Apoyos con recursos limita		783
13 Falta de acceso a recursos		1,00	7 Mayores variaciones climáti		750
21 Comercialización del nopal		0,89	NEUTRAL		
25 Mala ubicación de mercado		0,88	3 Gases de efecto invernadero		682
6 Contaminación al subsuelo		0,82	5 Contaminación al agua		676
16 Mano de obra especializada		0,82	4 Contaminación del aire		667
4 Contaminación del aire		0,79	6 Contaminación al subsuelo		644
14 Competencia desleal en la		0,76	25 Mala ubicación de mercado		598
			POCO AMORTIGUADOR		
LIGERAMENTE REACTIVO			8 Nuevas plagas y enfermedade		380
24 Falta de fortaleza en la p		0,73	15 Falta de capacitación y as		342
3 Gases de efecto invernadero		0,71	AMORTIGUADOR		
22 Generación y almacenamient		0,70	-		
23 Variabilidad en los precio		0,64	MUY AMORTIGUADOR		
			-		
REACTIVO					
18 Falta de infraestructura h		0,54			
MUY REACTIVO					
15 Falta de capacitación y as		0,24			

4. Reparto de roles A



5. Matriz de influencia B

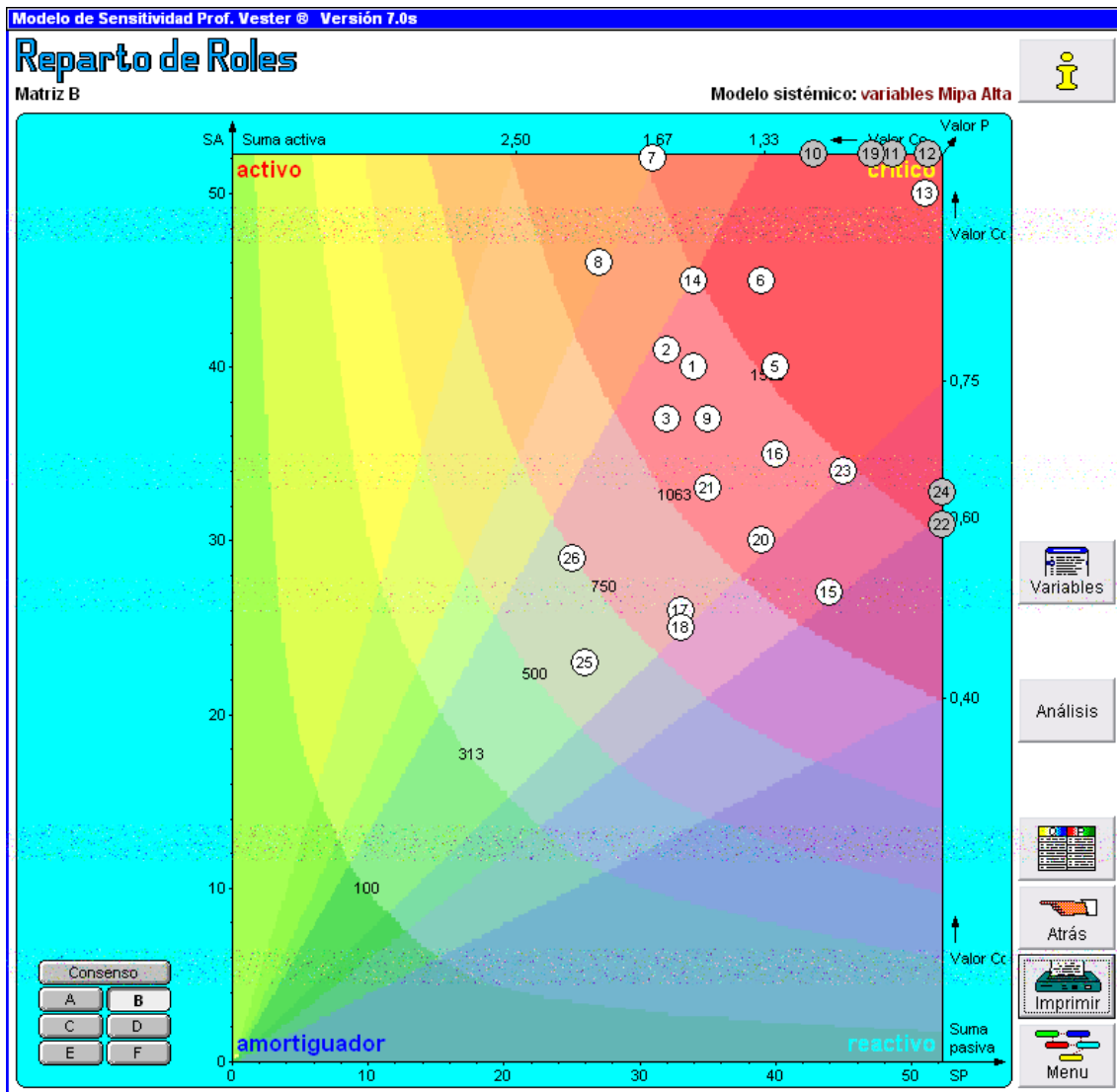
Modelo de Sensitividad Prof. Vester® Versión 7.0s

Fecha: 09/01/2017 Hora: 2:25:12

Matriz de influencia (Matriz B) en el modelo sistémico variables Mipa Alta

ACTIVO	REACTIVO	Valor Co	CRÍTICO	AMORTIGUADOR	Valor P
MUY ACTIVO			MUY CRÍTICO		
-			10 Comunidades productoras de		3564
			19 Cultivo y producción de n		3240
ACTIVO			11 Cambio de forma de vida so		3132
8 Nuevas plagas y enfermedad		1,70	12 Falta de liderazgo y pérdi		2756
7 Mayores variaciones climáti		1,68	13 Falta de acceso a recursos		2550
			24 Falta de fortaleza en la p		2418
LIGERAMENTE ACTIVO			6 Contaminación al subsuelo		1755
-			22 Generación y almacenamient		1728
			7 Mayores variaciones climáti		1612
NEUTRAL			5 Contaminación al agua		1600
14 Competencia desleal en la		1,32	CRÍTICO		
2 Calentamiento global y su v		1,28	23 Variabilidad en los precio		1530
10 Comunidades productoras de		1,22	14 Competencia desleal en la		1530
1 Cambio climático en Milpa A		1,18	16 Mano de obra especializada		1400
26 Apoyos con recursos limita		1,16	1 Cambio climático en Milpa A		1360
3 Gases de efecto invernadero		1,16	2 Calentamiento global y su v		1312
6 Contaminación al subsuelo		1,15	4 Contaminación del aire		1295
19 Cultivo y producción de n		1,11	9 Tala inmoderada		1295
11 Cambio de forma de vida so		1,07	8 Nuevas plagas y enfermedad		1242
9 Tala inmoderada		1,06	15 Falta de capacitación y as		1188
4 Contaminación del aire		1,06	3 Gases de efecto invernadero		1184
12 Falta de liderazgo y pérdi		1,02	20 Falta difusión de los bene		1170
5 Contaminación al agua		1,00	21 Comercialización del nopal		1155
13 Falta de acceso a recursos		0,98	LIGERAMENTE CRÍTICO		
21 Comercialización del nopal		0,94	17 Iniciativa privada en Milp		858
25 Mala ubicación de mercado		0,88	18 Falta de infraestructura h		825
16 Mano de obra especializada		0,88	NEUTRAL		
17 Iniciativa privada en Milp		0,79	26 Apoyos con recursos limita		725
20 Falta difusión de los bene		0,77	25 Mala ubicación de mercado		598
18 Falta de infraestructura h		0,76	POCO AMORTIGUADOR		
23 Variabilidad en los precio		0,76	-		
			AMORTIGUADOR		
LIGERAMENTE REACTIVO			-		
24 Falta de fortaleza en la p		0,63	MUY AMORTIGUADOR		
15 Falta de capacitación y as		0,61	-		
REACTIVO					
22 Generación y almacenamient		0,59			
MUY REACTIVO					
-					

6. Reparto de roles B



7. Matriz de influencia C

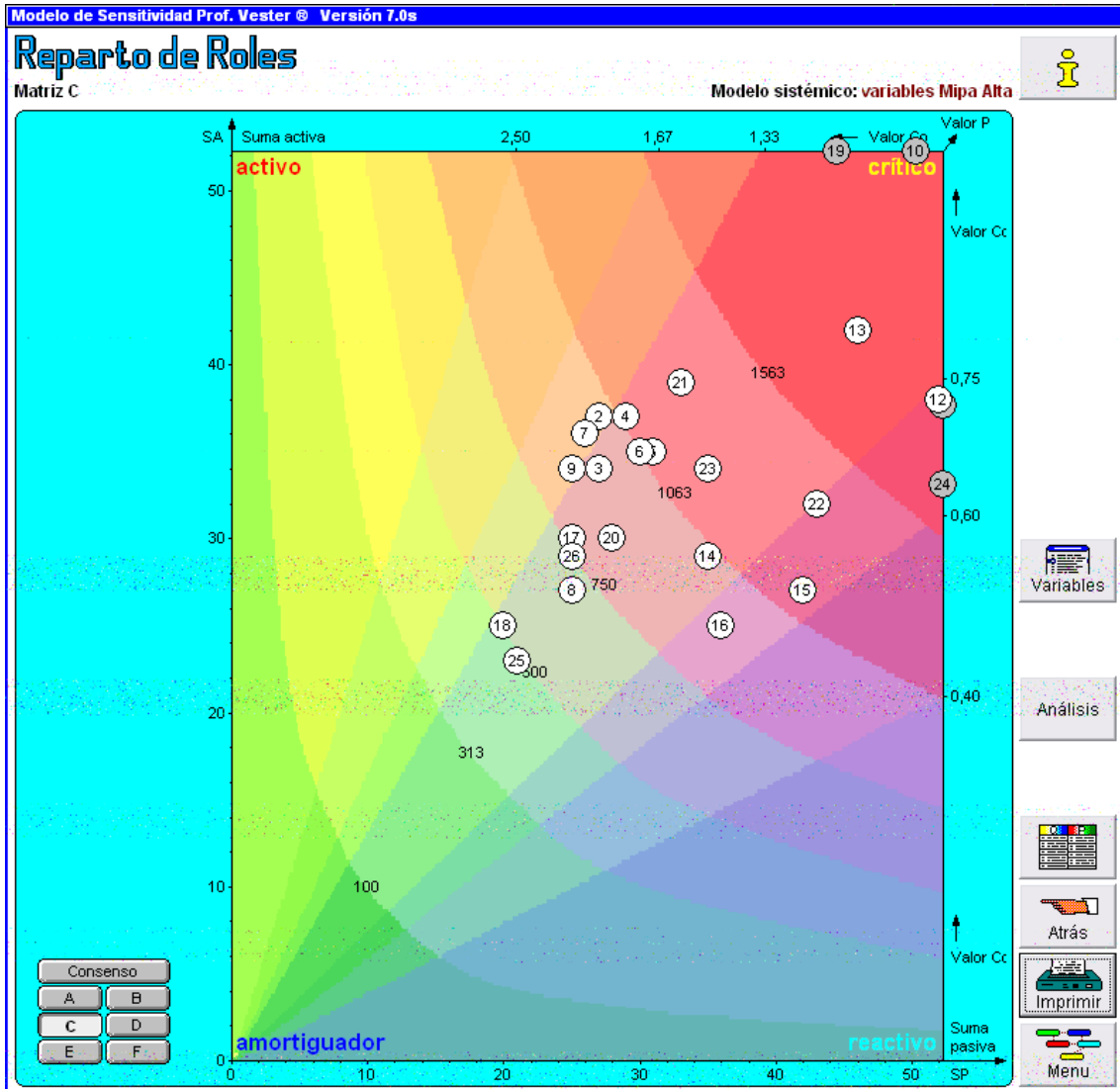
Modelo de Sensitividad Prof. Vester® Versión 7.0s

Fecha: 09/01/2017 Hora: 2:25:29

Matriz de influencia (Matriz C) en el modelo sistémico variables Mipa Alta

ACTIVO	REACTIVO	Valor Co	CRÍTICO	AMORTIGUADOR	Valor P
MUY ACTIVO			MUY CRÍTICO		
-			19 Cultivo y producción de n		3172
			10 Comunidades productoras de		2915
ACTIVO			11 Cambio de forma de vida so		2337
-			24 Falta de fortaleza en la p		2280
			12 Falta de liderazgo y pérdi		1976
LIGERAMENTE ACTIVO			13 Falta de acceso a recursos		1932
7 Mayores variaciones climáti		1,38			
1 Cambio climático en Milpa A		1,37	CRÍTICO		
2 Calentamiento global y su v		1,37	22 Generación y almacenamient		1376
9 Tala inmoderada		1,36	21 Comercialización del nopal		1287
			23 Variabilidad en los precio		1190
NEUTRAL			15 Falta de capacitación y as		1134
4 Contaminación del aire		1,28	5 Contaminación al agua		1085
3 Gases de efecto invernadero		1,26	4 Contaminación del aire		1073
18 Falta de infraestructura h		1,25			
17 Iniciativa privada en Milp		1,20	LIGERAMENTE CRÍTICO		
21 Comercialización del nopal		1,18	6 Contaminación al subsuelo		1050
19 Cultivo y producción de n		1,17	14 Competencia desleal en la		1015
6 Contaminación al subsuelo		1,17	2 Calentamiento global y su v		999
26 Apoyos con recursos limita		1,16	1 Cambio climático en Milpa A		999
5 Contaminación al agua		1,13	7 Mayores variaciones climáti		936
25 Mala ubicación de mercado		1,10	3 Gases de efecto invernadero		918
8 Nuevas plagas y enfermedade		1,08	16 Mano de obra especializada		900
20 Falta difusión de los bene		1,07	9 Tala inmoderada		850
10 Comunidades productoras de		1,04	20 Falta difusión de los bene		840
23 Variabilidad en los precio		0,97	17 Iniciativa privada en Milp		750
13 Falta de acceso a recursos		0,91			
14 Competencia desleal en la		0,83	NEUTRAL		
			26 Apoyos con recursos limita		725
LIGERAMENTE REACTIVO			8 Nuevas plagas y enfermedade		675
22 Generación y almacenamient		0,74	18 Falta de infraestructura h		500
12 Falta de liderazgo y pérdi		0,73			
11 Cambio de forma de vida so		0,72	POCO AMORTIGUADOR		
16 Mano de obra especializada		0,69	25 Mala ubicación de mercado		483
15 Falta de capacitación y as		0,64			
24 Falta de fortaleza en la p		0,63	AMORTIGUADOR		
			-		
REACTIVO			MUY AMORTIGUADOR		
-			-		
MUY REACTIVO					
-					

8. Reparto de roles C



9. Matriz de influencia D

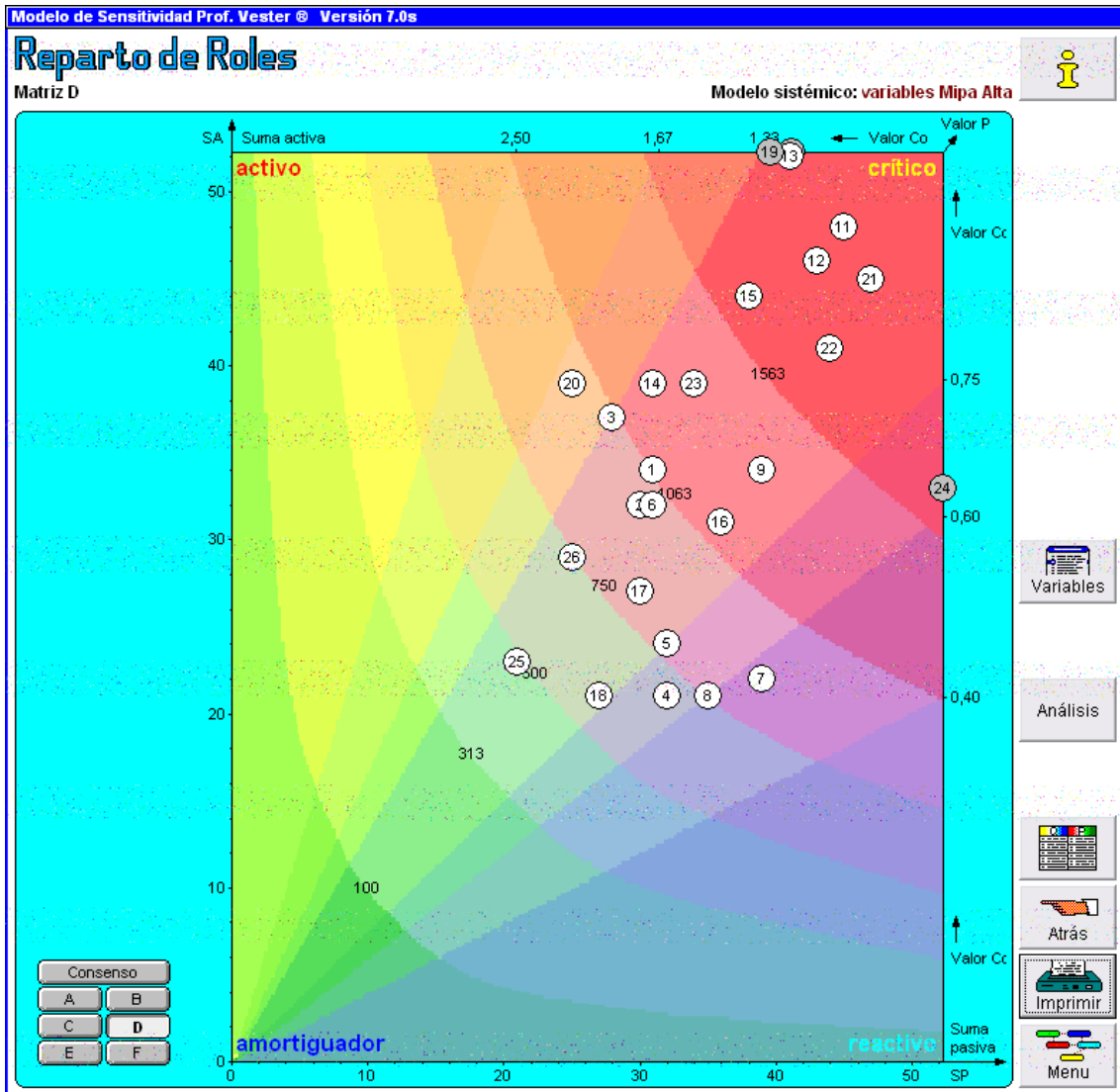
Modelo de Sensitividad Prof. Vester © Versión 7.0s

Fecha: 09/01/2017 Hora: 2:25:49

Matriz de influencia (Matriz D) en el modelo sistémico variables Mipa Alta

ACTIVO	REACTIVO	Valor Co	CRÍTICO	AMORTIGUADOR	Valor P
MUY ACTIVO			MUY CRÍTICO		
-			10 Comunidades productoras de		2928
			24 Falta de fortaleza en la p		2665
ACTIVO			19 Cultivo y producción de n		2552
-			11 Cambio de forma de vida so		2160
			13 Falta de acceso a recursos		2132
LIGERAMENTE ACTIVO			21 Comercialización del nopal		2115
20 Falta difusión de los bene		1,56	12 Falta de liderazgo y pérdi		1978
			22 Generación y almacenamient		1804
			15 Falta de capacitación y as		1672
NEUTRAL			CRÍTICO		
3 Gases de efecto invernadero		1,32	23 Variabilidad en los precio		1326
19 Cultivo y producción de n		1,32	9 Tala inmoderada		1326
10 Comunidades productoras de		1,27	14 Competencia desleal en la		1209
13 Falta de acceso a recursos		1,27	16 Mano de obra especializada		1116
14 Competencia desleal en la		1,26			
26 Apoyos con recursos limita		1,16	LIGERAMENTE CRÍTICO		
15 Falta de capacitación y as		1,16	1 Cambio climático en Milpa A		1054
23 Variabilidad en los precio		1,15	3 Gases de efecto invernadero		1036
1 Cambio climático en Milpa A		1,10	6 Contaminación al subsuelo		992
25 Mala ubicación de mercado		1,10	20 Falta difusión de los bene		975
12 Falta de liderazgo y pérdi		1,07	2 Calentamiento global y su v		960
11 Cambio de forma de vida so		1,07	7 Mayores variaciones climáti		858
2 Calentamiento global y su v		1,07	17 Iniciativa privada en Milp		810
6 Contaminación al subsuelo		1,03	5 Contaminación al agua		768
21 Comercialización del nopal		0,96			
22 Generación y almacenamient		0,93	NEUTRAL		
17 Iniciativa privada en Milp		0,90	8 Nuevas plagas y enfermedade		735
9 Tala inmoderada		0,87	26 Apoyos con recursos limita		725
16 Mano de obra especializada		0,86	4 Contaminación del aire		672
18 Falta de infraestructura h		0,78	18 Falta de infraestructura h		567
5 Contaminación al agua		0,75			
LIGERAMENTE REACTIVO			POCO AMORTIGUADOR		
4 Contaminación del aire		0,66	25 Mala ubicación de mercado		483
24 Falta de fortaleza en la p		0,63			
8 Nuevas plagas y enfermedade		0,60	AMORTIGUADOR		
			-		
REACTIVO			MUY AMORTIGUADOR		
7 Mayores variaciones climáti		0,56	-		
MUY REACTIVO					
-					

10. Reparto de roles D



11. Matriz de influencia E

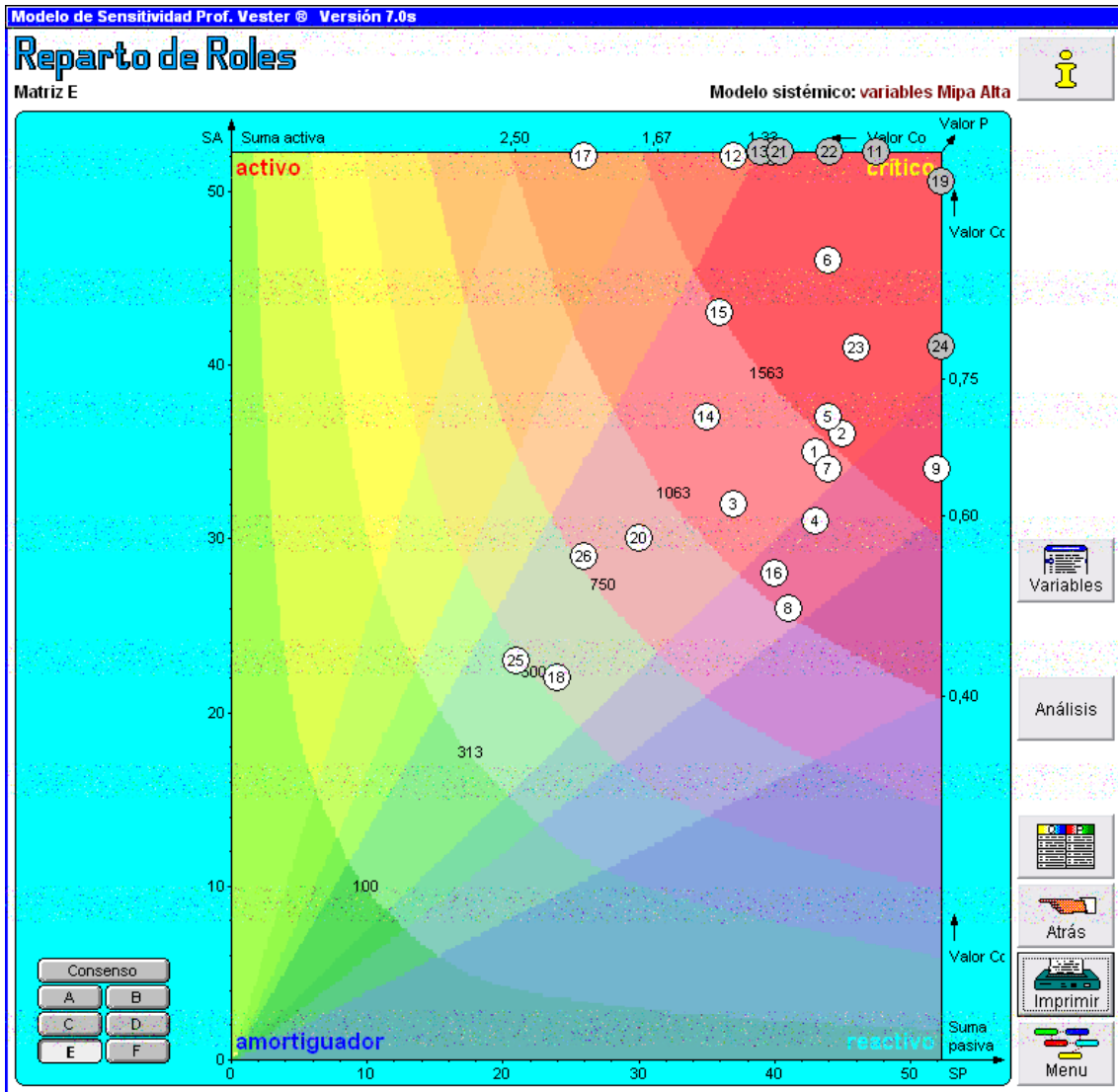
Modelo de Sensitividad Prof. Vester © Versión 7.0s

Fecha: 09/01/2017 Hora: 2:26:12

Matriz de influencia (Matriz E) en el modelo sistémico variables Mipa Alta

ACTIVO	REACTIVO	Valor Co	CRÍTICO	AMORTIGUADOR	Valor P
MUY ACTIVO			MUY CRÍTICO		
-			10 Comunidades productoras de		3834
ACTIVO			19 Cultivo y producción de n		3480
17 Iniciativa privada en Milp		2,00	21 Comercialización del nopal		3366
LIGERAMENTE ACTIVO			22 Generación y almacenamient		2736
12 Falta de liderazgo y pérdi		1,41	11 Cambio de forma de vida so		2646
13 Falta de acceso a recursos		1,34	24 Falta de fortaleza en la p		2464
NEUTRAL			13 Falta de acceso a recursos		2255
10 Comunidades productoras de		1,31	6 Contaminación al subsuelo		2024
21 Comercialización del nopal		1,29	12 Falta de liderazgo y pérdi		1924
15 Falta de capacitación y as		1,19	23 Variabilidad en los precio		1886
22 Generación y almacenamient		1,19	9 Tala inmoderada		1768
26 Apoyos con recursos limita		1,12	5 Contaminación al agua		1628
11 Cambio de forma de vida so		1,10	2 Calentamiento global y su v		1620
25 Mala ubicación de mercado		1,10	CRÍTICO		
14 Competencia desleal en la		1,06	15 Falta de capacitación y as		1548
6 Contaminación al subsuelo		1,05	1 Cambio climático en Milpa A		1505
20 Falta difusión de los bene		1,00	7 Mayores variaciones climáti		1496
19 Cultivo y producción de n		0,97	17 Iniciativa privada en Milp		1352
18 Falta de infraestructura h		0,92	4 Contaminación del aire		1333
23 Variabilidad en los precio		0,89	14 Competencia desleal en la		1295
3 Gases de efecto invernadero		0,86	3 Gases de efecto invernadero		1184
5 Contaminación al agua		0,84	16 Mano de obra especializada		1120
1 Cambio climático en Milpa A		0,81	8 Nuevas plagas y enfermedade		1066
2 Calentamiento global y su v		0,80	LIGERAMENTE CRÍTICO		
24 Falta de fortaleza en la p		0,79	20 Falta difusión de los bene		900
7 Mayores variaciones climáti		0,77	26 Apoyos con recursos limita		754
LIGERAMENTE REACTIVO			NEUTRAL		
4 Contaminación del aire		0,72	18 Falta de infraestructura h		528
16 Mano de obra especializada		0,70	POCO AMORTIGUADOR		
9 Tala inmoderada		0,65	25 Mala ubicación de mercado		483
8 Nuevas plagas y enfermedade		0,63	AMORTIGUADOR		
REACTIVO			-		
-			MUY AMORTIGUADOR		
MUY REACTIVO			-		
-					

12. Reparto de roles E



13. Matriz de influencia en F

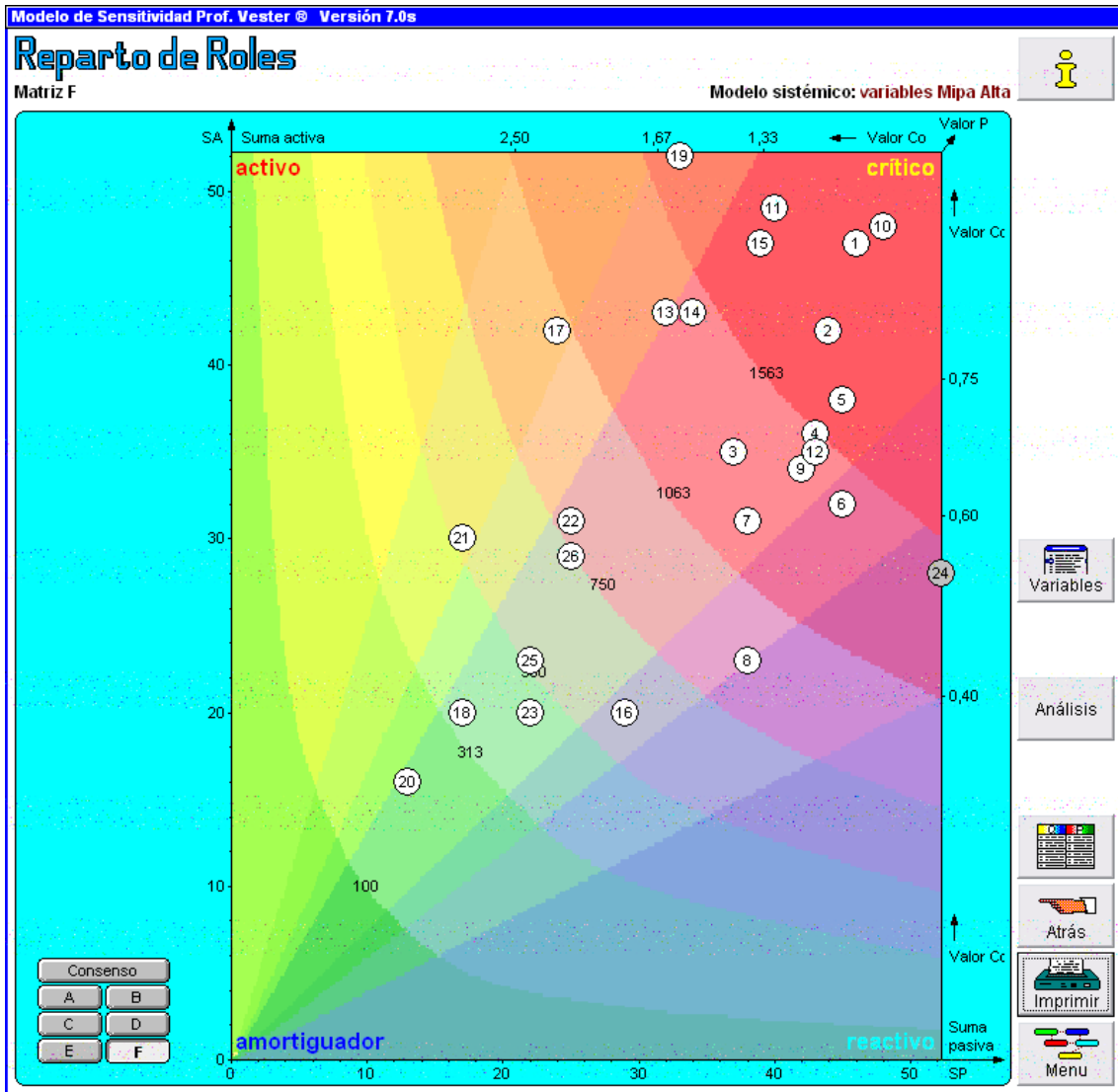
Modelo de Sensitividad Prof. Vester © Versión 7.0s

Fecha: 09/01/2017 Hora: 2:26:24

Matriz de influencia (Matriz F) en el modelo sistémico **variables Mipa Alta**

ACTIVO	REACTIVO	Valor Co	CRÍTICO	AMORTIGUADOR	Valor P
MUY ACTIVO			MUY CRÍTICO		
-			10 Comunidades productoras de		2304
ACTIVO			1 Cambio climático en Milpa A		2162
21 Comercialización del nopal		1,76	11 Cambio de forma de vida so		1960
17 Iniciativa privada en Milp		1,75	2 Calentamiento global y su v		1848
LIGERAMENTE ACTIVO			15 Falta de capacitación y as		1833
19 Cultivo y producción de n		1,58	19 Cultivo y producción de n		1716
13 Falta de acceso a recursos		1,34	5 Contaminación al agua		1710
NEUTRAL			24 Falta de fortaleza en la p		1566
14 Competencia desleal en la		1,26	CRÍTICO		
22 Generación y almacenamient		1,24	4 Contaminación del aire		1548
20 Falta difusión de los bene		1,23	12 Falta de liderazgo y pérdi		1505
11 Cambio de forma de vida so		1,23	14 Competencia desleal en la		1462
15 Falta de capacitación y as		1,21	6 Contaminación al subsuelo		1440
18 Falta de infraestructura h		1,18	9 Tala inmoderada		1428
26 Apoyos con recursos limita		1,16	13 Falta de acceso a recursos		1376
25 Mala ubicación de mercado		1,05	3 Gases de efecto invernadero		1295
1 Cambio climático en Milpa A		1,02	7 Mayores variaciones climáti		1178
10 Comunidades productoras de		1,00	LIGERAMENTE CRÍTICO		
2 Calentamiento global y su v		0,95	17 Iniciativa privada en Milp		1008
3 Gases de efecto invernadero		0,95	8 Nuevas plagas y enfermedade		874
23 Variabilidad en los precio		0,91	22 Generación y almacenamient		775
5 Contaminación al agua		0,84	NEUTRAL		
4 Contaminación del aire		0,84	26 Apoyos con recursos limita		725
7 Mayores variaciones climáti		0,82	16 Mano de obra especializada		580
12 Falta de liderazgo y pérdi		0,81	21 Comercialización del nopal		510
9 Tala inmoderada		0,81	25 Mala ubicación de mercado		506
LIGERAMENTE REACTIVO			POCO AMORTIGUADOR		
6 Contaminación al subsuelo		0,71	23 Variabilidad en los precio		440
16 Mano de obra especializada		0,69	18 Falta de infraestructura h		340
8 Nuevas plagas y enfermedade		0,61	AMORTIGUADOR		
REACTIVO			20 Falta difusión de los bene		208
24 Falta de fortaleza en la p		0,54	MUY AMORTIGUADOR		
MUY REACTIVO			-		
-					

14. Reparto de roles F



15. Matriz de consenso

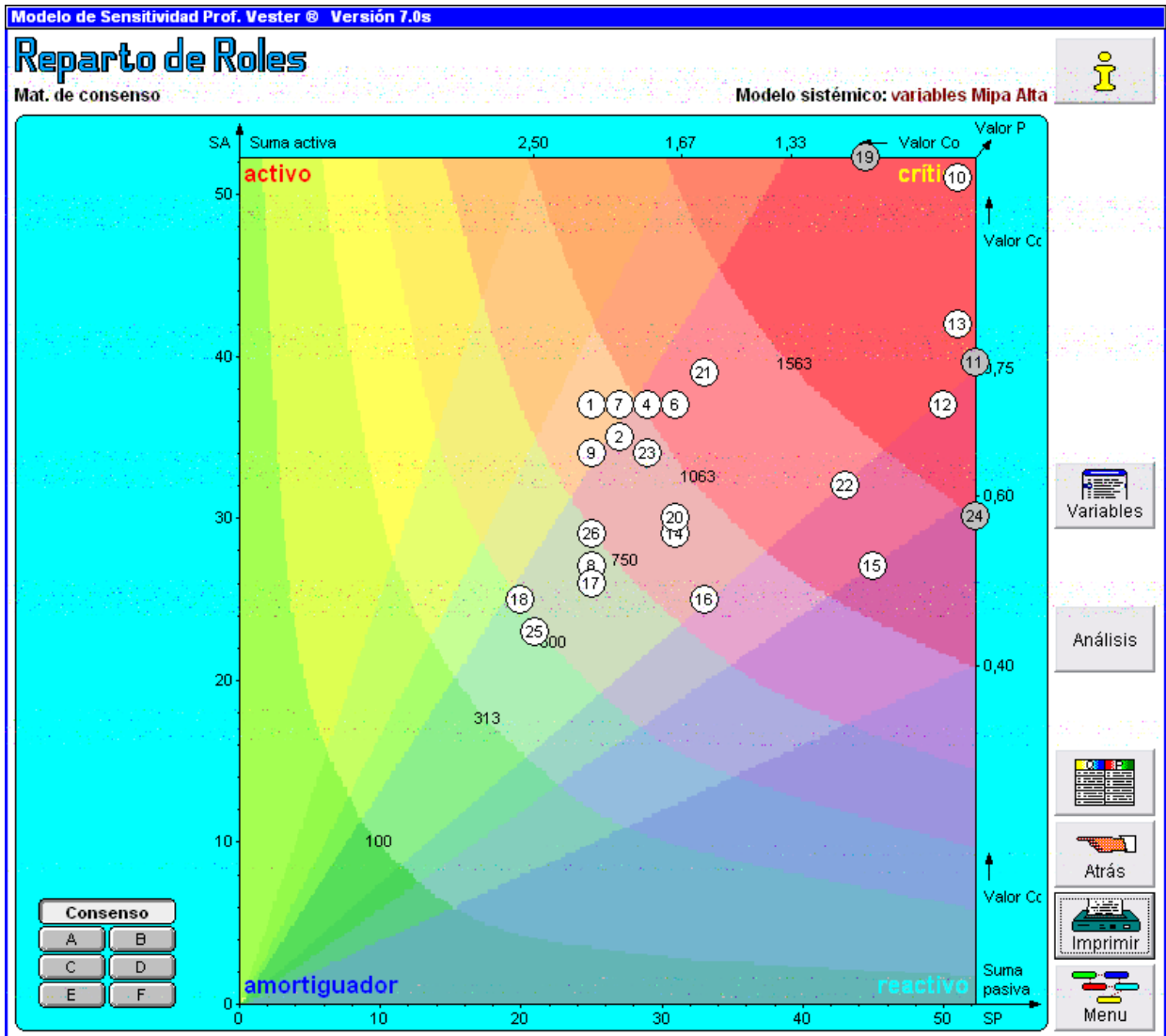
Modelo de Sensitividad Prof. Vester © Versión 7.0s

Fecha: 09/01/2017 Hora: 2:23:52

Matriz de influencia (Mat. de consenso) en el modelo sistémico variables Mipa Alta

ACTIVO	REACTIVO	Valor Co	CRÍTICO	AMORTIGUADOR	Valor P
MUY ACTIVO			MUY CRÍTICO		
-			19 Cultivo y producción de n		3172
			10 Comunidades productoras de		2601
ACTIVO			24 Falta de fortaleza en la p		2508
-			11 Cambio de forma de vida so		2214
			13 Falta de acceso a recursos		2142
LIGERAMENTE ACTIVO			12 Falta de liderazgo y pérdi		1850
1 Cambio climático en Milpa A		1,48	CRÍTICO		
3 Gases de efecto invernadero		1,37	22 Generación y almacenamient		1376
7 Mayores variaciones climáti		1,37	21 Comercialización del nopal		1287
9 Tala inmoderada		1,36	15 Falta de capacitación y as		1215
			5 Contaminación al agua		1147
NEUTRAL			6 Contaminación al subsuelo		1147
2 Calentamiento global y su v		1,30	4 Contaminación del aire		1073
4 Contaminación del aire		1,28	LIGERAMENTE CRÍTICO		
18 Falta de infraestructura h		1,25	7 Mayores variaciones climáti		999
5 Contaminación al agua		1,19	3 Gases de efecto invernadero		999
6 Contaminación al subsuelo		1,19	23 Variabilidad en los precio		986
21 Comercialización del nopal		1,18	2 Calentamiento global y su v		945
19 Cultivo y producción de n		1,17	20 Falta difusión de los bene		930
23 Variabilidad en los precio		1,17	1 Cambio climático en Milpa A		925
26 Apoyos con recursos limita		1,16	14 Competencia desleal en la		899
25 Mala ubicación de mercado		1,10	9 Tala inmoderada		850
8 Nuevas plagas y enfermedade		1,08	16 Mano de obra especializada		825
17 Iniciativa privada en Milp		1,04	NEUTRAL		
10 Comunidades productoras de		1,00	26 Apoyos con recursos limita		725
20 Falta difusión de los bene		0,97	8 Nuevas plagas y enfermedade		675
14 Competencia desleal en la		0,94	17 Iniciativa privada en Milp		650
13 Falta de acceso a recursos		0,82	18 Falta de infraestructura h		500
11 Cambio de forma de vida so		0,76	POCO AMORTIGUADOR		
16 Mano de obra especializada		0,76	25 Mala ubicación de mercado		483
LIGERAMENTE REACTIVO			AMORTIGUADOR		
22 Generación y almacenamient		0,74	-		
12 Falta de liderazgo y pérdi		0,74	MUY AMORTIGUADOR		
15 Falta de capacitación y as		0,60	-		
REACTIVO					
24 Falta de fortaleza en la p		0,58			
MUY REACTIVO					
-					

16. Reparto de roles concenso



17. Matriz de influencia consenso

Modelo de Sensitividad Prof. Vester © Versión 7.0s

Fecha: 09/01/2017 Hora: 23:35:56

Matriz de influencia (Mat. de consenso) del modelo sistémico variables Mipa Alta

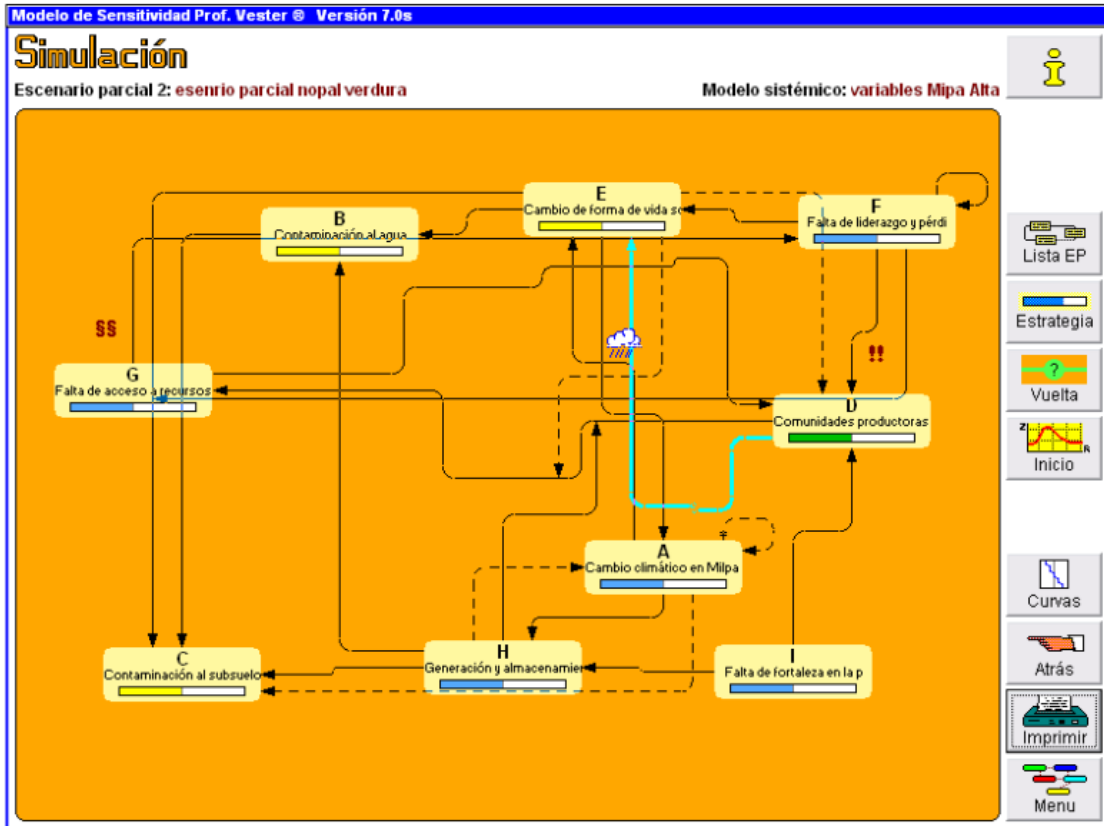
Efecto de γ en \rightarrow	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	SA	P	
1 Cambio climático en Milpa A	X	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	1	2	0	1	0	1	1	0	0	0	2	0	3	0	0	37	925	
2 Calentamiento global y su v	1	X	3	3	3	3	3	2	2	1	2	2	2	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	3	0	0	35	945	
3 Gases de efecto invernadero	3	3	X	3	3	3	3	2	2	1	2	2	2	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	3	0	0	37	969	
4 Contaminación del aire	3	3	3	X	3	3	3	2	2	1	2	2	2	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	3	0	0	37	1073	
5 Contaminación al agua	3	3	3	3	X	3	3	2	2	1	2	2	2	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	3	0	0	37	1147	
6 Contaminación al subsuelo	3	3	3	3	3	X	3	2	2	1	2	2	2	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	3	0	0	37	1147	
7 Mayores variaciones climáti	3	3	3	3	3	3	X	2	2	1	2	2	2	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	3	0	0	37	969	
8 Nuevas plagas y enfermedad	2	2	2	2	2	2	2	X	2	1	1	1	0	1	2	2	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	27	675	
9 Tala inmoderada	3	3	3	3	3	3	2	X	1	1	1	0	1	2	2	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	34	850	
10 Comunidades productoras de	1	1	1	1	1	1	1	3	1	X	0	0	3	3	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	51	2801	
11 Cambio de forma de vida so	1	1	1	1	1	1	1	0	2	3	X	3	3	3	3	1	2	2	2	1	1	1	1	3	1	2	41	2214	
12 Falta de liderazgo y pérdi	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	3	X	2	2	2	2	0	3	3	3	3	2	2	2	2	2	37	1850	
13 Falta de acceso a recursos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	3	X	2	3	3	2	2	3	2	3	3	3	3	2	2	42	2142	
14 Competencia desleal en la	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	3	2	X	2	1	1	1	3	0	2	2	1	3	1	2	29	899	
15 Falta de capacitación y as	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	3	3	1	X	3	1	0	3	2	0	2	0	3	0	0	27	1215	
16 Mano de obra especializada	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	2	3	0	3	X	1	0	3	0	1	3	1	3	0	0	25	825	
17 Iniciativa privada en Milp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	3	2	X	0	3	3	3	2	3	3	0	0	26	650	
18 Falta de infraestructura h	0	0	0	2	3	3	0	3	2	1	3	3	3	1	0	0	0	X	0	0	0	0	0	0	1	0	0	25	500
19 Cultivo y producción de n	2	2	2	2	3	3	2	3	2	3	3	2	2	3	2	2	1	1	X	3	3	3	3	3	3	3	61	3172	
20 Falta difusión de los bene	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	3	2	2	2	0	0	3	X	2	2	1	3	1	1	1	30	930	
21 Comercialización del nopal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	3	3	3	2	2	0	3	2	X	3	3	3	2	2	2	39	1287	
22 Generación y almacenamient	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	2	2	0	3	3	1	3	3	1	1	X	1	3	1	2	32	1376	
23 Variabilidad en los precio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	1	2	3	1	2	1	0	3	3	3	2	X	3	2	2	34	986	
24 Falta de fortaleza en la p	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	3	3	2	3	3	1	0	3	1	3	3	3	X	2	2	38	2508	
25 Mala ubicación de mercado	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	3	1	3	3	3	3	X	2	23	483	
26 Apoyos con recursos limita	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	3	2	2	2	1	1	1	3	0	2	2	1	3	1	X	29	725	
SP	25	27	29	31	31	27	25	25	51	54	50	51	31	45	33	25	20	52	31	33	43	29	66	21	25	907			
Cox100	148	130	137	128	119	119	137	108	138	100	76	74	82	94	60	76	104	125	117	97	118	74	117	58	110	116			

18. Valores de influencia consenso



19. Simulación

Simulación del modelo sistémico variables Mipa Alta

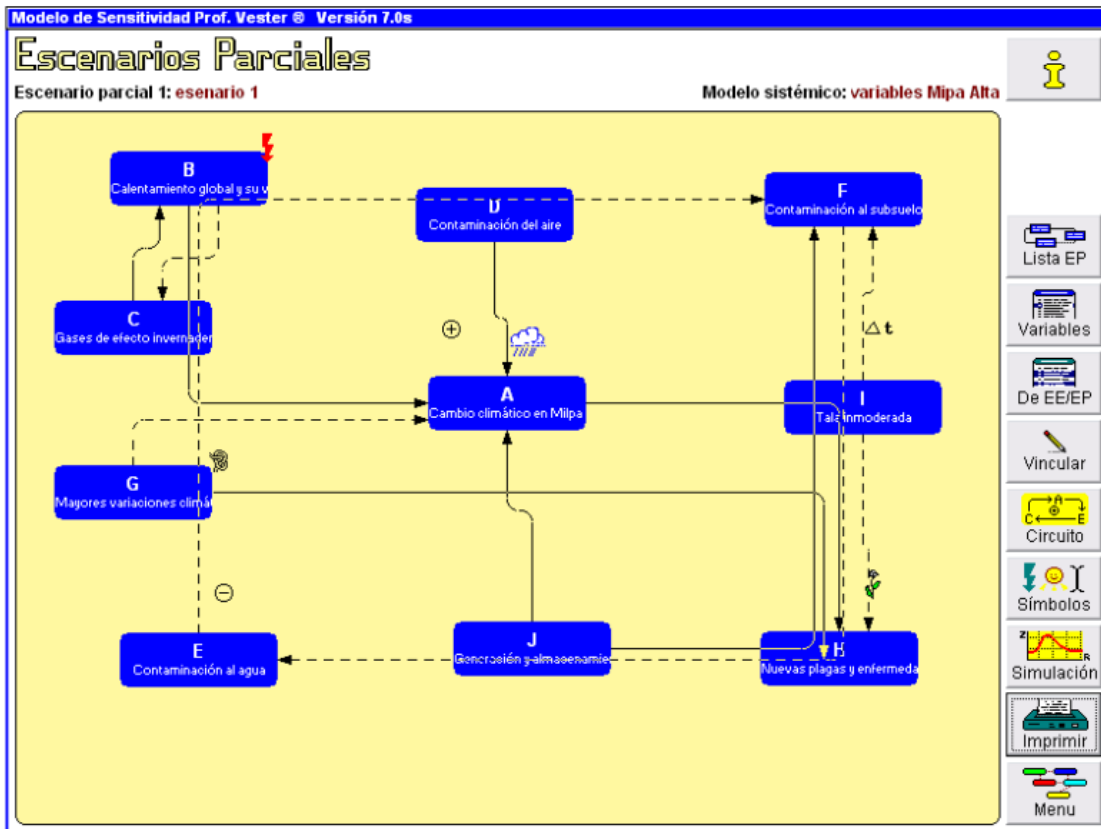


20. Escenarios parciales 1

Modelo de Sensitividad Prof. Vester © Versión 7.0s

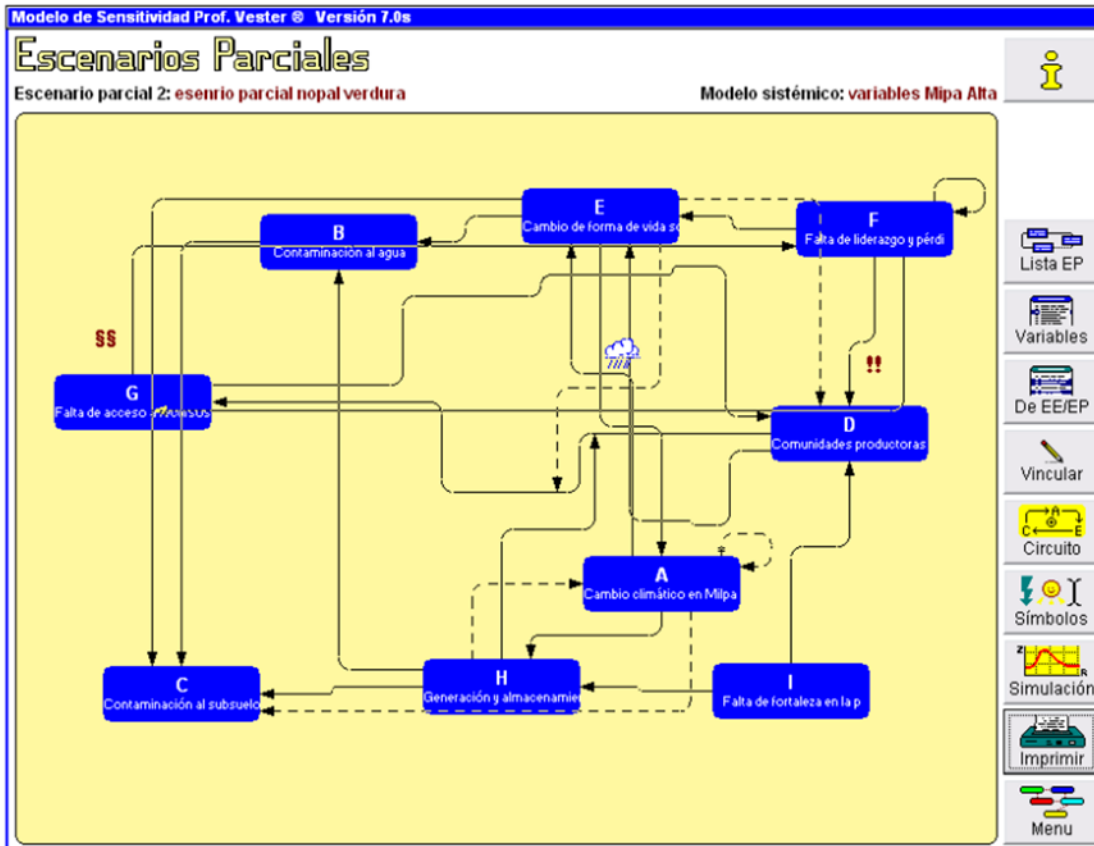
Fecha: 16/01/2007 Hora: 0:24:08

Escenarios parciales del modelo sistémico variables Mipa Alta



21. Escenarios parciales 2

Escenarios parciales del modelo sistémico variables Mipa Alta



Anexo 3. Mapas, tablas, imágenes y gráficos

Mapas

No. Mapa	Título	Página
1	Distintas biorregiones de México y sus tipos de nopal	14
2	Microcuencas en la subcuenca RH26Dp	16
3	Localización del área en estudio, alcaldía Milpa Alta	18
4	Subcuenca de Milpa Alta	20
5	Vegetación cobertura forestal	24
6	Mapa CDMX y sus delegaciones, Milpa Alta dentro de las cuencas y subcuenca	100
7	Usos de suelo en Milpa Alta CDMX	105
8	Lotificaciones irregulares en Milpa Alta CDMX, 2012	116
9	Los tres grandes ríos de ALC (Amazonas, Orinoco y La Plata)	136

Tablas

No. Tabla	Título	Página
1	Padrón de beneficiarios de la actividad institucional: programa de abono orgánico en especie, 2016	47
2	Comparación del aprovechamiento de los residuos del nopal tratados de manera aeróbica y anaeróbica	52
3	Comparación del aprovechamiento de los residuos del nopal tratados de manera aeróbica y anaeróbica	76
4	Factor de caracterización	78
5	Construcción del EPI y calificación de México (2016)	88
6	Índices e indicadores de categorías de salida al medio ambiente.	92
7	Estimado de Población para la Alcaldía Milpa Alta 2015	99
8	Principales productos agrícolas en Milpa Alta en el 2014	104
9	Superficie y tipos de suelo en Milpa Alta. Comparativo 1994 y 2010	104
10	Áreas descentralizadas de gasto en nueve países de ALC	106
11	Gastos propios	107
12	Presupuesto participativo por delegaciones, 2012	110
13	Poblados de Milpa Alta, usos del suelo, 2010.	117
14	Uso de suelo en la delegación Milpa Alta CDMX	118
15	Tenencia de la tierra de régimen social. La tierra ejidal y comunal asciende a 26,647 hectáreas.	119

16	Asentamientos irregulares, por poblado	120
17	Vehículos registrados según tipo y servicio, 1995.	126
18	El transporte público en Milpa Alta (1995)	128
19	Localidades de Milpa Alta con mayor cantidad de fugas de agua	140
20	Calidad del agua en Milpa Alta CDMX 2014	144
21	Componentes del biogás producido en un día	151
22	Componentes del Gas LP producido en un día	154
23	Cantidad de CO2 emitida y cantidad económica por día y por año	158
24	Juego de variables del modelo sistémico	163
25	Matriz de criterios del modelo sistémico	176
26	Matriz de influencias (Consenso entre actores)	180
27	Intensidad de las influencias	182
28	Matriz de influencia	184
29	Interpretación de cada cuadrante.	188
30	Aspectos comparativos de la energía eólica, fotovoltaica y de generación de biogás con residuos de nopal verdura	196

Imágenes

No.	Título	Página
Imagen		
1	Opuntia Ficus Indica (Nopal verdura)	25
2	Campo de cultivo en Milpa Alta CDMX	50
3	Disposición final a los rellenos sanitarios	51
4	Residuos tratados como biomasa	51
5	Residuos tratados como biomasa con biodigestor	52
6	Tanque de acero de carbono que mide ocho metros de alto por cuatro y medio de diámetro (biodigestor). Centro de acopio del nopal verdura Milpa Alta.	82
7	Planta de producción de biogás en Zitácuaro Michoacán	86
8	Comunidades de Santa Ana Tlacotenco (izquierda) y San Lorenzo Tlacoyuca (derecha) Milpa Alta, CDMX, 30 y 31 de agosto 2017	160

Gráficos

No. Gráfico	Título	Página
1	Factores que provocan los GEI	30
2	Emisiones antropógenas anuales de GEI 1970-2010	37
3	Reporte de avance de energía limpia en México	58
4	Planteamiento sistémico biocibernético del modelo Sensible de Vester	63
5	Las ocho reglas básicas de la biocibernética	64
6	Integración entre indicadores sociales, económicos y ambientales	92
7	Fases de una ciudad en la Guía Metodológica de la Iniciativa Ciudades Sostenibles Emergentes	97
8	Uso de suelos en la CDMX y en Milpa Alta	101
9	Las etapas del ciclo del agua y elementos de la gestión del agua en una ciudad.	135
10	Modelo para el análisis del proceso de producción de biogás con residuos del nopal verdura	146
11	Análisis de ciclo de vida de los residuos orgánicos del nopal	148
12	Planta Procesadora	150
13	Categoría de impacto del biogás por día	152
14	Puntuación única por categoría biogás	153
15	Categoría de impacto del Gas LP por día	155

16	Puntuación única por categoría gas LP	156
17	La estructura recursiva del modelo de sensibilidad	160
18	Reparto de roles	186
19	Escenarios parciales	191
20	Escenario de simulación (modelo sistémico)	193
21	Límites del sistema del proyecto: aprovechamiento de los residuos del nopal verdura	199