



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**Diseño de un modelo de
permacultura para generar
medios de vida sustentables
en Chilixtlahuaca, Guerrero**

TESIS

Que para obtener el título de

Ingeniera Civil

P R E S E N T A

Yajayra Saavedra Saavedra

DIRECTOR DE TESIS

M.I. Rodrigo Takashi Sepúlveda Hirose



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2024



**PROTESTA UNIVERSITARIA DE INTEGRIDAD Y
HONESTIDAD ACADÉMICA Y PROFESIONAL**
(Titulación con trabajo escrito)



De conformidad con lo dispuesto en los artículos 87, fracción V, del Estatuto General, 68, primer párrafo, del Reglamento General de Estudios Universitarios y 26, fracción I, y 35 del Reglamento General de Exámenes, me comprometo en todo tiempo a honrar a la institución y a cumplir con los principios establecidos en el Código de Ética de la Universidad Nacional Autónoma de México, especialmente con los de integridad y honestidad académica.

De acuerdo con lo anterior, manifiesto que el trabajo escrito titulado DISEÑO DE UN MODELO DE PERMACULTURA PARA GENERAR MEDIOS DE VIDA SUSTENTABLES EN CHILIXTLAHUACA, GUERRERO que presenté para obtener el título de INGENIERO CIVIL es original, de mi autoría y lo realicé con el rigor metodológico exigido por mi Entidad Académica, citando las fuentes de ideas, textos, imágenes, gráficos u otro tipo de obras empleadas para su desarrollo.

En consecuencia, acepto que la falta de cumplimiento de las disposiciones reglamentarias y normativas de la Universidad, en particular las ya referidas en el Código de Ética, llevará a la nulidad de los actos de carácter académico administrativo del proceso de titulación.

YAJAYRA SAAVEDRA SAAVEDRA
Número de cuenta: 417038658

A los pueblos indígenas que, con su resistencia y dignidad, defienden sus formas de vida frente a la amenaza constante de los megaproyectos. A sus luchas invisibilizadas por la falta de diálogo y comprensión, pero arraigadas en el respeto por la tierra, el agua y los saberes ancestrales.

A Teresa † y Porfirio †.

Taxa'avi tukundi'i ndo'o vaxi kivi

Gracias a Dios.

A mis padres, Nazaria y Juan, mis pilares, los imprescindibles, a quienes debo la vida y la lengua que hablo (la de la lluvia). Gracias por facilitarme el camino en todo momento.

A Diego, Mito, Chucho y Pepe, por compartir la vida. Gracias, hermanos.

A Fera, creo firmemente que sin tu iniciativa no estaríamos en esta universidad, gracias por la amistad. A Sary, gracias por ser mi amiga y siempre estar.

A las amistades de la FI, Nydia, Nash, Tayde, Luis, Alejandro, Pedro, Ivan, Carlos, Eduardo, Mauricio, Mario, Mariana, Adri, Mati, Nicté, Janeth, Lupita, Max, Axel y todos aquellos que no mencioné, pero saben lo que han sembrado en mí, gracias por compartir este camino.

A las amigas que salvan, cuidan, abrazan y apoyan, y a *Nuestras Voces* por recordarme que no estoy sola en esta enorme ciudad. Este trabajo de investigación es también fruto de su cuidado, gracias por sostenerme, Rosy, Frida, Aída, Clau, César y Marcos.

A la Dra. Ana y al M.I. Takashi, a quienes profesó cariño y admiración, gracias por su invariable apoyo para continuar mi camino académico.

Al M.I. Takashi, gracias por tutorarme y guiarme, por revisar y ser paciente, por entender, aceptar y acompañar mis tiempos.

A la Dra. Ana Carrera, la Dra. Gina Guzmán, la Mtra. Marisol Alfonso y al Ing. Pablo G. y Colomé, mi gratitud infinita por su interés, por sus revisiones y por aceptar evaluarme.

A Fabiola Miranda y al Dr. Francisco Araos, quienes han contribuido a la realización de este trabajo, mi más sincero agradecimiento.

A Andrea, Cristián, Canela y Adela por recibirme en sus casas, gracias por enseñarme su trabajo y hacerme sentir bienvenida en Chile.

A Myrna, Diego y todos aquellos que me han acompañado en parte de este proceso, gracias por el apoyo.

Con todo mi cariño, a la UNAM y a la FI, por abrirme sus puertas y convertir esta universidad en mi hogar.

Índice

Introducción	8
I Antecedentes	10
II Marco conceptual en torno a la permacultura	17
II.1 El paradigma de la sustentabilidad	17
II.2 Agricultores indígenas frente al cambio climático	25
II.3 Principios de la permacultura.....	27
II.3.1 La Flor de la permacultura	30
II.3.2 Supuestos fundamentales.....	31
II.3.3 Principios de permacultura.....	32
III Estado del arte	41
Objetivos	46
IV Metodología	47
IV.1 Revisión de estudios de caso.....	47
IV.1.1 El Estuario Reloncaví	51
IV.1.2 La Isla Llanchid.....	58
IV.1.3 Coipomó en Chiloé	62
IV.2 Diagnóstico del territorio.....	69
IV.3 Diálogo de saberes	74
IV.4 Comparativo de las prácticas de cultivo ancestral de comunidades indígenas y los principios de permacultura.....	76
IV.5 Definición de cultivos de interés	79
IV.6 Generación de datos base para el diseño del sistema	80
IV.6.1 Observación	81
IV.6.2 Análisis	82
IV.6.3 Diseño	84
V. Resultados	87
V.1 Aspectos fundamentales del diseño propuesto basado en permacultura	98
VI Conclusiones	100
Referencias	101

Índice de figuras

Figura 1. Las esferas de la sustentabilidad. Fuente: Elaboración propia basada en Toledo (2015).	18
Figura 2. Desglose de los pétalos de la Flor de la Permacultura. Fuente: Holmgren (2002b), Permaculture: Principles and Pathways Beyond Sustainability.	30
Figura 3. Principios de diseño para el modelo en cualquier clima y a cualquier escala. Fuente: Mollison & Slay (1999).	36
Figura 4. Ejemplo del análisis funcional de un elemento para establecerlos en el lugar correcto en relación con los otros elementos en el sistema. Fuente: Mollison & Slay (1999, p. 6). ...	37
Figura 5. Análisis de zonas. Fuente: Mollison & Slay (1999, p. 9).	38
Figura 6. Análisis de sectores. Fuente: Mollison & Slay (1999, p. 13).	38
Figura 7. Análisis de patrones. Fuente: Mollison & Slay (1999, p. 14).	39
Figura 8. Creación de bordes por medio de montículos de tierra e islas en y alrededor del agua. Fuente: Mollison & Slay (1999, p. 14).	40
Figura 9. Mapa interactivo sobre proyectos de Permacultura. Fuente: PRI (2017). Recuperado de https://permacultureglobal.org/projects	45
Figura 10. Mapa interactivo sobre proyectos de Permacultura en el centro-sur de México. Fuente: PRI (2017). Recuperado de https://permacultureglobal.org/projects	45
Figura 11. Ubicación de la Décima Región de Los Lagos, Chile.	48
Figura 12. Áreas silvestres protegidas por el estado para la región de Los Lagos, Chile. ...	49
Figura 13. Canal Pichicolo (izquierda) y Parque Nacional Vicente Pérez Rosales (derecha), Décima Región de Los Lagos.	50
Figura 14. Mapa de ubicación del caso de estudio: Eco Cabañas Quilanto, Décima Región de Los Lagos, Chile.	51
Figura 15. Eco cabañas Quilanto, Caleta Rollizo, Décima Región.	52
Figura 16. Vista general de las terrazas de la viña.	53
Figura 17. Fotografía del Diseño de Cultivo en Espiral.....	53
Figura 18. Variedades de árboles nativos en diferentes puntos del predio.	54
Figura 19. Ubicación de la cisterna en el punto de mayor elevación del predio.	55
Figura 20. Eco cabaña Oregón.	55
Figura 21. Tinaja	56
Figura 22. Micro planta procesadora de alimentos.	56
Figura 23. Mapa de Ubicación del caso de estudio: Isla Llanchild, Comuna de Hualaihué, Décima Región.	58
Figura 24. Invernaderos.	59
Figura 25. Huertos florales y frutales.	60
Figura 26. Cultivos de papa y ajo chilote.	60

Figura 27. Taller de artesanías.	61
Figura 28. Mapa de ubicación del caso de estudio: Coipomó, Comuna de Ancud, Décima Región.	63
Figura 29. Huerta orgánica.....	64
Figura 30. Invernaderos.	64
Figura 31. Reutilización creativa y manejo sostenible de recursos.	65
Figura 32. Planta procesadora de alimentos.	66
Figura 33. Elaboración de abono orgánico a partir de estiércol compostado.....	66
Figura 34. Lechería.....	67
Figura 35. Recuperación y cultivo de productos nativos.....	68
Figura 36. Sistema de captación de agua de lluvia con filtración vegetal.	68
Figura 37. Recepción de visitantes y demostración de prácticas agroecológicas.	69
Figura 38. Mapa de ubicación de Chilixtlahuaca, Guerrero, México.	71
Figura 39. Pirámide poblacional total de Chilixtlahuaca. Elaboración propia con datos de INEGI (2020).	71
Figura 40. Principales lenguas habladas por la población de 3 años y más en Chilixtlahuaca. Elaboración propia con datos de INEGI (2020).	72
Figura 41. Comparación de la vegetación y uso del suelo en Chilixtlahuaca: Imágenes satelitales de Google Earth de 2004 (izquierda) y 2024 (derecha).	73
Figura 42. Proceso base para el diseño de sistemas de permacultura.....	80
Figura 43. Diseño regenerativo. Elaboración propia basada en Cursos ReGenera (s. f.).	85
Figura 44. Diagrama de relaciones.	86
Figura 45. Modelo de permacultura.....	99

Índice de tablas

Tabla 1. Conceptualización de la sustentabilidad.....	19
Tabla 2. Aportes de la Permacultura a los Objetivos de Desarrollo Sostenible.....	23
Tabla 3. Conceptualización de la permacultura.	41
Tabla 4. Comparativo de los cursos de la permacultura. Fuente: Elaboración propia basada en Bustos (2023).....	43
Tabla 5. Criterios para la Selección de Cultivos de Interés.....	79
Tabla 6. Matriz de Evaluación.	84
Tabla 7. Matriz de selección de elementos para el diseño permacultural.	84
Tabla 8. Matriz de acomodo de elementos para el diseño permacultural.	85
Tabla 9. Ponderación de relaciones.....	86
Tabla 10. Participantes del diálogo de saberes.	88
Tabla 11. Categorías de productores de maíz según Ayala et al. (2019).	92
Tabla 12. Comparativo de Prácticas de Cultivo Ancestral y Principios de Permacultura.	94

Introducción

Tradicionalmente, el desarrollo ha estado marcado por la explotación desmedida de los recursos naturales, sin considerar las consecuencias a largo plazo. Esto ha llevado a la degradación ambiental, la desigualdad social y la inestabilidad económica. Las comunidades indígenas, a través de sus prácticas ancestrales, han mantenido y conservado vastos territorios y recursos naturales durante siglos, sin causar los daños que han generado otras formas de desarrollo industrial y agrícola, los territorios de los pueblos indígenas coinciden con las áreas silvestres más grandes y ricas en biodiversidad del mundo. Sin embargo, debido a la situación de vulnerabilidad en la que se encuentran, son ellos quienes más sufrirán las consecuencias de la crisis ambiental.

La acelerada degradación de los ecosistemas, el cambio climático y la pérdida de biodiversidad, impulsados principalmente por las actividades industriales, la deforestación masiva y la sobreexplotación de recursos, afectan desproporcionadamente a las comunidades indígenas. Dependiendo directamente de la tierra, el agua y los bosques para su sustento, estas comunidades están expuestas a las amenazas que la crisis ambiental trae consigo: la pérdida de territorios, la disminución de fuentes de alimentos tradicionales, y el deterioro de sus medios de vida.

Además, la crisis ambiental intensifica las desigualdades existentes, las comunidades indígenas tienen mayor exposición a los fenómenos naturales, las sequías, las inundaciones y otros fenómenos extremos. Frente a estos desafíos se requieren nuevos modelos de desarrollo basados en el uso sustentable de los ecosistemas y recursos renovables, con el objetivo de minimizar la degradación ambiental y revitalizar la agricultura familiar.

En este contexto, el presente trabajo tiene como objetivo diseñar un modelo para implementar los principios de la permacultura desde una visión de sustentabilidad en la localidad de Chilixtlahuaca, una comunidad indígena Ñuu Savi (Pueblo Mixteco), cuyo idioma es el tu'un savi (Mixteco) y pertenece al municipio de Metlatónoc en la Región Montaña Alta, la región más depauperada de Guerrero y del país.

De acuerdo con David Holmgren (2002b) la permacultura consiste en crear paisajes de manera intencional que reproduzcan los patrones y conexiones presentes en la naturaleza, mientras generan una abundante provisión de alimentos y energía para cubrir las necesidades de la comunidad.

La presente tesis se estructura en 6 capítulos. El primer capítulo contextualiza el surgimiento y desarrollo de la permacultura como una respuesta a la creciente crisis ambiental y socioecológica que enfrenta nuestro planeta y hace un recorrido de prácticas de permacultura que han adoptado algunos países alrededor del mundo.

El segundo capítulo integra el marco teórico conceptual que sustenta la investigación, específicamente en relación con la sustentabilidad, la agricultura y la permacultura, se abordan

definiciones usadas por varios autores respecto a la sustentabilidad, la relación de la agricultura, el cambio climático y los pueblos indígenas, presentando los principios éticos y de diseño en los que se fundamenta la permacultura.

El tercer capítulo, “Estado del arte”, incluye una revisión de definiciones actuales de la permacultura ofrecidas por diversos autores, analiza cómo la permacultura ha sido aplicada en diferentes contextos y se revisa la expansión de la permacultura como un movimiento global.

En el cuarto capítulo, el más extenso, se analizan tres casos de agricultura sostenible presentes en Chile, específicamente en la décima región de Los Lagos, en cada caso se da un breve contexto del lugar geográfico y se analizan los componentes claves para su funcionamiento. Posteriormente, se aborda el análisis de la Región Montaña Alta y de Chilixtlahuaca, ubicados en el estado de Guerrero, México, denominado diagnóstico del territorio, para conocer las características geográficas, sociales, económicas y ambientales del área de estudio que influyen en el diseño del modelo de permacultura, tomando la información proporcionada por los agricultores de Chilixtlahuaca obtenida a través de un diálogo de saberes. Es importante destacar que este acercamiento se llevó a cabo en la lengua materna de los habitantes Ñuu Savi, lo cual tiene un gran valor simbólico en términos de reivindicación. Se lleva a cabo un análisis comparativo entre las prácticas de cultivo ancestral de las comunidades indígenas y los principios fundamentales de la permacultura. Se explora cómo estas dos formas de entender y manejar la tierra pueden converger en sus enfoques, métodos y objetivos. Se proponen criterios que ayuden a la definición de cultivos de interés para el sistema de permacultura a implementar. Por último, se describe el proceso para recolectar y analizar datos que servirán como base para diseñar un sistema permacultural adaptado a las necesidades y características del territorio estudiado.

El quinto capítulo, “Resultados”, presenta los aspectos fundamentales del diseño propuesto basado en permacultura, enfocándose en las soluciones prácticas para los problemas identificados en el sitio de estudio.

Finalmente, en el sexto capítulo se presentan las conclusiones derivadas del análisis de los resultados obtenidos a lo largo de la tesis.

I Antecedentes

El cambio climático global y la degradación de los ecosistemas naturales derivados de la influencia de las acciones humanas son parte de una crisis ambiental y socioecológica que se manifiesta a escalas: local, regional y global (Millennium Ecosystem Assessment, 2005).

La situación actual de emergencia causada por el alarmante ritmo en el que se ha ido calentando el planeta en las últimas décadas, tiene sus inicios en 1840 coincidiendo con el inicio de la revolución industrial y la introducción de combustibles fósiles, así como la explotación intensiva de los recursos minerales. Sin embargo, fue en los años ochenta del siglo XX cuando comenzó un período más caluroso, cuyas consecuencias catastróficas llamaron la atención pública. La deforestación, la contaminación atmosférica y otros fenómenos fueron señalados en debates internacionales como las principales causas del calentamiento global, destacando a la humanidad como principal responsable. Esto se debe a la tala inmoderada, la producción de sustancias no biodegradables y, sobre todo, al uso de combustibles fósiles, que ha incrementado las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (Ortiz Palafox, 2019). De tal modo que el consumo actual de la sociedad impide cualquier sostenibilidad a largo plazo, además de señalar que trae consigo problemas sociales y que los daños ambientales provocados son irreversibles. Dado que la capacidad del planeta para regenerar sus recursos naturales no es suficiente para cubrir esta demanda, debido al modo de vida y al nivel de consumo que tenemos actualmente. "El calentamiento global no obedece a una sola causa, pero sin duda es responsabilidad del ... [ser humano] controlarlas" (Ortiz Palafox, 2019, p. 76).

La permacultura nació como una respuesta a los desafíos ambientales y sociales, arraigándose en diversos movimientos críticos que se alzaron contra la sociedad conservadora a finales de los años sesenta, incluyendo la contracultura en Estados Unidos y la aparición de la ecología humana. Estos movimientos cuestionaban el consumismo desmedido de recursos, así como el sexismo, el racismo, el militarismo, el imperialismo, y la desigualdad en el desarrollo que afectaba principalmente a los países del tercer mundo. En este contexto, surgieron movimientos sociales que presentaban propuestas radicales de reorganización social, buscando alternativas a un sistema socioeconómico caracterizado por la sobreexplotación de recursos naturales, el crecimiento desmedido del consumo energético, el individualismo consumista, y promoviendo la transformación tanto política como ética (Morel et al., 2019).

Los proyectos de "regreso a la tierra" que surgieron en la década de 1970, y que se expandieron desde su origen en Australia hacia países de habla inglesa, fueron fundamentales para establecer las bases de la permacultura. Estos proyectos, en respuesta a la hegemonía del modelo socioeconómico predominante, buscaban "retirarse del mundo" mediante el asentamiento en áreas remotas o abandonadas por la industrialización, con la intención de emplear prácticas agrícolas tradicionales para restablecer un vínculo premoderno con la naturaleza. Los participantes comprendieron que la naturaleza no podía ser completamente entendida a través de la racionalidad y que era crucial desarrollar una relación subjetiva y respetuosa con ella. En lugar de centrarse en la política, la permacultura se enfocó en acciones

concretas y prácticas, con el objetivo de construir un "mundo diferente" fundamentado en la autosuficiencia (Morel et al., 2019).

Ya se vislumbraban ciertos indicios con Masanobu Fukuoka, agricultor, biólogo y filósofo japonés que, con la publicación de sus obras "La Revolución de una Brizna de Paja" y "La Senda Natural" expone su filosofía de la "agricultura natural" y su visión de la relación entre los seres humanos y la naturaleza y su crítica a los métodos agrícolas convencionales. Fukuoka es conocido por su enfoque radical de la agricultura, que aboga por trabajar con la naturaleza en lugar de dominarla, consideraba que en la agricultura tradicional se realizaban tareas innecesarias por lo que su propuesta ofrece a los agricultores y productores ocasionales la posibilidad de generar alimentos suficientes sin intervención artificial en el proceso agrícola (Korn, 2015).

Por otro lado, Bill Mollison y David Holmgren se destacan como otros grandes pioneros y fundadores de la permacultura. Ellos desarrollaron un conjunto de valores y principios alineados con el pensamiento ecológico, basándose en la idea de que las sociedades industriales, dependientes de combustibles fósiles, constituían una amenaza para la supervivencia humana. Estas ideas presentaban similitudes con la "Hipótesis de Gaia" o la Deep Ecology (Ecología Profunda) (Naes, 1973, como se citó en Morel et al., 2019). La relación con la ecología profunda se hace evidente en las palabras de Bill Mollison, quien afirmaba que "La permacultura insta a la cooperación total entre cada uno y con todo lo demás, animado e inanimado. ... No se puede obtener cooperación con un sistema jerárquico." (AtKisson, 1991). Desde la perspectiva de Mollison y Holmgren, esta cooperación entre seres humanos y no humanos era esencial para una transformación global de las sociedades, basada en tres principios éticos fundamentales: el cuidado de la Tierra, el cuidado de las personas y el establecimiento de límites al consumo con la redistribución del excedente (Mollison & Holmgren, 1978). Según ellos, esta transformación debía iniciarse a partir de acciones individuales que, al buscar el propio beneficio, permitieran reconstruir comunidades y restablecer las relaciones entre la humanidad y el entorno natural, desde abajo hacia arriba. A lo largo del tiempo, Mollison, Holmgren y un creciente grupo de practicantes, desarrolladores, diseñadores e instructores de permacultura perfeccionaron los principios de diseño, aplicándolos en la práctica como una alternativa al modelo de agricultura industrial y al estilo de vida convencional, en cientos de proyectos en distintos climas y contextos culturales alrededor del mundo. De este modo, durante los años ochenta, el concepto agroecológico evolucionó hacia una filosofía holística para la creación de asentamientos humanos en armonía con el entorno natural, entendida como una cultura permanente (Morel et al., 2019).

Algunos ejemplos de países que han adoptado la práctica de la permacultura son Australia, India, Polonia, Letonia, Hungría, República Checa, Bulgaria, Inglaterra, Alemania, Rumania, Malawi, Zimbabue, Nigeria, Filipinas, Estados Unidos, Canadá y en América Latina países como Brasil, Cuba, El Salvador, Colombia, Argentina, Guatemala, Chile, entre otros.

En 1979, Bill Mollison fundó en Australia el primer Instituto de Permacultura (Permaculture Institute), con el propósito de enseñar las aplicaciones prácticas del diseño permacultural. Cuando se jubiló en octubre de 1997, a petición de Mollison, Geoff Lawton, consultor y educador en permacultura, estableció y dirigió un nuevo instituto, que fue renombrado como el Instituto de

Investigación de Permacultura "The Permaculture Research Institute of Australia" (Permaculture Research Institute [PRI], s.f.). Lawton desarrolló técnicas de diseño enfocadas en la conservación del agua y la agricultura en zonas extremadamente áridas, basándose en su experiencia en la "reverdecer el desierto" en Jordania. Asimismo, en Australia, Donna Smith y Robyn Streeter, fundadoras de "YourBackyardFarmer" (Mackintosh, 2008), crearon el concepto de cultivar en jardines traseros privados para satisfacer las necesidades alimentarias de la comunidad. Su proyecto tiene como objetivo capacitar a los clientes para que se conviertan en jardineros autosuficientes y fomentar la conciencia social.

En la India, Mollison visitó el país en 1986 en el cual estableció los cimientos del movimiento de permacultura al organizar talleres dirigidos a agricultores y a personas interesadas en alternativas agrícolas. Poco después, con el apoyo de una ONG de desarrollo local, se creó la primera granja demostrativa de permacultura en la provincia meridional de Andhra Pradesh. En los años siguientes, se promovieron granjas familiares que impulsaron la autosuficiencia en regiones áridas y de baja productividad mediante la captación y gestión eficiente del agua. The permaculture Association of India, fundada en 1989, proporcionó una plataforma para la realización de talleres prácticos destinados a los agricultores (Fadaee, 2019).

En Polonia, la permacultura se lleva a cabo en pequeñas iniciativas distribuidas por todo el país. Un ejemplo es Agro-Perma-Lab, que se centra en desarrollar una red de líderes locales y regionales, activistas y educadores con las habilidades necesarias para promover la agroecología y la permacultura en sus respectivos contextos. Esta iniciativa utiliza tanto recursos endógenos (como conocimientos, redes y fondos) como recursos exógenos (incluyendo conocimientos, fondos y metodologías externas). Por otro lado, PermaKultura.Edu.PL, que se basa principalmente en recursos endógenos, se dirige de manera más directa a los destinatarios finales, enseñando métodos y la filosofía de la permacultura a individuos o grupos que están comenzando en la agricultura. Estos nuevos participantes, en su mayoría pequeños agricultores, aplican este conocimiento principalmente para sus propios fines. Estas iniciativas fomentan el desarrollo rural mediante la implementación de diversas estrategias adaptadas a sus contextos específicos. Brindan orientación a los agricultores para facilitar la transición hacia sistemas de producción más sostenibles, ofreciendo alternativas y capacitación para promover prácticas de producción ecológica (Skrzypczyński et al., 2021).

El movimiento de permacultura en Latvia ha ido ganando fuerza, conectándose con iniciativas globales relacionadas con la gestión sostenible de recursos naturales. Este desarrollo, que comenzó a finales de la década de 2000, se consolidó en 2011 con la fundación de Latvian Permaculture Association (LPA). En Letonia, se están implementando prácticas ecológicas que se enfocan en tres áreas clave de transformación: la creación de granjas permaculturales mediante cultivos y jardinería orgánica, la construcción ecológica y la promoción de estilos de vida sostenibles, todo ello acompañado de un activismo social y ambiental (Felcis, 2021).

En Hungría, la Asociación Húngara de Permacultura administra granjas con fines de investigación para la conservación de la biodiversidad. Los estudios realizados por esta organización han evidenciado que los suelos manejados con sistemas de permacultura tienen una calidad nutricional y microbiológica superior en comparación con otros métodos de

producción (Centeri et al., 2021). Esto sugiere que la permacultura podría ser una solución viable para la producción a gran escala de productos agrícolas saludables, minimizando el impacto sobre la naturaleza y el medio ambiente (Armijos Arcos et al., 2023).

En la República Checa y Eslovaquia, la permacultura comenzó a expandirse a mediados de la década de 1990, cuando algunos profesores británicos ofrecieron los primeros cursos sobre el tema. Los primeros graduados de estos cursos establecieron la asociación checoslovaca Permakultura CS. Desde entonces, la asociación ha llevado a cabo cursos de permacultura, incluyendo el destacado Curso Internacional de Diseño de Permacultura de 72 horas, y ha desarrollado una red de sitios de demostración con un total de treinta y cinco proyectos (Kolářová, 2020).

En Shipka, Bulgaria, se destaca la creación de jardines comestibles que emplean procesos ecológicos observables para promover sistemas agrícolas regenerativos y sostenibles en hogares rurales. En estos jardines, se cultivan especies como ortiga, trébol blanco y muelle para mantener una cubierta permanente del suelo. Además, se han desarrollado dietas que incluyen estas plantas en forma de ensaladas, valorándolas por su cultivo local y su aporte vitamínico y planteando que todas las especies utilizadas tienen un papel fundamental en los jardines implementados (Brawner, 2015).

En Inglaterra existen más de 1200 permacultores individuales, 67 asociaciones y 18 de carácter empresarial, e incluso organismos que dictan cursos acreditados y diplomados. También se cuenta con redes de aprendizaje de demostración entre ellos huertos (familiares y comunitarios), parques públicos, minifundios y granjas tanto para expertos o practicantes de permacultura y otros para el público en general. (Ingram et al., 2014; Rhodes, 2015, como se citó en Armijos Arcos et al., 2023, p. 6)

La permacultura en Alemania comenzó a desarrollarse a principios de los años 1980 (Kennedy, 2016), donde se crearon instituciones enfocadas en proporcionar formación y certificaciones en permacultura, además de ofrecer diplomados en diseño de permacultura urbana (Ulbrich & Pahl-Wostl, 2019). Tres años después, en 1983 se fundó el Permakultur Institut e. V. como una organización sin fines de lucro dedicada a crear una red y ofrecer educación en permacultura. En 2003, se creó la Permakultur Akademie como una extensión del Permakultur Institut e. V., encargada de gestionar el programa de formación para diseñadores de permacultura en Alemania. Ambas instituciones están integradas en redes más amplias, como la Red Europea de Permacultura (Ulbrich & Pahl-Wostl, 2019).

En Rumanía, la permacultura y el "downshifting" (también conocido como "off the grid") interactúan para potenciar el turismo rural, enfocándose en la preservación del paisaje campestre. Esta interacción se manifiesta a través de la práctica común de alojar a los turistas en casas rurales para que vivan una experiencia auténtica del entorno rural (Epuran et al., 2021). El concepto de "downshifting", introducido por Gerald Celente del New York Trending Research Institute en 1994, implica una conexión profunda con la vida, la familia, la alimentación y el

entorno, así como un equilibrio integral en los aspectos personales, laborales, familiares, espirituales, físicos y sociales (Epuran et al., 2021).

En Malawi se ha adoptado la permacultura de pozos de agua (BGP, por sus siglas en inglés) que es una técnica sostenible que utiliza las aguas residuales acumuladas en los puntos de agua rurales para irrigar jardines comunitarios y huertos hortícolas (Hinton et al., 2021).

En Zimbabue se han implementado centros de aprendizaje y alojamiento que empezaron siendo granjas familiares de subsistencia, que han subsistido a pesar de la crisis política y constantes inundaciones, ya que ante las pérdidas se han desarrollado alternativas que cuentan con tecnología de precisión, producen hortalizas y plantas melíferas pues de esta manera combinan la producción de miel, mostrando que la permacultura impulsa la resiliencia ante estas situaciones. (Richardson-Ngwenya, 2021, como se citó en Armijos Arcos et al., 2023, p. 6)

En Nigeria se ha definido como marco de referencia la implementación de los proyectos de permacultura, que se basa principalmente en el agroturismo y provienen de emprendimientos propios de las comunidades, gracias al aporte de capital social (Umeh et al, 2021). Dentro de los proyectos de estas comunidades agrarias crean estrategias para potenciar su herencia cultural y el paisaje. (Umeh et al, 2021, como se citó en Armijos Arcos et al., 2023, pp. 6-7)

En Filipinas, se reconoce el potencial de la permacultura como un marco fundamental para promover desarrollos sostenibles y regenerativos en la provincia de Quirino. La Faraon Integrated Farm ha comenzado a integrar los principios de la permacultura en su diseño paisajístico, transformándose en un ecoparque agrícola autosostenible y regenerativo. A pesar de estos avances, en este caso aún hay margen para continuar investigando y aplicando la permacultura en otros contextos, como en la planificación urbana (Diquit & Palarca, 2021). Sin embargo, Flores & Buot (2021) consideran que la permacultura está bien desarrollada, jugando un papel clave en transformar paisajes agrícolas en ecosistemas diversos y productivos.

Estados Unidos ha sido un importante promotor de la permacultura en su territorio. Un ejemplo de ello es el "Permaculture Institute", cuya sede se encuentra en Nuevo México y que destaca varios proyectos innovadores. Uno de estos proyectos es el "Patio Guardabosque" o "Bosque Urbano" en Los Ángeles, liderado por la organización "TreePeople". Su objetivo principal es restaurar la vegetación, los ecosistemas y los vecindarios en el centro de la ciudad. El lema de la asociación anima a los ciudadanos a transformar sus patios en refugios para animales o en huertos urbanos que produzcan alimentos para intercambiar con los vecinos. Otro proyecto relevante es el "Bosque Cooperativo" en Santa Fe, donde un grupo comunitario está promoviendo la creación de pequeños espacios abiertos en su vecindario, destinados a jardines, huertos y áreas boscosas. La finalidad de esta iniciativa es establecer un entorno productivo que garantice la estabilidad y el éxito a largo plazo (Jerónimo Porras, 2009).

En diversas regiones, se documentan granjas, parques públicos y jardines residenciales que implementan la permacultura, mostrando resultados exitosos en términos de sostenibilidad. Se

resalta especialmente su eficacia en el suministro de alimentos y la promoción del agroturismo (Thiesen et al., 2022).

En Canadá los cursos de diseño de permacultura (CDP) son una estrategia sociopolítica fundamental de la comunidad permaculturista para modificar las prácticas de producción de alimentos a nivel local (Massicotte & Kelly-Bisson, 2019).

En referencia a Latinoamérica, las prácticas de permacultura no se consideran como una ciencia nueva para las comunidades rurales, pues según Paño Yáñez (2021) en diversos territorios del Sur ya se implementan prácticas de economía circular consolidadas, como la reutilización y reparación, así como un menor consumo. El reciclaje urbano, junto con la agricultura y la ganadería (especialmente mediante agroecología y permacultura), sostiene a numerosas personas a través de la economía popular y social. Todo lo anterior está estrechamente vinculado con las visiones latinoamericanas del desarrollo, como el Buen Vivir, que se apartan de una lógica racional y productivista, y presentan alternativas para alcanzar la justicia social y vivir en armonía con la naturaleza (Paño Yáñez, 2021).

En Brasil la permacultura está presente desde los años 80, pero debido a la concentración de la tierra en el país, sus principios (técnicas y prácticas) han estado limitados a un reducido grupo de personas de clase media urbana. Para estos individuos, adoptar un estilo de vida alternativo y crear espacios autogestionados y sostenibles se ha convertido en una estrategia para contrarrestar la alienación y el distanciamiento generalizados en la modernidad capitalista (Rocha, 2022). También se destaca una edificación ecológica diseñada por el arquitecto brasileño Víctor Lotufo, que combina su residencia y su estudio en una bodega reciclada en la ciudad de São Paulo (Sansores Molina, 2018).

Además, es de resaltar que en la ciudad de Curitiba la permacultura está respaldada por la ley federal brasileña que subsidia a los ciudadanos que consideren introducir principios ecosistémicos de permacultura y de paisajes en la planificación urbana de su hogar o empresa. (Estêvez & Nucci, 2015, como se citó en Armijos Arcos et al., 2023, p. 7)

La permacultura en Cuba enfatiza principios morales y éticos relacionados con una crítica al consumo, adopta un cambio de mentalidad que busca conectar con la Tierra y con la sociedad. Destacan ejemplos de solidaridad entre quienes la practican, ya que comparten trabajo, semillas y conocimientos basados en la experiencia sobre cómo implementar los principios y la ética del movimiento, sin buscar beneficios económicos. Esta crítica al consumo, profundamente influenciada por el contexto político cubano, alienta a las personas a reconocerse como parte de una red más amplia de relaciones dentro de la naturaleza (Caraway, 2018).

En El Salvador, después de un conflicto armado de 1979 a 1992, que estuvo ligada a la desposesión progresiva del campesino, las prácticas de permacultura, concentradas en regiones anteriormente dominadas por la guerrilla, han surgido como una extensión de la educación popular que impulsó la resistencia revolucionaria. Lugares como Suchitoto y Morazán, centros de actividad guerrillera, son ahora los focos principales de permacultura (Millner, 2016). En 2002

se creó el Instituto de Permacultura de El Salvador (IPES), una organización independiente fundada por pequeños agricultores preocupados por el deterioro ambiental. En los últimos años, han establecido una red de agricultores de subsistencia que emplean métodos de agricultura ecológica basados en la permacultura, lo que ha facilitado un uso más eficiente de los recursos naturales (Jerónimo Porras, 2009).

En Colombia, los modelos permaculturales tienen sus primeras apariciones en los años 80 con el proyecto Varsana y están tomando cada vez más fuerza, las estrategias de implementación de la permacultura se enfocan en una perspectiva de desarrollo sostenible, fundamentándose en el trueque, la bioarquitectura, y la creación de espacios destinados a la recreación, la educación y el voluntariado (Gómez, 2020).

En Argentina se encuentra el Centro Educativo "Yanantin" (proviene del quechua y significa equilibrio o balance) en San Francisco del Monte de Oro. Es un espacio experimental y demostrativo destinado a promover la vida sostenible. Tanto *niñeces* como personas adultas pueden participar en actividades que enfatizan la importancia del cuidado del medio ambiente, el reciclaje y otras prácticas simples. Su diseño consideró diversos factores como la accesibilidad, orientación del terreno, irradiación solar y servicios básicos (Sansores Molina, 2018).

En Guatemala, en 1995 se lanzó un programa de comercio justo con la participación de agricultores indígenas de café orgánico y en el año 2000 se creó el Instituto Mesoamericano de Permacultura (IMAP). Este instituto adquirió un terreno a orillas del Lago Atitlán para establecer un centro de referencia en permacultura. El IMAP ha creado un banco de semillas que ha recuperado la herencia maya de semillas perdidas y ha colaborado en la capacitación de jóvenes indígenas a través de programas educativos (Jerónimo Porras, 2009).

En Chile, alrededor de 120 proyectos de permacultura distribuidos por el país se dedican a divulgar y enseñar prácticas como la agricultura y apicultura orgánica, la elaboración de fertilizantes y cosméticos caseros, y la construcción de estructuras sostenibles, como casas de súper adobe y baños secos. La Casa El Manzano, ubicada en Cabrero, Región del BíoBío, es un ejemplo emblemático de resiliencia y una de las primeras propuestas de este tipo en el país. Este proyecto impulsa la "Educación Transformativa" para fortalecer vínculos humanos y diseñar sistemas respetuosos con el entorno natural. Mediante actividades educativas, como cursos, pasantías y programas de voluntariado, logran compartir su visión de economía transformadora mientras mantienen la autosuficiencia del proyecto y su comunidad (Endémico, 2016).

II Marco conceptual en torno a la permacultura

Las contribuciones teóricas y conceptuales de autores e instituciones permiten fundamentar la presente investigación. Al recopilar, contrastar y analizar estas contribuciones, se pueden explorar diferentes enfoques para abordar los objetivos.

En este trabajo los posicionamientos teórico-conceptuales se desarrollan en torno a la sustentabilidad y la permacultura aplicados a una localidad Ñuu Savi en la Región Montaña Alta de Guerrero, México.

Para el primer apartado se abordan los antecedentes históricos y los fundamentos teórico-conceptuales de la sustentabilidad y su importancia, para los fines de esta investigación se optó por emplear los términos "sustentabilidad" y "sostenibilidad" como sinónimos. Ambos provienen del inglés "sustainability", y su traducción al español ha generado debate académico. Aunque algunos autores llegan a definirlos como conceptos diferentes, se ha optado por emplearlos de manera intercambiable en este trabajo. En el segundo apartado se contraponen las prácticas de agricultura intensiva moderna, que se han vuelto perjudiciales para el medio ambiente, con los métodos tradicionales utilizados por comunidades indígenas. En el ámbito de la permacultura, se alude a su origen, definición y los principios rectores de dicho movimiento.

II.1 El paradigma de la sustentabilidad

En 1987, se presentó "Nuestro Futuro Común", también conocido como el Informe Brundtland, considerado el punto de partida de la idea de sustentabilidad. Este documento sigue siendo relevante casi cuatro décadas después, al proponer la definición más aceptada globalmente del término. "En su devenir, se ha convertido al mismo tiempo en concepto, paradigma, marco teórico, instrumento técnico, utopía, pretexto, ideología y muchas cosas más" (Toledo, 2015, p. 35), con todos estos planteamientos se puede hablar de un nuevo paradigma (Lélé, 1991; Toledo, 2015).

El informe define a la sustentabilidad como la capacidad de satisfacer las necesidades presentes sin comprometer las de las generaciones futuras (World Commission on Environment and Development [WCED], 1987), "fue concebida en su forma más elemental como el mantenimiento de un trébol vital formado por equilibrio ecológico en todas sus escalas, un adecuado nivel de vida o bienestar social y la eficacia económica" (Toledo, 2015, p. 36), se trata de un enfoque holístico que considera la interdependencia entre estos tres pilares y se esfuerza por alcanzar un equilibrio entre ellos (Daly & Farley, 2011, como se citó en Sepúlveda Grisales, 2023).

En los últimos años, ha aumentado considerablemente la conciencia sobre la relevancia de la sustentabilidad, abarcando ámbitos como la economía, la política, la ciencia y la sociedad en general, se ha convertido en un anhelo de las élites educadas y privilegiadas del mundo por un futuro en el que la humanidad se reencontre con la naturaleza y la justicia social. En lugar de considerar el desarrollo humano y la protección ambiental como objetivos opuestos, la sustentabilidad promueve una visión integradora que armoniza ambos aspectos (Toledo, 2015).



Figura 1. Las esferas de la sustentabilidad. Fuente: Elaboración propia basada en Toledo (2015).

Algunos conceptos y definiciones usados por varios autores respecto a la sustentabilidad se muestran en la tabla 1:

Tabla 1. Conceptualización de la sustentabilidad.

Autores	Conceptualización de la sustentabilidad
WCED, 1987	Sustentabilidad es la capacidad de satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades.
Pearce & Turner, 1993	Sustentabilidad significa asegurarse que productos sustitutos son acequibles [<i>sic</i>] en la medida en que los recursos no renovables se vuelven físicamente escasos, y significa asegurar que los impactos ambientales resultado del uso de dichos recursos se mantengan dentro de la capacidad de soporte de la Tierra para asimilarlos. (Pearce & Turner, 1993, pp. 3-4, como se citó en Foladori & Tommasino,2000).
Lélé, 1991; Foladori & Tommasino, 2000	Sustentabilidad, en términos literales, se refiere a la capacidad de mantener algo a lo largo del tiempo. Desde esta perspectiva, el desarrollo sustentable implica simplemente un "desarrollo que puede continuarse", ya sea de manera indefinida o durante el período de tiempo que se considere apropiado.
Tyrtania, 2009	La sustentabilidad es la repetición de lo mismo, su límite natural es el estado estacionario. Este estado no es productivo, ya que toda su energía se destina únicamente a su propio mantenimiento. En este sentido, no existe compatibilidad entre "desarrollo" y "sustentabilidad". Mientras que el desarrollo es adaptable a diversas condiciones, no es compatible con un estado estacionario. Además, la sustentabilidad no puede considerarse como un proceso que no afecta al entorno, que no implica costos o que pueda prolongarse indefinidamente. Toda actividad, ya sea humana o no, siempre altera el ambiente de alguna manera.
Solow, 2019	Solow amplía la definición de sustentabilidad presentada en el informe Brundtland, señalando que no solo se trata de dejar a las generaciones presentes los recursos necesarios para satisfacer sus necesidades. Además, la sustentabilidad debe garantizar la capacidad generalizada de crear bienestar para las generaciones futuras, sin limitarse a un recurso natural específico o a un bien particular.
Alexandris Polomarkakis, 2020	Algunos autores han propuesto una definición de sustentabilidad social. Alexandris menciona al respecto que la sustentabilidad social consiste en un conjunto de políticas, normas y principios diseñados para garantizar su permanencia a largo plazo, independientemente de las fluctuaciones en los mercados económicos.

Toledo (2015) cuestiona que la sustentabilidad, en la mayoría de las interpretaciones, se limita a una visión tecno-económica que busca convencer a los tomadores de decisiones mediante soluciones técnicas. A través de un enfoque ecológico-político, Toledo propone redefinir la sustentabilidad como un poder social, transformándola en una herramienta política con potencial para la emancipación social y ambiental, posicionándola como una forma legítima de “ciencia con conciencia”. Además, invita a replantear la sustentabilidad desde una perspectiva más amplia, orientada al bienestar social y ambiental.

El paradigma de la sustentabilidad sugiere que es posible lograr crecimiento económico sin perjudicar el medio ambiente, y requiere una transformación significativa en nuestra forma de pensar y actuar. Sin embargo, es importante señalar que no todo lo que se considera sustentable necesariamente beneficia al medio ambiente, pues hay obras que emiten gases de efecto invernadero a pesar de que parecieran ser sustentables. En la actualidad, muchos proyectos se justifican bajo la premisa de la sustentabilidad, promoviendo la idea de que están diseñados para equilibrar el crecimiento económico con la protección del medio ambiente. Sin embargo, es crucial evaluar si estas iniciativas realmente cumplen con sus promesas ambientales, ya que no siempre lo que se presenta como sustentable resulta ser beneficioso para el entorno. Bajo la premisa de la sustentabilidad, se han lanzado numerosos proyectos que prometen beneficios ambientales y sociales. Entre ellos, destacan iniciativas como el Tren Maya y el Corredor Transístmico, que se presentan como soluciones integrales para el desarrollo económico y la mejora de la infraestructura. Sin embargo, estos proyectos, aunque justificados con un enfoque sustentable, no siempre cumplen con las expectativas en términos de protección ambiental o social.

La sustentabilidad introduce un enfoque renovado que nos invita a reconsiderar nuestra relación con la naturaleza, reconociendo tanto su valor intrínseco como la necesidad de protegerla. Este concepto nos impulsa a replantear nuestros modelos de producción y consumo, en busca de formas más eficientes y menos dañinas para el medio ambiente. Además, debe promover la equidad social, garantizando que todos tengan acceso justo y equitativo a los recursos y oportunidades.

Adoptar la sustentabilidad también requiere un cambio en nuestra toma de decisiones, considerando los impactos sociales y ambientales a largo plazo. La participación activa y la colaboración entre todos los actores involucrados, como gobiernos, empresas y la sociedad civil, son fundamentales para abordar los desafíos complejos que enfrentamos.

Desde una perspectiva ambiental, la sustentabilidad implica la protección y **regeneración** de los sistemas naturales que sostienen la vida en la Tierra. Esto abarca la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, la conservación de recursos naturales como el agua y los suelos, y la promoción de prácticas agrícolas y energéticas sostenibles. La conservación de la biodiversidad y la preservación de ecosistemas frágiles son también esenciales para mantener el equilibrio ecológico y garantizar la resiliencia de la biosfera. Destaca la importancia de la **regeneración**, ya que, según los textos revisados, las soluciones sostenibles son insostenibles a largo plazo. Lo sostenible mantiene lo que ya existe, pero no restaura los ecosistemas que se

han perdido, por lo que es crucial considerar la cualidad de regeneración en cualquier enfoque ambiental.

En el ámbito de la ingeniería, desarrollar prácticas sustentables requiere prestar atención a los factores que interconectan el medio ambiente y la sociedad, contribuyendo a mejorar la calidad de vida mediante propuestas eficientes basadas en un análisis exhaustivo para enfrentar la crisis climática.

La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible (Naciones Unidas [NU], 2018), aprobada en septiembre de 2015 por la Asamblea General de las Naciones Unidas, establece una visión transformadora hacia la sostenibilidad económica, social y ambiental de los 193 Estados Miembros que la suscribieron y será la guía de referencia para el trabajo de la institución en pos de esta visión durante los próximos años (NU, 2018).

Los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible con 169 metas de carácter integrado e indivisible, que abarcan las esferas económica, social y ambiental, de esta Agenda marcan un esfuerzo sin precedentes para atender esta crisis. Sin embargo, estos objetivos son también indicativos de un marco general de pobreza, hambre, inseguridad alimentaria, desnutrición, prácticas agrícolas insostenibles, inequidad (económica, social y de género), despilfarro de recursos naturales, consumo energético desmesurado y de violencia e inseguridad (NU, 2018).

Los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible establecidos por la ONU son los siguientes:

1. Fin de la Pobreza: Poner fin a la pobreza en todas sus formas y en todo el mundo para 2030.
2. Hambre Cero: Poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición y promover la agricultura sostenible.
3. Salud y Bienestar: Garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades.
4. Educación de Calidad: Garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos.
5. Igualdad de Género: Lograr la igualdad entre los géneros y empoderar a todas las mujeres y las niñas.
6. Agua limpia y Saneamiento: Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos.
7. Energía asequible y no contaminante: Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos.
8. Trabajo decente y crecimiento económico: Promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todos.

9. Industria, innovación e infraestructura: Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación.
10. Reducción de las desigualdades: Reducir la desigualdad en y entre los países.
11. Ciudades y comunidades sostenibles: Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles.
12. Producción y Consumo responsable: Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles.
13. Acción por el Clima: Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos.
14. Vida submarina: Conservar y utilizar en forma sostenible los océanos, los mares y los recursos marinos para el desarrollo sostenible.
15. Vida de Ecosistemas terrestres: Promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y frenar la pérdida de la diversidad biológica.
16. Paz, justicia e instituciones sólidas: Promover sociedades pacíficas e inclusivas para el desarrollo sostenible, facilitar el acceso a la justicia para todos y crear instituciones eficaces, responsables e inclusivas a todos los niveles.
17. Alianzas para lograr los objetivos: Fortalecer los medios de ejecución y revitalizar la Alianza Mundial para el Desarrollo Sostenible.

Varios trabajos de investigación han explorado cómo los principios de diseño de permacultura pueden contribuir al cumplimiento de los ODS (Giraud, 2021). En su análisis, Giraud examina específicamente la agricultura urbana, subrayando cómo esta práctica puede ser una herramienta eficaz para avanzar en los ODS. Considerando su trabajo, se rescatan los aspectos que la permacultura puede ofrecer a la comunidad Ñuu Savi en este contexto. La permacultura, con su enfoque en la sostenibilidad y el diseño ecológico, tiene el potencial de aportar significativamente a la consecución de los ODS al fomentar la autonomía alimentaria, la conservación de recursos y la creación de comunidades resilientes (tabla 2).

Tabla 2. Aportes de la Permacultura a los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

ODS	Aporte
ODS #11: "Ciudades y comunidades sostenibles"	Al integrar espacios verdes urbanos, como parques y jardines verticales, y al implementar sistemas de filtración natural, la permacultura contribuye a mejorar la calidad del aire en las ciudades. Estas prácticas no solo reducen la contaminación, sino que también fomentan un entorno urbano más saludable y sostenible, alineándose con los objetivos de desarrollo sostenible para comunidades resilientes y respetuosas con el medio ambiente.
ODS #7: "Energía asequible y no contaminante"	Al expandir el uso de fuentes de energía limpias, se reduce la dependencia de combustibles fósiles y se minimiza la contaminación ambiental. Esta transición no solo facilita un suministro energético más sostenible y accesible para todos, sino que también contribuye a la protección del medio ambiente y al desarrollo económico inclusivo.
ODS #2: "Hambre cero"	Al producir alimentos directamente en el hogar se puede mejorar significativamente el acceso a alimentos frescos, diversos y nutritivos. Aunque se requiere una inversión inicial para establecer un huerto, a largo plazo, la agricultura doméstica puede ahorrar dinero en alimentos y proteger a las familias de la volatilidad de los precios. Ejemplos exitosos de agricultura en el hogar han demostrado que esta práctica no solo mejora la seguridad alimentaria al aumentar la disponibilidad y el acceso a alimentos, sino que también contribuye a una mejor nutrición, dietas equilibradas e ingesta adecuada de calorías (Brawner, 2015). Además, al implementar adecuadamente iniciativas de autonomía alimentaria urbana, es posible asegurar el acceso a alimentos independientemente del estatus socioeconómico.

<p>ODS #15: "Vida de ecosistemas terrestres"</p>	<p>Al depender del microbioma del suelo para mejorar la fertilidad de los cultivos y al reintroducir una variedad de plantas e insectos, estas prácticas apoyan la salud y estabilidad de los ecosistemas terrestres. La integración de diversas especies no solo enriquece el suelo y mejora los rendimientos agrícolas, sino que también ayuda a mantener el equilibrio ecológico, promoviendo un entorno más resiliente y sostenible.</p>
<p>ODS #13: "Acción por el clima"</p>	<p>Al producir alimentos localmente se requiere menos transporte, lo que los convierte en una opción más respetuosa con el medio ambiente. La permacultura refuerza esta sostenibilidad al evitar el uso de pesticidas y fertilizantes químicos, y en su lugar, promueve la restauración del suelo y la intensificación biológica para el control de plagas. Estas prácticas no solo reducen considerablemente las emisiones asociadas con la agricultura convencional, sino que también favorecen el secuestro de carbono en el suelo, ayudando a mitigar el cambio climático.</p>

El cuidado del medio ambiente y de las personas mediante la permacultura y la agricultura regenerativa se considera una forma de trabajo de cuidados no remunerado. "Su reconocimiento como tal contribuiría directamente al desarrollo sostenible" (Giraud, 2021, p. 10). La autonomía alimentaria urbana fomentada por la permacultura trasciende la mera producción de alimentos; puede colocar el "cuidado" en el centro de nuestra ética y contribuir a la creación de un mundo más sostenible, el Instituto de Investigaciones de las Naciones Unidas para el Desarrollo Social (UNRISD) identifica seis áreas políticas para un cambio transformador y las vincula con los 17 ODS (como se citó en Giraud, 2021). Una de estas áreas es el cuidado, que, según UNRISD, apoya siete ODS:

- ODS #1: "Fin de la pobreza",
- ODS #3: "Salud y bienestar",
- ODS #4: "Educación de calidad",
- ODS #5: "Igualdad de género",
- ODS #6: "Agua limpia y saneamiento",
- ODS #8: "Trabajo decente y crecimiento económico" y
- ODS #10: "Reducción de las desigualdades" (Giraud, 2021).

II.2 Agricultores indígenas frente al cambio climático

La agricultura intensiva se ha desarrollado como una actividad humana destructiva de la naturaleza y se justifica por su afán de alimentar a la humanidad, sin lograr el equilibrio entre los tres ejes base de la sustentabilidad (ambiental, social y económico). Dentro del sistema capitalista que se enfoca en maximizar las ganancias a corto plazo, utilizando monocultivos, fertilizantes químicos e insecticidas, al principio, se logra una alta productividad, pero con el tiempo comienzan a surgir problemas cada vez más complejos, como la salinización de los suelos, el desarrollo de plagas resistentes a los insecticidas, la invasión de malezas agresivas y, finalmente, la contaminación y el envenenamiento del agua, el aire, las plantas, los animales y las personas (Caballero & Montes, 1997).

A pesar del crecimiento de la agricultura moderna, todavía hay millones de hectáreas que utilizan métodos de cultivo tradicionales, los cuales son ejemplos de estrategias efectivas y continúan siendo gestionados por personas campesinas indígenas. Muchos de estos sistemas agrícolas están siendo documentados, y algunos se destacan en la iniciativa de conservación dinámica. La FAO los ha clasificado como GIAHS (Sistemas Agrícolas Heredados de Importancia Global) (Altieri & Nicholls, 2008). No solo son lugares que conservan la biodiversidad agrícola global y representan ecosistemas resilientes y valiosos en términos culturales, sino que también proporcionan servicios como la seguridad alimentaria, el sustento y una mejor calidad de vida para millones de personas, estos sistemas son sostenibles porque se adaptan bien a su entorno particular, utilizan recursos locales, son de pequeña escala y descentralizados, tienden a conservar los recursos naturales y muestran resiliencia frente al cambio ambiental. A pesar de su importancia, la agricultura moderna pone en riesgo la sostenibilidad de esta herencia. Debido al valor de estos sistemas, junto con el vasto conocimiento y experiencia acumulados en la gestión y uso de recursos que representan, es crucial reconocerlos como un recurso de importancia global que debe ser protegido y preservado, permitiendo su evolución dinámica. Muchos de estos sistemas han demostrado adaptarse al cambio climático y ambiental a lo largo de los siglos (Altieri & Nicholls, 2008).

A diferencia de los sistemas que han logrado adaptarse al cambio climático y ambiental a lo largo de los siglos, muchos otros han fracasado en este desafío o se encuentran en riesgo.

En muchos países, la población rural más pobre vive en áreas expuestas y marginales, y en condiciones que los hacen muy vulnerables a los impactos negativos del cambio climático. Para estas personas, aun los menores cambios en el clima pueden tener un impacto desastroso en sus vidas y medios de sustento. (Altieri & Nicholls, 2009, p. 5)

El incremento de las temperaturas puede disminuir los rendimientos agrícolas en muchas regiones, mientras que las alteraciones en la precipitación pueden afectar la disponibilidad de agua, lo que también tiene importantes implicaciones para la agricultura (Cline, 2007).

En América Latina, sobre todo en México, la agricultura ha dependido cada vez más de insumos importados debido a la política agrícola que Estados Unidos impulsó en los años 50. Esta política, conocida como la revolución verde, ha hecho que se abandonen las formas tradicionales de

cultivo, que cambien los valores en las zonas rurales, que aumente la contaminación ambiental y que los campesinos queden endeudados por comprar fertilizantes y pesticidas químicos, entre otros problemas (Caballero & Montes, 1997).

No hay duda que miles de comunidades de agricultores familiares, tradicionales y pueblos indígenas en los países en desarrollo se verán afectadas por el cambio climático. Estos grupos, que dependen de la agricultura de subsistencia, son particularmente vulnerables debido a su ubicación y a diversos factores socioeconómicos y demográficos que dificultan su capacidad para adaptarse a los cambios ambientales (Morton, 2007).

Ante esta situación, surge la necesidad de explorar alternativas para alcanzar la autosuficiencia económica y ecológica de los agricultores. Es un desafío y abarca una amplia gama de factores que están estrechamente interrelacionados, como los sociales, políticos, espirituales, técnicos, económicos, culturales, históricos y ecológicos, que influyen de diversas maneras en el éxito o fracaso de los proyectos implementados (Caballero & Montes, 1997). Los problemas agrícolas no pueden entenderse sin considerar estas cuestiones, en respuesta a esta complejidad, han surgido corrientes agrícolas alternativas que buscan integrar estos aspectos y restaurar las conexiones planetarias. Un ejemplo de ello es la permacultura, que ofrece principios orientadores y técnicas que permiten al ser humano alcanzar una supervivencia sostenible (Caballero & Montes, 1997).

Los diferentes enfoques y prácticas agrícolas preocupados por la degradación de la tierra, como la permacultura, la agroecología, la agricultura orgánica, la agricultura regenerativa y la agricultura sostenible, comparten un objetivo común: la preservación y restauración de los ecosistemas. Aunque cada enfoque tiene sus particularidades, todos convergen en la necesidad de prácticas agrícolas que no solo sean respetuosas con el medio ambiente, sino que también fomenten la resiliencia de la tierra y las comunidades que dependen de ella.

Esta investigación plantea una alternativa a las problemáticas mencionadas, utilizando la permacultura para generar medios de vida sostenibles. Este enfoque, permitiría a los agricultores disponer de más tiempo para preservar prácticas agrícolas tradicionales, como la milpa, que también podrían estar en riesgo de perderse. La permacultura, al igual que otras corrientes mencionadas, es una forma de agricultura que utiliza pocos insumos externos y se mantiene a lo largo del tiempo y en diferentes espacios. Se adapta a contextos específicos, pero a diferencia de las corrientes citadas, extiende su enfoque a todo el hábitat humano, integrando también la agricultura.

Para hacer realidad la agricultura sostenible y acercarse a la permacultura, en México se cuenta con una base importante: la agricultura tradicional de los pueblos originarios. Los pueblos originarios son especialmente susceptibles a implementar estos proyectos debido a su estilo de vida. Recordemos los sistemas agrícolas que afortunadamente las comunidades campesinas o indígenas aún conservan.

Es crucial renovar la manera en que se planifica y diseña proyectos, aprovechando tanto el conocimiento estrictamente científico como aquel derivado del "diálogo de saberes," donde se

valoran y rescatan los conocimientos campesinos e indígenas contemporáneos, a la vez que se fomenta el intercambio con el saber científico. Al incorporar diversas perspectivas y enfoques, se promueve el reconocimiento del conocimiento local, lo que favorece un desarrollo más equitativo y respetuoso con el medio ambiente, y genera soluciones innovadoras y sostenibles (Gavito et al., 2017).

La crisis ambiental y socioecológica en el país se manifiesta de diversas maneras debido a la combinación de factores naturales, sociales, económicos, culturales y políticos propios de cada región. Para identificar las causas y proponer soluciones, es fundamental considerar la megadiversidad biológica y la megadiversidad cultural de México (Conabio, 1998). Estas dos particularidades contienen una vasta cantidad de conocimiento, y experiencia en la gestión de alternativas de supervivencia en contextos de crisis, tanto repentinas (fenómenos naturales) como estructurales (inequidad y pobreza), que impactan con mayor fuerza a los territorios rurales habitados por campesinos, afrodescendientes e indígenas (Gavito et al., 2017).

II.3 Principios de la permacultura

El término permacultura, compuesto de las palabras “permanente” y “agricultura”, nace como concepto en Australia a mediados de la década de 1970, fue introducido por los ecologistas Bill Mollison y David Holmgren, quienes lo emplearon para proponer un sistema de planificación y diseño de comunidades humanas que promoviera una cultura sostenible a largo plazo. Mollison y Holmgren (1978) definen la permacultura como un sistema evolutivo e integrado compuesto por especies vegetales y animales perennes o capaces de perpetuarse por sí mismas, que son útiles para el ser humano. Estas especies interactúan en un agroecosistema simple, inspirado en modelos naturales existentes.

Desde aquel entonces, la permacultura ha evolucionado hasta convertirse en una filosofía y un movimiento socioecológico global que no solo busca nuevas formas de hacer agricultura, sino también ofrecer soluciones para que nuestras vidas en el planeta sean más sostenibles. Este enfoque abarca aspectos como la economía, la bioconstrucción, las energías renovables, el tratamiento natural del agua, las relaciones sociales y el desarrollo comunitario. A través de acciones individuales, la permacultura promueve un nuevo comportamiento social centrado en la sostenibilidad, contrarrestando los efectos del deterioro ambiental (Nieto, 2012), avanzando hacia una “cultura permanente” (Holmgren, 2002b), ya que las culturas no pueden perdurar sin una base agrícola sostenible y una ética en el uso de la tierra (Mollison & Slay, 1999).

Según la definición dada por Mollison y Holmgren (1981, p. 102) la permacultura es la “Ciencia del mejor posicionamiento relativo de los componentes en un plan o un modelo para incrementar los recursos, conservar o crear energía y reducir o eliminar la contaminación y los residuos”.

Mollison y Reny Mia Slay dicen que la permacultura es un sistema de diseño orientado a crear entornos humanos sostenibles. Aunque la permacultura involucra plantas, animales, construcciones e infraestructuras como agua, energía y comunicaciones, su enfoque no está en estos elementos de manera individual, sino sobre las relaciones que se pueden crear entre ellos por la forma en que se ubican en el paisaje. Este enfoque se basa en la observación de sistemas

naturales, la sabiduría de las prácticas agrícolas tradicionales y el conocimiento científico y tecnológico moderno (Mollison & Slay, 1999).

Según lo que dicen Kevin Morel et al. la permacultura se basa en la idea central de que la humanidad puede reducir o reemplazar las tecnologías industriales que consumen mucha energía y generan contaminación, especialmente en el ámbito agrícola, mediante un uso intensivo de recursos biológicos y un enfoque de diseño holístico e informado, inspirado en los ecosistemas naturales (eco-mimetismo) (Morel et al., 2019).

De acuerdo con Eugenio Gras, más que una solución técnica, busca rediseñar la subsistencia y la sostenibilidad humana, imitando la biodiversidad y los patrones de los ecosistemas naturales. Su ética promueve el respeto al planeta y a todos sus seres vivos. La permacultura ofrece una alternativa creativa que impulsa una vida sencilla y una participación activa en los procesos naturales, fomentando la comprensión y el trabajo en armonía con la naturaleza (Gras, 2010).

La meta principal de la permacultura es establecer una cultura humana que viva en armonía con la naturaleza, promoviendo la regeneración del suelo, el agua y la biodiversidad, mientras se satisfacen las necesidades humanas de forma justa y equitativa.

Sarandón y Flores (2014) exponen:

... la permacultura es más que una variante de agricultura ecológica y tiene en cuenta de manera más amplia los principios de la agroecología, esto es, que una agricultura orgánica o ecológica, que se limite a la no utilización de agrotóxicos o fertilizantes químicos de síntesis, en su proceso productivo, para cumplir con las exigencias de certificación, pero, por ejemplo, no mantenga la diversidad biológica ni cultural, difícilmente contemplará los principios agroecológicos. (como se citó en Sansores Molina, 2018).

Ferguson y Lovell (2014) identifican cuatro niveles o componentes clave dentro de la permacultura: el sistema de diseño, el conjunto de prácticas asociadas, el movimiento internacional, y la cosmovisión que este movimiento promueve y difunde. Se presentan a continuación.

- Diseño

El diseño es el elemento central en la permacultura, basado en principios ecológicos, pensamiento sistémico y estrategias de razonamiento espacial, que se utilizan para analizar condiciones del sitio, seleccionar prácticas y adaptarlas a los objetivos de uso de la tierra.

Los aspectos más distintivos de la orientación de la permacultura hacia el diseño de agroecosistemas son su énfasis en la especificidad del sitio, incluida la atención al microclima; la interacción entre componentes a múltiples escalas, desde policultivos a escala de campo hasta diversidad de uso de la tierra a escala de agroecosistema; y la configuración espacial como impulsor clave de múltiples funciones.

- Práctica

La permacultura, aunque promueve técnicas específicas, se basa en gran medida en prácticas de sistemas agroecológicos tradicionales y naturales, como los huertos tropicales y los policultivos inspirados en ecosistemas. Más que un conjunto de técnicas, la permacultura debe entenderse como un marco conceptual para evaluar y adoptar prácticas. Este enfoque comparte similitudes con la agroecología, la agrosilvicultura y los usos tradicionales e indígenas de la tierra. Las mejores prácticas en permacultura se evalúan mediante dos criterios principales: el mimetismo de ecosistemas y la optimización del sistema. El mimetismo de ecosistemas busca crear sistemas productivos que imiten la estructura y función de ecosistemas naturales, utilizando especies que produzcan rendimientos para el uso humano. Por otro lado, la optimización del sistema no sigue un modelo específico de ecosistema, sino que se centra en identificar puntos estratégicos donde intervenciones mínimas pueden mejorar el desempeño de funciones deseadas más allá de lo que logran los sistemas naturales. Juntos, estos criterios constituyen un marco conceptual implícito para la evaluación de prácticas en la permacultura.

- Movimiento

El movimiento de permacultura transmite una visión única y la difunde a través de redes de profesionales y pequeños institutos. Este enfoque ha sido cada vez más reconocido en la literatura académica por su papel en la transición agroecológica mediante el apoyo social y político.

El crecimiento y la expansión de la permacultura se basan en dos patrones clave: una red dispersa de maestros itinerantes y la organización local/regional centrada en culturas bioregionales y en el desarrollo de instituciones alternativas. Estas organizaciones incluyen jardines, granjas, sitios de demostración, cooperativas de crédito y diversas iniciativas comunitarias y educativas. La literatura de permacultura destaca la importancia de la comunidad y el desarrollo, con un enfoque creciente en estos conceptos a lo largo del tiempo. Los maestros itinerantes, o "celebridades de la permacultura", han sido fundamentales en la expansión del movimiento, organizando cursos y ofreciendo consultoría internacionalmente, lo que ha contribuido a la rápida difusión de la permacultura.

- Cosmovisión

La relevancia de la permacultura para la transición agroecológica se basa en la cosmovisión promovida por el movimiento, que enfatiza la importancia de conocimientos y creencias en la transformación del sistema agrícola. Esta visión no solo propone nuevas técnicas, sino también nuevas narrativas que brindan contexto y significado a esas técnicas.

La cosmovisión de la permacultura incluye ideas sobre la relación entre los seres humanos y el medio ambiente, un enfoque populista hacia la práctica y un modelo de cambio social. Destaca la capacidad de los humanos para gestionar positivamente los ecosistemas a través de una planificación y diseño holísticos. En contraste con visiones que enfrentan necesidades sociales y naturales, la permacultura sugiere que la planificación ecológicamente informada puede satisfacer las necesidades humanas y mejorar la salud del ecosistema.

La permacultura también adopta una perspectiva populista, que simplifica las soluciones a las crisis ambientales y sociales, criticando a las instituciones académicas y a la investigación por ser conservadoras y lentas en el cambio. Mientras algunos defensores de la permacultura creen en la recombinación del conocimiento existente, otros presentan sus propuestas como hipótesis que deben ser probadas. El movimiento enfatiza la acción personal y voluntaria sobre la influencia en políticas o grandes instituciones, promoviendo la responsabilidad individual y la autosuficiencia.

II.3.1 La Flor de la permacultura

La idea de la permacultura como una forma de agricultura permanente o sostenible ha progresado hacia la concepción de una cultura que también sea permanente y sostenible (Holmgren, 2002b). Esta expansión de enfoque se refleja en la "Flor de la Permacultura", un modelo visual que representa los diferentes aspectos y principios de la permacultura (figura 2), la información sobre la flor proviene de la comprensión general de la permacultura como una disciplina que abarca diversas áreas interconectadas, que identifica siete ámbitos clave para la transformación hacia una cultura sostenible.

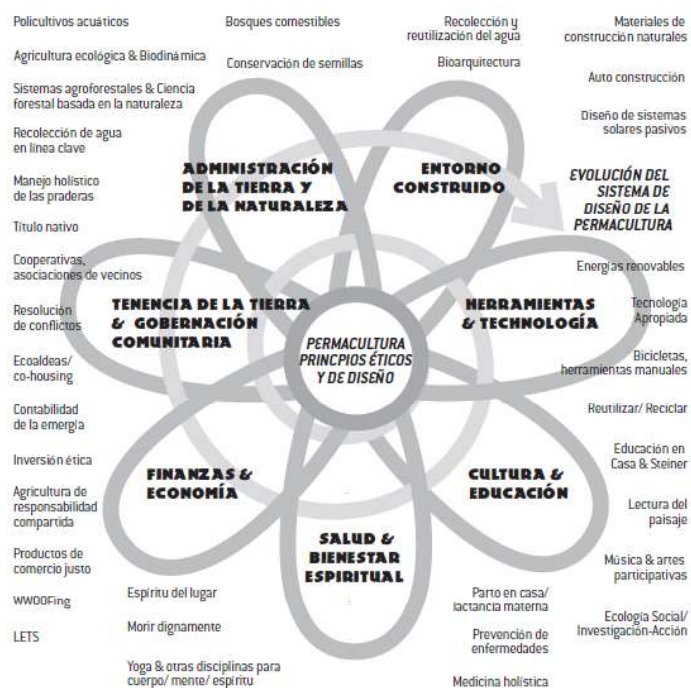


Figura 2. Desglose de los pétalos de la Flor de la Permacultura. Fuente: Holmgren (2002b), *Permaculture: Principles and Pathways Beyond Sustainability*.

En su obra "Permaculture: Principles and Pathways Beyond Sustainability", David Holmgren (2002b) subraya que la permacultura utiliza un enfoque basado en el pensamiento sistémico, complementado con principios de diseño que proporcionan la estructura necesaria para implementar la Flor de la Permacultura. Holmgren reúne diversas ideas, habilidades y estilos de

vida que es crucial redescubrir y desarrollar para satisfacer necesidades actuales, al tiempo que se incrementa el capital natural para las generaciones futuras.

La permacultura no se limita al diseño de paisajes, la horticultura orgánica, la agricultura sostenible, la construcción de edificios energéticamente eficientes o la creación de ecoaldeas. También puede utilizarse para planificar, implementar, gestionar y mejorar todas estas iniciativas, así como otros proyectos que personas, familias y comunidades emprenden en busca de un futuro sostenible (Holmgren, 2002a).

Los principios éticos y de diseño de la permacultura se aplican a diversos ámbitos, incluidos los recursos físicos, materiales y energéticos, así como a la organización humana (estructuras invisibles). En la periferia de la Flor de la Permacultura se representan algunos de los ámbitos específicos, sistemas de diseño y soluciones asociados con esta visión más amplia de la permacultura. La trayectoria evolutiva en espiral parte de la Ética y los Principios de Diseño Permacultural, destacando la interconexión de todos estos aspectos, que comienza a nivel personal y local y luego se expande a los niveles colectivo y global (Holmgren, 2002a).

II.3.2 Supuestos fundamentales

La permacultura se basa en ciertos supuestos fundamentales para su comprensión y su evaluación. Las bases conceptuales de estos supuestos provienen de diversas fuentes, pero David Holmgren admite expresamente su reconocimiento y agradecimiento hacia los estudios realizados por el ecólogo estadounidense Howard Odum (Mollison & Holmgren, 1978).

- Los seres humanos, aunque a menudo no se consideran parte integral del entorno natural, están sujetos a las mismas leyes científicas que rigen el universo material, como las relacionadas con la energía y la evolución de la vida.
- La extracción y uso intensivo de combustibles fósiles durante la era industrial ha sido el principal impulsor del crecimiento poblacional, los avances tecnológicos y las características distintivas de la sociedad moderna.
- La crisis ambiental representa una problemática ineludible que, debido a su magnitud, transformará radicalmente la sociedad industrial global hasta hacerla irreconocible. Esta transformación amenaza el bienestar y la supervivencia de una población mundial en constante expansión.
- Los impactos actuales y los proyectados, derivados del crecimiento demográfico y de las actividades industriales, están afectando gravemente la biodiversidad global, con consecuencias que se prevé serán más significativas que los grandes cambios ocurridos en los últimos siglos.
- A pesar de lo inevitable de estas transformaciones, el agotamiento de los combustibles fósiles en las próximas generaciones promoverá un regreso progresivo a principios de diseño basados en la naturaleza y las sociedades preindustriales. Estos principios estarán fundamentados en el uso de recursos y energías renovables, adaptándose a las particularidades de cada contexto local. (Holmgren, 2002a)

II.3.3 Principios de permacultura

Estos principios son vistos como universales, y los métodos que se empleen para implementarlos dependen del contexto del territorio y de las personas. Los principios son aplicables a la reorganización personal, económica, social y política, como se ilustra en la Flor de la Permacultura, y se dividen en: principios éticos y principios de diseño.

II.3.3.1 Principios éticos

Con el crecimiento de la disponibilidad de energía en la sociedad y la creciente concentración de poder en manos de un número reducido de personas, es cada vez más crucial adoptar una ética crítica. Esta ética es esencial para asegurar la supervivencia cultural y biológica a largo plazo, al proporcionar un marco que guíe la toma de decisiones y fomente la equidad, la justicia y la sostenibilidad en un contexto de creciente desigualdad y explotación de recursos. Estos principios éticos son resultado de la colectividad que se teje a partir de los cursos de diseño de permacultura (Holmgren, 2002a). Es una ética basada en tres principios: Cuidado de la Tierra, Cuidado de las personas y Repartición justa (Mollison & Holmgren, 1978). El tercer principio e incluso el segundo se derivan del primero.

Respetar la Tierra (conservación del suelo, los bosques y el agua).

La presencia de la humanidad inevitablemente causa impacto en el medio ambiente. Respetar el planeta exige proteger a los seres vivos y a los elementos no vivos, incluyendo animales, plantas, bosques y selvas. Respetar también implica evitar la contaminación y mantener la limpieza del suelo, el agua, el aire y la atmósfera. El compromiso con el cuidado ambiental comienza con la adopción de prácticas inofensivas y de restauración, y abarca la conservación activa y el uso prudente y ético de los recursos naturales. Es crucial revisar y, si es necesario, reconsiderar nuestras actividades diarias para evitar efectos perjudiciales en el entorno (Gras, 2010).

Cuidar de la gente (ocuparse de sí mismo, de los familiares, parientes y de la comunidad).

Para contribuir al bienestar común, primero se debe enfocar en mantener la salud y seguridad personal. Asumir la responsabilidad de la vida propia y evita culpar a otros o al sistema por el estado actual. Cultivar alimentos orgánicos propios, vivir en un ambiente saludable, y respetar las necesidades fundamentales del cuerpo para tener la capacidad de ayudar a los demás. Además, es importante priorizar los valores no materiales sobre los materiales (Gras, 2010).

Consumir menos y compartir los excedentes (límites al consumo y a la reproducción).

En la sociedad consumista en la que vivimos intentar “consumir menos” resulta complicado, no obstante, es esencial recordar que nuestra comodidad y bienes actuales se basan en la explotación de los recursos naturales y en la privación de recursos a otras personas y generaciones futuras. Al reducir el consumo de bienes innecesarios y adquirir lo necesario en economías locales y en el hogar, ayuda a mitigar las desigualdades actuales. Además, una vez cubiertas las necesidades básicas, se comparten excedentes de tiempo, habilidades, conocimientos y recursos económicos para promover una cultura más sostenible y armoniosa con las nuevas realidades energéticas (Gras, 2010).

En su libro *El rebot de la ciutat*, Jordi Romero (2002) señala que, para implementar la ética de la permacultura en una finca o jardín, se pueden seguir diversas recomendaciones (Como se citó en Acosta, 2015).

1. Planificación: Es fundamental planificar cualquier acción anticipadamente para evitar consecuencias imprevistas a largo plazo y favorecer la sostenibilidad.
2. Mantener el Equilibrio Natural: Al establecer sistemas ambientales, es preferible usar especies autóctonas para minimizar los riesgos de especies invasoras y evitar daños ecológicos.
3. Uso del Espacio: Trabaja con el menor espacio posible, empezando con sistemas pequeños e intensivos para tener un mejor control, en lugar de expandir a terrenos mayores y consumir más energía.
4. Alta Diversidad: Implementa sistemas con alta diversidad, como los policultivos, para mejorar la estabilidad y resiliencia del agroecosistema, facilitando su adaptación a cambios ambientales o sociales.
5. Evaluación del Rendimiento: Es importante analizar el rendimiento total del sistema, incluyendo cosechas, producción de árboles y animales, y ahorro energético, para evaluar su eficiencia global.
6. Sistemas Ecológicos Eficientes: Emplea sistemas que dependan de fuentes de energía baja, como solar, eólica e hidráulica, y utiliza sistemas biológicos con interacciones complementarias.
7. Recuperación de la Producción Local: Fomenta la producción de alimentos en localidades donde históricamente se ha hecho para preservar la agricultura local, como en fincas de permacultura que se orientan a la producción local.
8. Consumo Consciente: Adopta un consumo responsable, recicla todos los residuos y busca soluciones en lugar de enfocarte solo en problemas.
9. Reflexión en la intervención: Considera cuidadosamente las intervenciones en ecosistemas para no perturbar su equilibrio, incluso si se requiere el uso de componentes químicos para controlar plagas.

II.3.3.2 Principios de diseño

El diseño en permacultura se apoya en principios ecológicos que funcionan como guías conceptuales para desarrollar y adaptar soluciones. Holmgren (2002b) definió 12 principios de diseño permacultural que forman la base para un proceso de diseño consciente, orientado a alcanzar resultados alineados con estos principios y los valores éticos previamente mencionados.

1. Observar - interactuar. La observación y la interacción son herramientas fundamentales de la permacultura que permiten reducir la necesidad de mano de obra repetitiva, el uso de energía no renovable y alta tecnología, fomentando el diseño creativo

de sistemas de soporte humano, con acceso a poca energía, que satisfagan las necesidades sociales sin afectar a su entorno.

2. Captar y almacenar energía. El uso eficiente de las reservas energéticas acumuladas por el planeta durante millones de años es un aspecto primordial para el diseño de ambientes sostenibles, haciéndose indispensable el máximo aprovechamiento de la energía solar y creando conciencia de las limitaciones que conlleva el uso de los recursos energéticos no renovables, procurando su manejo adecuado para evitar su desperdicio y buscando formas sostenibles de almacenamiento de los recursos, con la finalidad de solventar las necesidades presentes sin comprometer a las generaciones futuras.

3. Obtén un rendimiento, trabaja con la naturaleza no en su contra. Implica tener en cuenta que todo nuestro bienestar proviene de la naturaleza, por lo que se deben diseñar sistemas que permitan un balance entre garantizar la satisfacción de las necesidades inmediatas y cumplir las metas de autosuficiencia a largo plazo.

4. Aplicar la autorregulación y aceptar retroalimentación. Diseñar sistemas sencillos y autosuficientes que no requieran grandes recursos humanos o materiales para su mantenimiento. Adicionalmente, el funcionamiento de los elementos del sistema será un indicador del desempeño de éste, proporcionando así una retroalimentación.

5. Usar y valorar los servicios y recursos naturales. Construir sistemas que usen la energía solar, aprovechando la fuerza laboral humana, así como la flora y fauna del lugar.

6. Producir cero desperdicios. Diseñar e implementar sistemas y procesos que se alimenten y retroalimenten entre sí, de tal manera que se reduzca a cero la importación o exportación de materiales o desperdicios, es decir, contar con ciclos cerrados que se autogeneren a sí mismos.

7. Diseñar de los patrones a los detalles. Utilizar tres conceptos de diseño que permiten ir de los patrones a los detalles: sectores, zonas y pendiente, los cuales son principios de ubicación fundamentales para el diseño de un emplazamiento humano. Los sectores sirven para visualizar y analizar todas las influencias externas que confluyen dentro del sistema; las zonas permiten encontrar la distancia óptima de los elementos de la periferia hacia el centro principal de actividades; y la pendiente ayuda a ubicar de forma precisa los elementos del sistema, considerando las diferencias de elevaciones en los terrenos.

8. Integrar en lugar de segregar. Considerar la función de cada uno de los elementos que conforman un proyecto y la forma en que se conectan para generar un sistema auto-regulado con alta eficiencia operativa y productiva, tomando en cuenta los criterios de integración, multifuncionalidad y redundancia. La integración se refiere a que cada elemento está ubicado en relación a otro, en función de lo que requiere y lo que

aporta; la multifuncionalidad establece que cada elemento del sistema a diseñar debe cumplir con dos o más funciones; y la redundancia estipula que cada una de las funciones de gran relevancia dentro del proyecto se deben apoyar en varios elementos.

9. Usar soluciones lentas y pequeñas. Elegir una escala sostenible para el sistema, con pocas necesidades externas y “haciendo cambios mínimos para lograr efectos máximos” (Hemenway, 2009).

10. Usar y valorar la diversidad. Seleccionar elementos que brinden diversidad al sistema y lo vuelvan integral, es decir, no enfocarse en un solo aspecto, con el fin de aumentar las posibilidades de éxito del proyecto.

11. Usar los bordes y valorar lo marginal. Utilizar los bordes como fuente de inspiración para diseñar, pues en la ecología son sitios de acumulación de energía, fertilidad y abundancia. Esto implica lograr la selección más adecuada para el proyecto, puesto que en los bordes se pueden obtener ventajas de dos o más ecosistemas a la vez.

12. Usar y responder creativamente al cambio. Crear sistemas flexibles y adaptables a diferentes tipos de condiciones adversas.

Los principios anteriormente mencionados tienen gran utilidad como base general, sin embargo, específicamente para el diseño de sistemas agrícolas, es importante destacar tres principios que agrega Hemenway (2009):

13. Cada elemento debe tener múltiples funciones y cada función debe ser apoyada por múltiples elementos. Crear un sistema donde la repetición permita garantizar la resiliencia del sistema para que, si un elemento del mismo falla, otros puedan realizar su función.

14. Colaborar con la sucesión. Trabajar con la naturaleza y no en su contra, manejando adecuadamente el ecosistema para tener sistemas con mayor autosuficiencia y rendimiento, con la menor intervención humana posible.

15. Los errores son las herramientas del aprendizaje. Evaluar continuamente el sistema para mejorar progresivamente su desempeño. (Sansores Molina, 2018, pp. 14-16)

En permacultura se entiende el diseño como una disciplina multinivel que integra diversos saberes para dar solución a necesidades. Para lograr generar medios de vida sustentables se consideran aspectos fundamentales los siguientes:

- La observación y la interacción son pilares fundamentales antes de realizar una intervención.
- Los principios de diseño para el modelo en cualquier clima y a cualquier escala (figura 3) son:

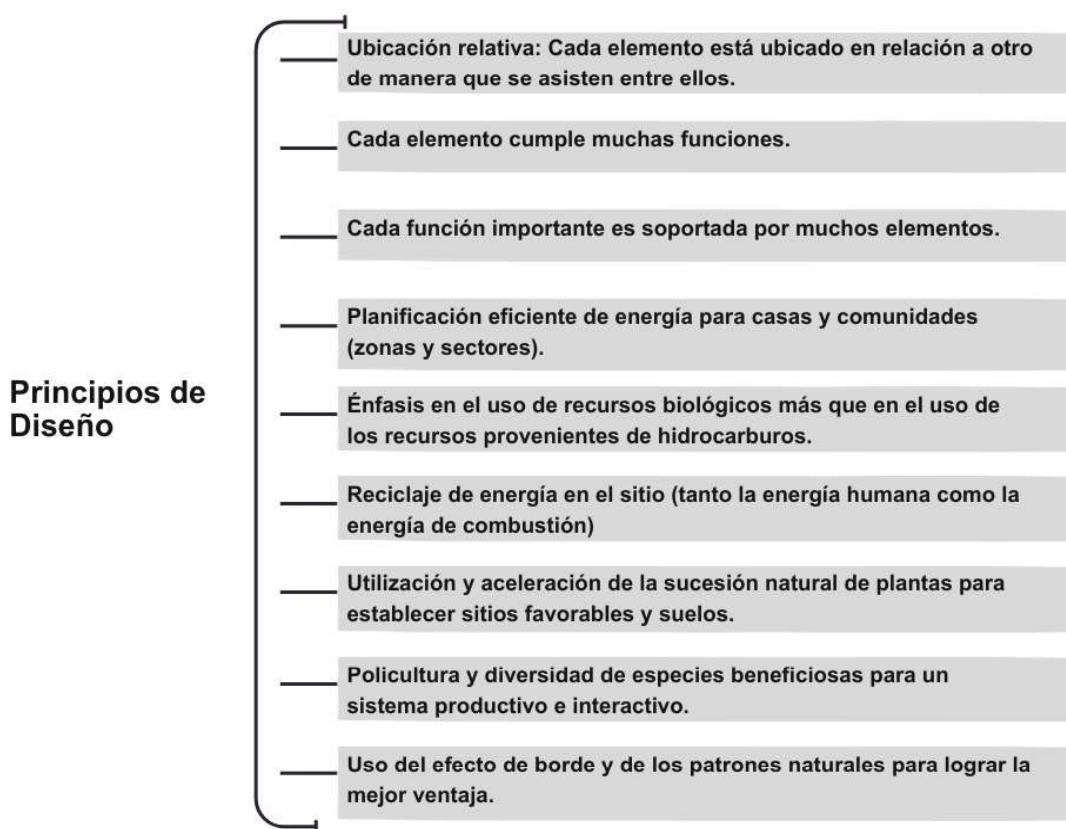


Figura 3. Principios de diseño para el modelo en cualquier clima y a cualquier escala. Fuente: Mollison & Slay (1999).

Ubicación relativa

Elementos interconectados: Casas, estanques, jardines, caminos, invernaderos, huertos, gallineros, y otras infraestructuras deben ubicarse de manera que se apoyen mutuamente.

Cada elemento cumple muchas funciones

Componentes multifuncionales: Un estanque puede servir para almacenar agua, criar peces y proporcionar humedad al entorno cercano, mientras que un árbol puede dar sombra, frutos y mejorar la calidad del suelo.

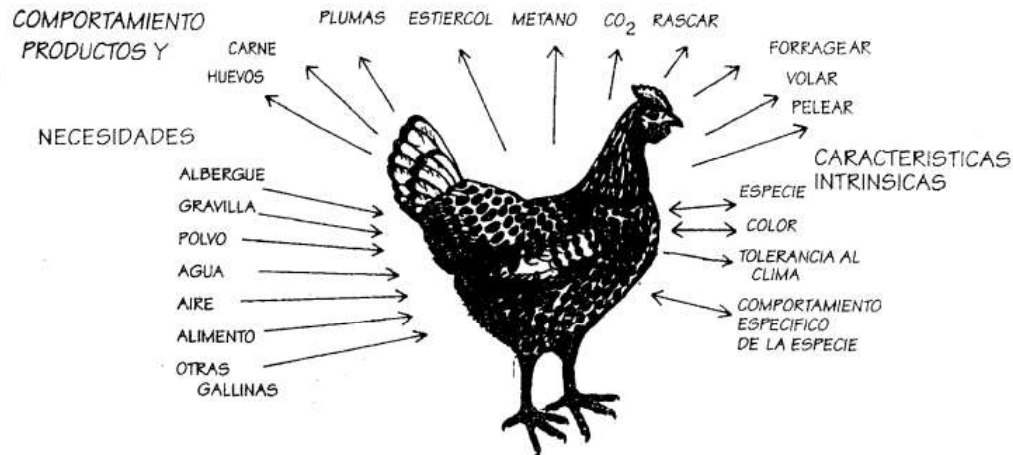


Figura 4. Ejemplo del análisis funcional de un elemento para establecerlos en el lugar correcto en relación con los otros elementos en el sistema. Fuente: Mollison & Slay (1999, p. 6).

Cada función importante es soportada por varios elementos

Redundancia de funciones: La irrigación del suelo puede depender de la captación de agua de lluvia, sistemas de riego, y un estanque. La fertilización puede provenir del compost, estiércol animal y la plantación de abonos verdes.

Planificación eficiente de energía para casas y comunidades

Diseño zonal: Distribuir los elementos de acuerdo con su uso, como zonas de mayor actividad cerca de la casa (zonas 0 y 1) y áreas más alejadas para usos menos frecuentes (zonas 4 y 5).
Análisis de sectores: Considerar factores como el sol, viento, pendiente del terreno, y la disposición de edificios para optimizar el uso de la energía.

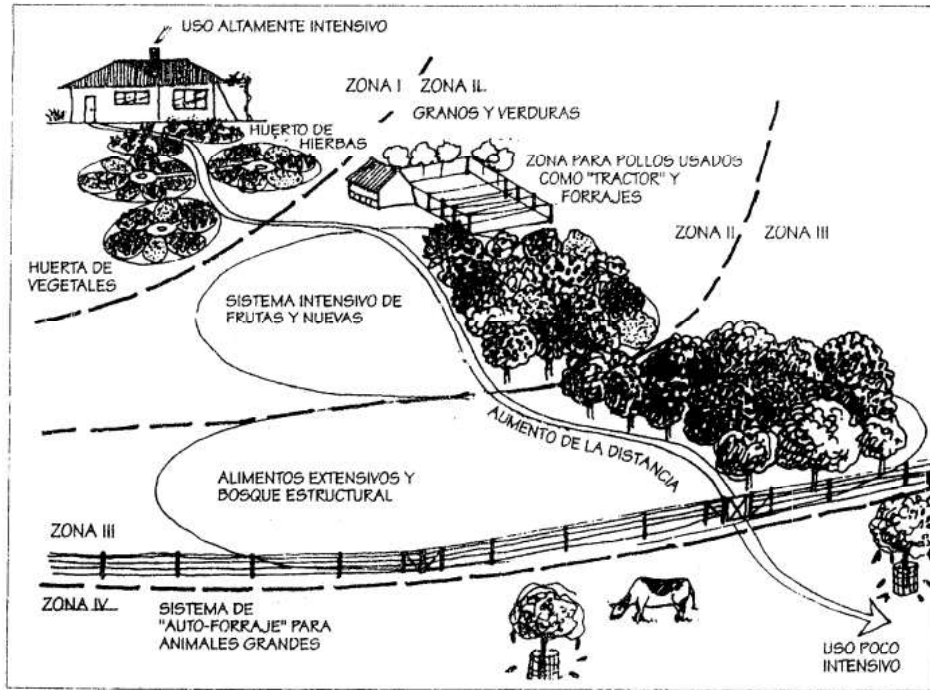


Figura 5. Análisis de zonas. Fuente: Mollison & Slay (1999, p. 9).

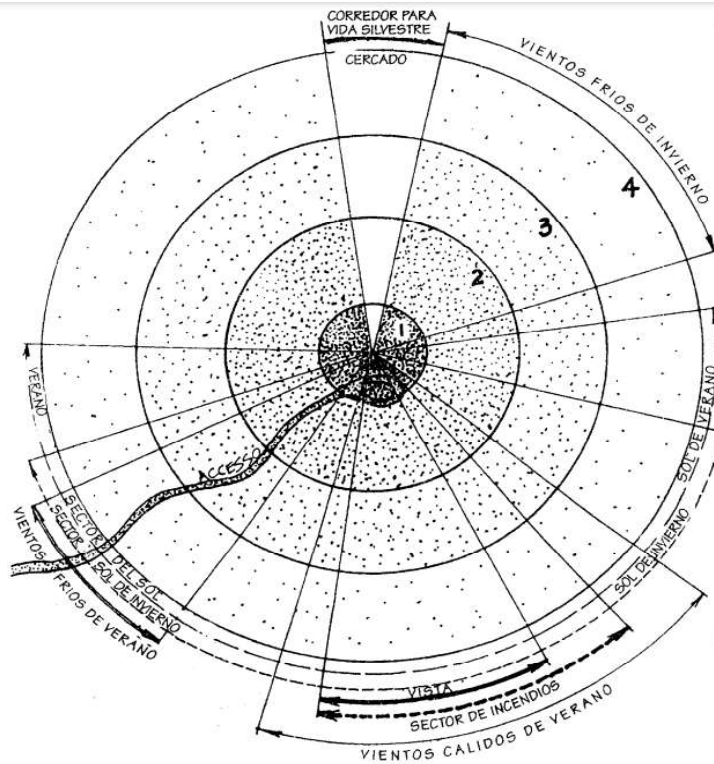


Figura 6. Análisis de sectores. Fuente: Mollison & Slay (1999, p. 13).

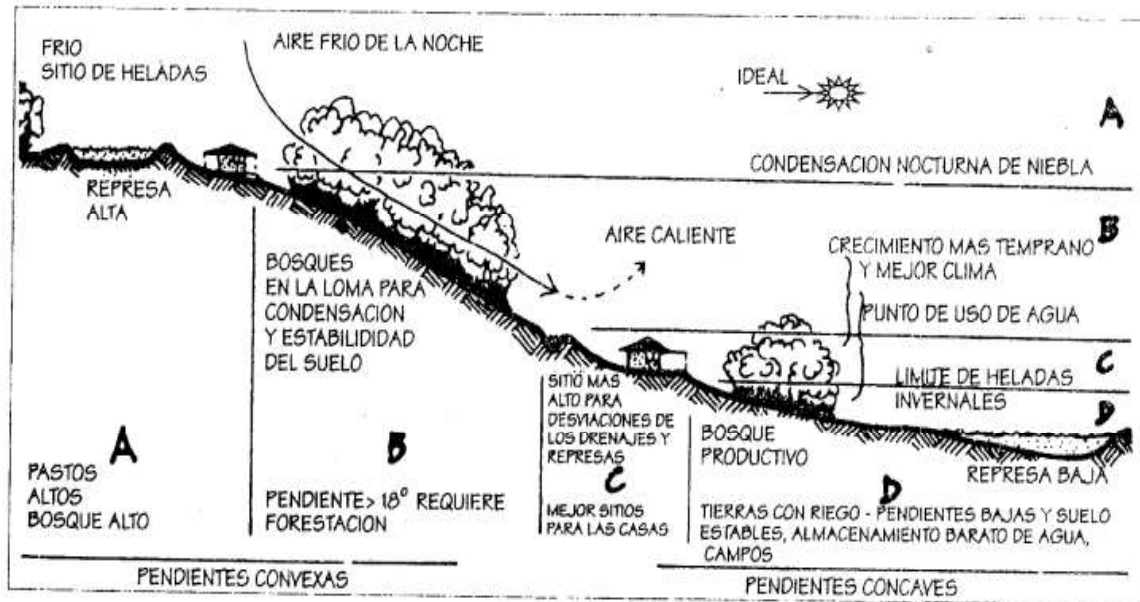


Figura 7. Análisis de patrones. Fuente: Mollison & Slay (1999, p. 14).

Uso de recursos biológicos más que hidrocarburos

Energía renovable: Incorporar energía solar, sistemas de compostaje, y plantas fijadoras de nitrógeno en lugar de depender de fertilizantes o combustibles fósiles.

Reciclaje de energía en el sitio

Sistemas de energía circular: Capacitación de agua de lluvia, reutilizar desechos como abono, compostar residuos orgánicos, reutilizar aguas grises para riego, y aprovechar la energía humana para tareas productivas.

Utilización y aceleración de la sucesión natural de plantas

Plantas pioneras: Incluir especies que mejoren la calidad del suelo y preparen el terreno para otras plantas, como leguminosas que fijan nitrógeno.

Sistemas agroforestales: Implementar una sucesión planificada de árboles y plantas que mejoren gradualmente la fertilidad del suelo.

Policultura y diversidad de especies

Especies animales: Integrar animales que cumplan funciones ecológicas, como control de plagas y fertilización del suelo.

Diversidad de cultivos: Combinación de plantas beneficiosas que se apoyan mutuamente, como plantas de diferentes estratos y tiempos de cosecha.

Uso del efecto de borde y patrones naturales

Diseño basado en la naturaleza: Maximizar el efecto de borde (áreas donde diferentes ecosistemas se encuentran, como lagos y bosques) para aumentar la biodiversidad y la productividad. Crear un jardín en espiral o una cama elevada con bordes sinuosos para

maximizar el área de crecimiento y aumentar la diversidad de microclimas. Utilizar un diseño de “zonas de captación” en una colina para recolectar agua de lluvia y dirigirla a áreas de cultivo.

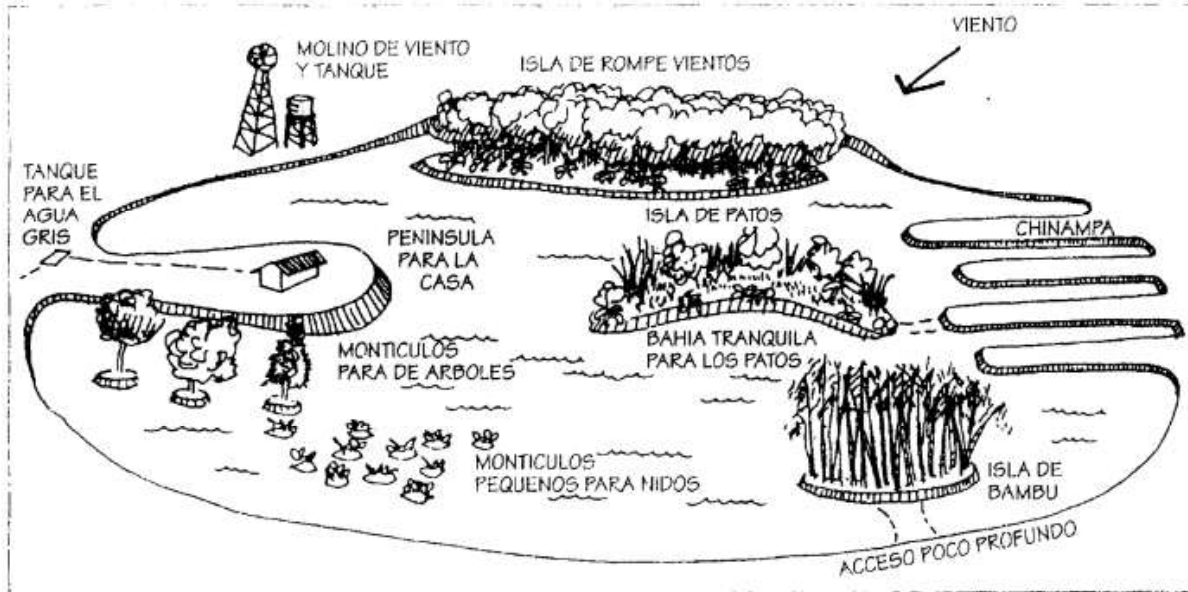


Figura 8. Creación de bordes por medio de montículos de tierra e islas en y alrededor del agua. Fuente: Mollison & Slay (1999, p. 14).

III Estado del arte

En el contexto actual de crecientes preocupaciones sobre el cambio climático, la degradación del suelo, y la pérdida de biodiversidad, el enfoque holístico y adaptable de la permacultura ofrece perspectivas valiosas para abordar estos desafíos de manera efectiva, tanto a nivel local como global. Se subraya la importancia del trabajo de investigación realizada por Mollison y Holmgren, sus contribuciones han influenciado los estudios siendo los autores más mencionados en las investigaciones más recientes, sus contribuciones proporcionan un marco sólido para el análisis y la discusión de los hallazgos.

A continuación, se muestra la tabla 3 con conceptos y definiciones actuales sobre la permacultura, según diversos autores:

Tabla 3. Conceptualización de la permacultura.

Autores	Conceptualización de la permacultura
Habib & Fadaee, 2022	La permacultura se ve como un componente de un conjunto más amplio de sistemas, actores y prácticas que apuntan a replantar la vida en algo más participativo, más ecológico y orientado a lo local.
Concepcion et al., 2021	La permacultura es una gestión de la tierra y una agricultura regenerativa que es la integración del avance tecnológico y los ecosistemas agrícolas naturales. Es un marco que utiliza un diseño combinado con el uso de los recursos disponibles para crear sistemas de vida resilientes y sostenibles.
Giraud, 2021;	La permacultura es una ética del cuidado que apoya el cambio social mediante el diseño de espacios de cuidado, promueven la biodiversidad al confiar en la intensificación biológica y apoyar el microbioma saludable del suelo anclada a tres aspectos que son: cuidado de la tierra, cuidado de las personas y participación justa con potencial de mitigación climática.
Luna, 2022	Teoría de diseño agrícola sostenible, a partir de un conjunto de pautas que facilitan la creación de proyectos con enfoque ecológico, considerándola como una cultura permanente que va más allá de los deseos extractivistas y egoístas con la naturaleza y el hombre. (Luna, 2022, como se citó en Armijos Arcos et al., 2023, p. 4)
McCann et al., 2021, Spangler et al., 2021	Marco de diseño de ecosistemas naturales biodiversos y sostenibles que satisfagan las necesidades del hombre sin alterar la armonía de la naturaleza, se guiado en la ética y sus principios se basan en el conocimiento ecológico tradicional de pueblos indígenas, conocimiento científico moderno y aplicación de tecnología. (McCann et al., 2021, Spangler et al., 2021, como se citó en Armijos Arcos et al., 2023, p.4)

La permacultura, en sus inicios, se creó para abarcar todos los sistemas humanos, pero su implementación se centró en la agricultura. Recientemente ha trascendido el ámbito agrícola, presentando un marco basado en sistemas vivos que puede aplicarse a una variedad de actividades humanas (Lapoutte, 2020).

Lapoutte, A. (2020) en *The problem is the solution: Can permaculture management regenerate social economy enterprises?* considera la degeneración de las empresas de economía social (SEE por su siglas en inglés) y propone una tesis sobre cómo la regeneración de estas empresas puede estar inspirada en sistemas vivos, específicamente en la permacultura. Identifica los problemas principales de degeneración en las SEE y presenta un enfoque basado en los principios y fundamentos teóricos de la permacultura, aplicados a las organizaciones vivas. Su estudio contribuye a la discusión sobre la degeneración de las SEE y sugiere que la regeneración puede lograrse mediante un diseño organizacional inspirado en la permacultura, imitando los sistemas vivos. En este sentido, el modelo de gestión de la permacultura podría ofrecer un enfoque novedoso y una herramienta analítica para abordar una gama más amplia de aplicaciones. Su enfoque integral y sus principios de diseño permiten su aplicación en diversos tipos de organizaciones. Recientemente, la permacultura ha ganado atención en las artes y en la gestión, y su campo de aplicación se ha expandido significativamente más allá de la agricultura.

Con el tiempo, la permacultura ha sido aplicada en varios países desde diferentes enfoques. Se han incorporado elementos adicionales como la creación de ecoaldeas, estilos de vida ecológicos, estudios sobre nutrición y microbiología, promoción de la soberanía alimentaria mediante dietas locales, turismo agroecológico y científico, desarrollo de parques comunitarios y jardinería orgánica, entre otros (Armijos Arcos et al., 2023).

La permacultura se ha llegado a concebir como una solución para mitigar los riesgos recientes a los servicios ecosistémicos en los páramos altoandinos, los cuales están siendo afectados por cambios en la cobertura del suelo. Estos cambios son impulsados por el cambio climático, la expansión agrícola, la ganadería y el crecimiento poblacional en las comunidades rurales. La necesidad de construir viviendas, cultivos y áreas de pastoreo en altitudes más elevadas para asegurar la supervivencia está contribuyendo a estos problemas (Ivanova, 2022; Méndez & Dualiby, 2021; Valencia et al., 2020; Lopez-Sandoval & Maldonado, 2019, como se citó en Armijos Arcos et al., 2023).

En el contexto de la permacultura, uno de sus principios fundamentales es la promoción de la soberanía alimentaria en comunidades rurales, a la vez que se impulsa la conservación de los ecosistemas y los servicios ecosistémicos que estos brindan. Según Armijos Arcos et al. (2023), la permacultura emerge como una alternativa viable para implementar en ecosistemas fríos, particularmente en los páramos altoandinos, donde puede contribuir a la producción sostenible de alimentos. Actualmente, la permacultura ya se emplea en estos territorios, lo que sugiere que podría adaptarse a cualquier región y clima, incluso en lugares donde las prácticas agrícolas convencionales no son sostenibles. El autor realiza una revisión exhaustiva para ilustrar cómo la permacultura se adapta a distintos contextos regionales en todo el mundo y examina su posible aplicación y ajuste en los ecosistemas altoandinos.

Bustos (2023) posiciona a la permacultura como una disciplina que introduce innovaciones y modelos potencialmente cruciales para abordar la crisis medioambiental actual. No obstante, argumenta que esta área no capta suficiente atención pública, y la escasa conciencia sobre su existencia explica por qué no se asignan muchos recursos específicamente a ella.

Actualmente, el movimiento de permacultura abarca una red global de personas y grupos que promueven soluciones de diseño permacultural, capacitación, y certificación. Pese a su escasa presencia en la academia y la falta de apoyo gubernamental y empresarial, esta red se mantiene conectada a través de cursos, talleres, foros en línea y convergencias regionales, nacionales e internacionales. Esta red genera cambios locales que impactan directa e indirectamente en el desarrollo sostenible, la agricultura ecológica, las tecnologías apropiadas, y la formación de comunidades intencionales, ayudando a construir un futuro más sostenible mediante la reestructuración de estilos de vida y la implementación de los principios de diseño permacultural.

Hay una variedad de cursos que se adaptan a diferentes necesidades. Algunos son introductorios y se enfocan en los aspectos teóricos, mientras que otros, más avanzados, se centran en el diseño de modelos de permacultura. Estos cursos pueden ser en línea o presenciales (tabla 4), y a menudo difieren significativamente debido a las limitaciones de las plataformas digitales.

Tabla 4. Comparativo de los cursos de la permacultura. Fuente: Elaboración propia basada en Bustos (2023).

Cursos en Terreno	Los cursos de permacultura suelen estar dirigidos a niveles avanzados y exigen que los participantes se desplacen a ubicaciones específicas equipadas con las herramientas necesarias. En estos lugares, que incluyen diversos biomas como zonas tropicales húmedas o tierras secas, los estudiantes realizan actividades prácticas, como trabajar la tierra y sembrar plantas, y discuten cómo estas podrían reaccionar ante las modificaciones del terreno. Sin embargo, el acceso a estos cursos es difícil, ya que solo se ofrecen en algunos países debido a sus requisitos, lo que dificulta la participación de aquellos que no residen en estas regiones, especialmente si no cuentan con los recursos económicos o enfrentan barreras lingüísticas.
Ejemplos	La Northern School of Permaculture imparte cursos "en terreno," incluyendo "Ecological Garden Design," "Urban Gardening and Practical Skills," y "Design Course at Todmorden, Bury and Broadbottom." Estos programas cubren temas como la creación de jardines sustentables, el arte del compostaje, el diseño y la plantación de espirales de plantas y hierbas, y la jardinería vertical comestible.
Cursos en Línea	La mayoría de los cursos de permacultura han superado la limitación de la distancia al ser ofrecidos en línea, utilizando videos, clases por videollamada en plataformas como Zoom o Google Meets, y lecturas proporcionadas por los instructores, seguidas de ejercicios que evalúan el conocimiento adquirido.

	Aunque algunos cursos incluyen componentes prácticos, asumen que los participantes tienen acceso a un terreno, lo que hace que una parte crucial del aprendizaje se pierda para aquellos que no cuentan con uno propio.
Ejemplos	PermacultureUK ofrece un curso online que cubre los principios de la permacultura, su aplicación práctica y el diseño de modelos. El curso concluye con la tarea de presentar un modelo basado en un terreno propio.

Como aplicaciones prácticas las investigaciones y proyectos relacionados con la permacultura se pueden enumerar:

- La implementación en la ecologización urbana para transformar áreas visualmente contaminadas en espacios verdes que elevan la calidad de vida. También se aplica en la creación de entornos arquitectónicos comunitarios y responsables y en el desarrollo de una arquitectura video-ecológica que disminuye el estrés visual y fomenta el bienestar psicológico (Tovbych et al., 2021),
- Aplicación en el diseño de ecoparques agrícolas sostenibles y regenerativos y protección y mejora del entorno preservación de la biodiversidad y restauración del ecosistema, generación de oportunidades económicas para las comunidades locales, integrando prácticas sostenibles y promoviendo el turismo (Diquit & Palarca, 2021; Armijos Arcos et al., 2023),
- Jardines, terrazas, aceras y huertos en zonas urbanas (Caraway, 2020; Concepción et al., 2021).

Australia, como cuna de la permacultura, es vista como un modelo global, se ha difundido más allá de Australia, primero en los países angloparlantes y luego a nivel mundial, impulsada por la traducción de materiales educativos a varios idiomas (Fiebrig et al., 2020). Se ha implementado en diversos países, donde se ofrecen cursos permanentes, certificaciones y diplomados tanto por entidades públicas como privadas, y en algunos casos, respaldados por la legislación local y nacional (Armijos Arcos et al., 2023).

Hoy en día se reconocen proyectos, organizaciones e individuos vinculados a la permacultura en por lo menos 100 países del mundo. El portal de The Permaculture Research Institute of Australia (PRI Australia) tiene registro de 2,763 proyectos en todo el mundo accesibles a través de un mapeo interactivo que permite conocer quién está haciendo qué y dónde en el mundo de la permacultura (figura 9). Estos proyectos abarcan sitios de demostración, escuelas, granjas y diversas iniciativas comunitarias que generalmente poseen componentes físicos (Permaculture Research Institute [PRI], 2017).



Figura 9. Mapa interactivo sobre proyectos de Permacultura. Fuente: PRI (2017). Recuperado de <https://permacultureglobal.org/projects>

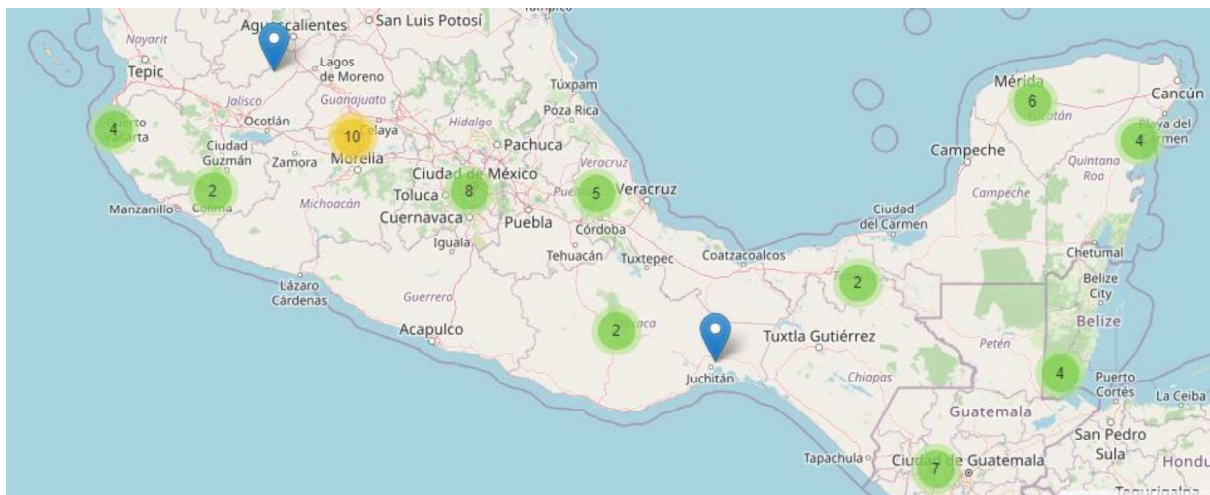


Figura 10. Mapa interactivo sobre proyectos de Permacultura en el centro-sur de México. Fuente: PRI (2017). Recuperado de <https://permacultureglobal.org/projects>

En lo referente al sur de México (figura 10), en el portal del PRI Australia destaca un proyecto en el estado de Oaxaca llamado Rastro de maíz, surge de una asociación con Hombres del Maíz (que tiene como principal misión y motivo de su creación precisamente acercar a otros las habilidades y conocimientos necesarios para que puedan conseguir su autosuficiencia alimentaria, agua, energía y vivienda) y de la preocupación de ayudar a solucionar los problemas

y carencias de la Mixteca Oaxaqueña, más específicamente en una comunidad llamada Yutenino, ubicada a 10 Km de Tlaxiaco, inició en 2012 con la capacitación de 250 miembros de la comunidad Yutenino con las últimas técnicas en Agricultura Biointensiva, Construcción Natural (adobe superadobe y estabilización) restauración de tierras, sistemas de compostaje y agricultura natural. Su intención es la búsqueda de una mejor calidad de vida para los habitantes de la Mixteca Alta de Oaxaca en el pueblo de Cuquila "Ñuu Kuini" o pueblo del tigre.

Objetivos

OBJETIVO GENERAL

Diseñar un modelo para implementar las prácticas y principios de la permacultura en la localidad de Chilixtlahuaca, Guerrero a partir del análisis de estudios de caso desde una visión de sostenibilidad.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Investigar cómo la permacultura contribuye a enfrentar la pérdida de cultivos tradicionales mediante la generación de medios de vida sustentables, y analizar la integración de estos principios en el diseño de modelos de permacultura.
- Analizar las prácticas de agricultura que promueven la sustentabilidad implementadas en Chile mediante estudios de caso, con el fin de recopilar información relevante y utilizarlas como ejemplos en la investigación.
- Elaborar un modelo de permacultura que valide y fortalezca las prácticas, conocimientos y tecnologías sostenibles empleadas por la comunidad de Chilixtlahuaca, con el propósito de facilitar su difusión y potencial transferencia a otras comunidades.

IV Metodología

Se optó por la metodología de investigación documental, fundamentado en la revisión exhaustiva de textos, artículos y materiales audiovisuales, entre otros recursos disponibles relativos a la Permacultura. Estos recursos sirvieron como base para el análisis de la viabilidad y aplicabilidad de la Permacultura en el contexto socio-territorial Ñuu Savi. Además, esta investigación se complementó con información recopilada en campo en los territorios chileno y Ñuu Savi, lo que enriqueció el análisis con datos y observaciones directas.

La elección de Chile como referencia permite un enfoque comparativo que enriquece la investigación, al considerar cómo prácticas permaculturales exitosas en un contexto territorial similar podrían adaptarse y aplicarse de manera efectiva en Chilixtlahuaca. En Chile existen comunidades indígenas, como los mapuches, que han desarrollado conocimiento sobre la gestión sostenible de la tierra y los recursos naturales. Estas prácticas tradicionales, basadas en una cosmovisión arraigada en la armonía con el entorno natural, coinciden en muchos aspectos con los principios de la permacultura. Por lo tanto, los estudios de campo en Chile proporcionan datos valiosos para el análisis y ofrecen ejemplos de soluciones aplicables a los retos que enfrentan las comunidades Ñuu Savi.

IV.1 Revisión de estudios de caso

En este apartado se presentan las experiencias obtenidas en el campo durante la visita al país de Chile, llevada a cabo en el periodo de septiembre a noviembre de 2023 en la Universidad de Los Lagos bajo la tutela del Doctor en Ambiente y Sociedad Francisco Araos, investigador del Centro de Estudios del Desarrollo Regional y de Políticas Públicas (CEDER), con el propósito de observar ejemplos concretos de agricultura sostenible. Como parte de esta estancia, se incluyó la participación en el 3er Congreso Chileno de Agroecología organizado por la Sociedad Científica Chilena de Agroecología y la Universidad Católica de Temuco en la Novena Región de La Araucanía el 16 y 17 de noviembre de 2023. En este evento se establecieron intercambios con agricultores y especialistas provenientes de diversas regiones del país, lo que permitió conocer una amplia gama de prácticas agroecológicas y sostenibles.

La visita se enfocó en la Décima Región de Los Lagos, localizada en el sur de Chile, una zona reconocida por su diversidad climática y agrícola. Se recorrieron diversas localidades dentro de esta región, incluyendo Caleta Rollizo, la Isla Llanchid, Coipomó y Los Muermos para documentar prácticas sostenibles en contextos rurales. Se seleccionaron casos específicos para incluir en el presente trabajo, priorizando aquellos en los que fue posible realizar observaciones directas en campo. Las agricultoras seleccionadas, reconocidas por su trayectoria en el ámbito agrícola regional, participan en diversos proyectos relacionados con la sostenibilidad. La identificación de las agricultoras fue facilitada por el antropólogo Francisco Araos Leiva. Esta experiencia proporcionó una visión sobre las iniciativas y prácticas agrícolas sostenibles que se están llevando a cabo en la Región de Los Lagos.

Los parámetros descriptivos considerados incluyeron la ubicación geográfica relativa, las características del terreno, los tipos de cultivos, los sistemas de manejo agrícola y la integración de prácticas regenerativas. Para la recopilación de información, se realizó observación directa en campo, entrevistas semiestructuradas con agricultores locales, y visitas a proyectos agrícolas, cooperativas y comunidades rurales.

Con el objetivo de contextualizar el estudio de caso de Rollizo, Isla Llanquid y Coipomó, este apartado ofrece una descripción general de las tres provincias donde se ubican estos sitios. Por un lado, se presenta una visión general de las características socioambientales de cada provincia, y por otro, se incluye una descripción de los elementos que permiten la sustentabilidad en sus predios.

La Décima Región de los Lagos, se extiende entre los 40°15' y los 44°14' de latitud sur, abarcando desde la frontera con Argentina hasta el Océano Pacífico (figura 11). Su territorio cubre 48,584 km², lo que representa el 6,4% de la superficie del país, con una población de 828,708 habitantes y una densidad poblacional de 17.06 personas por kilómetro cuadrado, según el Censo de 2017. Administrativamente, la región se divide en 4 provincias: Chiloé, Llanquihue, Osorno y Palena, que a su vez se subdividen en 30 comunas. Su capital regional es la ciudad de Puerto Montt, es una ciudad clave como puerta de ingreso al Chile austral y patagónico (Biblioteca del Congreso Nacional de Chile [BCN], s. f.).

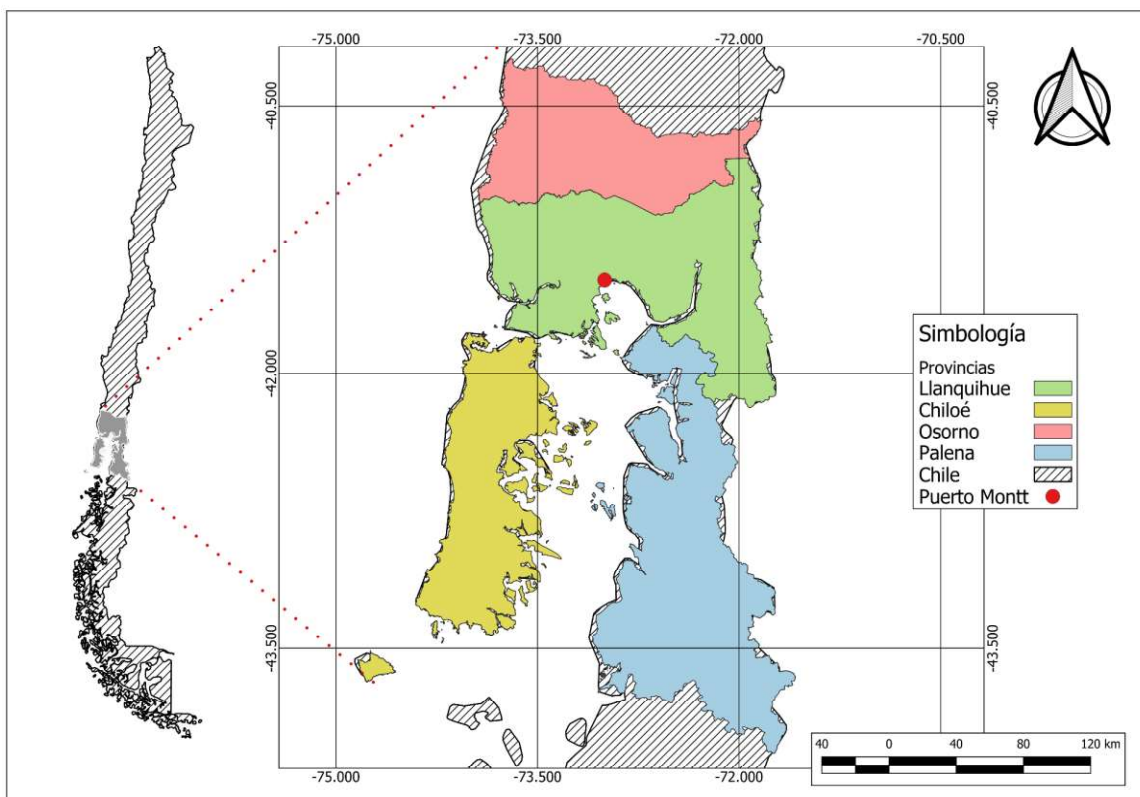


Figura 11. Ubicación de la Décima Región de Los Lagos, Chile.

En esta región se encuentran diversas áreas silvestres protegidas, gestionadas a través de parques, reservas y monumentos nacionales (figura 12). Entre ellos destacan el Parque Nacional Chiloé, Parque Nacional Puyehue, Parque Nacional Hornopirén, las reservas nacionales Lago Palena, Llanquihue y Futaleufú y los monumentos naturales Alerce Costero y Lahuén Ñadi (Corporación Nacional Forestal [CONAF], s. f.).

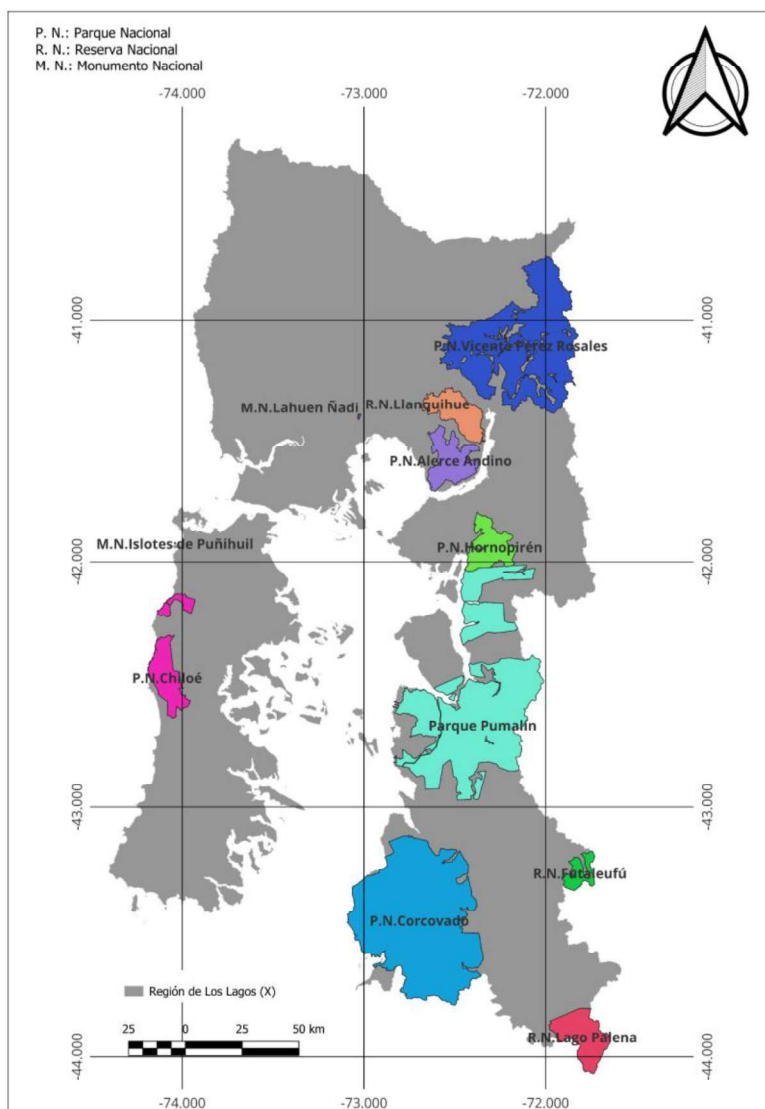


Figura 12. Áreas silvestres protegidas por el estado para la región de Los Lagos, Chile.

El relieve de la Región de Los Lagos muestra una gran diversidad de procesos y formas orográficas. Los principales agentes que dieron forma al paisaje actual, como los glaciares y la actividad volcánica, han creado la mayoría de las formaciones que observamos hoy en día. Por ello, la región se divide en dos áreas distintas: al norte, alrededor de Puerto Montt, predominan las formas influenciadas por los lagos; mientras que, al sur, el paisaje está dominado por islas y canales.

La región posee un clima templado oceánico o lluvioso, caracterizado por la ausencia de una estación seca. Hidrográficamente, se destaca por la abundancia de ríos que se distinguen por sus suaves pendientes a lo largo de su curso. La vegetación predominante es el bosque lluvioso. Se desarrollan importantes actividades económicas, principalmente relacionadas con el sector primario: la ganadería, la acuicultura y la industria forestal. La región desempeña un papel relevante en estos sectores, sobresaliendo especialmente en la salmonicultura, la producción de astillas, la cría de ganado bovino y la recolección de mariscos. Una particularidad de la región es la alta calidad de sus aguas y las favorables condiciones ambientales (como la temperatura, salinidad y áreas protegidas), lo que ha impulsado significativamente la acuicultura. Además, sus impresionantes paisajes naturales (figura 13) han fomentado diversas actividades turísticas (BCN, s. f.).



Figura 13. Canal Pichicolo (izquierda) y Parque Nacional Vicente Pérez Rosales (derecha), Décima Región de Los Lagos.

El crecimiento de la superficie agrícola certificada como orgánica en Chile es un claro reflejo de cómo la agroecología está cobrando mayor relevancia entre los pequeños agricultores del país. En 2016, la superficie agrícola certificada como orgánica en Chile alcanzó las 131,973 hectáreas, un aumento significativo del 30% respecto a las 100,986 hectáreas registradas en 2015 (Oficina de Estudios y Políticas Agrarias [ODEPA], 2019).

IV.1.1 El Estuario Reloncaví

Contexto del lugar

El caso de estudio se sitúa en Caleta Rollizo, situada en el estuario de Reloncaví (figura 14). Localizado entre las latitudes 41° 22' y 41° 45' S y las longitudes 72° 20' y 72° 39' W. La recolección de semillas de chorito de bancos naturales ocupa el 16,6% de la superficie total, abarcando 258 hectáreas. El estuario de Reloncaví, geológicamente un fiordo, se formó durante la última glaciación. Los fiordos son estuarios creados por la erosión glaciaria, parcialmente inundados por agua de mar. Este fiordo es una entrada de mar bajo la jurisdicción de la Región de Los Lagos y se extiende por las comunas de Puerto Varas y Cochamó, donde confluyen los ríos Petrohué, Cochamó, Blanco, Puelo, y las aguas de la central hidroeléctrica Canutillar. El fiordo de Reloncaví se utiliza para la navegación, el turismo y deportes, así como para la cría de salmones y la acuicultura. En sus aguas habitan de manera nativa especies como los puyes, róbalo y la merluza de cola (Centro de Investigación en Ecosistemas de la Patagonia [CIEP], 2007).

El clima de la zona es templado húmedo, con precipitaciones anuales que varían entre 3,300 y 4,500 mm. Las temperaturas medias oscilan entre 7 °C y 20 °C durante el verano (CIEP, 2007).

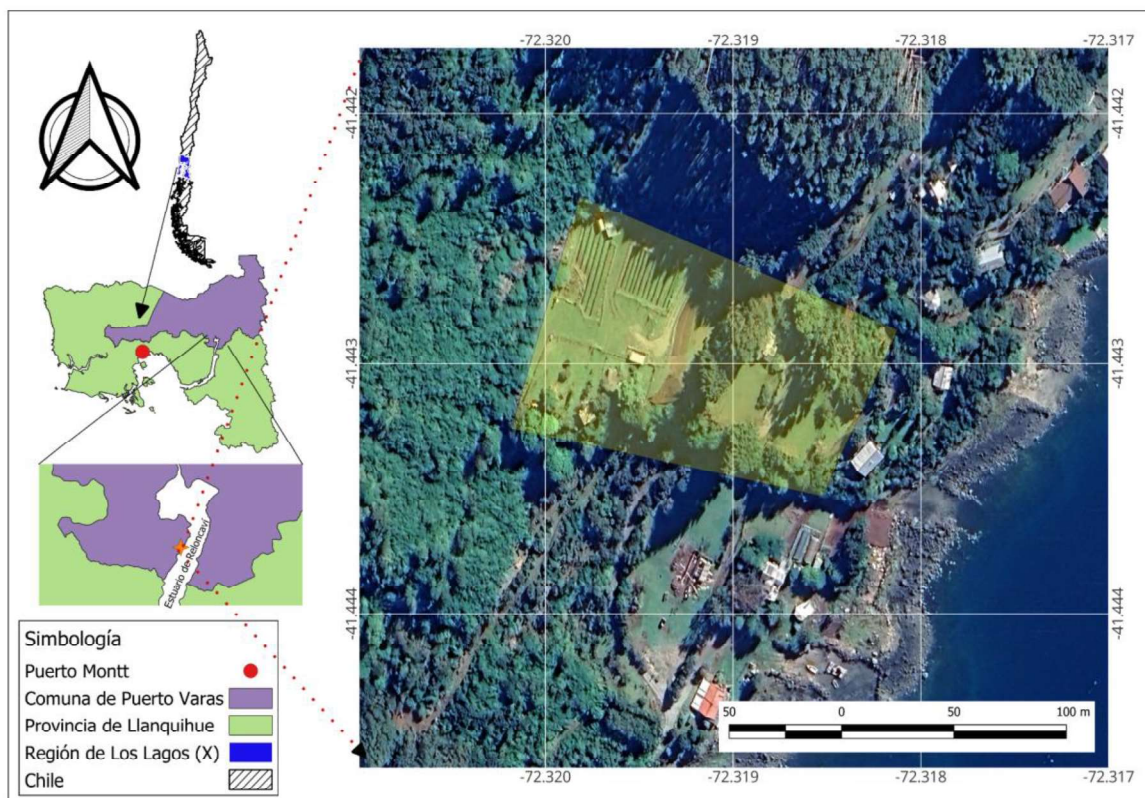


Figura 14. Mapa de ubicación del caso de estudio: Eco Cabañas Quilanto, Décima Región de Los Lagos, Chile.

Características del terreno

En Caleta Rollizo se encuentra uno de los sitios de demostración de permacultura, dirigido por Andrea y Cristián bajo el proyecto "eco cabañas Quilanto" (figura 15). Andrea demuestra cómo aplicar los principios de la permacultura permite producir una gran cantidad de alimentos en un área pequeña y bien gestionada. El espacio incluye dos cabañas, jardines, huertos mixtos, un vivero, una variedad de vegetación y colindancia con el Estero Reloncaví. Con una extensión aproximada de 1 hectárea, el predio se encuentra a 105 kilómetros de la ciudad de Puerto Montt.

Andrea destaca que las decisiones de diseño tienen una lógica específica para optimizar la funcionalidad y productividad del conjunto. Invita a los visitantes a experimentar cómo el diseño permacultural puede restaurar y mejorar la tierra, satisfaciendo las necesidades presentes y futuras de manera sostenible.

El terreno ofrece una vista privilegiada del Estuario del Reloncaví y está diseñado para proporcionar paz y tranquilidad a sus usuarios. Además, como parte del compromiso de ofrecer una experiencia memorable, se ofrecen paseos en bote a remo y avistamiento de aves.

Éste es un predio amplio que facilitó la construcción de instalaciones y la realización de actividades orientadas al desarrollo sostenible. Está estrechamente vinculado con la naturaleza y ubicado cerca de servicios básicos. Es un ejemplo de demostración de un estilo de vida alternativo y sostenible, ofreciendo una experiencia distinta al modelo actual de consumo excesivo de bienes, recursos naturales y energía.

Entre las áreas esenciales del lugar se destacan la huerta orgánica, la reutilización, un uso racional de los recursos naturales, y la elaboración de conservas de chorito y cholgas ahumados en aceite con especias, que es cosechado por Andrea, y que forma parte fundamental de la oferta de productos en el lugar. A continuación, se detallan los elementos presentes:

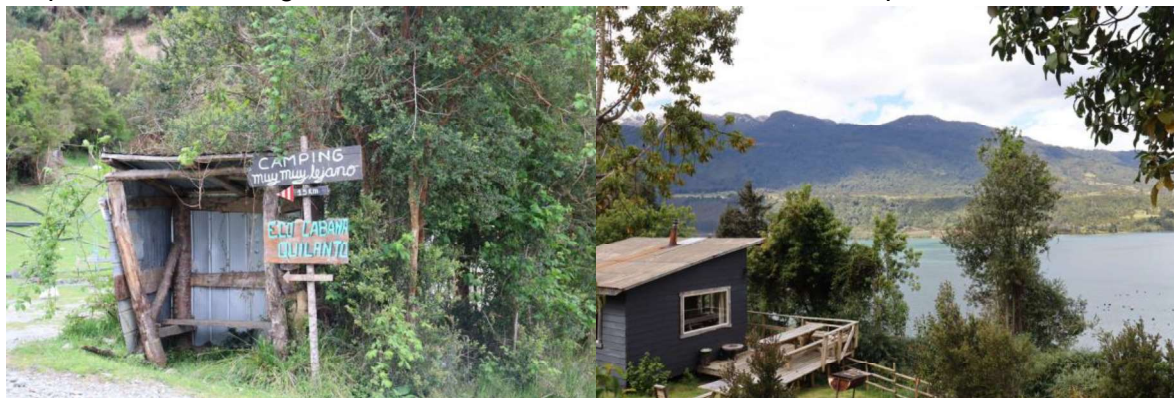


Figura 15. Eco cabañas Quilanto, Caleta Rollizo, Décima Región.

Viña

La viña, un proyecto nuevo que inició su plantación en noviembre de 2023, está diseñada con varias terrazas orientadas hacia el sureste, siguiendo la pendiente del terreno. Estas terrazas, construidas a lo largo de líneas definidas, forman una serie de escalones o plataformas. Además, las terrazas están subdivididas en dos secciones para separar las dos variedades de vides que se han plantado.



Figura 16. Vista general de las terrazas de la viña.

Cultivo en espiral

La técnica de cultivo en espiral consiste en un montículo de tierra en forma de espiral, delimitado por botellas de vidrio recicladas para prevenir la erosión. Este diseño permite una mayor intensidad de cultivo en comparación con los surcos tradicionales, creando un gradiente microclimático debido a las diferencias de altitud. En la parte superior se colocan especies que requieren menos agua, mientras que en la base se ubican las plantas con mayor necesidad de humedad.



Figura 17. Fotografía del Diseño de Cultivo en Espiral.

Invernadero

El sector más productivo a nivel hortícola en Quilanto es una zona clave para el cultivo de diversas especies hortícolas. En este sector se siembran una variedad de productos como acelgas, betarragas, lechugas, cebollines, entre otros. Dado el clima frío de la región, este espacio es ideal para el crecimiento de estas plantas, lo que permite que casi todas las frutas y verduras que se consumen en Quilanto provengan de aquí.

Árboles

En Quilanto, los árboles son principalmente especies nativas de los bosques chilenos. Entre las especies frutales se encuentran chilco, maqui, canelo, ulmo, arrayán, tiaca, espino y aramo. Es importante señalar que estos frutales han sido cultivados a partir de semillas rescatadas de las frutas consumidas por los miembros de la comunidad de Quilanto o a través del intercambio con otras agricultoras.



Figura 18. Variedades de árboles nativos en diferentes puntos del predio.

Reservas de agua

La reserva principal de agua proviene de la red pública, pero el espacio dispone de una cisterna para almacenar agua en caso de déficit. Esta cisterna, ubicada al norte del terreno en la zona más elevada, no solo asegura una buena presión hídrica en toda la superficie, sino que también se utilizará para el riego de la viña, garantizando un suministro constante y eficiente para el cultivo.



Figura 19. Ubicación de la cisterna en el punto de mayor elevación del predio.

Cabaña Tejuela y cabaña Oregón

Las cabañas están construidas con materiales locales, como la madera, debido a la abundancia de bosques en la región. También se utilizan tejuelas de madera para el revestimiento exterior, tienen techos a dos aguas o inclinados, lo cual es ideal para el desagüe de la lluvia y la nieve, elevadas sobre pilotes para protegerlas de la humedad del suelo. Dado el clima frío, las casas están pintadas en colores oscuros para captar el calor del sol y están bien aisladas para conservar el calor. Se utilizan técnicas de construcción que minimizan las filtraciones de aire, cuentan con chimeneas que son esenciales para la calefacción durante los meses de invierno. El uso de la leña es tradicional y una fuente de calor económica y efectiva. Se puede apreciar la influencia de la arquitectura alemana, debido a la inmigración germana en el siglo XIX. Esto se refleja en detalles como balcones, molduras y decoraciones de madera tallada.



Figura 20. Eco cabaña Oregón.

Lombricomposteras

Andrea, en su labor de trabajo y cosecha en el mar, reutiliza boyas que ya no sirven para su propósito original, así como cajas de madera de 20x20x100 cm, para compostar material orgánico como cáscaras de frutas y verduras, cáscaras de huevo, yerba mate, entre otros. Este proceso de compostaje se realiza con la ayuda de lombrices californianas.

Tinaja de agua caliente

La tinaja de agua caliente está diseñada para ofrecer comodidad y calidez a los visitantes. Este elemento cuenta con un sistema de calentamiento que utiliza tubos en espiral para calentar el

agua mediante carbón. Su diseño permite que el agua se mantenga caliente durante un extenso periodo de tiempo, utilizando una cantidad reducida de carbón.



Figura 21. Tinaja

Manejo de residuos

El manejo de residuos en el lugar es un aspecto fundamental de su gestión sostenible. Se ha implementado una pequeña planta de separación que permite la correcta separación y tratamiento de diferentes tipos de desechos. Además, se fomenta la reutilización de materiales, transformándolos en artesanías.

Planta procesadora de alimentos

Cuenta con una planta de procesamiento de alimentos donde se emplea tecnología y maquinaria industrial para cumplir con rigurosas normas de higiene y seguridad alimentaria, asegurando la producción de alimentos seguros y de alta calidad.



Figura 22. Micro planta procesadora de alimentos.

Fiestas costumbristas

A través de fiestas costumbristas, la comunidad organiza diversas actividades que promueven la convivencia y el aprendizaje mutuo, con un énfasis en la música, cabalgatas, y la oferta de productos locales. El trueque también se retoma como una forma de compartir conocimientos y recursos, en un entorno de reciprocidad. Estas celebraciones tradicionales permiten a las comunidades locales preservar y compartir su patrimonio cultural, mientras se abren a nuevas influencias y colaboraciones.

Quilanto ha desarrollado métodos sostenibles y ecológicos para mantenerse económicamente, como el alquiler de cabañas, paseos en bote a remo y avistamiento de aves, aprovechando su entorno natural y biodiversidad. Estas actividades no solo generan ingresos para la comunidad, también promueven la conservación ambiental y el ecoturismo. Además, aumentan la conciencia sobre la importancia de preservar los ecosistemas locales y contribuyen al desarrollo sostenible de la región. Actualmente, se continúa invirtiendo en mejoras a la infraestructura necesaria para apoyar estas iniciativas.

IV.1.2 La Isla Llanchild

Contexto del lugar

La Isla Llanchild, con una longitud de 3 kilómetros y ubicada entre las latitudes 42°04' y 42°06' S y las longitudes 72°55' y 72°60' W, se encuentra en el canal Pichicolo y sólo es accesible por mar (figura 23). Administrativamente, pertenece a la comuna de Hualaihué, en la Provincia de Palena, Región de los Lagos. La isla está habitada por la comunidad Mapuche Williche Admapu, también conocida como lafkenches (gente de mar), y se caracteriza por sus bosques templados lluviosos, playas, cerros, miradores y su patrimonio cultural. Actualmente, cuenta con una población aproximada de 50 personas. Para llegar a la isla desde el continente, es necesario navegar por el canal Pichicolo, la principal ruta natural que conecta con Llanchild.

El acceso más común es a través del puerto de Pichicolo, un puerto pesquero que se ha consolidado como uno de los principales puertos de la comuna.

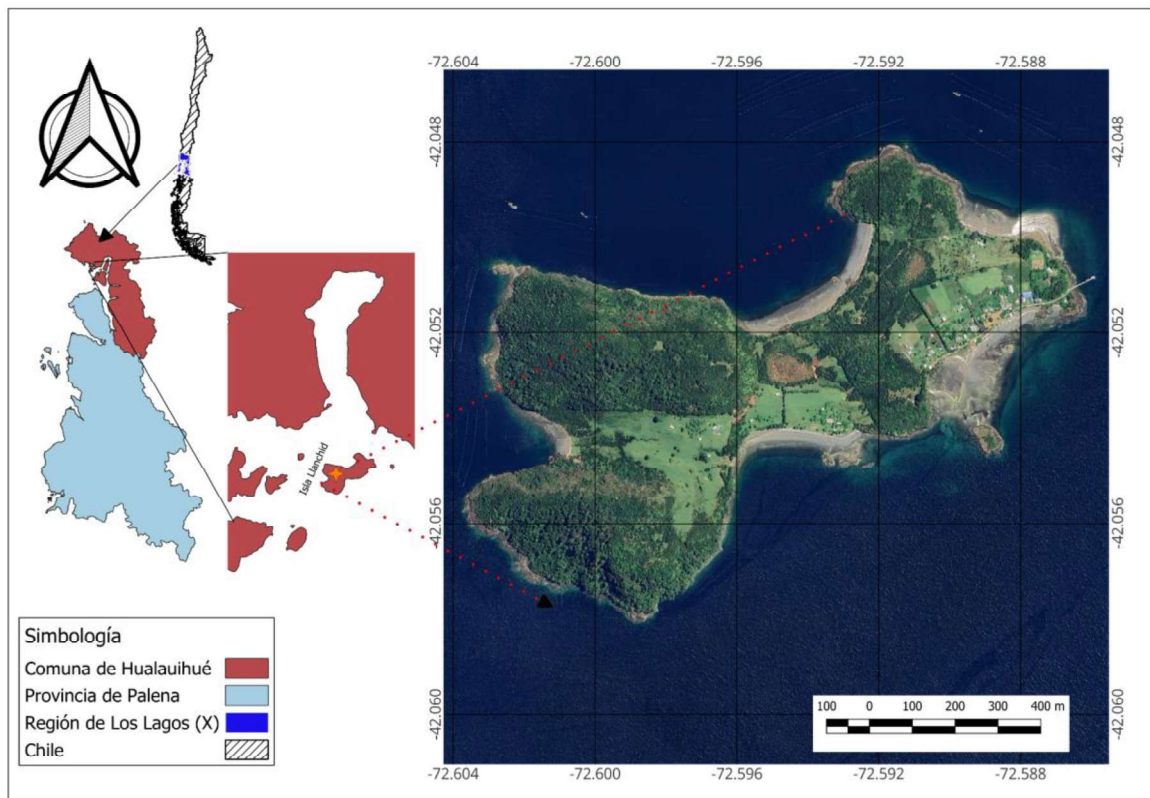


Figura 23. Mapa de Ubicación del caso de estudio: Isla Llanchild, Comuna de Hualaihué, Décima Región.

En el ámbito de la espiritualidad indígena, la Isla Llanchild se considera el centro de mayor influencia para las comunidades de Hualaihué. En esta isla se encuentra el cementerio más antiguo de la región, así como la iglesia donde cada año se celebran la Fiesta de la Virgen de la

Candelaria y la Fiesta de San Antonio. Estas festividades católicas, resultado del sincretismo, incorporan numerosos elementos de la espiritualidad mapuche. En el idioma mapuche, el término "Llanchid" se traduce como "lugar de tristeza y lágrimas", aunque algunos sabios mapuches interpretan que significa "lugar de tránsito de las almas". En definitiva, es un sitio donde convergen diversos mitos y leyendas locales (Grimaldi, 2019).

Según Grimaldi (2019), la comunidad indígena Admapu ka lafken de la Isla Llanchid está profundamente vinculada con la Identidad Territorial Lafkenche (ITL). Fundada en 2009, esta comunidad se distingue por su fuerte compromiso cultural, con el propósito de revitalizar la cultura indígena local y preservar las tradiciones ancestrales.

En la Isla Llanchid, se combinan la agroecología, las actividades de recolección y el turismo. La mayoría de los habitantes se dedican a la pesca artesanal y a la recolección de mariscos, siendo esta última actividad predominantemente realizada por mujeres (Seremi de Agricultura de Los Lagos, 2020).

Características del terreno

Adela, residente de la Isla Llanchid, que se encuentra a 96 kilómetros de la Ciudad de Puerto Montt, gestiona un terreno donde combina la agricultura con la floricultura en su sistema de producción. En su terreno, cultiva una variedad extensa de especies, incluyendo diferentes tipos de hortalizas, plantas aromáticas, medicinales, flores y árboles frutales de diversas variedades y tamaños. Entre sus cultivos sobresalen el ajo chilote y las papas nativas. Además, elabora diversos productos transformados, como mermeladas y conservas.

A continuación, se detallan los elementos presentes:

Invernaderos

Un invernadero de flores y un segundo de hortalizas y plantas medicinales: Los dos invernaderos permiten cultivar flores, hortalizas y plantas medicinales en condiciones controladas, protegiéndolos de factores climáticos adversos y optimizando el uso de agua y nutrientes. Esto asegura una producción continua durante todo el año, promueve la seguridad alimentaria y contribuye a la salud comunitaria mediante el uso de plantas medicinales.



Figura 24. Invernaderos.

Gallinero

Proporciona huevos, carne, ingresos económicos por la venta de estos y abono natural (gallinaza) que puede ser utilizado para enriquecer el suelo, cerrando el ciclo de nutrientes en el predio.

Criadero de cerdos y guajolotes

Contribuye a la diversificación de la producción de alimentos, generando ingresos adicionales y, al mismo tiempo, produciendo desechos orgánicos que pueden ser reutilizados como abono.

Criadero de ovejas

El criadero de ovejas proporciona lana, carne y abono natural. La lana es utilizada en la producción de artesanías tradicionales, lo que fomenta la economía circular y la preservación cultural.

Huerto de frutas y flores

Los árboles frutales y las flores promueven la biodiversidad y el control natural de plagas. Las flores, además, sirven para la atracción de polinizadores, lo que mejora la productividad del huerto.



Figura 25. Huertos florales y frutales.

Cultivo de papas y ajo chilote

Estos cultivos nativos están bien adaptados al entorno, lo que reduce la necesidad de insumos externos. Además, favorecen la soberanía alimentaria al preservar variedades locales.



Figura 26. Cultivos de papa y ajo chilote.

Bodega

La bodega se utiliza para almacenar herramientas e insumos necesarios para la producción agrícola y pecuaria. Este espacio permite mantener los recursos organizados, asegurando que siempre estén disponibles y en buen estado, facilitando el trabajo en el campo y contribuyendo a la sostenibilidad operativa del sistema.

Taller de artesanías

El taller de artesanías promueve la creación de productos tradicionales utilizando materiales locales, como la lana, contribuyendo a la economía circular. Este espacio preserva conocimientos ancestrales y genera ingresos adicionales para la familia.



Figura 27. Taller de artesanías.

IV.1.3 Coipomó en Chiloé

Contexto del lugar

La Provincia de Chiloé abarca todo el archipiélago del mismo nombre, compuesto por más de 40 islas menores y la Isla Grande, que tiene una superficie de 9,181.5 km² y se extiende a lo largo de 180 km de norte a sur. Esta isla está situada entre las latitudes 42° y 43° S y las longitudes 75° y 73° W (figura 28). Administrativamente, pertenece a la provincia homónima y se encuentra a unos 87.99 kilómetros al sur de la capital regional, Puerto Montt. Es la segunda isla más grande de Sudamérica. Los habitantes de los poblados chilotes preservan tradiciones y costumbres ancestrales, constituyendo así la principal riqueza de la región. La zona se distingue por su intensa actividad marítima, característica de un archipiélago, y por su rica cultura culinaria, que destaca por sus carnes y mariscos, así como por una fuerte presencia religiosa reflejada en sus 150 iglesias y numerosas festividades (Gobierno regional de Los Lagos, s. f.).

La arquitectura tradicional de Chiloé está representada por los palafitos, construcciones elevadas sobre pilares en el agua. La provincia está compuesta por las comunas de Castro, Ancud, Quemchi, Dalcahue, Curaco de Vélez, Quinchao, Puqueldón, Chonchi, Queilén y Quellón. Históricamente, las principales actividades productivas de la región han sido la agricultura, ganadería, silvicultura, turismo y pesca. Dentro de la pesca, se incluyen tanto la pesca artesanal como la acuicultura (Gobierno regional de Los Lagos, s. f.).

La Isla Grande de Chiloé tiene un clima templado lluvioso, con temperaturas medias alrededor de 11 °C y precipitaciones que superan los 2.000 milímetros anuales en su parte oriental y los 3.000 milímetros en su costa occidental. Las lluvias son aún mayores en las zonas elevadas de la cordillera Piuchén. La población total de la isla es de 171,487 personas, de las cuales el 34.8% se identifica como parte de una etnia (ODEPA & Instituto Nacional de Estadísticas, s. f.).

En la comuna de Ancud, ubicada en el norte de la Isla Grande de Chiloé, se encuentra la localidad de Coipomó, a 12 km de Ancud. La economía local se basa principalmente en la agricultura y la ganadería. Además, Coipomó está experimentando un crecimiento en el turismo rural, aprovechando su hermoso entorno natural.

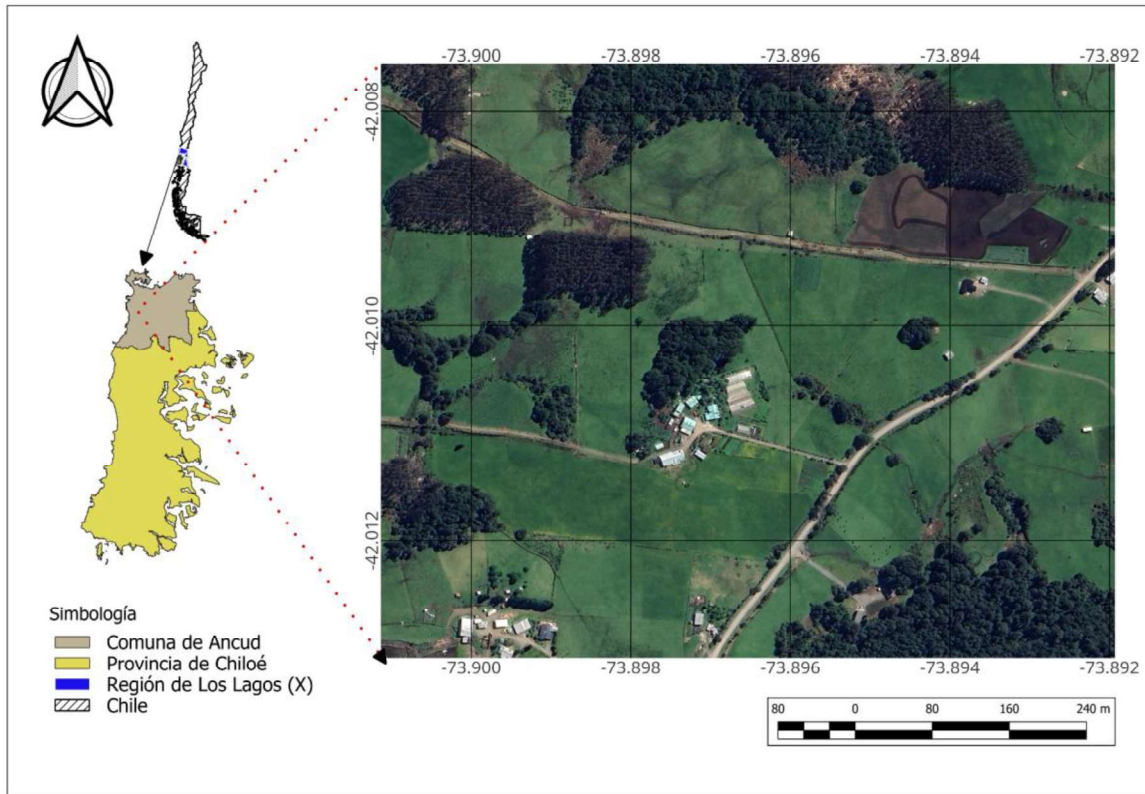


Figura 28. Mapa de ubicación del caso de estudio: Coipomó, Comuna de Ancud, Décima Región.

Características del terreno

Cecilia es una destacada chilota huilliche, conocida por su labor en la conservación de semillas ancestrales y el cultivo de la tierra con los conocimientos heredados de su pueblo. Su predio de 22 hectáreas en el sector de Coipomó Rural se ha convertido en un modelo de producción agroecológica, integrando ganadería, agricultura y bosque. Cecilia ha logrado una gran diversidad de cultivos y productos, incluyendo hortalizas, plantas aromáticas y medicinales, flores, frutales, ajo chilote y variedades de papas nativas.

Sus prácticas agroecológicas le han valido la certificación como productora orgánica y el sello SIPAM (Sistemas Ingeniosos de Patrimonio Agrícola Mundial) otorgado por la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) (Instituto de Desarrollo Agropecuario, 2017).

En el predio se destacan varias áreas clave que reflejan su compromiso con la agroecología y la conservación de saberes ancestrales. A continuación, se detallan los elementos presentes:

Huerta Orgánica

Aquí se cultivan hortalizas de hoja, raíz y granos, además de plantas aromáticas y medicinales.



Figura 29. Huerta orgánica.

Invernaderos

Son cuatro invernaderos, cada uno con una función específica para optimizar el cultivo de sus plantas. Uno de los invernaderos está dedicado exclusivamente al cultivo de flores, proporcionando el ambiente controlado para su crecimiento. Otro espacio está diseñado como semillero, donde se germinan y desarrollan las semillas antes de su trasplante, asegurando condiciones óptimas para el inicio de cada cultivo. Los demás invernaderos están destinados a la fase de cosecha, donde se cultivan diversas hortalizas y plantas hasta su madurez, protegiéndolas de las inclemencias del tiempo y maximizando la producción.



Figura 30. Invernaderos.

Reciclaje y manejo de recursos

Todo lo que se puede reutilizar se hace de manera creativa, transformando residuos en recursos útiles. Cada tipo de residuo se separa cuidadosamente para asegurar que se maneje de la forma más eficiente y sostenible posible, reflejando un compromiso con la gestión de desechos y la economía circular.



Figura 31. Reutilización creativa y manejo sostenible de recursos.

Planta procesadora de alimentos

Es una planta certificada y se elaboran una variedad de productos procesados, desde mermeladas y conservas hasta pasta de ajo y deshidratados, cada producto es elaborado siguiendo prácticas orgánicas que garantizan la calidad y el sabor.



Figura 32. Planta procesadora de alimentos.

Abono orgánico

Se elabora a partir del estiércol de sus vacas, recolectado diariamente durante el proceso de limpieza de la lechería. Este estiércol es "compostado" y luego se riega en el predio para enriquecer el suelo, proporcionando nutrientes y mejorando la estructura del terreno de manera natural y sostenible.



Figura 33. Elaboración de abono orgánico a partir de estiércol compostado.

Ganadería orgánica

La ganadería en el predio de Cecilia se realiza en praderas manejadas de forma orgánica, donde el ganado bovino pasta libremente en un entorno natural. Las vacas no solo contribuyen a mantener la salud del ecosistema, sino que también producen leche que se utiliza en la elaboración de productos lácteos orgánicos, Cecilia y su familia han establecido acuerdos formales con empresas lecheras para suministrarles este valioso recurso.



Figura 34. Lechería.

Conservación de productos nativos

Cecilia se dedica a la conservación de productos nativos, con un banco de semillas ancestrales que incluye 20 variedades de papas nativas y otros cultivos tradicionales como el ajo POE y la quinoa chilota. Este esfuerzo preserva la biodiversidad y mantiene vivas las tradiciones agrícolas de su pueblo.



Figura 35. Recuperación y cultivo de productos nativos.

Cosecha de lluvia

Cuenta con un sistema de captación de agua de lluvia en los techos, donde la vegetación ayuda a filtrar el agua, mejorando su calidad antes de almacenarla en un guatero y contribuyendo al equilibrio térmico.



Figura 36. Sistema de captación de agua de lluvia con filtración vegetal.

Recepción de Visitantes

Cecilia abre las puertas de su predio a turistas y delegaciones de universidades y colegios, ofreciendo una visión de primera mano de sus prácticas agroecológicas. Esta experiencia permite entender cómo cada componente del sistema funciona de manera sustentable.



Figura 37. Recepción de visitantes y demostración de prácticas agroecológicas.

IV.2 Diagnóstico del territorio

Un diagnóstico del territorio de la Región Montaña Alta de Guerrero y de Chilixtlahuaca permite identificar las características sociales, geográficas, económicas y ambientales de la zona de estudio para el que se realiza el diseño del modelo de permacultura. Esto es esencial para comprender las necesidades y recursos específicos, y para planificar de manera efectiva el diseño de sistemas sostenibles adaptados a las condiciones locales.

La elección del sitio como área de trabajo se justifica por varios factores que la hacen especialmente relevante para el análisis y la intervención desde la perspectiva de la permacultura:

La concentración de población indígena implica una conexión con las tradiciones y conocimientos ancestrales sobre el manejo de la tierra y los recursos naturales, los cuales son fundamentales para desarrollar un enfoque sostenible que respete y fortalezca estos saberes locales. La preservación de estos conocimientos es importante para mejorar la calidad de vida de la comunidad y para que las soluciones sean culturalmente pertinentes y aceptadas por los habitantes. El sitio se encuentra en un contexto geográfico y socioeconómico particularmente desafiante. Es una comunidad aislada, lo que agrava su situación de marginación. Este aislamiento afecta la capacidad de sus habitantes para acceder a servicios básicos, y recursos externos, lo que refuerza la necesidad de desarrollar sistemas sostenibles que les permitan ser más autosuficientes y resilientes frente a las condiciones adversas. La vulnerabilidad social y económica de la región subraya la urgencia de intervenciones que promuevan la sostenibilidad y la mejora de las condiciones de vida.

La Montaña Alta es una de las ocho regiones que conforman el estado de Guerrero, con una extensión territorial de 9,007.8 kilómetros cuadrados, lo que representa el 13.3% del territorio estatal. Según el INEGI (2020), la población total de la Montaña asciende a 412,186 personas.

Esta región alberga tres de los cuatro grupos indígenas que aún subsisten en el estado: los Nahuas, los Me'phaa y los Nuu Savi. Tlapa de Comonfort es el municipio con mayor densidad poblacional, y su cabecera, la ciudad de Tlapa, desempeña un papel crucial como mercado regional. La población de los distintos municipios de la Montaña acude a la ciudad de Tlapa para vender productos agrícolas, artesanales y ganaderos, que son típicos de la región, así como para adquirir los insumos necesarios para su alimentación y vestimenta principalmente.

Diversos estudios indican que la Región de la Montaña es la más rezagada económicamente en Guerrero. Este territorio se caracteriza por el abandono que sufre su población, lo que se refleja en los altos índices de marginación (IM) que presentan todos sus municipios. En el año 2000, Metlatónoc se destacó por su nivel de abandono, con un IM de 3.3896, siendo considerado el municipio con el mayor nivel de marginación en México (Morales Hernández, 2015). Metlatónoc ocupa el lugar número 12 en cuanto a extensión territorial dentro de la región, con una población de 18,859 habitantes, de los cuales el 46.5% son hombres y el 53.5% son mujeres. En comparación con 2010, la población en Metlatónoc disminuyó un -0.62% (INEGI, 2020).

Delimitación del área de estudio

El área a trabajar es la localidad de Chilixtlahuaca (Yoso Tia´a en tu'un savi), perteneciente al municipio de Metlatónoc (Yitia Ta´anu en tu'un savi) ubicada en la zona sur a 101 km de distancia de la ciudad de Tlapa (figura 38), con un tiempo de llegada estimado de 4h30, según el Censo de Población y Vivienda 2020, INEGI, es una localidad indígena de 855 habitantes de los cuales 847 se reconocen como indígenas y 8 se reconocen como afrodescendientes. Chilixtlahuaca está a 793 metros de altitud.

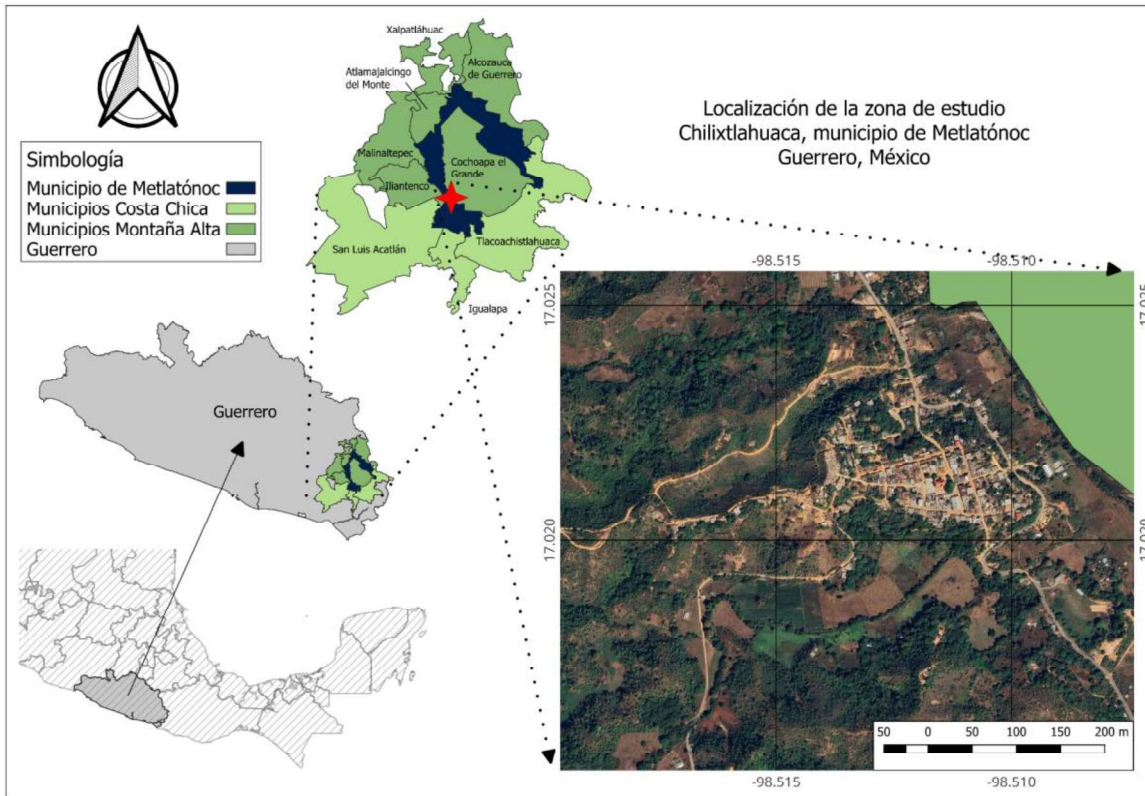


Figura 38. Mapa de ubicación de Chilixtlahuaca, Guerrero, México.

Características

Dentro de todos los pueblos del municipio, ocupa el número 5 en cuanto a número de habitantes.

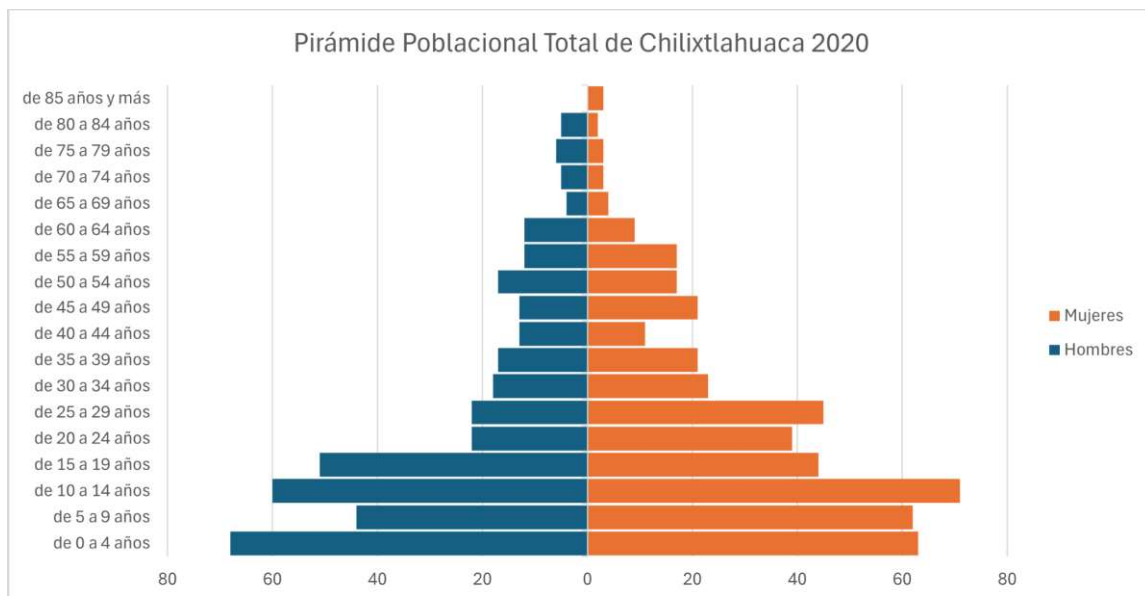


Figura 39. Pirámide poblacional total de Chilixtlahuaca. Elaboración propia con datos de INEGI (2020).

El promedio de hijos nacidos vivos en esta comunidad es de 3.24. INEGI (2020) revela que la Población de 15 años y más analfabeta es de 130, un número elevado para el total de personas que viven en la localidad. La figura 34 muestra las 2 principales lenguas habladas por la población de Chilixtlahuaca, la población de 3 años y más (768) que habla al menos una lengua indígena fue 749 personas, lo que corresponde a 97.5% del total de esta población en Chilixtlahuaca.

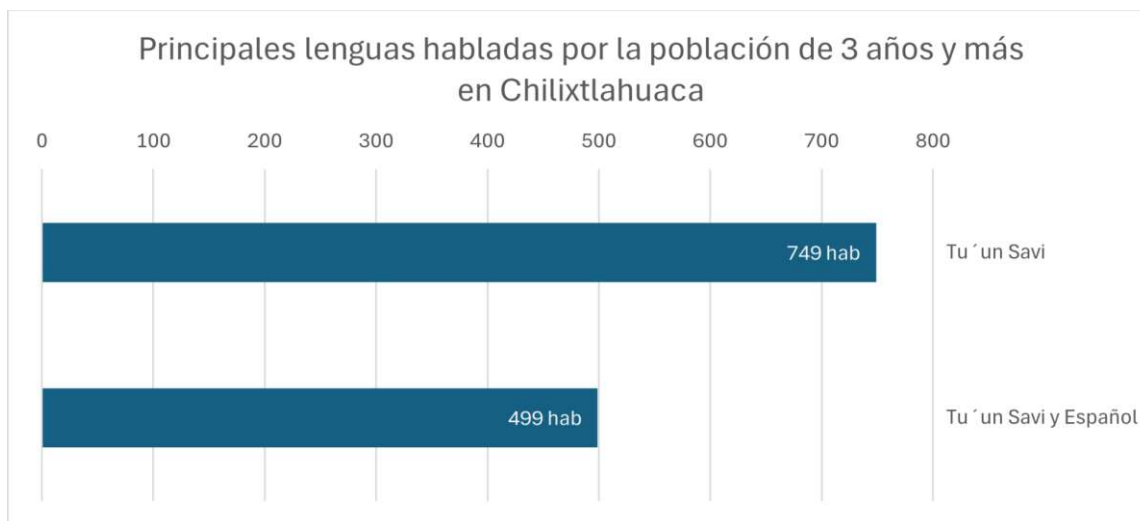


Figura 40. Principales lenguas habladas por la población de 3 años y más en Chilixtlahuaca. Elaboración propia con datos de INEGI (2020).

La economía de Chilixtlahuaca se basa principalmente en la agricultura de subsistencia, donde se cultivan productos básicos como maíz, frijol, calabaza y otros. La producción agrícola en esta zona se caracteriza por el uso de tecnología tradicional. Además, se practica la ganadería a pequeña escala para el autoconsumo, con cría de ganado vacuno, caprino, porcino y aves de corral. También existen pequeños comercios de abarrotes que ofrecen servicios básicos. No obstante, el desarrollo económico de la región se ve limitado por la falta de infraestructura y el acceso insuficiente a servicios esenciales.

La comunidad dispone de una red de agua potable, y la electricidad está accesible para toda la comunidad. Los alimentos y productos de abarrotes se obtienen en tiendas locales de la comunidad o en la ciudad de Tlapa de Comonfort y Ometepec.

Se definen los siguientes usos de suelo y vegetación: Agricultura de Temporal Anual, Bosque de Encino- Pino, Bosque Mesófilo de Montaña, además de áreas desprovistas de vegetación como los asentamientos humanos (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [SEMARNAT], 2019). En las imágenes satelitales que ofrece Google Earth (figura 41), se observa que la vegetación y el uso de terrenos para agricultura se ha modificado muy ligeramente en los últimos 20 años.



Figura 41. Comparación de la vegetación y uso del suelo en Chilixtlahuaca: Imágenes satelitales de Google Earth de 2004 (izquierda) y 2024 (derecha).

Sin embargo, se observa un incremento en la vegetación y en la población de la localidad, esto resalta una dinámica importante. El aumento en la vegetación y la población puede ser un indicativo positivo, especialmente porque es una comunidad indígena con prácticas tradicionales sostenibles. Esto sugiere que el crecimiento poblacional no necesariamente implica un deterioro ambiental, sino que puede estar asociado con esfuerzos de regeneración y manejo sustentable del territorio.

Según la clasificación de Bladimir Koppen (modificada por E. García en 1981), el clima existente en el área de estudio corresponde a un (Aw1) cálido subhúmedo, con temperatura oscilante en los 18 °C en la época de frío, que comprende los meses de diciembre y enero (SEMARNAT, 2019). Las máximas temperaturas se presentan en mayo, teniendo un promedio de 36 °C, siendo los meses más calurosos los de primavera y verano; presentándose lluvias que arrojan una precipitación media anual de 2000 a 2500 milímetros (CONABIO, 2001), comprendiendo a junio, julio, agosto y septiembre los meses más lluviosos.

La dirección de los vientos en invierno y primavera es de oriente a poniente, mientras que en verano y otoño de sur a norte, que son los que más predominan.

Se encuentra dentro de la microcuenca Llano Grande de Juárez. El río Corazón, el más caudaloso del pueblo, sufre problemas ambientales debido a la descarga de aguas residuales no tratadas y a la extracción de grava y arena. Estas acciones provocan una eutrofización acelerada, que se manifiesta en el crecimiento excesivo de algas y en la aparición de olores y sabores

desagradables. Como resultado, se deteriora significativamente la calidad del agua y su aspecto, impactando negativamente en su uso.

La comunidad muestra un significativo grado de rezago social y es clasificada como marginada por el INEGI. Los habitantes enfrentan limitadas oportunidades, lo que resulta en una alta tasa de migración juvenil, según indican los pobladores. A pesar de esto, la comunidad está creciendo en número de habitantes y tiene la oportunidad de orientar su desarrollo hacia la sostenibilidad. Esto requiere fomentar el compromiso de los habitantes con la conservación del entorno y la adopción de un estilo de vida sustentable.

La comunidad dispone únicamente de un preescolar, una escuela primaria, una secundaria y un telebachillerato. Para acceder a niveles superiores de educación, los estudiantes deben trasladarse a las ciudades. Además, los habitantes informan que no hay médicos disponibles en la comunidad.

En la comunidad, las celebraciones culturales y religiosas que se practican son el Día de los Muertos; la fiesta patronal en honor a la Virgen de Guadalupe, celebrada del 7 al 12 de enero, con festividades y actos religiosos en su honor; celebraciones como la Semana Santa, con sus rituales y procesiones; la Navidad, que se celebra con reuniones familiares y tradiciones festivas; y pedidos a la lluvia, entre otras ritualidades.

Sobre la tenencia de la tierra y gobierno comunitario, Chilixtlahuaca se organiza a través de una jerarquía cívico-religiosa. Los hombres adultos asumen varios cargos jerárquicos que abarcan aspectos políticos y ceremoniales de la vida comunitaria. Cada cargo se desempeña por un año, y los individuos, a lo largo de su vida, ocupan diversos cargos, comenzando desde los niveles más bajos. Aquellos que alcanzan los niveles más altos se convierten en ancianos o "principales", y tienen una gran influencia en las decisiones comunitarias. Aunque el servicio en estos cargos no es remunerado y puede resultar en costos significativos, otorga un gran prestigio. La jerarquía incluye dos sistemas separados, uno político y otro religioso, que están estrechamente interconectados.

IV.3 Diálogo de saberes

“Los diálogos de saberes ... son procesos de comunicación e intercambio entre personas, grupos o comunidades que provienen de diferentes orígenes o culturas” (Organización Panamericana de la Salud, 2022, p.43).

El diálogo de saberes entre campesinos-campesinas y científicos-científicas implica un proceso de aprendizaje recíproco. Este diálogo tiene como objetivo fomentar la construcción colectiva del saber mediante el intercambio de “ideas, sentires, creencias, nociones, conceptos, prácticas, historias, deseos, vivencias y emociones” (Salas, 2013, p. 135), con el fin de alcanzar una comprensión compartida. Esta premisa reconoce que ni una persona o un sistema de conocimiento pueden abarcar todo lo relacionado con un tema, ya que no se puede medir o

comparar directamente el valor o la totalidad de diferentes formas de conocimiento debido a sus diferencias inherentes en términos de paradigmas, marcos teóricos, epistemologías, cosmovisión, etc. (Salas, 2013).

Con el propósito de adquirir criterios que guíen las acciones de manera responsable, ética y consciente en el territorio Ñuu Savi, se estableció un diálogo de saberes a través de entrevistas en Chilixtlahuaca y en los casos de estudio en Chile. En el caso del territorio Ñuu Savi, este acercamiento se realizó en el idioma tu'un savi, lengua propia de los na savi, lo cual redujo significativamente la brecha de entendimiento. Se reconoce que, al tratarse de un idioma diferente, la cosmovisión también lo es, lo que enriquece la conversación.

Este enfoque permite diversificar los puntos de vista y ampliar las formas de comprender las problemáticas ambientales, bajo la premisa de que si se revisa cómo se entiende y vive el ambiente, cambia también la manera de interpretar los problemas ambientales (Eschenhagen, 2021).

En Chile, se llevaron a cabo diálogos con tres agricultoras: Andrea, Adela y Cecilia. Estas interacciones se realizaron en el marco de una visita al país con el objetivo de observar ejemplos concretos de agricultura sostenible. Durante la visita, se realizaron tres encuentros que incluyeron observación directa en campo. Además, proporcionó una visión sobre las prácticas sostenibles que se están implementando, así como sobre los desafíos y oportunidades que enfrentan las agricultoras en sus proyectos.

Todas las entrevistas en Chilixtlahuaca, excepto una, se realizaron en tu'un savi, y fueron grabadas y traducidas al español. Los entrevistados son agricultores, personas que han dedicado su vida principalmente a la agricultura y que actualmente participan en uno o varios proyectos relacionados con esta actividad. Para seleccionar a los entrevistados el criterio fue abordar a figuras reconocidas en el ámbito agrícola dentro de la comunidad y a otros identificados a través de conexiones preexistentes en la localidad.

En total, se realizaron entrevistas semiestructuradas con 10 agricultores (tabla 10). Aunque el número de entrevistas es relativamente pequeño, la visión de las prácticas agrícolas es muy similar entre todos los agricultores de Chilixtlahuaca. Además, los entrevistados respondieron a muchas preguntas desde una perspectiva colectiva, lo que proporciona una visión amplia, aunque no completa, de las prácticas agrícolas. En consecuencia, es importante destacar que ni el tamaño de la muestra de 10 entrevistas ni el proceso de selección de los entrevistados pretenden ser exhaustivos.

La elaboración del cuestionario se basó en un enfoque de etnografía colaborativa (Katzer et al., 2022) que buscaba obtener información directa sobre las prácticas agrícolas y la percepción de los agricultores en Chilixtlahuaca y Chile. Las entrevistas semiestructuradas permitieron un equilibrio entre la flexibilidad de la conversación y la consistencia en la recolección de datos.

- Identificación de temas clave: Los temas principales se seleccionaron con base en los objetivos de investigación, centrándose en las prácticas agrícolas sostenibles, los desafíos locales y la adaptación a los cambios ambientales.
- Diseño de las preguntas: El cuestionario semi estructurado es un instrumento de investigación cualitativa diseñado para guiar el diálogo de saberes, se formularon preguntas abiertas para fomentar respuestas amplias y detalladas que permitieron explorar conocimientos y experiencias locales. En este caso, fue revisado en el laboratorio de Ciencia Ciudadana del CEDER, de la Universidad de Los Lagos, Osorno con la colaboración del Dr. Francisco Araos y un equipo interdisciplinario.
- Idioma y traducción: el cuestionario fue traducido al tu'un savi para su aplicación en Chilixtlahuaca. Se buscó en este idioma equivalentes de expresiones y términos propios de la tradición urbana y occidental. Este proceso de traducción implicó un esfuerzo de interpretación cultural, ya que muchas de las ideas y estructuras conceptuales no existen en los marcos tradicionales de la comunidad. A través de la traducción y adaptación de conceptos, este esfuerzo brindó la oportunidad de facilitar el diálogo entre estos diferentes universos.
- Entrevistas piloto: Se llevó a cabo una ronda de entrevistas piloto con algunos agricultores para afinar el cuestionario. Esto permitió ajustar el enfoque y mejorar la claridad de las preguntas.
- Aplicación de las entrevistas: Las entrevistas se realizaron de manera presencial, grabadas con el consentimiento de los participantes. Posteriormente, se tradujeron y transcribieron.

IV.4 Comparativo de las prácticas de cultivo ancestral de comunidades indígenas y los principios de permacultura

A lo largo del tiempo, miles de agricultores tradicionales en diversas zonas rurales han logrado adaptarse a los cambios en el ambiente, desarrollando sistemas agrícolas variados y resilientes que responden a las distintas limitaciones que han enfrentado. Estos sistemas, presentes en diferentes regiones del mundo, sirven como modelos de sostenibilidad, ofreciendo ejemplos de estrategias de adaptación que podrían ayudar a millones de habitantes rurales a reducir su vulnerabilidad ante el impacto del cambio climático (Altieri & Nicholls, 2008). La permacultura se inspira en estos modelos, ya que busca aprender de las culturas indígenas, tribales y locales, las cuales han demostrado un equilibrio y armonía con su entorno, permitiéndoles sobrevivir durante períodos mucho más largos que nuestras recientes civilizaciones (Holmgren, 2002a). Estas culturas han sido esenciales para la preservación de los ecosistemas y la biodiversidad en sus territorios.

A continuación, se compararon los principios de la permacultura con prácticas agrícolas tradicionales. Este análisis tuvo como objetivo identificar concordancias entre los principios permaculturales y las estrategias empleadas por agricultores indígenas y rurales para gestionar los recursos de manera sostenible.

Sistemas de labranza

La que más destaca en México es la yunta, un arado tradicional que es arrastrado por animales de tiro, generalmente bueyes. Este método es menos invasivo que la labranza mecanizada moderna (uso de tractores), ya que permite remover la capa superficial del suelo sin alterar en exceso su estructura ni su microbiota. La yunta es un ejemplo de sustentabilidad, una herramienta que, a pesar de su simplicidad, supera a cualquier innovación. Las tecnologías avanzadas continúan dependiendo de combustibles fósiles y contribuyendo a la emisión de gases de efecto invernadero (GEI), además, considerando que los recursos naturales son finitos y cada vez más escasos, seguir apostando por tecnologías que dependen de combustibles fósiles es una estrategia insostenible. La yunta, además, deja ver una relación más cercana y respetuosa entre el agricultor, los animales y la tierra.

Esta práctica es coherente con los principios "Usar y valorar los servicios y recursos naturales" y "Producir cero desperdicios".

Abonos

Los abonos se obtienen principalmente a partir de compost, estiércol animal y desechos vegetales. Este tipo de fertilización mejora la estructura del suelo, aumenta su capacidad de retención de agua y aporta los nutrientes necesarios para el crecimiento de las plantas sin la necesidad de químicos sintéticos. Los indígenas han desarrollado métodos de compostaje que involucran la fermentación de materiales orgánicos, lo que resulta en abonos ricos en nutrientes que son utilizados para mejorar la fertilidad del suelo de manera natural y sostenible.

Esta práctica está alineada con la idea de "Producir cero desperdicios" y "Usar y valorar los servicios y recursos naturales", evitando el uso de productos químicos.

Métodos de mantenimiento de la fertilidad

La rotación de cultivos es empleada para mantener la fertilidad del suelo. Este método consiste en alternar diferentes tipos de cultivos en la misma parcela a lo largo de las estaciones o de los años. Por ejemplo, después de cosechar un cultivo agotador como el maíz, se siembra un cultivo fijador de nitrógeno como los frijoles, o dejando el terreno descansar lo necesario para regenerarse. Este ciclo previene el agotamiento de los nutrientes del suelo y también interrumpe los ciclos de plagas y enfermedades mejorando la salud general del terreno.

Esta práctica también refleja la importancia de la diversidad, y se asocia a los principios "Aplicar la autorregulación y aceptar retroalimentación" y "Usar y valorar la diversidad".

Asociación de Cultivos

La milpa es un sistema agrícola tradicional que ejemplifica la asociación de cultivos. Consiste en sembrar maíz, frijol y calabaza en un mismo campo. Cada uno de estos cultivos cumple una función específica que beneficia a los demás: el maíz sirve como soporte para los frijoles trepadores, los frijoles fijan nitrógeno en el suelo, enriqueciendo su fertilidad, y las hojas anchas de la calabaza cubren el suelo, manteniendo la humedad y controlando el crecimiento de malezas.

Práctica relacionada con los principios "Integrar en lugar de segregar" y "Usar y valorar la diversidad".

Sistemas de Riego

El manejo del agua es crucial en la agricultura, y las comunidades han diseñado sistemas de riego que son eficientes y respetuosos con el entorno. Los canales de riego, a menudo construidos a mano, son utilizados para transportar agua desde ríos o manantiales a los campos de cultivo, basados en la observación de la topografía para maximizar la captación y distribución del agua de lluvia en las parcelas. Este método minimiza la erosión del suelo y asegura que el agua sea distribuida de manera uniforme, beneficiando a todas las plantas, similar al diseño Keyline

Este método refleja los principios "Observar - interactuar" y "Captar y almacenar energía".

Almacenamiento:

El almacenamiento de los productos agrícolas es una parte fundamental del ciclo agrícola en las comunidades indígenas. Los silos altos, construidos con materiales locales como barro, piedra o madera, son estructuras utilizadas para almacenar el maíz. Estos silos están diseñados para proteger el contenido de la humedad, los roedores y otros factores que puedan comprometer la calidad de los alimentos almacenados. La altura y la forma de estos silos permiten una buena circulación del aire, lo que ayuda a mantener los granos secos y en buen estado durante largos períodos.

Principio relacionado: "Captar y almacenar energía" y "Diseñar de los patrones a los detalles".

Otras estrategias de adaptación que menciona Altieri & Nicholls (2009) son:

- Uso de variedades/especies adaptadas localmente mostrando adaptaciones más apropiadas al clima y a los requerimientos de hibernación o resistencia incrementada al calor y la sequía.
- Incremento del contenido de materia orgánica de los suelos a través de la aplicación de estiércol, abonos verdes, cultivos de cobertura, etc., para una mayor capacidad de retención de humedad.

- Un uso más amplio de tecnologías de “cosecha” de agua, conservación de la humedad del suelo mediante mulching, y un uso más eficiente del agua de riego.
- Manejo adecuado del agua para evitar las inundaciones, la erosión y lixiviación de nutrientes cuando la precipitación pluvial aumenta.
- Uso de estrategias de diversificación como cultivos intercalados, agroforestería, etc., e integración animal.
- Prevención de plagas, enfermedades e infestaciones de malezas mediante prácticas de manejo que promueven mecanismos de regulación biológica y otros (antagonismos, alelopatía, etc.), y desarrollo y uso de variedades y especies resistente a plagas y enfermedades.
- Uso de indicadores naturales para el pronóstico del clima para reducir riesgos en la producción. (Altieri & Nicholls, 2009, p. 8)

IV.5 Definición de cultivos de interés

En la tabla 5 se organizan los criterios y factores para la definición de cultivos de interés para los agricultores. Esta tabla, elaborada a partir del análisis de la bibliografía revisada y con el fin de cumplir con los principios de permacultura, permitirá visualizar y comparar cultivos potenciales según sus beneficios y riesgos en función de los principios de permacultura y adaptar las elecciones a las condiciones locales y necesidades comunitarias. Todos los cultivos que sean aprobados tras este análisis se incluirán en el modelo de diseño de permacultura.

Tabla 5. Criterios para la Selección de Cultivos de Interés

Criterio	Descripción
Cultivo	Nombre del cultivo.
Requerimientos de suelo	Tipo de suelo que necesita el cultivo
Requerimientos de agua	Cantidad de agua necesaria y tolerancia a la sequía
Compatibilidad con otros cultivos	Cómo se relaciona con otros cultivos en el sistema
Beneficios para el ecosistema	Cómo el cultivo contribuye al ecosistema (p.ej., mejora del suelo, control de plagas).
Consideraciones climáticas	Requerimientos climáticos específicos para el cultivo.
Ciclo de cultivo	Tiempo requerido desde la siembra hasta la cosecha.
Cosecha y usos	Cómo se cosecha el cultivo y sus usos posibles, evaluar si

	el cultivo es para venta o autoconsumo
Impacto económico	Rentabilidad, costo de producción, precio de venta
Valoración del cultivo	Percepción y preferencia sobre el cultivo en la comunidad
Seguridad alimentaria	Aporte del cultivo a la dieta local y a la estabilidad alimentaria.
Mano de obra	Disponibilidad y coste de la mano de obra necesaria para el cultivo.
Accesibilidad y disponibilidad	Acceso a recursos necesarios para cultivar y disponibilidad de semillas.
Decisión	Decidir si se continúa con el cultivo, si se incrementa la producción, si se cambia de variedad, se reduce la producción o se opta por innovar con otro cultivo, ya sea en paralelo o como sustitución.

IV.6 Generación de datos base para el diseño del sistema

La generación de datos base para el diseño de sistemas de permacultura se realizó en las dos primeras fases de un proceso estructurado en cuatro fases: observación, análisis, diseño e implementación (Diquit & Palarca, 2021; Villacís Guamán, 2023), un enfoque que ha demostrado ser replicable en otros proyectos de permacultura según las referencias consultadas.

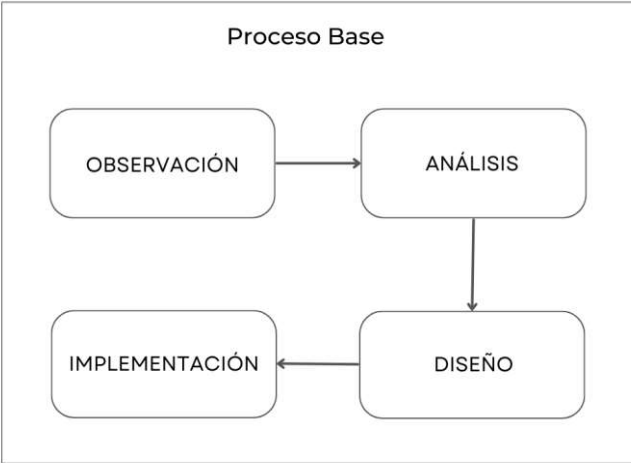


Figura 42. Proceso base para el diseño de sistemas de permacultura.

IV.6.1 Observación

El primer principio de permacultura, "Observa e interactúa", se centra en la importancia de la observación detallada del entorno antes de tomar cualquier acción. Esta fase destaca la necesidad de recopilar información precisa sobre agricultor y el terreno y sus características. A través de técnicas como entrevistas, encuestas, visitas de campo y fichas de observación, se busca obtener una comprensión profunda del lugar. Este ejercicio asegura que cualquier intervención posterior esté basada en un conocimiento sólido del entorno, lo que es fundamental para diseñar sistemas de permacultura efectivos y sostenibles.

Datos básicos del Agricultor

Se recomienda establecer un diálogo de saberes, que inicia con el aporte de información y conocimientos por parte del agricultor y concluye con la entrega del diseño del sistema permacultural.

- Ingresos: Cuál es su situación económica y cómo afecta a su capacidad de inversión en el terreno.
- Edad: Determinación de la edad del agricultor para entender mejor su nivel de experiencia, capacidad física y perspectiva a largo plazo.
- Ocupación: Identificación de la ocupación principal del agricultor, incluyendo si la agricultura es su actividad principal o si se dedica a otras ocupaciones, lo cual puede influir en el tiempo y recursos disponibles para la gestión del terreno.
- Objetivos: Identificar objetivos personales o grupales (autonomía alimentaria, ingresos económicos, conservación del medio ambiente).
- Demanda: Familiar, colectivo o comercio. Quienes participan en la implementación del diseño o serán beneficiarios del proyecto.
- Otros aspectos: Información de las prácticas agrícolas tradicionales, usos, tradiciones y costumbres.

Datos físicos y biofísicos del lote

Se consideran los siguientes aspectos:

- Área: Tamaño y características generales del terreno.
- Ubicación: Posición del terreno en relación con el sol, el viento y otros factores ambientales.
- Colindancias: Linderos del terreno y su relación con propiedades vecinas.
- Pendientes-Topografía: Características topográficas del terreno, incluye áreas planas y pendientes.
- Clima.
- Suelo.
- Vegetación.
- Estructuras: Infraestructuras ya presentes en el terreno, como construcciones, cercas, caminos y sistemas de riego.
- Servicios básicos: Disponibilidad de agua, electricidad, drenaje y otros servicios esenciales.

IV.6.2 Análisis

La información se clasifica para identificar patrones, sectores y zonas del terreno que influyen en el diseño. Este proceso implica organizar estos elementos para confeccionar un mapa, que visualiza y guía la planificación del espacio.

Análisis de pendientes o patrones

- **Topografía:** Representar el terreno en un mapa topográfico con curvas de nivel para evaluar la estabilidad, el drenaje y el uso adecuado del terreno, indicar las elevaciones mínima y máxima y la diferencia de desnivel entre ambos puntos. Este análisis permite identificar posibles riesgos y oportunidades: las áreas relativamente planas son ideales para actividades recreativas y agrícolas, las zonas bajas pueden funcionar como cuencas de captación de agua de lluvia, las pendientes más pronunciadas son aptas para la siembra de árboles y cultivos, y las zonas altas pueden ser aprovechadas para actividades recreativas que aprovechen la vista.
- **Suelo:** Detallar las características del suelo del predio, incluyendo su profundidad, textura, composición y porcentaje de materia orgánica. Clasificar el uso actual de la tierra, como agrícola (monocultivo, policultivo), forestal, pastizales, estructuras, etc.
- **Vegetación:** Detallar la vegetación del predio, indicando la cantidad y tipo de especies presentes. Detallar los criterios para seleccionar las plantas que permanecerán en el predio, así como las acciones a tomar con las plantas no nativas, incluyendo la eliminación y reubicación de plantas en puntos específicos que se requieran.
- **Microclimas:** Determinar la cobertura vegetal del predio y los microclimas presentes. Explicar cómo la luz afecta la vegetación y la selección de espacios para el huerto biointensivo considerando a la luz como un factor determinante.

Análisis de los sectores

Los sectores se refieren al flujo de energías por el terreno, son todas las fuerzas que permean el sitio desde el exterior, el sol, los vientos predominantes, agua, etc.

- **Esorrentías y cuerpos de agua:** Representar el terreno en un mapa que muestre el flujo de esorrentías y cuerpos de agua. Este análisis hidrológico revela cómo se desplaza el agua en el sitio al identificar los efectos del régimen de precipitación anual en el predio, incluyendo la generación de esorrentías, los meses del año en que se presentan lluvias y su impacto en los mantos acuíferos, la formación de reservorios de agua naturales o artificiales y la presencia de problemas de inundación o erosión.
- **Caminos:** Identificar los accesos al terreno, definir la condición de los caminos existentes e identificar los posibles caminos que permitan recorrer el predio y conectar elementos.
- **Vientos:** Describir el régimen de vientos en el predio, indicando la dirección predominante de las corrientes, la frecuencia y el impacto de los vientos fuertes.
- **Fuego:** Considerar la posibilidad de incendios en el predio debido a las actividades de quema. Considerar implementar acciones preventivas y ubicar sitios con arenas u otros

materiales para mitigar el fuego con base en el análisis de la circulación del viento para determinar las zonas adecuadas para colocar estos implementos.

- Fuentes de contaminación: Describir los factores de contaminación en el predio, incluyendo el uso de agroquímicos en el terreno o terrenos vecinos aguas arriba.
- Vistas: Localizar los paisajes y características naturales del predio, la vegetación abundante, presencia de grandes árboles y los elementos sensoriales como la frescura de la sombra, la textura y los olores característicos de la zona.
- Vida silvestre: Identificación de las especies de fauna presentes en el área o en las cercanías y analizar cómo podría darse la interacción en el ecosistema.

Análisis de zonas de permacultura

Este análisis permite ubicar los elementos dentro de la propiedad según su intensidad de uso en relación con el centro principal de actividades, por lo general la casa.

- Zona 0: Este es el centro de las actividades humanas en el sitio permacultural, que puede incluir la vivienda, el taller o el establo. Su planificación debe seguir principios de bioconstrucción, asegurando que el diseño cubra las necesidades de las personas sin perjudicar el entorno.
- Zona I: Pertenece a las actividades con más demanda que se visitan varias veces al día, por lo que requiere más control y atención. Aquí se localizan la huerta y el invernadero, donde se cultivan hortalizas comunes, hierbas para usos medicinales y especias para cocinar. La ubicación ideal de la huerta es cerca de la cocina para facilitar el acceso. Además, se puede instalar un sistema de riego utilizando aguas grises tratadas de la cocina.
- Zona II: Se caracteriza por un uso intensivo, se visita cada día o dos. Aquí se localizan los animales de traspatio, plantaciones de árboles frutales y cultivos extensivos, composta, entre otros. El agua en esta zona se controla con sistemas de riego por aspersión o goteo, y se pueden crear estanques para almacenar agua.
- Zona III: En esta área se cultivan plantas forrajeras y gramíneas a gran escala, adecuadas para el pastoreo de animales como vacas y caballos. También se plantan bosques comestibles y cortinas de protección contra el viento, y se pueden colocar colmenas para producir miel. Además, se pueden construir grandes estanques y zanjas de infiltración para gestionar el agua de lluvia y los flujos subterráneos.
- Zona IV: Esta zona se maneja con baja intensidad, enfocándose en la agroforestería y la recolección de frutos silvestres. Aquí se cultivan especies de madera para leña.
- Zona V: Incluye la parte no gestionada del sitio, representa un área salvaje para observar y entender el ecosistema natural, siendo un espacio para la meditación y la educación ambiental. Si el paisaje natural no está presente, se puede fomentar la sucesión ecológica

plantando especies nativas, desde hierbas hasta árboles maduros. También se puede usar para caza sostenible y recolección de frutos y hierbas nativas.

Las zonas pueden combinarse o solaparse, lo que permite configuraciones variadas, como tener la vivienda cercana a un bosque de especies nativas o la huerta.

Evaluación del lugar

La evaluación del lugar implica un análisis exhaustivo que considera las limitaciones, oportunidades, riesgos y amenazas del proyecto. Se utiliza una matriz de evaluación (tabla 6) para visualizar estos factores y tomar decisiones informadas que faciliten la formulación de estrategias efectivas.

Tabla 6. Matriz de Evaluación.

Aspecto	Descripción
Limitaciones	Factores que pueden restringir el desarrollo del sistema, como la calidad del suelo o la topografía.
Oportunidades	Posibilidades para mejorar o aprovechar características del terreno, como microclimas favorables.
Riesgos y amenazas	Factores externos o internos que pueden poner en peligro el éxito del proyecto, como incendios o contaminación.

IV.6.3 Diseño

Después de analizar los datos recopilados, se desarrolla un diseño basado en los principios éticos y de diseño de la permacultura con elementos o componentes para responder directamente a las limitaciones, oportunidades y riesgos y amenazas encontradas durante el análisis. Esto es identificar las necesidades y los elementos para cubrir dichas necesidades, como se muestra en la tabla 7.

Tabla 7. Matriz de selección de elementos para el diseño permacultural.

Descripción de necesidad	Elementos o componente seleccionados	Entradas	Salidas
Garantizar un suministro constante y adecuado de agua potable.	Sistema de captación de agua de lluvia	Agua de lluvia Recursos económicos Materiales para su instalación Herramientas Mano de obra	Agua potable almacenada y distribuida

Acomodo de los elementos

Se analiza la información de cada elemento con apoyo de la tabla 8 para su ubicación en la zona indicada.

Tabla 8. Matriz de acomodo de elementos para el diseño permacultural.

Elemento o componente	Descripción del elemento	Función principal	Otras funciones posibles	Frecuencia de Visita	Zonificación

Una vez identificada la zona a la que pertenece, se busca establecer conexiones entre los mismos. Para definir la ubicación de elementos, componentes y accesos dentro de una zona se elaboran diagramas de relaciones. Estos diagramas son herramientas visuales que permiten mapear las interacciones y dependencias entre los distintos elementos del diseño, facilitando la identificación de conexiones y posibles conflictos. A partir de ellos, se puede optimizar el uso del espacio, priorizando la funcionalidad y la sostenibilidad.

Para aplicar la ponderación de relaciones, se utilizan criterios basados en los principios del Diseño Regenerativo (figura 43). Estos principios guiarán las decisiones sobre cómo y por qué ciertos elementos deben estar más conectados o ser más prioritarios que otros dentro de un espacio. Los elementos con mayor relación entre sí, tendrán la calificación más alta, como lo muestra la tabla 9.

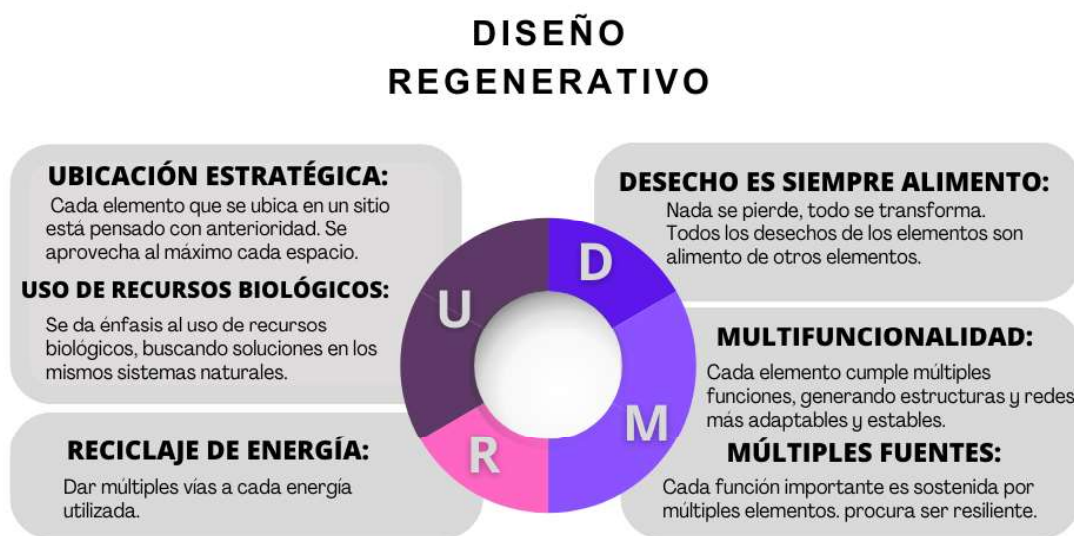


Figura 43. Diseño regenerativo. Elaboración propia basada en Cursos | ReGenera (s. f.).

Tabla 9. Ponderación de relaciones

Relación	Valor
Completamente necesario	4
Especialmente importante	3
Importante	2
Ordinario	1
Sin importancia	0
No deseable	-1

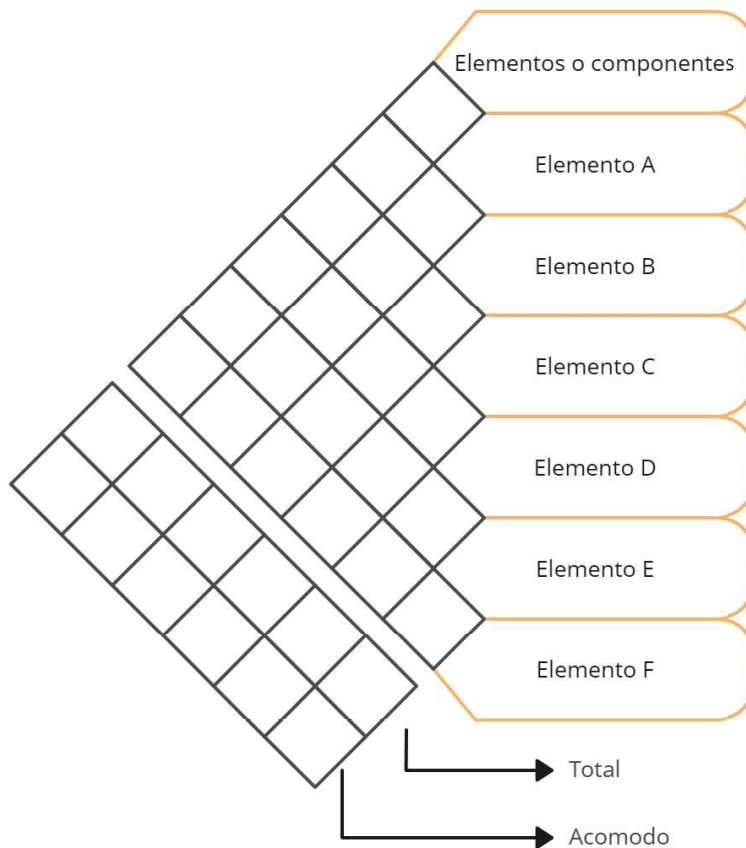


Figura 44. Diagrama de relaciones.

Evaluación general y propuesta final

La evaluación general del proyecto se realizará en conjunto con el agricultor, utilizando los 12 principios de permacultura como marco de referencia. Basado en esta evaluación, se procederá a la propuesta de diseño final, que consistirá en ubicar gráficamente cada uno de los elementos considerados.

V. Resultados

Los resultados se obtuvieron utilizando las herramientas de investigación previamente mencionadas. Durante la visita a Chile, se destacaron las prácticas y conocimientos locales que las agricultoras han adoptado para gestionar sus tierras de manera sostenible. Estos recorridos permitieron observar la implementación de técnicas de permacultura y agroecología y comprender el papel activo de las mujeres en la preservación de la biodiversidad y la sostenibilidad de los ecosistemas.

Andrea, por ejemplo, ha practicado la permacultura y agroecología durante años en su predio en Rollizo. Ella describe la permacultura como:

Una filosofía podría decirse, que abarca varios aspectos: el económico, el social, el medioambiental, el personal. Obviamente dentro de esos aspectos está el reciclar, el reutilizar, el ser orgánico, no contaminar la tierra, el cuidarla, el planificar tu cultivo y en esta parte de planificar, por ejemplo, tienes que terracear decimos acá, porque el agua se va, se pierde, hay que hacer paisaje de retención. La idea es que tú planifiques viendo varios factores, entre esos clima, dirección de viento, altura, pendientes y todas las características de tu terreno y, toda la permacultura se basa en que tú y tu casa están en medio.

Además, pone en evidencia cómo las mujeres están impulsando cambios significativos en prácticas agrícolas sostenibles en Chile:

La permacultura y todo lo agroecológico acá en Chile y de lo que yo conozco es liderado por mujeres, las personas que estamos acá, incluso las personas que desde el gobierno están llevando a cabo estos proyectos son mujeres.

Adela, quien se desempeña como auxiliar de servicios en la escuela de su localidad, la Isla Llanchid, ha llevado su gusto por la agricultura a su lugar de trabajo, creando y manteniendo un jardín en la escuela, en su predio particular tiene una variedad de cultivos y parte de su cosecha la comercializa en otra localidad:

En la pandemia, nosotras hicimos lo que llaman delivery; íbamos a dejar verduras a Hornopirén. Había una joven que se encargaba de venderlas; ella las ofrecía en las redes sociales y recibía pedidos de 20 o 30 lechugas, que teníamos que entregarle. Una vecina necesitaba dos o tres lechugas, otra bandejas de huevo, otra acelgas y otras cosas. Nosotras las llevábamos, y ella las vendía.

Este acercamiento permitió comprender las prácticas que favorecen la sustentabilidad en cada lugar y evidenciar que quienes tienen roles activos para el cuidado y la preservación de la biodiversidad son las mujeres.

Del diagnóstico del territorio y diálogo de saberes con diez campesinos de Chilixtlahauca se resumen los principales hallazgos:

Los contextos en los que los entrevistados practican la agricultura son, en general, homogéneos, todos trabajan en terrenos comunitarios ejidales. Estos espacios compartidos reflejan una base común en las prácticas agrícolas y en la gestión de la tierra dentro de la comunidad.

Tabla 10. Participantes del diálogo de saberes.

Nombre	Edad	Escolaridad	Ocupación
Jacinto	66	Primaria	Campesino
Isidoro	53	Primaria	Campesino, albañil
Alberto**	60	Licenciatura	Profesor jubilado, campesino
Lucio	49	Primaria	Campesino
Ángel	63	Primaria	Campesino
Josefa	47	Primaria trunca	Ama de casa, campesina
Felipe	70	Primaria trunca	Campesino
Florencia	38	Secundaria	Campesina
Carmelo	55	Primaria trunca	Campesino
Bartolo	86	Ninguna	Campesino

**única entrevista en español.

El ingreso promedio de las familias oscila entre los 500 y 2,000 pesos al mes (menos del 30% del salario mínimo actual) por actividades locales y algunos pocos por la venta de sus cosechas, este se complementa con los programas de apoyo social de índole federal como son Sembrando Vida (SV) y la pensión a adultos mayores de 6,250 y 3,000 pesos mensuales respectivamente. Los ingresos de la población de Chilixtlahuaca son limitados y se observa una dependencia de los programas gubernamentales.

Siembro un poco en temporada de lluvia, trabajo también en el programa Sembrando Vida, de eso puedo comprar un poco de maíz para comer, compro un poco de chiles,

tomates, para lo que alcance con mis ingresos, a veces alcanza para comprar pan. No tengo un trabajo fijo pero voy a las plantas y ocasionalmente venderé una piña, limones verdes o para consumir, trabajo en diferentes cosas en el campo, no me puedo detener, siempre tengo que estar buscando qué hacer y así será hasta que sea mayor y no pueda trabajar. (Fragmento del diálogo con Jacinto, campesino de Chilixtlahuaca, Guerrero)

La mayoría de los agricultores cultivan combinaciones de maíz, frijol y calabaza (milpa), siendo estos los cultivos más comunes. Algunos también incluyen café, limón, piña, plátano, y rábanos en su producción. En cuanto a la cría de animales, es común la crianza de aves como gallinas y patos, y en algunos casos se crían toros, caballos y chivos.

En cuanto al riego, la mayoría depende del agua de temporal y algunos sí la geografía de sus terrenos lo permite, complementan con riego de canales para asegurar la producción. La mayoría de los agricultores siembran en el mes de junio y cosechan en noviembre. Sin embargo, hay variaciones; por ejemplo, uno de los agricultores siembra en diciembre y cosecha en marzo porque cuenta con riego a través de canales, mientras que otra tiene un ciclo ininterrumpido de siembra y cosecha, y es posible por las condiciones pantanosas de su terreno.

Las plagas mencionadas por los campesinos en el diálogo incluyen *timaasá* (gallina ciega), zanates, pericos, cotorras, mapaches, gorgojos, entre otros. Los agricultores emplean una combinación de métodos para el control de plagas, que van desde el uso de químicos, como pesticidas y abonos líquidos, hasta técnicas más tradicionales. Algunos también mencionan problemas con el viento, que puede afectar la producción.

El programa gubernamental SV ha alterado las dinámicas comunitarias en la localidad, especialmente en lo que respecta al uso de la tierra y las prácticas de trabajo colaborativo. Tradicionalmente, los agricultores se apoyaban mutuamente a través del *nama nda'a ta'an na* (cambio de brazo), un sistema de trabajo comunitario basado en la solidaridad y el intercambio de mano de obra sin compensación monetaria. Sin embargo, el programa ha reducido la disponibilidad de tierras para el cultivo colectivo y el "cambio de brazo" se ha abandonado debido a la necesidad de ingreso económico. A pesar de que las circunstancias han cambiado, la necesidad de apoyo mutuo en las comunidades sigue siendo fundamental, aunque ahora se expresa de maneras diferentes o menos frecuentes.

Ahora se me complica continuar porque está el programa Sembrando Vida, algunos se metieron al programa con los terrenos de siembra y no los podemos ocupar, y otro problema es que tengo toros y los tengo que cuidar, ya no me da tiempo sembrar, y aunque no haya dinero siembro, busco personas que puedan trabajar conmigo y yo trabajo con ellos (*nama nda'a ta'ana*), los que quieren vienen a trabajar con nosotros y nosotros vamos a trabajar con ellos, eso ya no se hace tan seguido, pero aún cuando se quiera pagar un peón no hay trabajadores, no hay personas, solo es cuando se trata de la milpa (el cambio de brazo), por ejemplo si se trata de albañiles en los colados no hay "cambio de brazo", ahí se paga a las personas. (Fragmento del diálogo con Lucio, campesino de Chilixtlahuaca, Guerrero)

Ha cambiado un poco, antes sembrabamos mucho en el cerro y ahora ya no, sacabamos la cosecha a caballo hasta la carretera y de ahí lo transportamos en carro, donde trabajamos tardamos una hora en llegar, el lugar donde trabajamos se llama barranca de camarón, ahí sembrabamos, ahora metimos plantas [de sembrando vida]. (Fragmento del diálogo con Ángel, campesino de Chilixtlahuaca, Guerrero)

El concepto de cambio climático por sí mismo no existe en la lengua tu'un savi pero puede verse reflejado en el acceso al agua, el cambio en la flora, la fauna y la fungi.

“Para tener agua casi todo el año compramos nuestra propia manguera, aunque los arroyos pueden llegar a secarse y es muy necesaria para la vida” (Fragmento del diálogo con Jacinto, campesino de Chilixtlahuaca, Guerrero).

“En el cerro encontramos quelites, ese no lo pagamos, se da sólo, hay todavía hongos, pero son muy pocos, solo en muy pocas ocasiones encontramos, hace años había bastante” (Fragmento del diálogo con Lucio, campesino de Chilixtlahuaca, Guerrero).

“Antes no había plagas, antes la gente sembraba y no le caía plaga a los frijoles” (Fragmento del diálogo con Alberto, campesino de Chilixtlahuaca, Guerrero).

Los pájaros son los que se comen la milpa, los zanates, y los *tikuití*, no sé cómo se llaman en español, arrancan la milpa, antes llegaban *xí'ivi* (pericos), había muchos antes. Se tenían que hacer *yunu yuu* (ondas), era obligatorio hacerlo para lanzarle piedras, y ahora ya no llegan, ya no se les escucha cantar, se acabaron con los incendios de los cerros, ya no vienen. (Fragmento del diálogo con Florencia, campesina de Chilixtlahuaca, Guerrero)

“sembramos en temporada de lluvias y aquí si llueve, aunque a veces se retrasa un poco, pero siempre llueve” (Fragmento del diálogo con Isidoro, campesino de Chilixtlahuaca, Guerrero).

Se reconoce como una necesidad la promoción de la economía local, así como la facilitación de la venta de productos agrícolas. Sin olvidar que el trueque sigue siendo una práctica viva, evidenciando la resistencia y adaptabilidad de las comunidades indígenas ante los desafíos de la capitalización.

... la piña, tengo huecos de siembra, pero no he trasplantado, cuando llegue la carretera pavimentada pienso sacarlas a la ciudad a vender, también tengo plátanos, esos aun no los renuevo, es un pendiente porque mis platanos ya están viejos, a veces vienen pobladores de Ku Ñu'ú y traen frijol, chilacayotas, ndityi nama y hacemos trueque, tengo limón agrio y limón dulce. (Fragmento del diálogo con Jacinto, campesino de Chilixtlahuaca, Guerrero)

La celebración es una forma de mantener viva la tradición, pero también de honrar el esfuerzo colectivo y la conexión con la Tierra:

“Es algo que podemos hacer por iniciativa propia, celebrar la milpa, celebramos a nosotros mismos por el trabajo, pero es decisión de cada uno” (Fragmento del diálogo con Jacinto, campesino de Chilixtlahuaca, Guerrero).

“Antes era una tradición que los curanderos que iban a rezar en la milpa, sacrificaban marranos, chivos, guajolotes, eso ya se dejó de hacer, era para tener buena cosecha” (Fragmento del diálogo con Alberto, campesino de Chilixtlahuaca, Guerrero).

La transición de métodos tradicionales de preparación de la tierra hacia el uso de productos químicos refleja un cambio hacia prácticas más rápidas pero potencialmente dañinas para el medio ambiente. Aunque el uso de químicos y maquinaria facilita el trabajo, hay una conciencia clara de los daños que estos pueden causar a la tierra, lo que genera un conflicto entre la necesidad de facilitar el trabajo y el deseo de preservar la salud del suelo:

Ese líquido no es bueno, si en la tierra se dan quelites de los que comemos y se usa, los quelites ya no crecen, antes había muchos quelites y por el uso de insecticidas se ha ido acabando, la tierra se entristece, no está acostumbrada. (Fragmento del diálogo con Jacinto, campesino de Chilixtlahuaca, Guerrero)

Antes aquí empezaban cortando maleza, y después quemábamos para terminar de limpiar el terreno y quemar la basura, pero ahora ya no quieren que se queme, ahora usamos líquido, antes cuando no había líquido usábamos la yunta, metían animales al terreno a trabajar, y ahora un día sembramos y tres días después lo rociamos con líquido, es lo que yo hago ... las personas son las que dejan esas prácticas, una vez use tractor en mi terreno y con líquido, si no tuviera el líquido, forzosamente tendría que usar la yunta con el toro, es diferente porque esas prácticas son muy cansadas, se sufre mucho, por eso dejaron de usar la yunta aunque sea mejor, el líquido daña la tierra, es veneno, no es bueno usarlo pero es menos pesado. (Fragmento del diálogo con Isidoro, campesino de Chilixtlahuaca, Guerrero)

“Casi ya no uso eso de arado ni máquina, nada más así, lo que no debo usar es ese líquido, pero lo estoy usando porque ahorita no hay trabajadores” (Fragmento del diálogo con Alberto, campesino de Chilixtlahuaca, Guerrero).

“Sabemos que el líquido no es bueno, pero nos lo entregan y lo ocupamos, solo lo uso una vez, después de la siembra, una vez que brota la milpa” (Fragmento del diálogo con Lucio, campesino de Chilixtlahuaca, Guerrero).

El cultivo tradicional, especialmente del maíz, sigue siendo un pilar fundamental de la identidad y subsistencia en el pueblo. Aunque los jóvenes exploren otras vías, la milpa permanece como una base esencial de la vida y la cultura. Sin embargo, esta práctica está disminuyendo. A pesar

de estos cambios, las generaciones mayores muestran una firme determinación por mantener viva la siembra, preservando así una tradición que conecta profundamente con sus raíces culturales.

En mi opinión es importante, porque comemos todos los días, ni los más jóvenes si más adelante se dedican a algo diferente a la siembra van a buscar la manera de sembrar, se van a esforzar y le van a echar ganas para volver a sembrar, así el maestro Beto, ellos sembraron esta temporada y su milpa ya está alta, el tiene un canal del río a su terreno, los cultivos tradicionales no se pueden olvidar, el maíz es la base de la alimentación de todos. (Fragmento del diálogo con Isidoro, campesino de Chilixtlahuaca, Guerrero)

“si, seguiremos sembrando hasta que ya no podamos, como dice la abuela: vamos a sembrar porque queremos comer” (Fragmento del diálogo con Josefa, campesina de Chilixtlahuaca, Guerrero).

No lo quiero dejar, me acostumbré a sembrar, si tengo milpa me siento bien, cuando crece y cosecho la mazorca me siento bien, si no tengo milpa me siento mal, decae mi ánimo, se que no tengo milpa. Mientras tenga milpa me sentiré bien, por eso sigo sembrando. (Fragmento del diálogo con Bartolo, campesino de Chilixtlahuaca, Guerrero)

Todos los agricultores indicaron que su producción es para autoconsumo, lo cual los clasifica como pequeños productores según la tabla 11.

Tabla 11. Categorías de productores de maíz según Ayala et al. (2019).

Tipo de Productor	Características	Destino de la Producción
Pequeños	No mecanizan las parcelas, lo que resulta en bajas cosechas. Siembran para el autoconsumo.	Autoconsumo
Medianos	Utilizan paquetes tecnológicos y destinan su producción a mercados locales.	Mercados locales
Grandes	Mecanizan y modernizan el cultivo. Representan cerca de la mitad de la producción del cereal, con rendimientos superiores a la media nacional. Su producción va a mercados regionales y nacionales.	Mercados regionales y nacionales

El concepto de ambiente abarca los recursos naturales e incluye elementos culturales, sociales y económicos. Comprender esta visión integral permite desarrollar estrategias más completas y efectivas para el modelo de permacultura y el diálogo de saberes hace posible identificar dichos elementos.

Los conocimientos tradicionales, transmitidos de generación en generación, reflejan una amplia sabiduría sobre las prácticas agrícolas y la preservación de los recursos naturales. Estas prácticas han sido clave para la adaptación a entornos desafiantes, como la escasez de agua, las sequías o la pérdida de cultivos. Sin embargo, en los últimos años, las condiciones climáticas han cambiado, especialmente en cuanto a los regímenes de lluvias, lo que ha dificultado la aplicación efectiva de los métodos tradicionales.

Entre las principales amenazas actuales se encuentran la escasez de agua, los incendios forestales, la industrialización, la presencia de especies animales invasoras, el uso de fertilizantes químicos, la erosión del suelo y la reducción del flujo de los arroyos. Estas condiciones no solo impactan directamente la capacidad productiva de la tierra, sino que también acentúan la precariedad de las comunidades rurales. El individualismo, que prioriza el bienestar personal sobre el colectivo, representa otro reto para las soluciones comunitarias y sostenibles.

En las comunidades Ñuu Savi, la falta de ingresos en los hogares ha incrementado los niveles de pobreza, afectando la nutrición y la salud de la población. La insuficiencia de recursos financieros está directamente relacionada con la insostenibilidad social, creando una brecha que dificulta el mantenimiento de una agricultura resiliente y sostenible. Los desafíos estructurales y las amenazas ambientales han exacerbado estas problemáticas, profundizando las vulnerabilidades de las familias y de los sistemas agrícolas tradicionales.

El diálogo de saberes revela que el maíz, el frijol, la calabaza, el chile y el café son cultivos fundamentales debido a su valor cultural, su importancia en la seguridad y soberanía alimentaria, y su presencia en la dieta local. Siendo la milpa el método de cultivo tradicional y base de la alimentación Ñuu Savi, juega un rol crucial en la dieta de Chilixtlahuaca.

A pesar de su importancia cultural y nutricional, enfrenta desafíos significativos como el abandono debido a la falta de recambio generacional, la degradación del suelo por prácticas inadecuadas, y el impacto negativo de los agroquímicos. Estos problemas, junto con la deforestación y el cambio climático, han disminuido la rentabilidad del cultivo. No obstante, la milpa sigue siendo esencial para la seguridad alimentaria por su versatilidad y capacidad de conservación a largo plazo.

Del comparativo de las prácticas de cultivo ancestral de comunidades indígenas y los principios de permacultura, se observa lo siguiente:

Las prácticas tradicionales indígenas y los principios de la permacultura comparten objetivos comunes relacionados con la sostenibilidad y el manejo responsable de los recursos naturales. La comparación evidencia que muchas prácticas agrícolas tradicionales no solo son compatibles con los principios de la permacultura, sino que las han inspirado.

Estas prácticas pueden ser integradas y adaptadas en diseños permaculturales modernos para enfrentar los retos ambientales actuales. Las concordancias identificadas se muestran en la tabla 12:

Tabla 12. Comparativo de Prácticas de Cultivo Ancestral y Principios de Permacultura.

Prácticas de cultivo ancestral de comunidades indígenas:	Principios de permacultura:
<p>Las comunidades indígenas han desarrollado a lo largo de milenios sistemas de cultivo adaptados a sus entornos locales y basados en un profundo conocimiento de la tierra, el clima, las plantas y los ciclos naturales. Estas prácticas suelen estar arraigadas en tradiciones ancestrales, transmitidas de generación en generación, y están estrechamente vinculadas a la cosmovisión y la relación espiritual con la naturaleza.</p> <p>Entre las prácticas de cultivo ancestral de comunidades indígenas se pueden mencionar el policultivo, la rotación de cultivos, el aprovechamiento de variedades locales y la gestión sostenible de los recursos naturales. Estas prácticas no solo buscan la producción de alimentos, sino también la preservación del equilibrio ecológico y la promoción de la biodiversidad.</p>	<p>La permacultura, es un enfoque de diseño para la creación de sistemas sostenibles que imitan los patrones y relaciones encontrados en la naturaleza. Se basa en una serie de principios éticos y de diseño que buscan la integración armónica de los seres humanos con el entorno natural, promoviendo la autosuficiencia, la resiliencia y la regeneración del ecosistema.</p> <p>Algunos de los principios fundamentales de la permacultura incluyen la observación cuidadosa y la interacción con la naturaleza, la obtención de rendimientos sostenibles, el diseño diversificado y multifuncional, y la utilización de recursos renovables y locales.</p>

Del apartado “Definición de cultivos de interés”, se presenta una caracterización general de los cultivos identificados en el diálogo de saberes y evaluados con los criterios de selección de cultivos de interés (tabla 5). Dado su valor cultural, su importancia en la identidad, en la seguridad y la soberanía alimentaria y su presencia en la dieta de los habitantes, se asume que estos cultivos serán indiscutiblemente parte de la definición de los cultivos de interés.

El **maíz** es un cultivo tradicional, base de la alimentación de los pueblos indígenas. Requiere un nivel de tecnología que varía entre media y tradicional para su producción. Aunque demanda grandes cantidades de agua, lo que puede desmotivar a quienes no tienen fácil acceso a recursos hídricos, en general, es un cultivo resistente al ataque de plagas y enfermedades, lo que lo

convierte en una opción atractiva para productores que son sensibles al riesgo. Además, al ser un grano que puede conservarse y almacenarse durante largos períodos, su manejo es práctico. La producción de maíz implica un esfuerzo físico moderado y constante, desde la preparación del terreno, siembra, cuidado, cosecha (corte de la mazorca), traslado, deshoje, secado, desgranado y clasificación (La Riva & Castillo, 2019). Este cultivo es fundamental para la alimentación de la población de Chilixtlahuaca, no solo por su capacidad para alimentar a muchas personas, sino también por su versatilidad en la cocina. El maíz es esencial para la seguridad alimentaria, ya que se consume directamente como grano y se utiliza en la elaboración de una amplia variedad de productos alimenticios como atole, tortillas, dulces y bebidas.

Sin embargo, a pesar de su valor económico, el cultivo de maíz se está volviendo cada vez menos rentable debido a diversos factores según Zamudio et al. (2023):

- El abandono parcial o total de parcelas se debe a la falta de recambio generacional, ya que el promedio de edad de los agricultores supera los 65 años y sus hijos o nietos se han orientado hacia otras actividades productivas.
- La degradación de los suelos, causada por prácticas agrícolas inadecuadas, limita el crecimiento sano y vigoroso de las raíces, agravado por el bajo uso de abonos orgánicos y la falta de encalado.
- El uso excesivo e irracional de agroquímicos, como herbicidas, insecticidas y fertilizantes minerales, ha provocado una pérdida de biodiversidad y un desequilibrio ecológico significativo. Esto ha dado lugar a un aumento de malezas resistentes, como pastos y teocintle, y ha facilitado la infestación de plagas y enfermedades.
- La deforestación y los efectos negativos del cambio climático han contribuido a un incremento en la frecuencia de eventos extremos, como heladas, granizo, vientos fuertes, sequías, lluvias torrenciales que erosionan el suelo en laderas y encharcamientos prolongados.
- La falta de recursos financieros impide la siembra de maíz, ya que no hay fondos suficientes para cubrir los costos de preparación del suelo, compra de semillas, adquisición de equipos agrícolas y otros insumos necesarios para el cultivo.
- El creciente uso de semillas transgénicas ha impactado negativamente a los pequeños productores locales. Promovidas por su supuesta resistencia a plagas y condiciones climáticas adversas, requieren el uso de agroquímicos específicos y suelen tener un costo elevado. Su introducción ha contribuido a la pérdida de biodiversidad y a la desaparición de variedades locales de maíz, fundamentales para la seguridad alimentaria y la conservación del patrimonio cultural de las comunidades rurales.

Estas afirmaciones de Zamudio et al. coinciden con lo señalado por los campesinos de Chilixtlahuaca, resultado del diálogo de saberes.

El grano de maíz es una fuente de almidón, vitaminas, fibra dietética, azúcares, proteínas, carbohidratos y minerales. Los cereales como el maíz representan una de las principales fuentes

de nutrientes y se han convertido en un componente esencial en la dieta humana (Ramos, 2013, como se citó en Zamudio et al., 2023).

La preservación de maíces nativos vinculados a culturas prehispánicas debe continuar con la transmisión de conocimientos de generación en generación. Esto se logra a través del diálogo de saberes entre el conocimiento científico y el tradicional (Zamudio et al., 2023).

Los maíces nativos son una herramienta eficaz contra el hambre, ya que conservan una rica diversidad genética fruto de la selección de granos. Su preservación y defensa constituyen una estrategia clave para combatir el hambre en el mundo. La nixtamalización es una valiosa contribución de los pueblos indígenas, siendo un proceso tradicional de preparación del maíz utilizado principalmente en América Latina. Consiste en cocer los granos de maíz con una solución alcalina, generalmente cal (hidróxido de calcio) disuelta en agua.

El maíz es nuestra herencia, ha sido nuestro sustento y es la base de la economía y de las prácticas culturales de los pueblos indígenas y campesinos de México. Las semillas pertenecen a la humanidad, son su herencia, por lo tanto, preservar el maíz es nuestro derecho y obligación. (Zamudio et al., 2023, p. 77)

El **frijol** es una fuente de proteínas, fibra y carbohidratos, tiene un índice glucémico bajo, lo que permite una liberación lenta de glucosa en el cuerpo, evitando picos de glucosa postprandial. También aporta una variedad de vitaminas y minerales esenciales. La combinación del frijol con el maíz ilustra cómo ciertos alimentos pueden complementarse para ofrecer un perfil nutricional más completo. Los avances en nutrigenómica han ayudado a entender mejor cómo el frijol y el maíz se complementan. El frijol aporta vitaminas y aminoácidos que no están presentes en el maíz, permitiendo la formación de proteínas vegetales completas. Se recomienda consumir maíz y frijol juntos, con una mayor proporción de frijol en relación con la tortilla, para mejorar el valor nutritivo de esta combinación tradicional y reducir el índice glucémico del maíz (Almaguer et al., s.f.).

Este cultivo transitorio se caracteriza por su crecimiento en forma de planta trepadora o enredadera. El sistema radicular del frijol es profundo y ramificado, lo que contribuye a la fijación de nitrógeno en el suelo. El fruto es una legumbre que contiene entre 4 y 10 semillas, las cuales varían en tamaño, forma y color, dando lugar a diversas variedades de frijol. En términos agrícolas, el frijol ofrece la capacidad de fijar nitrógeno atmosférico en el suelo, lo que mejora la fertilidad del suelo. Es ideal para la rotación de cultivos debido a su contribución a la calidad del suelo y la reducción de la necesidad de fertilizantes químicos.

Se utiliza en una variedad de platos, desde guisos hasta ensaladas y sopas. Además, algunas variedades se utilizan para la producción de aceites y harinas. Sin embargo, es importante monitorear el cultivo para prevenir plagas. La cosecha se realiza cuando las vainas están secas y las semillas han alcanzado la madurez, y debe hacerse con cuidado para evitar la pérdida de granos.

La **calabaza** se destaca por su bajo contenido calórico, alta presencia de agua, y buena cantidad de fibra, lo que lo convierte en un alimento saciante. Además, es rico en vitaminas A, E, y C, y

minerales como magnesio, calcio, potasio, fósforo, y hierro. También tiene propiedades diuréticas y ayuda a regular los niveles de glucosa en la sangre.

La flor de calabaza, por su parte, es rica en agua, baja en grasa, y destaca por su contenido en calcio y fósforo, lo que la hace ideal para etapas de crecimiento y para personas con osteoporosis. También contiene potasio, hierro, magnesio, y vitaminas A, B (B1, B2, B3), C, y ácido fólico.

Las pepitas de calabaza, con 21-25 gramos de proteínas por cada 100 gramos, superan a la mayoría de las carnes y pescados en contenido proteico, y se convierten en una fuente proteica completa cuando se combinan con maíz y frijol. Además, son ricas en fibra, vitamina E, ácidos grasos poliinsaturados, y una variedad de compuestos beneficiosos como fitoesteroles y antioxidantes, que les otorgan propiedades emolientes, antiinflamatorias, cardiovasculares, antioxidantes, y antiparasitarias (Almaguer et al., s.f.).

El **chile** es otra pieza clave en la dieta, destacándose por su contenido en potasio, hierro, magnesio, sodio, y vitaminas A y C. Su compuesto activo, la capsaicina se ha descubierto que es útil en el tratamiento contra el cáncer y ayuda a regular la acumulación de grasa en el cuerpo. Además, el chile favorece la asimilación de aminoácidos del maíz y el frijol (Almaguer et al., s.f.). No es un cultivo presente en la comunidad de Chilixtlahuaca, al menos no reportado por los agricultores con los que se estableció el diálogo de saberes, pero forma parte de su dieta por lo que es recomendable implementarlo entre los cultivos seleccionados.

El **café** tiene una gran importancia económica y social en Chilixtlahuaca. Al ser un cultivo permanente, es importante tener en cuenta que solo producen frutos de calidad los primeros 20 años. La renovación de las plantas es un proceso que requiere tiempo y esfuerzo físico, lo que representa un alto costo de oportunidad para los productores que decidan llevarlo a cabo. En términos de requerimientos hídricos, el café necesita una zona húmeda para crecer adecuadamente. Además, la cosecha es intensiva en mano de obra debido a que el cultivo se desarrolla en áreas montañosas, y las ramas del árbol presentan capullos tanto maduros como inmaduros, lo que exige una selección cuidadosa. Tras la cosecha, el café pasa por un proceso de producción artesanal antes de estar listo para la venta (La Riva & Castillo, 2019).

Algunos de los cultivos analizados son transitorios y otros son permanentes. Esto significa que cultivos como el maíz, frijol y calabaza completan ciclos agrícolas completos (desde la siembra hasta la cosecha), mientras que el café solo tiene ciclos de cosecha, ya que los árboles son permanentes (La Riva & Castillo, 2019).

Respecto al diseño del modelo de permacultura se espera que resulte en una mejora significativa en la sostenibilidad de la localidad de Chilixtlahuaca.

V.1 Aspectos fundamentales del diseño propuesto basado en permacultura

Resultado de este trabajo de investigación para lograr generar medios de vida sustentables en Chilixtlahuaca, se consideran aspectos fundamentales los siguientes:

En este modelo, destaca la inclusión de la milpa. Si bien la milpa cumple con el principio de diversidad de especies, no se alinea completamente con la visión de la permacultura, ya que esta última no propone un retorno a los sistemas agrícolas tradicionales basados en cosechas anuales y una total dependencia del trabajo humano. La permacultura, en cambio, se centra en un diseño del terreno que maximiza las ventajas mediante un uso equilibrado del trabajo humano, el establecimiento gradual de plantas perennes, el control de malezas con mulch, el aprovechamiento de recursos biológicos, la adopción de tecnologías alternativas que generen y ahorren energía, y el uso moderado de maquinaria adecuada (Mollison & Slay, 1999).

Sin embargo, dado que la milpa es fundamental para los agricultores de Chilixtlahuaca, no se puede concebir un modelo que excluya esta práctica, la cual es parte intrínseca de la identidad de los Ñuu Savi (y otros pueblos). La vida de los campesinos gira en torno al maíz, y la permacultura podría —y debería— ayudar a preservar esta tradición, facilitando su continuidad de manera más eficiente y sostenible.

El Banco Comunitario de Semillas es un componente esencial en este modelo de permacultura, diseñado para asegurar la disponibilidad de semillas nativas y productivas que utilizan los agricultores locales. Este banco servirá para la conservación de semillas en caso de catástrofes naturales o pérdida de cultivos y como un recurso para el fortalecimiento de la biodiversidad agrícola y la autosuficiencia.

Como componente clave dentro del modelo de permacultura, la inclusión de la yunta y el arado destaca especialmente en el principio “Uso de recursos biológicos más que hidrocarburos”, estos implementos tradicionales, al estar basados en la tracción animal, ofrecen una alternativa a la maquinaria agrícola moderna que depende de combustibles fósiles.

Finalmente, se presenta un diagrama de flujo (figura 45) para representar la estructura de este modelo de permacultura.

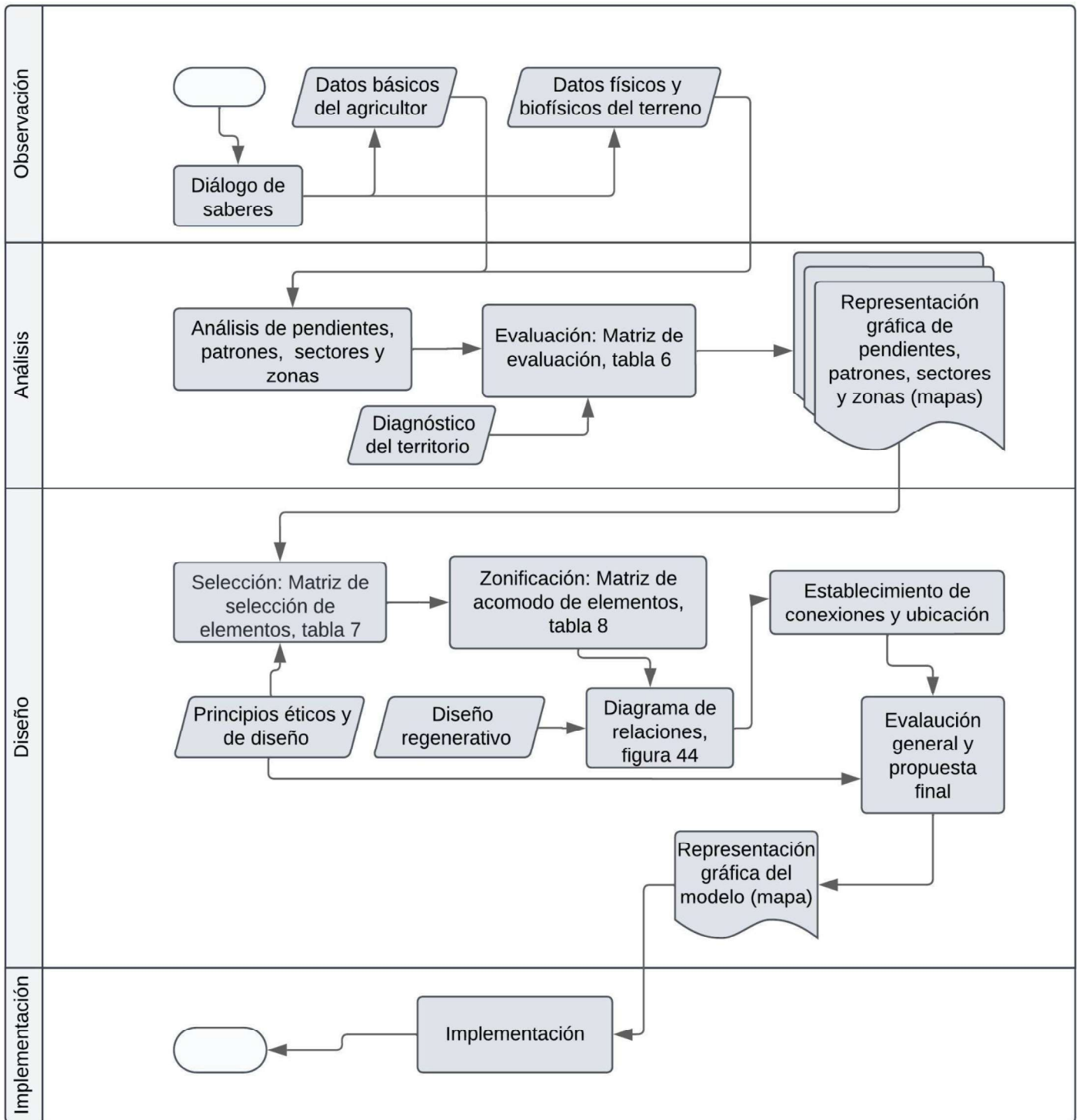


Figura 45. Modelo de permacultura.

VI Conclusiones

A través de la investigación, se ha comprobado que la permacultura es una herramienta eficaz para enfrentar la pérdida de cultivos tradicionales. Ofrece alternativas que promueven medios de vida sustentables y resilientes, que permitirán a los campesinos continuar con prácticas agrícolas como la milpa que forma parte de su identidad, sin poner en riesgo su seguridad y soberanía alimentaria. Esto es especialmente relevante para comunidades en situación de vulnerabilidad, como la de Chilixtlahuaca. Las comunidades indígenas son especialmente propensas a la adopción de esta práctica debido a su estilo de vida tradicional. Estos principios no solo favorecen la resiliencia y la autonomía de las comunidades, sino que también fomentan comunidades sostenibles al contribuir al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Además, destacan la importancia de la participación colectiva y el respeto por la cosmovisión y las prácticas locales.

Se analizaron tres casos de estudio sobre prácticas agrícolas sustentables en comunidades rurales de Chile. Este análisis proporcionó información valiosa que se adaptó al contexto de Chilixtlahuaca. Las prácticas demostraron cómo la integración de principios permaculturales puede mejorar significativamente la sostenibilidad ambiental y la calidad de vida en las comunidades rurales. Los casos en Chile sirvieron como ejemplos rectores, permitiendo identificar estrategias y tecnologías transferibles a comunidades con características similares.

A partir de estos hallazgos, se elaboró un modelo de permacultura específico para Chilixtlahuaca, diseñado para incorporar varios elementos de la permacultura como inductores de sustentabilidad, adaptándose a las necesidades particulares de los agricultores que deseen implementarlo. Este modelo valida las prácticas, conocimientos y tecnologías sostenibles existentes en la comunidad a través del diálogo de saberes. Actúa como una guía para el desarrollo local y como referente para comunidades vecinas que enfrentan desafíos similares, promoviendo la difusión y transferencia de conocimientos en un marco de respeto por las particularidades culturales y ambientales de las comunidades indígenas.

Referencias

- Acosta, G. R.L. (2015). *Permacultura y sostenibilidad agrícola: Una nueva forma de cultivar suelo, salud y alimentos*. Universidad de La Laguna.
- Alexandris Polomarkakis, K. (2020). *The European Pillar of Social Rights and the Quest for EU Social Sustainability*. *Social & Legal Studies*, 29(2), 183-200. <https://doi.org/10.1177/0964663919829199>
- Almaguer, G. J. A., García, Ramírez, H. J., Padilla Miraso, M., & González Ferral, M. (s.f.). *La dieta de la milpa: Modelo de alimentación mesoamericana biocompatible*. Secretaría de Salud.
- Altieri, M. A., & Nicholls, C. I. (2008). *Los impactos del cambio climático sobre las comunidades campesinas y de agricultores tradicionales y sus respuestas adaptativas*. *Agroecología*, 3, 7-28. Recuperado de <https://digitum.um.es/digitum/bitstream/10201/23824/1/95471-384811-1-PB.pdf>
- Altieri, M. A., & Nicholls, C. I. (2009). *Cambio climático y agricultura campesina: Impactos y respuestas adaptativas*. *LEISA Revista de Agroecología*, 24(4), 5-8. Recuperado de <https://leisa-al.org/web/revista/volumen-24-numero-04/cambio-climatico-y-agricultura-campesina-impactos-y-respuestas-adaptativas/>
- Armijos Arcos, F. M., Sáez Paguay, A. M., Beltrán Dávalos, A. A., & Figueroa Jara, N. L. (2023). *Perspectivas para la aplicación de la permacultura en los páramos altoandinos*. *LATAM Revista Latinoamericana De Ciencias Sociales Y Humanidades*,4(2), 5404–5419. <https://doi.org/10.56712/latam.v4i2.989>
- AtKisson, A. (1991). *Permaculture: Design For Living. An Interview With Bill Mollison*. Context Institute. Recuperado de: <https://www.context.org/iclib/ic28/mollison/>
- Ayala, J., Quirós, E., & Saravia, P. (2019). *Los maíces nativos en México: Alternativas para la generación de valor y desarrollo de oportunidades en el sector agroalimentario*. IICA.
- Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. (s. f.). *Región de los Lagos Chile Nuestro País*. Recuperado 23 de noviembre de 2023, de <https://www.bcn.cl/siit/nuestropais/nuestropais/region10/>
- Brawner, A. J. (2015). *Permaculture in the margins : realizing Central European regeneration*. *Journal of Political Ecology*, 22(1), 429–444. <https://doi.org/10.2458/v22i1.21117>
- Bustos R. C. I. (2023). *Permaculture simulator* (Memoria de título de licenciatura), Universidad de Chile. Chile.

- Caballero C., A., & Montes R., J. (Comps.).(1997). *Agricultura sostenible. Un acercamiento a la permacultura* (3.a ed.). Servicios Educativos y de Investigación Social, A.C. <https://es.slideshare.net/AugustoFAlvEs/agricultura-sostenible-un-acercamiento-a-la-permacultura>
- Caraway, R. T. (2018). *The spiritual dimensions of the permaculture movement in Cuba*. *Religions*, 9(11), 342. <https://doi.org/10.3390/rel9110342>
- Centeri, C., Saláta, D., Szilágyi, A., Orosz, G., Czóbel, S., Grónás, V., Gyulai, F., Kovács, E., Pető, Á., Skutai, J., Biró, Z., & Malatinszky, Á. (2021). *Selected good practices in the Hungarian agricultural heritage*. *Sustainability*, 13(12), 6676. <https://doi.org/10.3390/su13126676>
- Centro de Investigación en Ecosistemas de la Patagonia. (2007). *Informe final: evaluación de la capacidad de carga del Estuario Reloncaví, X Región. Proyecto FIP 2007–21*. Universidad Austral de Chile.
- Cline, W. R. (2007). *Global warming and agriculture: Impact estimates by country*. Center for Global Development, Washington, DC.
- Conabio. (1998). *La diversidad biológica de México: estudio de país 1998*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México
- Conabio. (2001) *Precipitación media anual* (Catálogo de metadatos geográficos). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México
- Concepcion, R., Esguerra, B. J., Mendigoria, C. H., Aquino, H., Alajas, O. J., Francisco, K., Montañez, J. J., Bandala, A., & Dadios, E. (2021). *Intelligent Permaculture: A Sustainable and Profitable Practice for Tropical and Maritime Climate Urban and Peri-urban Agricultural Ecosystems*. IEEE 13th International Conference on Humanoid, Nanotechnology, Information Technology, Communication and Control, Environment, and Management (HNICEM), 1–6. <https://doi.org/10.1109/HNICEM54116.2021.9732051>
- Corporación Nacional Forestal. (s. f.).*Los Lagos* . Recuperado 28 de noviembre de 2023, de <https://www.conaf.cl/conaf-en-regiones/los-lagos/>
- Cursos | ReGenera. (s. f.). *ReGenera*. <https://www.regenerapermacultura.org/copia-de-cursos-1>
- Diquit, J., & Palarca, H. (2021). *PERMACUL (SU + RE): Designing a Sustainable and Regenerative Agricultural Eco-park through Permaculture*. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 879(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/879/1/012034>
- Endémico. (2016, 26 de diciembre). *El arte de la permacultura en Chile*. Recuperado de <https://endemico.org/el-arte-de-la-permacultura-en-chile/>

- Epuran, G., Tescașiu, B., Tecău, A. S., Ivasciuc, I. S., & Candrea, A. N. (2021). *Permaculture and downshifting-sources of sustainable tourism development in rural areas*. *Sustainability*, 13(1), 230. <https://doi.org/10.3390/su13010230>
- Eschenhagen, M. L. (2021). *Colonialidad del saber en la educación ambiental: La necesidad de diálogos de saberes*. *Praxis & Saber*, 12(28), 56-69. <https://doi.org/10.19053/22160159.v12.n28.2021.11601>
- Fadaee, S. (2019). *The permaculture movement in India: a social movement with Southern characteristics*. *Social Movement Studies*, 18(6), 720–734. <https://doi.org/10.1080/14742837.2019.1628732>
- Felcis, E. (2021). *Agroecological practices as sustainable management of common natural resources: The case of latvian permaculture movement*. *Research for Rural Development*, 36, 15–20. <https://doi.org/10.22616/rrd.27.2021.002>
- Ferguson, R. S., & Lovell, S. T. (2014). *Permaculture for agroecology: Design, movement, practice, and worldview. A review*. *Agronomy for Sustainable Development* 34, 251–274. <https://doi.org/10.1007/s13593-013-0181-6>
- Fiebrig, I., Zikeli, S., Bach, S., & Gruber, S. (2020). *Perspectives on permaculture for commercial farming: aspirations and realities*. *Organic Agriculture*, 10(3), 379–394. <https://doi.org/10.1007/s13165-020-00281-8>
- Flores, J. J. M., & Buot, I. E. (2021). *The structure of permaculture landscapes in the Philippines*. *Biodiversitas*, 22(4), 2032–2044. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d220452>
- Foladori, G., & Tommasino, H. (2000). *El enfoque técnico y el enfoque social de la sustentabilidad*. *Revista Paranaense de Desenvolvimento- RPD*, 98, 67-75. <https://ipardes.emnuvens.com.br/revistaparanaense/article/view/253>
- Gavito, M. E., van der Wal, H., Aldasoro, E. M., Ayala-Orozco, B., Bullén, A. A., Cach-Pérez, M., Casas-Fernández, A., Fuentes, A., González-Esquivel, C., Jaramillo-López, P., Martínez, P., Masera-Cerruti, O., Pascual, F., Pérez-Salicrup, D. R., Robles, R., Ruiz-Mercado, I., & Villanueva, G. (2017). *Ecología, tecnología e innovación para la sustentabilidad: Retos y perspectivas en México*. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 88(Supl. dic), 150-160. <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2017.09.001>
- Giraud, E. (2021). *Urban Food Autonomy: The Flourishing of an Ethics of Care for Sustainability*. *Humanities*, 10(1), 48. <https://doi.org/10.3390/h10010048>
- Gobierno regional de Los Lagos. (s.f.). *Región de Los Lagos, información de la región - Provincia de Chiloé*. https://www.gorelосlagos.cl/region_lagos/provincia_chiloe.html

- Gomez, S. J. (2020). *La Permacultura en Colombia: Una aproximación por medio del descubrimiento*. [Proyecto aplicado]. Repositorio Institucional UNAD. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/38977>
- Gras, E. (2010). *Cosecha de Agua y Tierra: Diseño con Permacultura y Keyline*. México: COAS ediciones.
- Grimaldi, D. (2019). *Etnopolítica del espacio marítimo y el rol de la Identidad Territorial Lafkenche en la solicitud de espacios costeros marítimos para pueblos originarios*. Polis (Santiago), 18(52), 60-75. <https://dx.doi.org/10.32735/s0718-6568/2019-n52-1365>
- Habib, B., & Fadaee, S. (2022). *Permaculture: A Global Community of Practice*. Environmental Values, 31(4), 441–462. <https://doi.org/10.3197/096327121X16245253346611>
- Hemenway, T. (2009). *Gaia's Garden: A Guide to Home-Scale Permaculture*, 2nd Edition. Vermont, USA: Chelsea Green Publishing.
- Hinton, R. G. K., Macleod, C. J. A., Troldborg, M., Wanangwa, G., Kanjaye, M., Mbalame, E., Mleta, P., Harawa, K., Kumwenda, S., & Kalin, R. M. (2021). *Factors Influencing the Awareness and Adoption of Borehole-Garden Permaculture in Malawi : Lessons for the Promotion of Sustainable Practices*. Sustainability, 13(21), 12196. <https://doi.org/10.3390/su132112196>
- Holmgren, D. (2002a). *La esencia de la permacultura* [Resumen de los conceptos y principios extraídos del libro "Permacultura: Principios y senderos más allá de la sustentabilidad"]. Holmgren Design Services.
- Holmgren, D. (2002b). *Permaculture: Principles and pathways beyond sustainability*. Hepburn, Vic: Holmgren Design Services.
- Instituto de Desarrollo Agropecuario. (2017). *Semillas ancestrales para el futuro: El banco que levantó la productora chilota Cecilia*. <https://www.indap.gob.cl/noticias/semillas-ancestrales-para-el-futuro-el-banco-que-levanto-la-productora-chilota-cecilia>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2020). *Censo General de Población y Vivienda 2020*. INEGI. <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/>
- Jerónimo Porras, U. A. (2009). *La Importancia de las Tecnologías Alternas en el siglo XXI: el uso de la Permacultura en la Renovación del Campo Mexicano y las Zonas Urbanas (2007-2008)*. (Tesis de Licenciatura). Universidad Nacional Autónoma de México, México. Recuperado de <https://repositorio.unam.mx/contenidos/429615>
- Katzer, L., Álvarez Veinguer, A., Dietz, G., & Segovia, Y. (2022). *Puntos de partida. Etnografías colaborativas y comprometidas*. Tabula Rasa, 43, 11-28. <https://doi.org/10.25058/20112742.n43.01>

- Kennedy, D. (2016). *Blick zurück nach vorn: Wie die Permakultur nach Europa kam, und welche Rolle David Holmgren dabei spielte*. Oya. <https://oya-online.de/article/read/2479-.html#>
- Kolářová, M. (2020). *Climate Change and the Transition Movement in Eastern Europe: The Case of Czech Permaculture*. *Sociologický časopis*, 56(3), 363 – 386. <https://doi.org/10.13060/CSR.2020.022>
- Korn, L. (2015). *One-Straw Revolutionary: The philosophy and work of Masanobu Fukuoka*. Chelsea Green Publishing.
- Lapoutte, A. (2020). *The problem is the solution: Can permaculture management regenerate social economy enterprises?* *Annals of Public and Cooperative Economics*, 91(3), 479–492. <https://doi.org/10.1111/apce.12278>
- La Riva, D., & Castillo, D. (2019). *Selección de cultivos: Un análisis desde un enfoque de género al caso cusqueño (Informe final, PBMA1AR16-574)*. CIES. <https://cies.org.pe/investigacion/seleccion-de-cultivos-un-analisis-desde-un-enfoque-de-genero-al-caso-cusqueno/>
- Lélé, S. M. (1991). *Sustainable development: A critical review*. *World Development*, 19(6), 607–621. [https://doi.org/10.1016/0305-750X\(91\)90197-P](https://doi.org/10.1016/0305-750X(91)90197-P)
- Mackintosh, C. (2008). *Look mom, there's a farmer in our backyard*. The Permaculture Research Institute. <https://www.permaculturenews.org/2008/09/01/look-mom-theres-a-farmer-in-our-back-yard/>
- Massicotte, MJ., & Kelly-Bisson, C. (2019). *What's wrong with permaculture design courses? Brazilian lessons for agroecological movement-building in Canada*. *Agriculture and Human Values*, 36(3), 581–594. <https://doi.org/10.1007/s10460-018-9870-8>
- McCann, R. B., Spangler, K., Millison, & Andrew. (2021). *Life Paths to Leading Systems-Level Change: Higher Education's Pitfalls and Potential*. *Sustainability and Climate Change*, 14(4), 249 – 257. <https://doi.org/10.1089/scc.2021.0005>
- Millennium Ecosystem Assessment. (2005). *Ecosystems and human well-being: synthesis*. Washington, D.C: Island Press.
- Millner, N. (2016). *"The right to food is nature too": food justice and everyday environmental expertise in the Salvadoran permaculture movement*. *Local Environment*, 22(6), 764–783. <https://doi.org/10.1080/13549839.2016.1272560>
- Mollison, B., & Holmgren, D. (1978). *Permaculture one: A perennial agriculture for human settlements*. Tyalgum: Tagari.
- Mollison, B., & Slay, R. M. (1999). *Introducción a la permacultura*. Tagari.

- Mollison, B. & Holmgren, D. (1981). *Permaculture One: A Perennial Agriculture for Human Settlements*. Intl Tree Corps Inst USA.
- Morales Hernández, R. (2015). *Análisis regional de la marginación en el estado de Guerrero, México*. Papeles de población, 21(84), 251-274. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-74252015000200010&lng=es&tlng=es.
- Morel, K., Léger, F., & Ferguson, R. S. (2019). *Permaculture*. En *Encyclopedia of Ecology* (2da ed., Vol. 4, pp. 559–567). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409548-9.10598-6>
- Morton, J. F. (2007). *The impact of climate change on smallholder and subsistence agriculture*. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(50), 19680-19685. <https://doi.org/10.1073/pnas.0701855104>
- Naciones Unidas (2018), *La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe* (LC/G.2681-P/Rev.3), Santiago.
- Nieto, C. (2012). *La Permacultura en la gestión del agua: El caso de Can Valldaura*. Barcelona, España: Universidad Autónoma de Barcelona. Recuperado de https://ddd.uab.cat/pub/trerecpro/2012/hdl_2072_205657/PFC_ClaudiaNietoMaso.pdf
- Oficina de Estudios y Políticas Agrarias. (2019). *Informe final: Valorización de la brea (Tessaria absinthioides) proveniente de la Región de Atacama como materia prima para la elaboración de productos comerciales (Código BIP 30486479-FIC Atacama 2016)*. Universidad de Concepción. Chile <https://goreatacama.gob.cl/wp-content/uploads/Universidad-de-Concepcion-Valorizacion-de-la-brea.pdf>
- Oficina de Estudios y Políticas Agrarias & Instituto Nacional de Estadísticas. (s.f.). *Atlas rural de Chile - Macrozona Zona Sur: Isla Grande de Chiloé y Calbuco*. https://geoarchivos.ine.cl/Files/ATLAS_RURAL/22_Isla_Grande_de_Chiloe_y_Calbuco.pdf
- Organización Panamericana de la Salud. (2022). *Metodología de los diálogos de saberes*. Washington, D.C. https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/55670/9789275324707_spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Ortiz Palafox, K. H. (2019). *Sustentabilidad global: Principios y acuerdos internacionales*. *Revista de Ciencias Sociales* (Ve), 25(4), 75-86. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=28062322006>
- Paño Yáñez, P. (2021). *Viabilidad de la economía circular en países no industrializados y su ajuste a una propuesta de economías transformadoras. Un acercamiento al escenario latinoamericano*. CIRIEC-España *Revista de Economía Pública, Social y Cooperativa*, 101, 289–323. <https://doi.org/10.7203/CIRIEC-E.101.15979>

- Permaculture Research Institute. (2017). *Worldwide permaculture projects*.
<https://permacultureglobal.org/projects>
- Permaculture Research Institute. (s.f.). *What is the Permaculture Research Institute?*,
<https://www.permaculturenews.org/permaculture-research-institute/what-is-the-permaculture-research-institute/>
- Rocha, R.S.S. (2022). *Degrowth in Practice : Developing an Ecological Habitus within Permaculture Entrepreneurship*. *Sustainability*, 14(14), 8938.
<https://doi.org/10.3390/su14148938>
- Salas, M. (2013). *Los Sabores y las Voces de la Tierra: Visualizando la Soberanía Alimentaria en los Andes, Capítulo 7*. Bolivia y Perú. <https://www.iiied.org/es/g03611>
- Sansores Molina, C. (2018). *Principios de permacultura y de calidad del agua aplicados al uso eficiente del agua para riego en comunidades pequeñas*. (Trabajo de grado de especialización). Universidad Nacional Autónoma de México, México. Recuperado de <https://repositorio.unam.mx/contenidos/439190>
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2019). *Manifestación de impacto ambiental en su modalidad regional: Camino: Igualapa – Chilixtlahuaca – Alacatlalzala tramo: del km. 46+500 al km. 56+500, en el Municipio de Metlatónoc, en el Estado de Guerrero*. Guerrero.
- Sepúlveda Grisales, P. A. (2023) *Sustentabilidad y ambiente en los planes de estudio de la Universidad Nacional Autónoma de México*. (Tesis de maestría). Universidad Nacional Autónoma de México, México. Recuperado de <https://hdl.handle.net/20.500.14330/TES01000849380>
- Seremi de Agricultura de Los Lagos. (2020, octubre 20). *Agroturismo Isla Llanchid* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=WxJ8jq7RExw>
- Skrzypczyński, R., Dołzbłasz, S., Janc, K., & Raczyk, A. (2021). *Beyond Supporting Access to Land in Socio-Technical Transitions . How Polish Grassroots Initiatives Help Farmers and New Entrants in Transitioning to Sustainable Models of Agriculture*. *Land* 2021, 10(2), 214.
<https://doi.org/https://doi.org/10.3390/land10020214>
- Solow, R. M. (2019). *Sustainability: An Economist's Perspective*. En R. Stavins. (Ed.), *Economics of the environment* (pp. 179–187). Edward Elgar Publishing.
- Spangler, K., McCann, R. B., & Ferguson, R. S. (2021). *(Re-)defining permaculture: Perspectives of permaculture teachers and practitioners across the united states*. *Sustainability (Switzerland)*, 13(10), 1–12. <https://doi.org/10.3390/su13105413>

- Thiesen, T., Bhat, M. G., Liu, H., & Rovira, Ro. (2022). *An Ecosystem Service Approach to Assessing Agro-Ecosystems in Urban Landscapes*. *Land*, 11(4), 469. <https://doi.org/10.3390/land11040469>
- Toledo, V. M. (2015). *¿De qué hablamos cuando hablamos de sustentabilidad? Una propuesta ecológico política*. *INTER DISCIPLINA*, 3(7), 35-55. <https://doi.org/10.22201/ceiich.24485705e.2015.7.52383>
- Tovbych, V., Herych, K., & Vatamaniuk, N. (2021). *Landscape component of permaculture as a way to create video-ecological socially-oriented architecture (on the example of Chernivtsi region, Ukraine)*. *Landscape Architecture and Art*, 19(19), 52–60. <https://doi.org/10.22616/j.landarchart.2021.19.05>
- Tyrtania, L. (2009). *Evolución y sociedad: Termodinámica de la supervivencia para una sociedad a escala humana*. Universidad Autónoma Metropolitana, Iztapalapa.
- Ulbrich, R., & Pahl-Wostl, C. (2019). *The German Permaculture Community from a Community of Practice Perspective*. *Sustainability*, 11(5): 1241. <https://doi.org/10.3390/su11051241>
- Villacís Guamán, M. J. (2023). *Diseño de una granja urbana para la producción de hortalizas usando principios de permacultura*. (Trabajo de grado de Licenciatura). Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Ecuador. Recuperado de <https://repositorio.puce.edu.ec/handle/123456789/7126>
- World Commission on Environment and Development. (1987). *Our Common Future*. Oxford University Press. <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf>
- Zamudio, G. B., Soria, R. J., Sotelo, R. E., Inurreta, A. H. D., de la O Olán, M., Bahena, J. F., González, A. M., Cárdenas, M. A. L., Saravia, T. P., Martínez, G. A., Tadeo, R. M., & Espinosa, C. A. (2023). *Tecnología racional y rentable para la producción de maíz en el Estado de México*. Zinacantepec, Estado de México.