



ALTERNATIVAS VIABLES PARA LA PROVISIÓN DE SERVICIOS BÁSICOS EN ÁREAS PERIURBANAS: LECCIONES DESDE XOCHIMILCO, CIUDAD DE MÉXICO



Eduardo López Ramírez, Daniel Murillo Licea,
José Luis Martínez Ruiz y Pablo Chávez Hernández

**ALTERNATIVAS VIABLES PARA LA PROVISIÓN
DE SERVICIOS BÁSICOS EN ÁREAS
PERIURBANAS:
LECCIONES DESDE XOCHIMILCO, CIUDAD DE MÉXICO**

Eduardo López Ramírez, Daniel Murillo Licea,
José Luis Martínez Ruiz y Pablo Chávez Hernández



363.61725 López Ramírez, Eduardo.
L24 Alternativas viables para la provisión de servicios básicos en áreas
periurbanas: lecciones desde Xochimilco / Eduardo López Ramírez,
Daniel Murillo Licea, José Luis Martínez Ruiz y Pablo I. Chávez
Hernández. Progreso, Jiutepec, Morelos. : Instituto Mexicano de
Tecnología del Agua, ©2015.
226 p.

ISBN 978-607-9368-32-6

1. Abastecimiento de agua 2. Saneamiento básico 3. Estudios de viabili-
dad 4. Zonas periurbanas

Coordinación editorial:
Instituto Mexicano de Tecnología del Agua

Coordinación de Comunicación,
Participación e Información.

Subcoordinación de Vinculación, Comercialización
y Servicios Editoriales.

Primera edición: 2015

Diseño editorial:
Oscar Alonso Barrón

Foto de portada:
Cortesía de José Luis Martínez Ruiz

D.R. © Instituto Mexicano de Tecnología del Agua
Paseo Cuauhnáhuac 8532
62550 Progreso, Jiutepec, Morelos
MÉXICO
www.imta.gob.mx

ISBN 978-607-9368-32-6

Impreso en México – Printed in Mexico

**ALTERNATIVAS VIABLES PARA LA PROVISIÓN
DE SERVICIOS BÁSICOS EN ÁREAS
PERIURBANAS:
LECCIONES DESDE XOCHIMILCO, CIUDAD DE MÉXICO**

Eduardo López Ramírez, Daniel Murillo Licea,
José Luis Martínez Ruiz y Pablo Chávez Hernández

2015

INTRODUCCIÓN	9
1 AGUA POTABLE, SANEAMIENTO Y RESIDUOS SÓLIDOS EN EL CONTEXTO DEL CRECIMIENTO DEMOGRÁFICO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	17
1.1. El crecimiento demográfico de la Ciudad de México	17
1.2. Algunas implicaciones de la expansión urbana en la Ciudad de México	22
1.2.1. Suelo de conservación	22
1.2.2. Dinámica hidrológica	23
1.2.3. Abasto de agua potable	25
1.2.4. Drenaje y desalojo de aguas residuales	27
1.2.5. Residuos sólidos	30
2 XOCHIMILCO: LA URBANIZACIÓN ACELERADA DE UN ESPACIO RURAL	33
2.1. Situación sociodemográfica	33
2.2. Características socioeconómicas	39
2.2.1. Actividades económicas y turísticas	42
2.2.2. Actividades agrícolas	45
2.3. Urbanización y servicios básicos en Xochimilco	48
2.3.1. Agua potable	52
2.3.2. Agua residual y saneamiento	57
2.3.3. Manejo de los residuos sólidos	61
2.4. Repercusiones socioambientales del crecimiento urbano en Xochimilco	62
2.5. Definiendo el área de estudio del proyecto <i>Vivace</i>	69
3 LA IMPORTANCIA DE LA PARTICIPACIÓN SOCIAL	73
3.1. Orígenes, fundamentos y características de las metodologías participativas	75

3.2. Principios metodológicos de la investigación participativa	76
3.3. Los enfoques participativos en la investigación académica, organizaciones civiles y acción gubernamental	79
3.4. Recuento de algunos métodos participativos	82
3.4.1. Apreciación-Influencia-Control (A-I-C): un proceso de autogestión	85
3.4.2. Proceso de consulta: un enfoque regional que fortalece la asociación	86
3.4.3. Búsqueda del futuro: conferencia de creación de consenso para el diseño de proyectos	88
3.4.4. Marco Lógico (LFA): un enfoque estructurado para la planeación de proyectos	89
3.4.5. Investigación-Acción Participativa (IAP o PAR)	91
3.4.6. Evaluación Rural Participativa (PRA): enfoque de Participación Comunitaria	92
3.4.7. Método de Análisis de los Interesados: un enfoque estructurado de grupo	93
3.4.8. Metodología participativa en educación sanitaria. Una adaptación del PHAST para comunidades rurales andinas del Perú	95
4. LA PARTICIPACIÓN SOCIAL EN EL PROYECTO <i>Vivace</i>	99
4.1. Prácticas y situación en la zona de estudio	101
4.2. Taller participativo para delinear conceptos innovadores: creando futuros viables	109
4.3. Síntesis y adecuación de escenarios	127
4.4. Consulta a actores sociales sobre los escenarios y conceptos	129
4.5. Visiones generales y perspectivas sobre los escenarios planteados para Xochimilco	131
4.6. Posibles soluciones técnicas	140
5. DE LOS ESCENARIOS A LA REALIDAD: ESTUDIO DE FACTIBILIDAD SOCIOTÉCNICA DEL PROYECTO <i>Vivace</i>	149
5.1. Selección de pequeñas áreas para el estudio de factibilidad detallado	150

5.2. Propuestas generales para los barrios La Conchita y San Martín Caballero	156
5.3. Estudio de factibilidad de sistemas tecnológicos para las áreas de estudio	166
5.3.1. Sistema propuesto: captación de agua de lluvia con sistema tUVo	166
5.3.2. Presas de gavión (tecnología para la recarga de acuíferos)	170
5.3.3. Sistema colectivo de captación de agua de lluvia	173
5.3.4. Sistema Ecosan o baños secos	176
5.3.5. Biofiltros	180
5.3.6. Humedales construidos	183
5.3.7. Biostar	185
5.3.8. Construcción de jardines locales	186
5.3.9. Biodigestor (planta de biogás)	188
5.3.10. Vermicomposta	191
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	209
6.1. La zona de estudio. Un ejemplo de la problemática en las áreas periurbanas de México	211
6.2. La experiencia de <i>Vivace</i>	212
6.3. Algunas recomendaciones para las áreas periurbanas	214
7. BIBLIOGRAFÍA	221

El crecimiento acelerado de las grandes ciudades trae consigo el surgimiento de asentamientos humanos –generalmente en las periferias– que requieren ser dotados con servicios básicos. Las precarias condiciones en las que estos asentamientos han surgido forman áreas periurbanas, en donde la introducción de los servicios se hace difícil por las condiciones de dispersión, irregularidad en los terrenos en los que se asientan o límites en la infraestructura ya existente, particularmente de energía eléctrica, agua potable y drenaje.

Si bien muchos de los problemas de abasto de estos servicios se resolverían con la ampliación de la infraestructura correspondiente a dichos servicios, también es cierto que algunos gobiernos no las pueden realizar por el alto costo económico que ello significa, o bien, porque la fuente de abasto resulta insuficiente (en el caso de agua potable), ya que no existen condiciones para canalizar y tratar adecuadamente los desechos (en el caso del drenaje y basura) y porque su construcción implica fuertes impactos ambientales (el caso de líneas de energía eléctrica), entre otros muchos factores.

Ante este escenario, es primordial resolver la situación de los servicios básicos para la salud y la sobrevivencia de la población asentada en las áreas periurbanas, particularmente del agua potable y el drenaje (y/o saneamiento). Las llamadas tecnologías no convencionales como sistemas de captación de agua de lluvia, sanitarios secos, biofiltros para el tratamiento de aguas grises, humedales artificiales, composta, vermicomposta o plantas generadoras de gas a partir de desechos humanos o animales, son sólo algunas de las opciones tecnológicas que pueden mejorar las condiciones de

vida de los habitantes de las áreas periurbanas. Tienen, además, bajos costos de operación y mantenimiento, son compatibles con el entorno ambiental, permiten el reúso del agua y los nutrientes, y tienen un impacto positivo en la salud de las personas.

Sin embargo, aun cuando la eficiencia de estas tecnologías está probada, se requiere un intenso trabajo con los usuarios potenciales o futuros para fomentar el cambio de hábitos y garantizar el compromiso de operar y mantener esas tecnologías, mejorando así su sostenibilidad y funcionalidad. Lograr este trabajo significa establecer un proceso de transferencia tecnológica (es decir, un proceso centrado en la tecnología) que necesariamente debe modificarse para lograr la adopción social de las mismas (un proceso centrado en el destinatario de la tecnología y promoviendo la participación social), pero requiere también una reorientación en la política gubernamental.

Desde esta perspectiva, y en el marco de colaboración internacional entre la Unión Europea y el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), se desarrolló el proyecto multianual de investigación *Vivace* (acrónimo de Vital and Viable Services for Natural Resources Management in Latin America; es decir, Servicios Viables y Vitales para el Manejo de Recursos Naturales en América Latina), con el objetivo de integrar varios factores que permitan encontrar soluciones viables a necesidades vitales en las áreas periurbanas, ya que la viabilidad tecnológica, el mejoramiento de las prácticas sociales, la búsqueda de la participación social, la recuperación de nutrientes y el mejoramiento de las condiciones ambientales van de la mano para garantizar la eficiencia de estas tecnologías y encontrar soluciones a requisitos de servicios básicos en áreas periurbanas.

Partiendo de análisis detallados de los problemas de agua potable, saneamiento, manejo de residuos sólidos orgánicos y sus vínculos con actividades agrícolas, se plantea la posibilidad de reúso: *Vivace* explora las posibilidades y el potencial de aplicación de conceptos innovadores para integrar el agua y el manejo de residuos, centrándose en los residuos orgánicos.

Para tal fin, se realizaron dos estudios comparativos: uno en la zona periurbana de Xochimilco, Distrito Federal, México, y otro en la municipalidad de El Tigre, Buenos Aires, Argentina. Tomar en cuenta estas dos ciudades para desarrollar una investigación en los campos mencionados encuentra su justificación ya que el Distrito Federal y Buenos Aires son dos de las diez ciudades de Latinoamérica con gran expansión de su mancha urbana. En ambos casos se presenta el control centralizado del sector agua, desde, al menos, la década de los años ochenta, en México, y en los años noventa, para el caso de Argentina. En ambos, también encontramos que la zona periurbana permite un enlace entre zonas rurales o de conservación ecológica con un centro urbano de población. En el caso de México, un ejemplo de ello es la delegación Xochimilco y, en Argentina, la región de El Tigre.

Pese a estas similitudes, los casos de estudio también presentan diferencias notables. Una de ellas es la ubicación geográfica, ya que mientras el Distrito Federal se encuentra a casi una altura de 2 300 metros sobre el nivel del mar, Buenos Aires se encuentra a nivel del mar, situado a la orilla del Río de la Plata. Mientras el Distrito Federal requiere de extraer agua subterránea e importar agua de otras cuencas para tener agua potable, en el caso de Buenos Aires se toma del propio río de la Plata. Ambos entornos tienen desgaste de sus recursos naturales y problemas de contaminación. Debido a estas similitudes y diferencias, ambas ciudades pueden ser consideradas como representativas para la situación de una gran parte de América Latina, por lo que un punto de partida es que se podrían aplicar las soluciones encontradas en este proyecto a otras situaciones similares en ciudades de la región. El objetivo primordial de este proyecto llevado a cabo en Xochimilco, en la Ciudad de México, fue lograr la innovación técnica de conceptos y herramientas analíticas para la toma de decisiones y gestión de los servicios de agua potable, saneamiento, manejo de residuos sólidos y agricultura.

El enfoque metodológico de *Vivace* se centra en el análisis de diferentes técnicas y conceptos, así como en la convergencia de aspectos técnicos

sustentados en la participación social y la toma de decisiones. Así, el proyecto rescata la importancia del conocimiento y prácticas locales, busca reorientar las actividades económicas vinculadas con el agua y fomenta mejoras importantes en el entorno ambiental de las zonas de estudio.

El enfoque metodológico de *Vivace* está basado en dos pilares conceptuales: la innovación de las tecnologías para los servicios vitales y viables, y la integración de enfoques analíticos y herramientas para las decisiones que contribuyan a mejorar las condiciones de abasto de agua potable y saneamiento en las áreas periurbanas. Por tal razón, el proyecto *Vivace* se basa en el análisis de las prácticas de manejo de recursos naturales existentes y en el desarrollo económico de las zonas de estudio.

Las demandas de servicios únicos y soluciones homogéneas para los hogares pobres muy a menudo no pueden satisfacerse debido a factores topográficos, culturales, sociales y económicos. Por ello, los sistemas de agua y saneamiento (y de servicios, en general) deberían ser innovadores y tomar en cuenta las circunstancias locales, en lugar de buscar una solución homogénea a través de sistemas centralizados, como única opción viable. Es importante evaluar tanto los costos como el tipo de tecnología que será introducida y utilizada en zonas periurbanas, tomando en cuenta, además, las estrategias de uso de los pobladores, llamadas en algunas ocasiones “prácticas informales”.

Las zonas periurbanas, además, tienen un aspecto ilegal: muchas viviendas han sido edificadas en terrenos no aptos, en zonas de conservación y, en el caso de Xochimilco, sobre la tecnología prehispánica denominada “chinampa”. En dichas zonas, las soluciones centralizadas y homogéneas no funcionan como deberían comenzando porque, al tratarse de asentamientos irregulares, los servicios no pueden ser proporcionados por las autoridades competentes.

Tomando en cuenta el primer pilar conceptual de *Vivace*, las formas homogéneas y centralizadas actuales para el abastecimiento de agua,

saneamiento y la gestión de residuos sólidos no son capaces de ofrecer soluciones viables a zonas periurbanas por sí solas, y con una aplicación mecánica como única solución viable a otorgar servicios de esta índole.

Se necesitan conceptos novedosos para analizar y mejorar la situación en esas zonas, mirándolos desde un punto de vista holístico y buscando nuevas soluciones: en lugar de abordar cada servicio por separado, como tradicionalmente suele hacerse, esta innovación conceptual ayuda a descubrir conexiones y soluciones complementarias. Varias de estas soluciones pueden encontrarse en ámbito local, reutilizando las aguas negras de una vivienda o conjunto de viviendas, en lugar de enviarlas a través de distancias mayores, a redes centralizadas de desagüe y a plantas de tratamiento. Lo mismo ocurre con el abastecimiento de agua. Sin embargo, este tipo de sistemas descentralizados también contrae retos y problemas, según las condiciones locales en las que se apliquen: el conocimiento de las condiciones particulares de la zona de estudio, las prácticas asociadas, la opinión y visión de los pobladores y la opinión de expertos es de suma importancia para contar con soluciones técnico-sociales verdaderamente viables.

Esto nos lleva al segundo pilar conceptual de Vivace, es decir, los enfoques analíticos integrados y herramientas para la toma de decisiones en una interacción con varios actores sociales involucrados. Para ello no basta con encontrar soluciones que puedan aplicarse en la zona de estudio, sino a encontrar soluciones que verdaderamente puedan y sean factibles de aplicarse para resolver problemas concretos. Sin embargo, ello tampoco sería posible si no se reconoce la percepción de los actores sociales que actúan en la zona, desde pobladores hasta representantes de instituciones involucradas. Es decir, hay criterios relevantes derivados de juicios de valor, basados en percepciones, que se deben tomar en cuenta para encontrar visiones compartidas y soluciones integrales que puedan derivarse de preferencias sociales y con motivaciones culturales y políticas.

Estas motivaciones son importantes porque ayudan a definir soluciones factibles, a tomar rumbo de acciones definidas y a encontrar dimensiones más allá de las simples decisiones políticas, la inercia o los costos económicos. En estas decisiones y soluciones no basta con la continuación de enfoques de política de arriba hacia abajo, sino que se obliga a tomar en cuenta también el enfoque de abajo hacia arriba para encontrar puntos de encuentro o puntos medios que definan soluciones verdaderamente viables, introduciendo, además, las expectativas de los pobladores y sus visiones a futuro: en *Vivace* una acción importante es conocer la visión que tienen los actores sociales para su futuro y definir, junto con ellos, las posibles vías de solución mediante la creación de escenarios, de posibilidades.

Pero el proyecto no se detiene en la sola percepción de los actores sociales involucrados o en sus juicios de valor, visiones a futuro y opciones de solución a los problemas enfrentados. Necesariamente, hay que tomar en cuenta la dimensión técnica y ambiental y confrontar ambas visiones (técnica y percepción) para obtener soluciones integrales que incluyan aspectos sociales, culturales, económicos, políticos y ambientales. Por ello, el proyecto *Vivace* también toma, como piedra de toque, un estudio de factibilidad técnica de tecnologías que pudieran solucionar problemas ambientales en la zona de estudio.

Sobre la base de las opciones técnicamente viables identificadas en el estudio de factibilidad en Xochimilco, es que se enumeran las recomendaciones a seguir para el área de estudio, aunque muchas de éstas también integren posibles soluciones a otras áreas periurbanas de América Latina. Estas recomendaciones se orientan a permitir que tanto actores como tomadores de decisiones puedan enfrentar el reto, a menudo contradictorio, de la planificación integrada de los recursos sin poner en riesgo los recursos naturales de las generaciones futuras.

De esta forma, el proyecto *Vivace* cumple su ciclo al recopilar el trabajo realizado estos años, con sus resultados, en un documento publicable: el que

se presenta ahora frente al lector. El libro se estructura de la siguiente forma: en primer lugar, una explicación de la situación del agua, del saneamiento y de servicios básicos en el contexto sociodemográfico de la ciudad de México, seguido de un enfoque hacia la delegación de Xochimilco, apuntando hacia el área de estudio; en el siguiente capítulo se aborda el enfoque de participación social, imprescindible para proyectos como *Vivace* y se revisan algunas metodologías orientadas a lograr la participación social, para después escoger algunas de ellas y aplicarlas directamente en el proyecto mediante talleres de creación de escenarios y consulta con expertos sobre los propios escenarios y las tecnologías propuestas para resolver problemas específicos.

En el siguiente capítulo se trata, en especial, de la creación de escenarios para Xochimilco, basándose en la percepción, visión a futuro y solución a principales problemas ambientales de los pobladores y actores sociales involucrados. Una vez, contando ya con la percepción social, el siguiente capítulo aborda el estudio de factibilidad técnica, en donde se exploran las opciones tecnológicas viables según las condiciones propias de la zona de estudio, aplicándolas en dos zonas más pequeñas dentro de Xochimilco, pero representativas de un área mayor de la delegación referida, como se incluye en la explicación de la extrapolación de estos llamados “conceptos innovadores”. El último capítulo es un recuento de conclusiones y recomendaciones para futuras políticas públicas que sean definidas, diseñadas y aplicadas en Xochimilco.

La presente obra contiene el caso desarrollado para México; es decir, en Xochimilco, y se centra en el desarrollo de la investigación y sus hallazgos, sin entrar en comparaciones con el caso de Argentina, ya que sería tema de otro libro.

Resta, tan sólo, agradecer a los participantes del proyecto *Vivace*: Markus Starkl, coordinador del proyecto ante la Unión Europea, así como a los colaboradores del proyecto para el caso mexicano: Gemma Millán Malo, Roberto Romero Pérez, Denise Soares Moraes, Ricardo Víctor López Mera,

Tiemen Nanninga, Iemke Bisschops y Nelly Libeyre. También queremos agradecer a los colegas argentinos Florencia Almansi, Gustavo Pandiella y Óscar Natale, ya que en los talleres de intercambio y presentación de información sus comentarios resultaron muy interesantes y útiles para efectuar ajustes y continuar con un criterio de comparación entre ambos casos.

Eduardo López*, Daniel Murillo**, José Luis Martínez* y Pablo Chávez*.

Marzo del 2015.

*Instituto Mexicano de Tecnología del Agua

** Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social

Agua potable, saneamiento y residuos sólidos en el contexto del crecimiento demográfico de la Ciudad de México

1.1. El crecimiento demográfico de la Ciudad de México

La Ciudad de México es una de las más pobladas del mundo. Para el año 2013 ocupaba el tercer lugar mundial, de acuerdo con los datos proporcionados por la Organización de las Naciones Unidas (ONU).¹ Dado que es el centro urbano más grande del país, en él se concentran las actividades políticas, académicas, económicas, financieras, empresariales y culturales.

Con apenas una superficie de 1 495 kilómetros cuadrados, la Ciudad de México alberga una población de 8.8 millones de habitantes, en las 16 delegaciones que la conforman. No obstante, aquí resulta pertinente hacer una aclaración. El 2 de diciembre de 2005, los gobiernos del Distrito Federal (DF) y del Estado de México definieron oficialmente el establecimiento de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM),² la cual está conformada por las 16 delegaciones del Distrito Federal (o Ciudad de México), 59 municipios conurbados del Estado de México y uno del estado

1 Ver el libro: *World Urbanization Prospects*, 2014, ONU, en <http://esa.un.org/unpd/wup/Highlights/WUP2014-Highlights.pdf>.

2 Véase: *Gaceta Oficial del Gobierno del DF*, 2 de diciembre de 2005.

de Hidalgo. En la ZMVM habitan alrededor de 21 millones de habitantes, lo que la convierte en la tercera aglomeración urbana más grande del mundo y en la más grande del continente americano.

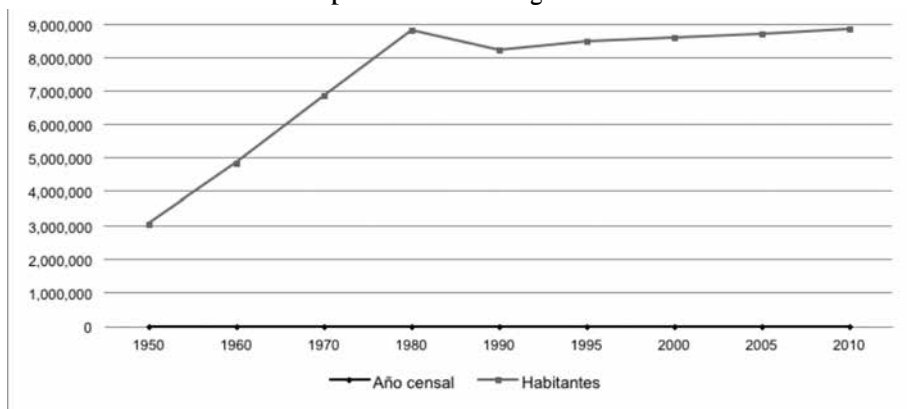
La conformación de la ZMVM ha sido el resultado del intenso crecimiento demográfico y del acelerado poblamiento de su territorio. Dado que la ZMVM es la concentración industrial, comercial y financiera más importante del país, en ella se asienta alrededor del 19% de la población nacional. Dicha concentración es producto de un proceso histórico, por el cual la ZMVM experimenta hoy límites importantes a su desarrollo.

De acuerdo con los resultados del XII Censo General de Población y Vivienda, la población total del DF para el año 2010 era de 8 851 080 de habitantes, que lo ubica como la segunda entidad federativa más poblada del país, con una participación del 8.8%, sólo por debajo del Estado de México, cuya población de 15.1 millones representa el 13.4 % de la población nacional.

El crecimiento de la Ciudad de México inició de manera acelerada a partir de la década de los años cincuenta. En estos años apenas se registraba una población de tres millones de habitantes, cifra que se incrementó significativamente durante las siguientes tres décadas hasta alcanzar 8 831 079 en 1980. Para 1990, la población de la Ciudad de México tuvo un descenso de población hasta llegar a 8 235 744 habitantes; una disminución de 595 335 habitantes.

A partir de entonces, inició un nuevo proceso de crecimiento de población, con mayor lentitud, que derivó en que para el 2010 la ciudad volviera a registrar una población de 8 851 080, sólo un poco por arriba de la población existente en la década de los años ochenta (gráfica 1).

Gráfica 1. Crecimiento poblacional de delegaciones del D. F. 1950-2010.



Fuente: Elaboración propia con base en los censos y conteos (INEGI) de los años correspondientes.

El crecimiento de población registrado en 1950 se explica por la atracción casi natural que representaba la ciudad para la población rural del país, pues en esa década inició un proceso de industrialización basado en el desarrollo fabril de la Ciudad de México. También, en esos años inicia la expansión de la ciudad que, en poco tiempo, desbordó los límites del DF para iniciar un proceso de conurbación de los municipios aledaños al Estado de México.

El crecimiento acelerado de la Ciudad de México parece alcanzar su límite en los años ochenta y es, a partir de esa década, que su crecimiento de población se reconfigura al darse un relativo “despoblamiento” de las delegaciones centrales (Benito Juárez, Cuauhtémoc, Miguel Hidalgo y Venustiano Carranza) e incrementarse en algunas otras ubicadas en la periferia de la ciudad, particularmente en delegaciones como Iztapalapa, Magdalena Contreras, Tláhuac, Tlalpan, Xochimilco y Milpa Alta, en donde la población registrada entre 1990 y el año 2010, prácticamente se duplica.

Cuadro 1. Evolución poblacional de las delegaciones del D. F. 1950-2010.

Delegación	1950	1960	1970	1980	1990	1995	2000	2005	2010
Álvaro Obregón	93 176	220 011	456 709	639 213	642 753	676 930	68 7020	706 567	72 7034
Azcapotzalco	187 864	370 724	534 554	601 524	474 688	45 5131	441 008	425 298	414 711
Benito Juárez	356 923	557 015	605 962	544 882	407 811	369 956	360 478	355 017	385 439
Coyoacán	70 005	169 811	339 446	597 129	640 066	653 489	640 423	628 063	620 416
Cuajimalpa de Morelos	9 676	19 199	36 200	91 200	119 669	136 873	151 222	173 625	186 391
Cuauhtémoc	1 053 722	1 072 530	927 242	814 983	595 960	540 382	516 255	521 348	531 831
Gustavo A. Madero	204 833	579 180	1 186 107	1 513 360	1 268 068	1 256 913	1 235 542	119 3161	1 185 772
Iztacalco	33 945	198 904	477 331	570 377	448 322	418 982	411 321	395 025	384 326
Iztapalapa	76 621	254 355	522 095	1 262 354	1 490 499	1 696 609	1 773 343	1 820 888	1 815 786
Magdalena Contreras	21 955	40 724	75 429	173 105	195 041	211 898	222 050	228 927	239 086
Miguel Hidalgo	454 868	650 497	648 236	543 062	406 868	364 398	352 640	353 534	372 889
Milpa Alta	18 212	24 379	33694	53616	63654	81102	96773	115895	130582
Tláhuac	19 511	29 880	62 419	146 923	206 700	255 891	302 790	344 106	360 265
Tlalpan	32 767	61 195	130 719	368 974	484 866	552 516	581 781	607 545	650 567
Venustiano Carranza	369 282	572 091	721 529	692 896	519 628	485 623	462 806	447 459	430 978
Xochimilco	47 082	70 381	116 493	217 481	271 151	332 314	369 787	404 458	415 007
Total	3 050 442	4 870 876	6 874 165	8 831 079	8 235 744	8 489 007	8 605 239	8 720 916	8 851 080

Fuente: *La población de los municipios de México 1950-1990*, Conapo e INAFED.

Un fenómeno interesante de resaltar en el despoblamiento de las delegaciones centrales de la ciudad, es el proceso experimentado que combinó cambios en los usos del suelo y en los inmuebles existentes, con lo cual se sustituyeron usos habitacionales o de servicios por usos del suelo de tipo comercial que resultaron más rentables para los inversionistas del mercado inmobiliario, imponiendo la *terciarización* de la ciudad. La consecuencia inmediata de estos fenómenos fue el desplazamiento de la población a áreas periféricas de la ciudad, lo que, junto con el crecimiento demográfico natural, fomentó el crecimiento y poblamiento de dichas áreas:

En síntesis, los datos censales muestran que el proceso de despoblamiento del área central del D.F. ha sido constante y hasta el año 2000 ha ido extendiéndose paulatinamente a la mitad de las delegaciones, cuya superficie está prácticamente urbanizada, por lo que se puede concluir que los esfuerzos en materia de construcción de vivienda propia o en renta y de reciclamiento de inmuebles de uso habitacional han sido insuficientes para revertir esta tendencia, frente al proceso de cambio de uso de suelo y de terciarización, que han roto con la vocación habitacional de la zona. (*Gaceta Oficial del D.F.*, 2003).

El crecimiento mencionado se produjo en la periferia de la ciudad a un alto costo individual, social y ambiental, mediante un poblamiento masivo de baja densidad, con una fisonomía de construcciones inacabadas, en suelo apropiado de manera irregular o ilegal, en terrenos públicos, privados, ejidales y comunales, sin servicios y en zonas rurales no aptas para la urbanización. En consecuencia, la presión urbana que actualmente se ejerce sobre las periferias de la ciudad se concentra sobre el suelo de uso agrícola, forestal o catalogado como reserva ecológica.

Aquí se debe señalar que una parte importante de las delegaciones se caracterizan por contar con suelo de conservación, que en los últimos años ha devenido en zona de asentamientos irregulares y de un poblamiento propiciado por la necesidad de vivienda y debido a la voracidad del

mercado inmobiliario, lo cual ha traído serias consecuencias sobre el suelo de conservación, los recursos naturales y los servicios de que disponen los habitantes de dichas zonas.

1.2. Algunas implicaciones de la expansión urbana en la Ciudad de México

En el territorio del DF, el suelo se ha clasificado de dos maneras: suelo urbano o suelo de conservación. Del primero, existe una extensión de 61 082 hectáreas que representa el 41% de la superficie total, mientras del segundo se registran 88 442 hectáreas, que equivalen al 59% del territorio de la Ciudad de México.

1.2.1. Suelo de conservación

De las 88 442 hectáreas consideradas suelo de conservación, 62 000 tienen un régimen social de propiedad de la tierra (es decir, pertenece a ejidos, comunidades y pueblos). Y es justamente esta superficie la que durante las últimas décadas ha sido sometida a fuertes presiones debido a una acelerada y desordenada urbanización, que ha transformado la vocación agrícola y forestal del suelo y ha degradado ambientalmente buena parte de la superficie verde de la ciudad. Se estima que la tasa de deforestación anual es de 500 ha y la tasa de ocupación urbana ha crecido a un ritmo de más de 300 ha por año (*Gaceta Oficial del D.F.*, 2003).

Como ya se mencionó con anterioridad, el crecimiento desordenado hacia la periferia del DF impacta en las condiciones naturales de la zona, incidiendo negativamente sobre los procesos ambientales que, en buena medida, son sustento de la ciudad. La urbanización en estas zonas se caracteriza por la aparición repentina de asentamientos precarios, producto de la venta ilegal de propiedad social o privada, carente de servicios y en donde, generalmente, el uso habitacional del suelo está prohibido.

Además de los 36 poblados rurales en el suelo de conservación, hasta el año 2000, se tienen registrados 708 asentamientos humanos, de los cuales 180 son regulares y 528 son irregulares, lo que no sólo pone en riesgo la sustentabilidad de la ciudad sino también la seguridad de las familias que se establecen en suelos no aptos. Según datos de la Comisión de Recursos Naturales (CORENA), el número total de familias asentadas en suelo de conservación llega a 59 302, en una extensión de 3 134 ha (*Gaceta Oficial del D.F.*, 2003).

Las zonas de conservación son importantes reservorios de recursos naturales y proveedores de bienes y servicios ambientales, por lo que, al perderse o degradarse, se pone en riesgo una importante biodiversidad con más de 1 800 especies de flora y fauna silvestres, o se alteran los servicios ambientales como la recarga del acuífero (del que se extrae el 57% del agua que consume la ciudad), la fijación de carbono, la producción de oxígeno, la estabilidad de los suelos o las oportunidades para la recreación y la producción de diversos productos alimenticios.

La afectación sobre la zona de conservación ha tenido implicaciones en el mantenimiento del ciclo hidrológico de la cuenca del Valle de México, así como del efecto que ejerce la vegetación natural protegiendo al suelo de la erosión o en la regulación de los escurrimientos superficiales.

1.2.2. Dinámica hidrológica

El abasto de agua potable para los habitantes de la Ciudad de México se ha obtenido durante mucho tiempo de dos fuentes principales: el Sistema Lerma-Cutzamala, que abastece alrededor del 43% del caudal total, y el acuífero del Valle de México, que dota del resto del agua que se consume en el Distrito Federal.

Para satisfacer la demanda de agua de los habitantes de la ciudad, la estrategia gubernamental ha sido la constante extracción de agua del subsuelo. Dicha actividad, aunque ha permitido abastecer medianamente a

la población, ha generado diversos problemas en el acuífero, en particular su abatimiento, cuyo nivel original no ha sido recuperado y ha provocado hundimientos en diferentes partes de la ciudad.

Los reportes de extracción de agua van claramente relacionados con la demanda tanto por parte de la población como para diversas actividades productivas. Esta explotación de los recursos hídricos debe visualizarse a dos escalas: la regional, que abarca la cuenca de México y las cuencas de Lerma y Cutzamala, así como la escala local, enfocándose en las zonas montañosas donde se localizan los suelos de conservación, fundamentales para la recarga de acuífero regional (Mazari et al., 2008).

Especialistas en el tema dicen que la capacidad que tenía el acuífero de abastecer naturalmente a la población asentada en la ZMVM, se calculaba en cerca de ocho millones de personas; sin embargo, dicha cantidad ha sido rebasada por el crecimiento de la población (Mazari *et al.*, 2008).

La extracción de agua ha mermado la calidad del acuífero por la sobreexplotación y por la mayor profundidad de los mantos freáticos; no se tomó en cuenta la vocación lacustre del área Valle de México ni las diversas permeabilidades, por lo que los hundimientos, además de las deformaciones del terreno, han afectado las tuberías del sistema de distribución de agua potable y de drenaje, con lo cual siempre está latente el riesgo de contaminación del acuífero, debido a la fractura de las arcillas lacustres y el aporte de agua contaminada o de mala calidad, así como por la infiltración de lixiviados –originados en basureros antiguos y en clandestinos– a través de suelos permeables.

Otro de los problemas en la ZMVM –y por ende en el DF– es el hundimiento del terreno por la consolidación de arcillas en las formaciones superficiales, remanentes del antiguo sistema lacustre.

En los años sesenta se observaron hundimientos en zonas como las subcuenca Chalco-Xochimilco de 48 cm/año, la subcuenca Texcoco entre 30 cm/año y 20 cm/año. La ciudad se ha hundido linealmente a razón de 6 cm/año (...) Lesser (1988) analiza

el hundimiento medio anual en la ciudad de México entre 1981 y 1992, reportando valores máximos de 30 cm/año en los límites entre el D. F. y Ciudad Nezahualcóyotl, entre 20 y 25 cm/año en el Aeropuerto Internacional, alrededor de 10 cm/año en el centro histórico y entre 2 y 5 cm/año en la zona de Azcapotzalco y alrededor de 15 cm/año en el área de Xochimilco y Canal de Chalco. Con un hundimiento acumulado de 1891 a 1994 (Mazari et al., 2008).

Tanto la excesiva extracción de agua como los hundimientos dañan de manera importante la infraestructura urbana, poniendo en peligro la estabilidad de edificios y la vida de sus habitantes ante fenómenos sísmicos. Por otro lado, los hundimientos también ponen en riesgo de inundaciones a múltiples asentamientos humanos ubicados en diferentes áreas de la ciudad, particularmente a aquellos donde el desalojo de aguas no se ha resuelto por completo.

1.2.3. Abasto de agua potable

El abastecimiento actual de agua potable para la ZMVM alcanza los 64 m³/s, de los cuales 35 m³/s son canalizados al DF. Para el DF, cerca del 60 % del volumen total proviene de fuentes subterráneas locales y el resto proviene de fuentes externas alejadas de la ciudad hasta 127 km y situadas, en ocasiones, a más de 1 000 m por debajo del nivel de la ciudad. Aproximadamente, 68% de este caudal (23.8 m³/s) se destina al consumo doméstico, 16% (5.6 m³/s) al sector servicios y comercio, y 16% al industrial (*Gaceta Oficial del D. F.*, 2003).

Esta forma de dotar de agua a la ciudad, amén de insuficiente, resulta muy costosa debido a que para hacerla llegar se requiere bombearla a lo largo de 127 kilómetros y a una altura de 1 100 metros, lo cual provoca –pese a que el 97% de la superficie urbanizada del DF tiene redes de agua potable– que existan deficiencias en el abasto a la población, particularmente a la asentada en las delegaciones periféricas. La existencia del tandeo, practicado en muchas colonias del oriente y norte de la ciudad, así como

en poblados rurales, es uno de los ejemplos más claros del problema de desabasto de agua potable.

Históricamente, la dotación de agua en la Ciudad de México ha sido inequitativa:

... al poniente de la ciudad se registran dotaciones de hasta 350 l/hab/día, mientras que en el oriente, en particular en la Sierra de Santa Catarina, Iztapalapa, apenas supera los 150 l/hab/día. Además existen zonas de la ciudad, principalmente en los lomeríos del sur y en la Sierra de Guadalupe, en donde el reparto de agua no es continuo sino intermitente (tandeo), debido al insuficiente caudal y baja presión, a las dificultades que ofrece el relieve topográfico y a la falta de infraestructura. En la actualidad se estima un déficit aparente de 3 m³/seg que afecta a 1.2 millones de personas (*Gaceta Oficial del D.F.*, 2003).

Además de la escasez de agua, los habitantes del sector oriental de la ciudad han enfrentado problemas de calidad en el agua para uso doméstico. El gobierno del Distrito Federal ha buscado solucionar esta problemática mediante acciones para la rehabilitación de pozos y la reparación de sus equipos electromecánicos, así como en la sustitución de redes deterioradas. Asimismo, ha instalado sistemas potabilizadores en las 36 plantas existentes y se han diseñado dosificadores automáticos de cloro.

Este patrón histórico inadecuado del manejo del agua en la ciudad se corresponde con la explotación irracional de los recursos naturales localizados mayoritariamente en las delegaciones periféricas del DF: 1) la crónica sobreexplotación de los acuíferos, estimada en 10 m³/s, cuando menos; 2) la subutilización de los escurrimientos superficiales aún existentes, calculada en 700 litros por segundo, 3) la pérdida sostenida de áreas de infiltración por el avance de la urbanización, cifrada entre 500 y 250 hectáreas anuales (por cada hectárea perdida dejan de infiltrarse 2.5 millones de litros anuales), 4) la permanente deforestación y erosión de los suelos, y 5) la creciente canalización y desaprovechamiento del agua de lluvia que va al sistema de drenaje. Estos son los elementos distintivos de la ruptura del equilibrio hidrológico urbano.

En las zonas de lomeríos, alrededor de la ciudad, el peligro es similar aunque por razones diferentes. La ocupación de este suelo reduce las áreas de infiltración del agua pluvial, aumentando el volumen y la velocidad de su escurrimiento. La capacidad de las presas se ve rebasada y el drenaje de las zonas a pie de monte se torna insuficiente para un desalojo adecuado, ocurriendo encharcamientos en cruces viales situados a lo largo del Anillo Periférico.

1.2.4. Drenaje y desalojo de aguas residuales

La ZMVM, ubicada en una cuenca naturalmente cerrada o endorreica, cuenta con tres salidas artificiales denominadas: Gran Canal del Desagüe (Túneles de Tequisquiac), Emisor del Poniente (Tajo de Nochistongo) y el Emisor Central. Construidos en diferentes épocas, cada uno de estos elementos de drenaje ha sido diseñado pensando en resolver en forma definitiva el problema de desalojo y control de niveles de agua, principalmente en la Ciudad de México y su zona metropolitana (Aguilar *et al.*, 2007), (imagen 1).

Aun con esta infraestructura, el gobierno del Distrito Federal estima que, del caudal total de agua residual que se genera, alrededor del 10% tiene algún tipo de tratamiento, subutilizando las plantas de tratamiento instaladas. El resto del agua utilizada es desalojada –una vez usada– a través del Sistema de Drenaje Profundo y del Gran Canal de Desagüe, dado que la escasa infraestructura para su distribución, su inadecuado emplazamiento territorial y su alto costo tarifario (superior al del agua potable) hacen que este caudal no sea aprovechado óptimamente.

Debido al crecimiento de la Ciudad de México y a los hundimientos diferenciales regionales provocados por la explotación de los mantos acuíferos, se ha ocasionado entre otras cosas las siguientes:

- a) El Gran Canal del Desagüe ha perdido su capacidad de desalojo, limitándose a un máximo de 40 m³/s, ayudado por una Estación de Bombeo ubicada en el km 18+600.
- b) El Emisor del Poniente depende de que el Vaso Regulador El Cristo presente niveles de agua altos para que vierta un cierto caudal para su desalojo. Lo anterior implica cerrar las compuertas de descarga al río de Los Remedios.
- c) El Emisor Central ha disminuido también su capacidad de desalojo por la variación de su coeficiente de rugosidad (falta de mantenimiento), y por la descarga de importantes caudales a través del Interceptor Centro-Poniente, que provoca importantes remansos aguas arriba, reflejados en su Lumbrera “0” (Aguilar et. al., 2007).

La subutilización del Sistema de drenaje de la Ciudad, aunado a la práctica habitual de la población de arrojar basura al drenaje, tiene serias implicaciones para el desalojo del agua residual: provocan inundaciones en algunas partes de la ciudad y ello es un riesgo constante para la población.

1.2.5. Residuos sólidos

La generación y disposición final de basura es otro de los grandes temas que crecen paralelamente con la población. De acuerdo con el portal de transparencia ambiental del gobierno del Distrito Federal, en la Ciudad de México se concentra alrededor de la octava parte de los residuos sólidos que se generan en el país, los cuales equivalen a 12 513 toneladas de basura por día. La cantidad de basura que se genera en el Distrito Federal provoca graves daños ambientales y diversos efectos sociales que, incluso para la mayoría de los habitantes de la ciudad, son desconocidos.

La principal modalidad de disposición final de residuos sólidos que por mucho tiempo ha existido en el DF es el uso de rellenos sanitarios. Estos sitios son construidos de manera especial para la disposición final de residuos, pues en sus instalaciones existe una serie de medidas de seguridad –como suelos con baja filtración o protegidos con impermeabilizantes, tubos de salida para gases y lixiviados, eliminación de fauna nociva– que, sin embargo, con el tiempo se ven agotados, lo cual plantea un reto importante debido a que la vida útil de los rellenos sanitarios en operación es finita:

... el Distrito Federal cuenta con los rellenos sanitarios de Santa Catarina, al nororiente, y el Bordo Poniente, Sección IV, en Texcoco, Estado de México. Ambos reciben el 83% de los residuos generados, con una capacidad diaria de recepción de aproximadamente 1,850 y 8,767 t/d, respectivamente (*Gaceta Oficial del D.F.*, 2003).

En la Ciudad de México la recolección de basura sigue la ruta que aparece en el esquema que se muestra en la imagen 2. Como se puede apreciar, existen diversas formas de recolección de basura.

General de Desarrollo Urbano del DF del 2003 (por cierto, el único disponible), estima que se generan alrededor de 4 000 toneladas diarias:

El cascajo condena a las áreas naturales al cambio de uso de suelo y forma parte de la estrategia principal de los fraccionadores clandestinos y de algunas inmobiliarias. La mayor parte de las invasiones que se dan en suelo de conservación utilizan este tipo de materiales una vez que se desmonta el terreno que se pretende afectar. El volumen de los residuos que se depositan clandestinamente es alarmante, particularmente en las delegaciones Xochimilco, Tláhuac, Álvaro Obregón y Cuajimalpa. Existen aproximadamente 170 tiros de cascajo en el suelo de conservación (*Gaceta Oficial del D.F.*, 2003).

En muchas áreas de la Ciudad del México se han rellenado con este material –en forma temporal o permanente– cauces de ríos o barrancas que con posterioridad son ocupados por asentamiento humanos (muchos de ellos irregulares). En esas zonas existe un alto riesgo por la inestabilidad de los suelos y porque son más susceptibles a deslaves e inundaciones. Actualmente, la zona chinampera de Xochimilco y Tláhuac, así como los humedales colindantes, son objeto de severos impactos ambientales debido a ello.

La contaminación del agua es otro de los problemas que aquejan a la ciudad, como consecuencia de un mal manejo y la disposición de residuos sólidos. En particular en Xochimilco y en Tláhuac, cientos de toneladas de basura son sacadas diariamente de los canales. Sin embargo, este problema no es privativo de las áreas lacustres de la ciudad: muchas cañadas, ríos y barrancas también tienen afectación por los residuos que se depositan ahí de manera clandestina o sin cuidado, por parte de la población.

Xochimilco: la urbanización acelerada de un espacio rural

El capítulo anterior nos ha mostrado un panorama general de la situación del DF en relación con el acelerado crecimiento poblacional, su urbanización y las implicaciones que estos fenómenos tienen en el suelo, el agua y el manejo de residuos sólidos. Sin embargo, por las dimensiones de la Ciudad de México y para analizar con mayor detalle las posibilidades del proyecto *Vivace*, se acotó el estudio a la delegación Xochimilco y, dentro de ella, a un espacio que consideramos representativo de las áreas periurbanas del Distrito Federal.

Amén de lo anterior, la importancia ecológica, los múltiples ejercicios de participación social, el desarrollo de diferentes programas gubernamentales, la importancia productiva y tradicional de la agricultura chinampera resultan relevantes para establecer un vínculo entre el agua potable, agua residual, desechos sólidos y agricultura. Todos estos factores hacen que esta demarcación, la de Xochimilco, sea de particular relevancia para los objetivos de nuestro proyecto.

2.1. Situación sociodemográfica

El DF se conforma de 16 delegaciones. Una de ellas es Xochimilco, lugar en el que buscamos centrar la atención, ya que es la delegación en donde se

llevó a cabo el proyecto de búsqueda de soluciones viables a los problemas del agua y del saneamiento. La delegación Xochimilco se localiza al sur de la Ciudad de México, en las siguientes coordenadas geográficas: 19° 19'-19° 09' de latitud norte; 98° 58'-99° 10' longitud oeste. Espacialmente, Xochimilco delimita al norte con las delegaciones de Tlalpan, Coyoacán, Iztapalapa y Tláhuac; al este con las de Tláhuac y Milpa Alta; al sur con las delegaciones Milpa Alta y Tlalpan, y, al oeste, con la Delegación Tlalpan.

Mapa 1. Localización de la delegación Xochimilco en el Distrito Federal.



Fuente: Elaboración propia.

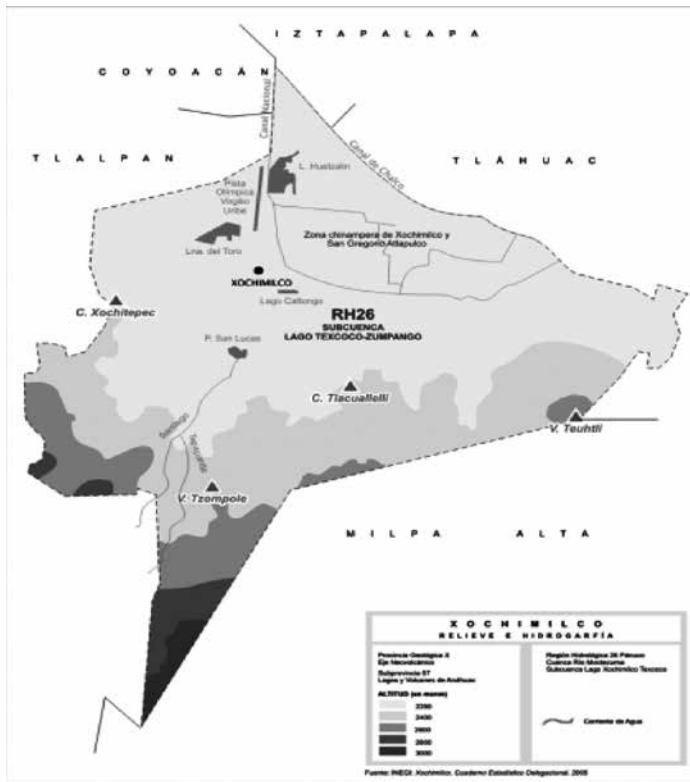
La delegación Xochimilco tiene una superficie de 12 517.8 hectáreas (es decir, un 8.40% del área total del DF), de los cuales 2 505 hectáreas pertenecen a suelo urbano, representando el 20% del territorio y el 1.68% con relación al DF. Por otro lado, Xochimilco tiene 10 012 hectáreas para suelo de conservación, que representa el 80% de la delegación y el 6.72% del Distrito Federal.³

³ *Diario Oficial de la Federación*, 16 de julio de 1987.

El territorio que abarca la delegación Xochimilco se ubica en el extremo sur de la cuenca de México, separada de la parte central de la misma cuenca por la sierra de Santa Catarina, paralela a la parte sur de la sierra del Chichinautzin. En la delegación existen diferentes niveles altitudinales que, en la parte Sur, llegan hasta los 3 000 msnm, donde se ubican las faldas de la sierra del Chichinautzin; esta elevación va descendiendo hacia el centro de la delegación a cotas de entre 2 800 a 2 400 msnm, con los volcanes Tzompole, Teuhtli y Teoca. La siguiente cota se ubica a los 2400 msnm y atraviesa toda la delegación de este a oeste. Finalmente, la mayor parte de la delegación, en donde se localizan partes bajas perimetrales que van desde el centro histórico de Xochimilco y que colindan al Norte con Tulyehualco, alcanza una altitud de 2 240 metros sobre el nivel del mar.

Esta orografía genera dos escurrimientos de agua que se dirigen de sur a norte: el arroyo Santiago y el arroyo Tepapantla, que confluyen en la parte baja de la delegación y tienen como destino la presa San Lucas. En relación con los cuerpos de agua, existe también otro pequeño lago conocido como Lago de Caltongo, además de toda la zona chinampera de Xochimilco y de San Gregorio Atlapulco (mapa 2).

Mapa 2. Relieve e hidrografía en la delegación Xochimilco.



Fuente: Anuario estadístico del Distrito Federal, Xochimilco, 2003.

En la delegación Xochimilco se presentan dos tipos de lluvias: las de alta intensidad y las de corta duración. Las de alta intensidad suelen presentarse en los meses de mayo a septiembre; estas lluvias son muy favorables para la agricultura y las recargas de los mantos acuíferos, pero pueden generar avenidas con escurrimientos perjudiciales y peligrosos. El segundo tipo, las lluvias de corta duración, aparecen en invierno y dejan su humedad por efecto orográfico; son de gota pequeña y de baja intensidad, por lo que permiten una buena infiltración del agua en el suelo.

Durante el verano y principios del otoño, se registra del 80% al 90% de la lluvia anual en Xochimilco. El promedio de la precipitación es de 946.3 mm/año, el cual cae en una superficie de 104.28 km², produciendo un volumen de 94,183.982 miles de m³. La evaporación promedio en la Delegación Xochimilco es de 1,540.8 mm/año. Al relacionar los valores de evaporación y precipitación total anual es evidente que el valor anual de la evaporación sobrepasa al de la precipitación pluvial. El valor de la evaporación y la transpiración de las plantas hace que el 81.4 % del agua de lluvia se elimine, lo que representa aproximadamente un promedio de 60,429,342 miles de m³ del agua que llueve sobre Xochimilco (...) Los meses con promedio de humedad relativa más bajos son: enero, febrero, marzo, abril y mayo. En marzo se registra una humedad relativa promedio de 45% pero de junio en adelante ésta aumenta hasta llegar al 75% en promedio para el mes de septiembre (*Gaceta Oficial del D.F.*, 2003).

Estas características climáticas han formado distintas unidades de paisaje en la delegación y han propiciado la existencia de diferentes condiciones bióticas, de las cuales podemos identificar tres: la zona cerril, la zona de pie de monte y la zona chinampera.

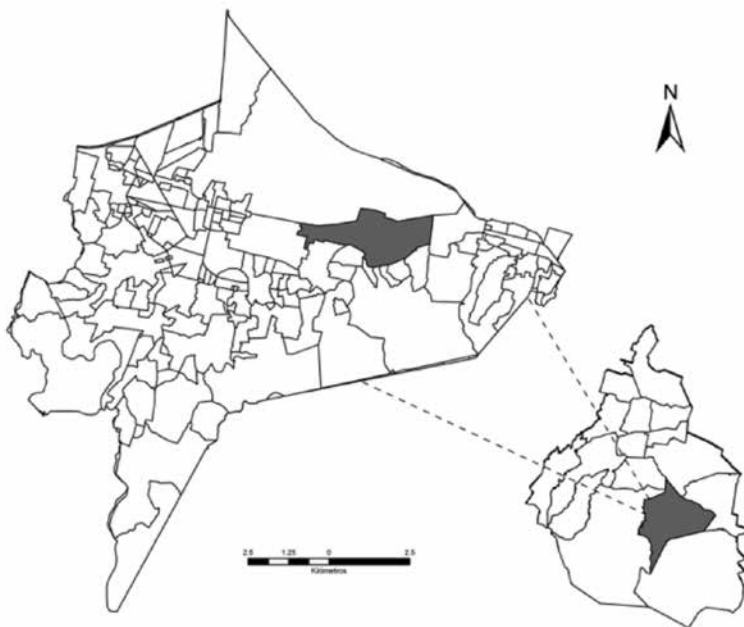
La *zona cerril* de Xochimilco se localiza en la parte sur, en las faldas de la sierra de Chichinatuzin. Esta zona se caracteriza por actividades agrícolas centradas en la producción de maíz, frijol, amaranto, girasol o sorgo. En menor proporción se produce papa, maíz forrajero, nopal y algunos frutales como durazno, capulín, ciruelas roja y negra y tejocote. En esta zona de la delegación y dependiendo de la altura, se puede observar vegetación de matorral arbustivo de encinos *Quercus sp.* y vegetación arbórea de pináceas como *Pinus montezumae*, *P. leiophylla* y *P. rudis* (*Gaceta Oficial del D.F.*, 2003). Por su parte, la zona de pie de monte es considerada como de transición ente la zona cerril y la zona chinampera. La zona de pie de monte, en los últimos lustros, ha sido muy susceptible a cambios de uso del suelo y ha enfrentado el paso de lo agrícola a lo urbano. Pese a que esta zona de pie de monte cumple con un papel importante de recarga de mantos acuíferos, se han establecido diversos asentamientos irregulares, particularmente los pueblos de San Lucas Xochimanca, Santa Cruz Xochitepec, Acapixca, Santiago Tepalcatlalpan y Santiago Tulyehualco.

La zona chinampera es la más emblemática de Xochimilco por ser el último reducto de un sistema hidráulico y productivo de origen prehispánico: la tecnología de la chinampa. La zona chinampera se caracteriza por su alta productividad agrícola y su importancia cultural, aun cuando son cada vez menores las áreas y la actividad chinampera, debido a que en las dos últimas décadas han intervenido factores como el crecimiento urbano, el establecimiento de invernaderos y la insuficiente acción gubernamental para la conservación. En esta zona existen diferentes tipos de vegetación: en los canales se encuentran plantas hidrófitas que flotan libremente, entre las que se encuentran el amocillo o tepalcate (*Hydromystria laevigata*) y el chichicastle (*Lemna gibba*). Por lo que respecta a la vegetación terrestre, existen ahuejotes (principal árbol utilizado en la construcción de chinampas) que han sido sustituidos por especies introducidas como diferentes tipos de palmas, casuarinas, pirul, ficus y nopal, entre otras.

2.2. *Características socioeconómicas*

Dentro de la delegación Xochimilco existen 14 pueblos, 17 barrios y 66 colonias (mapa 3) que, debido al acelerado crecimiento poblacional, prácticamente han perdido sus fronteras y se entrelazan unos con otros. Muchos de estos asentamientos se hayan dispersos en toda la delegación.

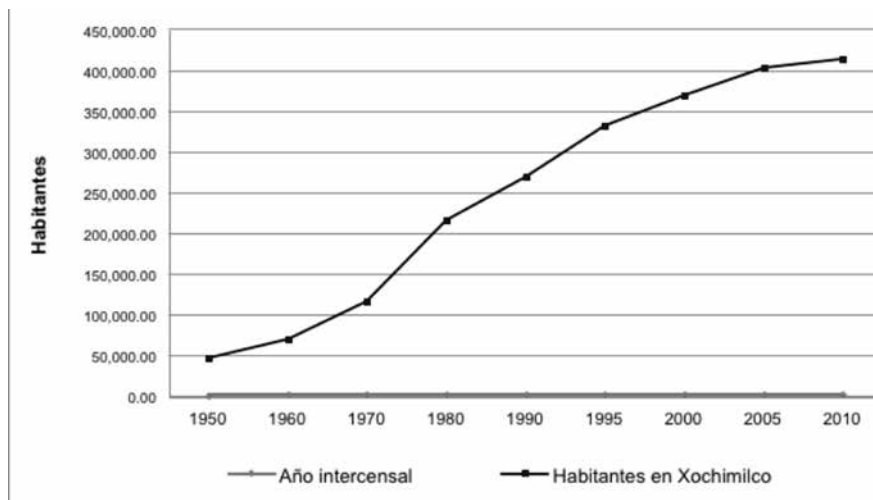
Mapa 3. Localización de la delegación Xochimilco y el área de estudio en el Distrito Federal.



Fuente: elaboración propia.

La delegación Xochimilco se mantuvo por muchos años como una zona rural que permanecía al margen de la Ciudad de México. Su crecimiento inició en los años setenta y se disparó a partir de 1980 al comenzar la construcción de grandes obras viales –como la extensión del Anillo Periférico y la ampliación de la avenida División del Norte–, cuando se abrió camino a la urbanización de esa zona. Como lo muestran los datos censales, para 1970, apenas se registraban 70 381 habitantes. Pero a partir de esos años, prácticamente la población se duplicó en cada década y llegó a alcanzar 415 007 habitantes para el año 2010, como se puede apreciar en la gráfica siguiente.

Gráfica 2. Crecimiento poblacional en Xochimilco 1950-2010.



Fuente: Elaboración propia con datos de censos y conteos (INEGI).

Es importante resaltar que desde 1990 la tasa de crecimiento media anual en Xochimilco se ha mantenido por encima de la registrada en el DF; esto es, mientras que en el DF la tasa de crecimiento media anual de estos años alcanzó valores negativos, en Xochimilco se mantuvo en números positivos, en un promedio anual del 3.6 por ciento.

En relación con la composición de la población de acuerdo con su edad y sexo, encontramos que, al igual que la tendencia nacional, la mayoría de los pobladores de Xochimilco son mujeres: ellas representan el 50.5% (209 702) de la población total, mientras que los hombres representan el 49.5% restante. Un dato a destacar es la población joven de Xochimilco. Al respecto, encontramos que el 16% son niños menores de diez años y que casi una tercera parte (33.2%) se encuentra por debajo de los veinte años. Más aún, poco más de la mitad de estos pobladores (50.9%) tiene de 0 a 29 años y más de las dos terceras partes (67.1%) tienen hasta 39 años. La población mayor de cincuenta años apenas equivale al 18.3% (cuadro 2).

Cuadro 2. Población por sexo y grupo de edad en la delegación Xochimilco, 2005.

Grupo de edad	Total	%	Hombres	%	Mujeres	%
0-4 Años	32 039	7.7	16 460	8.0	15 579	7.4
5-9 Años	34 571	8.3	17 558	8.6	17 013	8.1
10-14 Años	34 315	8.3	17 424	8.5	16 891	8.1
15-19 Años	37 069	8.9	18 962	9.2	18 107	8.6
20-24 Años	38 240	9.2	19 574	9.5	18 666	8.9
25-29 Años	35 349	8.5	17 997	8.8	17 352	8.3
30-34 Años	34 084	8.2	17 097	8.3	16 987	8.1
35-39 Años	33 399	8.0	16 398	8.0	17 001	8.1
40-44 Años	29 665	7.1	14 336	7.0	15 329	7.3
45-49 Años	25 182	6.1	12 053	5.9	13 129	6.3
50-54 Años	22 141	5.3	10 491	5.1	11 650	5.6
55-59 Años	16 476	4.0	7 785	3.8	8 691	4.1
60 Años y más	37 396	9.0	16 631	8.1	20 765	9.9
No Especificado	5 081	1.2	2 539	1.2	2 542	1.2
TOTAL	415 007	100.0	205 305	100.0	209 702	100.0
División porcentual por género			Masculino:	49.5%	Femenino:	50.5%

Fuente: *Censo de Población y Vivienda 2010*, INEGI.

Por otro lado, comparado con las difíciles condiciones de las comunidades más pobres del país, Xochimilco presenta un grado de marginación muy bajo; dentro de las delegaciones del DF ocupa el segundo lugar en marginación y el 2 373 en el contexto nacional. Sin embargo, el promedio de los índices de marginación nos ayuda a conocer la situación específica de Xochimilco y de sus contrastes: mientras que los poblados rurales o en proceso de transición hacia lo urbano registran índices de marginación “alto” y “muy alto”, el área central de Xochimilco tiene una marginación media (las colonias de San Juan Tepepan, Potrero San Bernardino y Los Morales, San Lucas Xochimanca, el Pueblo de San Lorenzo Atemoaya y el barrio de Xaltocan). Finalmente, existen pocas colonias consideradas como de “baja” y “muy baja” marginación, como Bosques del Sur, Paseos del Sur, Bosque

Residencial del Sur y Jardines del Sur, así como el Barrio de San Pedro. De la superficie ocupada por asentamientos urbanos, se puede considerar que el 52.1% de la delegación registra un nivel de marginación “muy alto”, mientras que sólo el 3.9% es ocupado por un área que se considera tiene un nivel “muy bajo” de marginación.

2.2.1. Actividades económicas y turísticas

En relación con las actividades económicas desarrolladas en la delegación, los datos de los censos de población muestran claramente que el proceso de urbanización que transformó Xochimilco, a partir de los años sesenta del siglo pasado, tuvo su impacto en el tipo de actividades económicas llevadas a cabo en la región. Mientras que en la década de 1960 la agricultura todavía era la actividad económica predominante y la mayoría (38.7%) de la Población Económicamente Activa (PEA) estaba ocupada en esta actividad, en las décadas sucesivas fue disminuyendo su importancia, cediéndola paulatinamente a las actividades productivas del sector terciario o de servicios. Para el 2010, la PEA dedicada a la agricultura apenas representaba el 3.1%; por su parte, la población ocupada en actividades del sector terciario representaba más de la mitad de la PEA (56.7%); de este porcentaje, el 18.3% se dedicaba al comercio y 38.4% a los servicios.

El censo económico levantado en 2009 (la más reciente publicación sobre datos económicos) ofrece datos que corroboran los porcentajes mencionados anteriormente. En ese año se detectaron 14 072 unidades económicas, de las cuales más de la mitad se dedicaban al comercio: 8 466 unidades al comercio al por menor y 321 al comercio al por mayor. En cuanto al personal ocupado por estas unidades económicas (54 006 personas), la mayoría de la gente trabajaba en comercios (20 653 personas, el 38.2%), aunque la industria manufacturera era una fuente importante de empleo (ocupaba 14 745 personas, el 27.3 por ciento).

Cuadro 3. Unidades económicas por sector de actividad, 2003.

Sector de actividad	Unidades económicas	Personal ocupado total	Promedio de empleados por unidad
Total Xochimilco	14 072	54 006	3.9
Construcción	19	815	42.9
Industrias manufactureras	1 274	14 745	11.6
Comercio al por mayor	321	1 809	5.6
Comercio al por menor	8 466	18 844	2.2
Transportes, correos y almacenamiento	38	1 516	39.9
Información en medios masivos	25	74	3
Servicios financieros y de seguros	18	94	5.3
Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles	144	480	3.3
Servicios profesionales, científicos y técnicos	220	1 491	6.7
Servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación	304	2 203	7.2
Servicios educativos	190	2 099	11
Servicios de salud y de asistencia social	556	1 832	3.3
Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos	169	944	5.6
Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	570	3 106	5.4
Otros servicios excepto actividades del gobierno	1 758	3 954	2.2

Fuente: *Censo Económico 2009*, INEGI.

Otro indicador que tenemos para verificar el tipo de actividades que se desarrollan actualmente en la delegación Xochimilco, es el número de empresas registradas en el Sistema de Información Empresarial Mexicano (SIEM), las cuales suman en total 892 para el año 2007; de éstas empresas, 612 son comercios, 211 servicios y 69 aparecen como industrias (Sistema de Información Geográfico, Económico y Estadístico, 2007); lo cual indica

que son el comercio y los servicios los giros que concentran la mayoría de las unidades económicas y, por lo tanto, el mayor número de empleados que trabajan en la delegación.

Por la importancia histórica y cultural de Xochimilco se pensaría que ahí se desarrolla una fuerte actividad turística; sin embargo, el potencial turístico no ha sido explotado, aun cuando Xochimilco sigue siendo para los habitantes de la Ciudad de México –y para muchos extranjeros– uno de los sitios preferidos para celebrar fiestas, visitar sus canales, parques ecológicos y mercados populares. Por ejemplo, en 2013, según el INEGI, en el DF había 605 hoteles, mientras que en Xochimilco apenas existían seis con 346 cuartos (el 0.9% de los 47 462 cuartos existentes en hoteles del DF).

Para el 2006, Xochimilco registraba un millón 200 mil visitantes al año (UNESCO, 2006) y, para ese mismo año, se consideraba que el 65% de los visitantes a Xochimilco preferían visitar, como primera opción, los canales y chinampas; el 14% se dirigía al mercado de plantas y flores; el 13% el parque ecológico y sólo el 3% visitaba el museo Dolores Olmedo, fundamentalmente turistas extranjeros (UNESCO, 2006). Aunque la mayoría de los visitantes a Xochimilco son turistas locales, es decir, del mismo DF o del Estado de México, las dos terceras partes del gasto que realizan en la zona corresponde a alimentos y bebidas, seguido del pago del paseo en trajinera (y transporte) y, finalmente, en la compra de plantas, flores y artesanías (UNESCO, 2006).

El potencial turístico de Xochimilco se ve afectado por una serie de problemas que no permiten que esta actividad se desarrolle:

- Falta de difusión institucional de las actividades turísticas; en particular, existe poco fomento y promoción de aquellos pueblos, barrios y colonias con un alto contenido de monumentos históricos, actividades culturales y artesanales;
- descuido de las instalaciones o centros turísticos;
- insuficiente infraestructura interna y externa a la actividad turística;
- falta de programas profesionales para los centros turísticos;

- en particular, faltan alternativas de circulación dentro de los canales navegables;
- crecimiento de asentamientos humanos irregulares degradando los recursos turísticos;
- contaminación del agua de los canales;
- falta de estudios específicos sobre la biodiversidad y su potencialidad para aprovechamiento ecoturístico (*Gaceta Oficial del D.F.*, 2003).

2.2.2. Actividades agrícolas

Si bien las actividades agrícolas han ido perdiendo importancia (proporcionalmente hablando) en relación con las actividades productivas vinculadas con los sectores secundarios (industria y manufactura) y terciarios (comercio y servicios), para el 2007 existían 4 418 unidades de producción rural (UPR) que trabajaban 3 085 hectáreas; y se registraron 1 966 UPR que realizaban actividades pecuarias y forestales en 2 258 hectáreas.

Cuadro 4. Unidades de producción rural, 2007.

Concepto	Distrito federal	Xochimilco	
		Número	Participación % en el df
Unidades de producción rurales	17,067	4,418	25.9
Superficie de las unidades de producción rurales (Hectáreas)	26 571.24	3 085.90	11.6
Unidades de producción rurales con actividad agropecuaria o forestal	11 881	1 966	16.6
Unidades de producción rurales con actividad agropecuaria o forestal (hectáreas)	19 691.84	2 258.76	11.5

Fuente: Elaborado por la Secretaría de Desarrollo Económico del D. F., con datos del Censo Ejidal de 1991 y Censo Agrícola, Ganadero y Forestal 2007, INEGI

Los datos del censo agropecuario de 2007 indican que el tipo de cultivos predominantes producidos en Xochimilco son las flores, hortalizas y frutales, los cuales son favorecidos por la importancia cultural y agrícola de las

chinampas, así como por las condiciones de humedad y fertilidad que tienen mayor presencia en la zona chinampera debido a la evidente rentabilidad y demanda de los dos primeros sobre el cultivo del maíz, sembrado –en la mayoría de los casos– para complementar la dieta familiar. Además, por la ubicación geográfica de las chinampas y las condiciones productivas y ambientales de cada pueblo, existe una tendencia a especializarse en alguno de los principales cultivos de la zona.

Cuadro 5. Especialización de cultivos en el área de estudio.

Pueblo	Especialización del cultivo
Xochimilco	Maíz, hortalizas, plantas o flores.
San Gregorio Atlapulco	Hortalizas, flores o plantas y maíz.
San Luis Tlaxialtemalco	Plantas o flores.
Santiago Tulyehualco	Maíz, hortalizas, plantas o flores.

Tomado de: López Álvaro et al., “Rehabilitación de la zona chinampera”, en *Xochimilco. Un proceso de gestión participativa*, UNESCO, 2006.

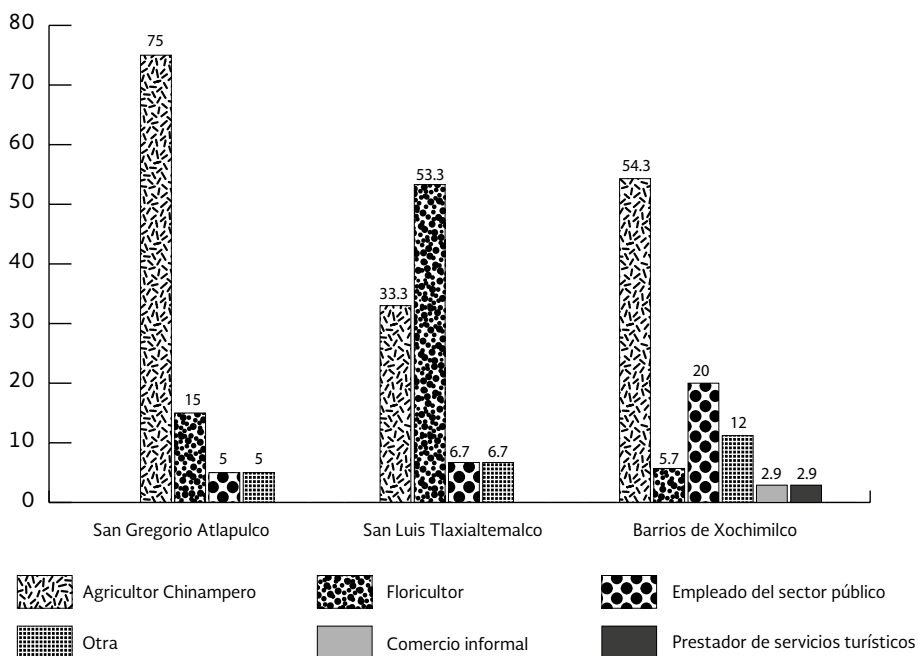
Un aspecto sociocultural importante en la producción chinampera es la organización familiar del trabajo, ya que comúnmente quienes se hacen cargo de la siembra y cultivo de la producción son el padre de familia y los hijos, en tanto que a la esposa e hijas les corresponde la venta de dicha producción. Esta forma de organización ha permitido también que el conocimiento sobre la construcción, uso y función de la chinampa se haya transmitido generacionalmente.

Las actividades productivas de la zona combinan dos o más procesos que permiten a las familias disponer de algunos productos –principalmente maíz, un poco de hortalizas y algunos subproductos animales–, y destinar otros –plantas y flores– al mercado regional. Los principales destinos de la producción agrícola de la zona son los mercados locales de plantas y flores de Nativitas Madreselva, en donde se comercializa alrededor del 58% de la

producción local; otro 32% se vende en el centro de Xochimilco y un 10% más es vendido en la Central de Abasto de la Ciudad de México.

En 2005, la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) realizó una encuesta en varios pueblos y barrios de Xochimilco, y como se puede observar en la gráfica, aparte de la “especialización” en las actividades productivas agrícolas, se muestra ya un sector de la población que desempeña actividades en las dependencias de gobierno o en el comercio informal. Sin lugar a dudas, esta tendencia debe estar incrementándose a lo largo de los años.

Gráfica 3. Ocupación principal de los productores entrevistados.



Fuente: UNESCO, 2006.

2.3. Urbanización y servicios básicos en Xochimilco

La vivienda en el DF se ha convertido en el eje determinante de la configuración urbano-territorial debido a que, como uno de los principales satisfactores sociales, detona activamente muchos procesos económicos y sociales. Sin embargo, debido a la crisis económica que durante varios años ha imperado en el país, el poder adquisitivo de las clases de ingresos medios y bajos ha disminuido, impidiéndoles adquirir una vivienda a quienes no las tienen y limitando la posibilidad de mejorarla o ampliarla a quienes ya la poseen. Esta dinámica habitacional ha contribuido a dibujar una ciudad polarizada urbanísticamente hablando, en la cual, la mayor parte del requerimiento de vivienda de sectores populares se ha estado ofertando en la periferia y en los municipios conurbados, mientras que el de los sectores medios y altos se produce en el DF, especialmente en delegaciones como Cuajimalpa y, en menor medida, Álvaro Obregón y Tlalpan.

Lo anterior ha propiciado que la población con menos recursos económicos establezca viviendas en zonas no aptas para el desarrollo urbano, en edificaciones dañadas o construidas de manera precaria que carecen de servicios de drenaje y agua potable. Este es el caso de las zonas periurbanas en Xochimilco.

Ante el intenso aumento de población en la delegación, los pueblos y barrios que originalmente conformaban Xochimilco fueron creciendo de forma gradual a la vez que el territorio de la delegación fue ocupado por una variedad de colonias –muchas de ellas consideradas asentamientos irregulares– que transformaron radicalmente el tipo y uso del suelo de la demarcación. Actualmente, la superficie total de Xochimilco es de 12 517 hectáreas, de las cuales –según el Programa de Ordenamiento Territorial– sólo 2 505 hectáreas son de suelo urbano, que representan el 20% del territorio de la delegación; mientras que las 10 012 hectáreas restantes, equivalentes al 80%, son suelo de conservación.

No obstante, la categoría de “suelo de conservación” a la que está sujeta la mayor parte del territorio de Xochimilco ha sido ocupada extensivamente para la construcción de viviendas, lo que marca la ineficiencia gubernamental de aplicación de la ley en materia ambiental y de conservación que ha permitido la expansión de la mancha urbana (cuadro 6).

Cuadro 6. Poblamiento por principales áreas 2000.

Área	Superficie Total (ha.)	Densidad Urbana (hab/ha.)
Zona urbana	2 778	84.4
Poblados rurales	887	75.0
Asentamientos irregulares	1 016	167.8
Total Delegación	12 517	132.2

Fuente: Programa Delegacional de Desarrollo Urbano para la Delegación del Distrito Federal en Xochimilco, 2003.

Debido a ello, en la delegación Xochimilco es posible identificar varias zonas urbanas. Identificamos cuatro clases, que mencionamos a continuación:

La zona del Centro Histórico. Se ubica en la parte central de la delegación y es en donde se concentran las actividades comerciales, culturales, religiosas, de esparcimiento y de transporte. Esta zona conserva la traza de asentamiento colonial de forma reticular, tomando como centro la parroquia de San Bernardino de Siena. En esta zona, la mayoría de los inmuebles son de hasta tres niveles.

Zona Chinampera. La componen alrededor de 189 kilómetros de canales navegables, canales, varias ciénegas y varios cientos de chinampas, principal atractivo turístico y cultural. Prácticamente, toda la superficie de la zona chinampera se encuentra dentro del Área Natural Protegida; sin embargo, esto no ha garantizado su conservación, pues también las chinampas han sido urbanizadas a lo largo de los años.

Zona de Barrios. Concentra los asentamientos más antiguos de la delegación y los inmuebles de mayor valor histórico. Presenta una traza muy irregular debido al desarrollo acelerado y desordenado de su urbanización; por ende, casi todas las construcciones de esta zona tienen dificultades de acceso. En esta área se asientan los barrios de: Caltongo, La Santísima, El Rosario, La Concepción Tlacoapa, La Asunción, La Guadalupita, San Diego, San Pedro, Xaltocan, San Cristóbal, San Lorenzo, San Esteban, San Juan, San Antonio, San Marcos, Santa Crucita y Belén.

Zona de Pueblos. La conforman los pueblos de originarios de Xochimilco, de los cuales San Lucas Xochimanca, San Francisco Tlalnepantla, Santa Cecilia Tepetlapa y San Andrés Ahuayucan se localizan en suelo de conservación. En suelo urbano encontramos: Santa María Nativitas, Santa María Tepepan, Santa Cruz Xochitepec, San Lorenzo Atemoaya y Santiago Tepalcatlalpan. También existen pueblos localizados a lo largo de la carretera hacia Tulyehualco, como: San Gregorio Atlapulco, San Luis Tlaxialtemalco, Santa Cruz Acalpíxca y Santiago Tulyehualco. Todos estos pueblos tienen una traza irregular y serios problemas de invasiones en diferentes áreas.

Como ya se mencionó anteriormente, en la década de los años ochenta inició en Xochimilco un acelerado y desordenado proceso de urbanización que acabó con el antiguo sistema de pueblos y barrios (que se comunicaban entre sí por medio de una compleja red de canales), el cual había subsistido desde principios del siglo XX hasta la década de los años sesenta. Dicho proceso de urbanización se caracterizó por la ocupación de terrenos ejidales en los márgenes de los pueblos, por la urbanización de algunas chinampas y por la desecación de antiguos cauces de agua para levantar casas y trazar calles.

Cabe señalar que este proceso de urbanización no ha estado exento de conflictos, sobre todo con los pobladores originarios, quienes han intentado defender la integridad de su territorio y han reclamado el desigual acceso a los servicios básicos. En muchos casos, sobre todo en los desarrollos habitacionales para clase media y alta, se ha privilegiado la dotación de servicios básicos

(agua, energía eléctrica, vialidades, escuelas, etcétera) en detrimento de los pueblos, barrios y colonias originarios.

La fuerte presión que ejerce la demanda de vivienda en el DF, la situación económica de las familias de la zona, el cambio de actividad de los productores agrícolas, la voracidad del mercado inmobiliario y la incapacidad de las autoridades para revertir las invasiones irregulares en zonas de conservación han sido, entre otros, los factores que han acelerado el crecimiento poblacional de Xochimilco y de los barrios y pueblos de esa demarcación. Este contexto ha delineado las características de la urbanización y la vivienda en las áreas periurbanas de la delegación Xochimilco que, como parte de un grupo de pueblos ubicados en las faldas de los cerros, presenta una traza irregular y serios problemas de invasiones.

Por otro lado, este proceso de urbanización también ha traído como consecuencia la aparición de asentamientos irregulares en toda la delegación, los cuales cada día son más comunes. Por ejemplo, para el 2004 se registraron en Xochimilco trescientos asentamientos irregulares donde habitaban aproximadamente 25 898 familias, mismas que representan el 46.56% de la población total.⁴ En ese mismo año, el Programa Delegacional de Desarrollo Urbano mencionaba que uno de cada tres habitantes de la demarcación vivía en un asentamiento irregular. La distribución en el uso de suelo de conservación era de 63% en la zona de la montaña, 25% dentro del polígono del Programa Parcial de Desarrollo Urbano del Sur, 12% en zona de chinampas y dentro del perímetro del Área Natural Protegida.⁵ Las implicaciones que estos asentamientos tienen en la delegación es que carecen de servicios básicos agua potable, drenaje y energía eléctrica; por lo tanto, la demanda de ellos es constante.

4 Martínez, Edith, "Mancha urbana 'devora' a Xochimilco", *El Universal*, 31 de julio, 2009.

5 Castillo, Miriam, "Proponen regularizar 290 invasiones en Xochimilco; ocupan áreas ecológica", *La Crónica*, 20 de marzo, 2005.

Cuadro 7. Condiciones y ubicación de colonias con algún tipo de riesgo en el área de estudio.

Condiciones	Ubicación	Consecuencia
Deterioro.	Asentamientos ubicados principalmente en el suelo de conservación y en los programas parciales de Desarrollo Urbano de la Zona Sur y Santa María Nativitas.	Sobreocupación, deterioro ambiental y riesgos altos por invasiones sobre tierras de propiedad ejidal y comunal dentro de suelo de conservación inadecuado para el asentamiento.
Riesgos por deslaves, inundaciones y agrietamientos del suelo.	Tejomulco El Alto, Tejomulco el Bajo, Los Alcanfores, Cerro Grande, La Planta, Tecacalanco, 3 de Mayo, El Huerto, Ampliación Las Peñitas, Cuatro Vientos, Tepepula, Tochuca, Tetlapanoya, Tekiticapa, La Joyita, Herradura de Hueytepec, Tototitla, Tepozanes, Mexcala, San José Obrero, El Corralón y Xilotepec, La Planta, La Cañada, Tepeyeca y Metzalan, parte alta de Tulyehualco.	Su ubicación en terrenos de alta pendiente y pedregosos, o también en los contactos con los terrenos lacustres en proceso de asentamientos fuertes por problema de desecación de los mantos acuíferos.
Riesgos por suelos colapsables o sujetos a hundimientos.	Zona baja del pueblo de Santiago Tulyehualco, la zona centro San Gregorio Atlapulco, la zona centro y baja del Pueblo de Santa María Nativitas y la periferia del Bosque de Nativitas (Xaltocan). Pueblos: Santa María Nativitas, Santa Cruz Acalpíxca, Santiago Tulyehualco, Unidad Habitacional Rinconada del Sur.	Las características de subsuelo y suelo, por la recarga acuífera y de productividad agrícola, provocan grietas, salinización y deterioro de las viviendas.

Fuente. Programa de Desarrollo Urbano de Xochimilco 2003.

2.3.1. Agua potable

El proceso de urbanización antes descrito ha definido el tipo de vivienda y servicios existentes en la zona. En relación con las condiciones de las viviendas que poseen los habitantes de Xochimilco, encontramos información que muestra que, en general, los niveles de acceso a los bienes y servicios básicos en la delegación son altos aunque, comparado con el DF, Xochimilco se encuentra ligeramente por debajo del promedio de acceso a los servicios de agua, drenaje y energía eléctrica.

En los datos censales de diferentes años se puede observar que, si bien la gran mayoría de las viviendas de la delegación cuenta con el servicio de agua potable desde la década de 1980 (en promedio, desde esa década, nueve de cada diez viviendas cuentan con este servicio), existen dos fenómenos a destacar: el primero tiene que ver con la desigualdad con que ha ido avanzando la cobertura del servicio en el ámbito delegacional frente a lo logrado por el DF: mientras que en 1980 el porcentaje de viviendas con acceso a este servicio era casi el mismo (93.2% en el DF frente al 92.8% de Xochimilco), para el Censo del año 2000 la delegación Xochimilco ya presentaba un rezago de 6.4% con respecto al DF. Una explicación de este fenómeno tiene que ver con la diferencia en la tendencia de crecimiento de población que tiene la capital del país y la que se presenta en Xochimilco; mientras que en el ámbito general del DF la tendencia de crecimiento de población está a la baja, en Xochimilco dicha tendencia sigue aumentando.

El segundo fenómeno a destacar es la tendencia a la baja en cuanto a la cobertura del servicio de agua potable en Xochimilco. Mientras que en el DF la cobertura se incrementó un 4% en 15 años (de 1980 a 2005), en Xochimilco ocurrió el fenómeno inverso: en el mismo lapso se retrocedió un 3% en la cobertura del servicio de agua. Una vez más, una explicación posible tiene que ver con la dinámica en el crecimiento de población: en la delegación Xochimilco continúan emergiendo nuevos asentamientos que ocupan terrenos de difícil dotación de agua potable (laderas de cerros empinados o antiguas chinampas declaradas zonas de reserva natural).

Cuadro 8. Viviendas particulares que disponen de agua entubada.

Año	Total de viviendas		Disponen de agua entubada			
	DF	Xochimilco	DF		Xochimilco	
	Número	Número	Número	Cobertura %	Número	Cobertura %
1980	1 747 102	39 127	1 628 415	93.2	36 304	92.8
1990	1 789 171	52 966	1 722 850	96.3	47 901	90.4
2000	2 103 752	82 078	2 038 157	96.9	74 300	90.5
2010	2 745 180	112 943	2 312 839	84.2	89 446	79.2

Fuente: Censos y conteos de población y vivienda, 1980 al 2010, INEGI.

Por otro lado, el abastecimiento de agua potable de la delegación Xochimilco proviene de pozos profundos ubicados en la parte plana de la delegación y a lo largo de la carretera México-Tulyehualco.⁶ Estos pozos alimentan a los acueductos Xochimilco y Chalco-Xochimilco, que conducen una parte de su caudal hacia tanques de almacenamiento y regulación, desde donde se envía el agua hacia los usuarios de la delegación por medio de las redes de abasto primaria y secundaria. El resto del agua que conducen estos canales se envía a las delegaciones de Tlalpan, Coyoacán, Iztapalapa, Benito Juárez, Miguel Hidalgo y Cuauhtémoc⁷ (cuadro 9).

6 En entrevista, el Arq. Luis Alfredo Villaseñor Gaona, Director de Operación Hidráulica y Mantenimiento de la delegación Xochimilco, declaró que actualmente sólo están operando 60 de los 79 pozos existentes en esta demarcación política (entrevista realizada en 2011).

7 Según el Plan de Acciones Hidráulicas 2001-2005 de la delegación Xochimilco (2001), de los pozos profundos se extraen aproximadamente 3.2 m³/s, una parte para el consumo interno (1.0 m³/s) y el resto se destina a las delegaciones ya mencionadas.

Cuadro 9. Resumen de la infraestructura de agua potable en Xochimilco.

Descripción	Cantidad	Unidad
Pozos operados por la DGCOH	79	Pozo
Acueductos	27 790	Metros
Tanques de almacenamiento	27	Tanque
Planta de bombeo	17	Planta
Red primaria de agua potable (diámetro de 50 a 183 cm)	34.70	Km
Red secundaria de agua potable (diámetro de 45 a 50 cm)	617.7	Km
Tomas domiciliarias domésticas	74 902	Toma
Tomas domiciliarias de gran consumo	41	Toma
Garzas de agua potable	1	Toma
Estación medidora de presión	1	Estación

Fuente: *Plan de Acciones Hidráulicas 2001-2005, Delegación Xochimilco*, Gobierno del Distrito Federal-DGCOH, 2001.

Toda la infraestructura antes mencionada, en casi diez años tuvo un ligero avance en la ampliación de las redes de distribución de agua potable: se construyó menos de un kilómetro tanto en la red primaria como en la secundaria. Por otro lado, en este lapso hubo una disminución en la participación porcentual de la infraestructura hidráulica de Xochimilco, en relación a la existente en el DF: en la red primaria se pasó del 3.9% al 3.4% y, en la red secundaria, se quedó en 5.2% (cuadro 10).

Cuadro 10. Avance en la red de distribución de agua potable (kilómetros).

Tipo	Distrito Federal			Xochimilco					
							Participación %		
	1996	2005	2013	1996	2005	2013	1996	2005	2013
Red primaria de distribución de agua potable	875.1	1,034.9	1 342	34.5	35.2	94	3.9	3.4	7.0
Red secundaria distribución de agua potable	11,953.5	11,912.8	12,088	617.7	618.3	518	5.2	5.2	4.3

Fuente: Anuario estadístico y geográfico del Distrito Federal, INEGI, 2014.

En resumen, con la infraestructura hidráulica existente se logra abastecer de agua potable alrededor del 90% de la población, aunque existen colonias que carecen de un servicio regular de agua, como: San Andrés Ahuayucan, Santa Cecilia Tepetlapa, San Lucas Xochimanca, San Mateo Xalpa, San Francisco Tlalnepantla, San Lorenzo Atemoaya y la zona alta de Santiago Tulyehualco. Por otro lado, existen colonias que no cuentan con el servicio de agua potable entubada: son principalmente las colonias surgidas de los asentamientos irregulares ubicadas en las zonas altas de San Lorenzo Atemoaya, San Andrés Ahuayucan, San Gregorio Atlapulco, San Luis Tlaxialtemalco, Santiago Tulyehualco, Santa Cecilia Tepetlapa, San Lucas Xochimanca y San Mateo Xalpa.⁸

Para las colonias y viviendas que carecen del servicio de agua entubada existen las siguientes alternativas: 1) la principal y más utilizada es la solicitud de pipas (camiones cisterna) a la delegación, quien otorga el servicio de manera gratuita, 2) la compra de pipas a particulares, 3) el abasto directo en las llaves públicas ubicadas en algunos pozos y a lo largo del acueducto

⁸ Datos tomados de Garzón Lozano, Luis Eduardo, *Xochimilco hoy*, Instituto Mora-Gobierno del DF-Delegación Xochimilco. México, 2005, pp. 35.

Xochimilco, y 4) la cosecha de agua de lluvia que se efectúa, en pocos casos, en los asentamientos ubicados en los cerros y las chinampas.

2.3.2 Agua residual y saneamiento

Para resolver el problema de saneamiento del agua residual y el desalojo del agua pluvial, la delegación cuenta con infraestructura de drenaje compuesta por redes primarias y secundarias de tipo combinado (es decir, los conductos se utilizan para desalojar aguas residuales y pluviales) y separado en algunas partes; además, cuenta con conductos a cielo abierto,⁹ cárcamos de bombeo, presas y lagunas de regulación. Para el desalojo de sus aguas residuales y pluviales, Xochimilco cuenta con la infraestructura que se resume en el siguiente cuadro.

Cuadro 11. Resumen de la infraestructura de drenaje.

Descripción	Cantidad	Unidad
Red secundaria (diámetros menores a 61 cm)	433.7	km
Red primaria (diámetros iguales o mayores a 61 cm y menores a 315 cm)	70.1	km
Planta de bombeo	10	Planta
Lagunas de regulación	2	Laguna
Presas	1	Presa
Estaciones pluviográficas	3	Estación

Fuente: *Plan de Acciones Hidráulicas 2001-2005 Delegación Xochimilco*, Secretaría de Obras y Servicios, 2001.

⁹ Los conductos a cielo abierto son los ríos San Buenaventura, Santiago, San Lucas, San Gregorio y Ameca, además de los canales Nacional, Chalco, Noria, Caltongo, Japón, Cuemanco y Xilopa. Las lagunas de regulación son: Ciénega Chica y Grande y laguna de San Luis Tlaxiatalmalco; la presa es la de San Lucas Xochimilca.

El crecimiento de la red primaria del drenaje apenas ha sido de cinco kilómetros entre 1996 y 2005, mientras que la red secundaria ha permanecido igual en el mismo lapso. En relación con la participación porcentual respecto al DF, la red primaria de Xochimilco apenas representa un 3.6% de la existente en el DF, y la red secundaria equivale al 4.2%. La explicación a esta situación está en que muchas de las nuevas áreas de poblamiento en Xochimilco se ubican en la zona cerril o en la zona chinampera y, como antes anotamos, sus características ambientales y de suelo dificultan la introducción de los servicios, amén de que la mayoría de las viviendas ahí ubicadas corresponden a asentamientos irregulares, por lo que la introducción de servicios es una legalización de *facto* para dichos asentamientos.

Cuadro 12. Red de distribución del sistema de drenaje (kilómetros).

Tipo	Distrito Federal		Xochimilco			
			Participación %			
	1996	2005	1996	2005	1996	2005
Red primaria de drenaje	2 023.6	2 093.0	70.1	75.1	3.5	3.6
Red secundaria de drenaje	10 237.3	10 240.7	433.7	433.7	4.2	4.2

Fuente: Elaborado por la Secretaría de Desarrollo Económico del D. F., con datos del Censo Agropecuario, 2005, INEGI.

Sobre la cobertura del servicio de drenaje en las viviendas encontramos que, a diferencia del servicio de agua potable, en Xochimilco el acceso al drenaje ha ido creciendo de manera sostenida en los últimos treinta años. En este lapso, se pasó de un nivel de cobertura del 59% de viviendas que contaban con drenaje, en 1980, al 97.7% que existía en el 2010; es decir, en treinta años se incrementó en un 38.7% la cobertura del drenaje en Xochimilco. Con estas cifras, la delegación se acercó a los niveles de cobertura de drenaje que presenta el DF en su totalidad.

Cuadro 13. Viviendas particulares que disponen de drenaje.

Año	Distrito Federal		Xochimilco	
	Número	Cobertura %	Número	Cobertura %
1980	1 485 286	85.0	23 097	59.0
1990	1 677 692	93.8	42 692	80.6
2000	2 065 217	98.2	75 372	91.8
2010	2 362 017	98.9	98 784	97.7

Fuente: Censos y conteos de población y vivienda 1980, 1990, 1995 y 2000, INEGI.

Cabe señalar que los pobladores de las colonias que carecen del servicio de drenaje (las asentadas en la zona chinampera y las ubicadas en los cerros) en algunos casos construyen fosas sépticas, pero la gran mayoría canalizan su agua residual sin darle ningún tratamiento a los canales y lagos de la zona chinampera y a los arroyos, barrancas y cañadas de la zona cerril. Las colonias más afectadas son las ubicadas al sureste de la delegación: partes de Santa Cecilia Tepetlapa, San Francisco Tlalnepantla, San Mateo Xalpa, San Andrés Ahuayucan, San Lucas Xochimanca, Santiago Tepalcatlalpan y Santa Cruz Xochitepec, además de las colonias ubicadas en la Zona de Desarrollo Controlado y en la zona chinampera.

El agua que se colecta a través de la red de distribución de drenaje es canalizada hacia las dos plantas de tratamiento con que cuenta la delegación: la de San Luis Tlaxialtemalco y la del Reclusorio Sur. La planta de San Luis cuenta con una capacidad de operación de 110 L/s y recoge el agua residual de las colonias de la delegación, a las que les da un tratamiento de nivel terciario con filtros de grava y arena, y tratamiento de lodos. La planta del Reclusorio Sur tiene una capacidad de operación de 13 L/s y recibe el agua generada por el mismo reclusorio; el tipo de tratamiento que se da es del nivel secundario.

En las áreas periurbanas de Xochimilco se generan aguas residuales que podemos clasificar de tres formas: 1) desalojadas a través de la red de drenaje, 2) desalojadas a cielo abierto y a canales de las chinampas, y 3) depositadas en fosas sépticas.

Un último sector de la población de las áreas rurales y periurbanas de la zona de estudio –ubicadas prácticamente en toda la parte perimetral de esta área– construye fosas sépticas porque la distancia que hay de sus viviendas a la red de drenaje es relativamente grande y, por otra parte, por lo accidentado del terreno en donde se localizan. En este sentido, es más fácil construir una fosa séptica, o bien, hacer sus necesidades en letrinas que descargar a las pequeñas barrancas.

2.3.3. Manejo de los residuos sólidos

En Xochimilco se reproduce el mismo sistema de recolección de basura que existe en la ciudad de México, el cual se lleva a cabo mediante el uso de camiones especializados que recorren las colonias y recogen la basura básicamente sin separar los desechos orgánicos de los inorgánicos. Los trabajadores de limpia son los que inician con el proceso de separación de basura escogiendo los desperdicios que pueden ser vendidos o reutilizados; esto es: papel, latas de aluminio, vidrio, PET, entre otros productos. Lo demás, lo que no es separado por los recolectores de basura, se entrega a un centro receptor donde se canaliza al tiradero.

En el año 2005, según el INEGI, en la delegación Xochimilco se producían 378 toneladas de desechos sólidos cada día, lo cual representaba una producción per cápita de casi un kilo al día. El siguiente cuadro resume lo anterior y compara la producción de basura con el Distrito Federal.

Cuadro 14. Generación de desechos sólidos en el Distrito Federal y en Xochimilco.

Concepto	Distrito Federal		Xochimilco		
	1994	2005	1994	2005	Participación % en el d.F. En 2005
Generación de desechos sólidos por día (tonelas)	11 187	12 218	257	378	3.1
Generación de desechos sólidos per cápita (kilogramos)	1.2	1.4	1.0	0.9	64.3

Fuente: Elaborado por la Secretaría de Desarrollo Económico del D. F. con datos del Censo Agropecuario, 2005, INEGI.

Ni en Xochimilco ni en el área de estudio se hace un manejo de los desechos sólidos, salvo en contadas excepciones en las que algunos chinamperos utilizan el abono de su ganado como fertilizante para las chinampas, pero la realización de composta no es una práctica hecha por los productores, ni tampoco en los hogares.

En el caso de las zonas urbanas, todos los desechos sólidos son entregados al camión recolector, que es el encargado de llevar la basura a una estación de transferencia ubicada en el pueblo de San Luis Tlaxialtemalco, en donde los trabajadores de este servicio se encargan de separar la basura para llevarla a su destino final. No existe información clara sobre qué se hace o para qué se utiliza la basura orgánica.

2.4. Repercusiones socioambientales del crecimiento urbano en Xochimilco

El crecimiento demográfico de Xochimilco, las condiciones actuales del suelo, la situación de los servicios y las condiciones de la vivienda que actualmente se presentan en la zona tienen implicaciones de diversa índole que, de no resolverse, apuntan hacia un panorama poco halagador en diferentes temas. Entre los más relevantes podemos mencionar los siguientes:

En primer lugar, el tema del crecimiento poblacional y la necesidad de vivienda es un tópico que aparece de inmediato, observando las tendencias históricas de crecimiento de Xochimilco. El incremento demográfico, el hacinamiento, la precariedad o insuficiencia del parque habitacional y deterioro del mismo son factores que propician la necesidad de vivienda. El escenario del crecimiento poblacional de Xochimilco estima que la población tendrá un incremento de 45 385 habitantes para el año 2020 y de 36 055 habitantes nuevos para el año 2035, lo que representa 81 4403 habitantes nuevos con respecto al año 2000. Si consideramos un promedio de cuatro miembros por familia, para el año 2035 existirán 36 263 nuevas familias, que en teoría contarán con su vivienda. Por lo tanto, el Plan de Desarrollo Urbano (2003) estimaba que las necesidades de vivienda nueva para el año 2010 serían de 15 903, de 11 346 para 2020 y de 9 014 para 2035.

Esta cifra representa una demanda de vivienda de, al menos, 1.75 veces de incremento respecto del número de viviendas actuales. Por esta razón deberán generarse programas de habilitación y densificación del suelo para poder desarrollar vivienda de interés social, pues de no hacerse lo anterior, habrá una sobreocupación del suelo de conservación y se generará un desbordamiento de asentamientos irregulares.

El equipamiento urbano será uno de los factores de mayor impacto en este crecimiento estimado para Xochimilco. Se espera una importante demanda en los subsistemas de cultura, salud y educación. La situación

que se presenta es de equilibrio para los sectores urbanos con mejores posibilidades de ingreso, como es el caso del poniente del suelo urbano delegacional. Las áreas con mayor demanda como Santa Cruz Xochitepec, Santa María Nativitas, San Lorenzo Atemoaya, San Lucas Xochimanca, San Gregorio Atlapulco y San Luis Tlaxialtemalco sumarán su déficit actual a los incrementos en población, y deberán contar con nuevas alternativas técnicas de edificación por la dificultad técnica que se presenta en la zona para la dotación de servicios. Al mismo tiempo, es necesario considerar el incremento de demanda por razones de crecimiento a futuro de la población, siendo cerca del 50% de la demanda actual.

Las condiciones de la infraestructura de agua potable y drenaje en Xochimilco en general son buenas, especialmente en el área urbana del centro y occidente; pero son muy deficientes en la zona oriente y en el área rural de la demarcación. Por tal razón, se prevé una demanda de estos servicios con las repercusiones de escasez hacia otras colonias que cuentan con el servicio de manera regular. Para el 2035, cuando la población duplique a la que actualmente existe, se tendría que aumentar en 3 m³/s de abastecimiento mínimo de 90 L/día/hab (Gaceta Oficial del D.F., 2003). Adicionalmente, se deberían tomar medidas precautorias para la introducción de tecnologías alternativas para la obtención de agua; por ejemplo: cosecha de agua, captación e infiltración profunda, así como otros sistemas de ahorro de este recurso, lo cual se prevé llegue a ser más rentable que los grandes sistemas convencionales de agua potable.

Esto se logrará de forma más clara en los asentamientos rurales en suelo de conservación, donde la relación con el medio cobra mayor importancia y cuyos costos de introducción de servicios se incrementa debido a las características del medio natural, como son el suelo y la topografía. En el suelo urbano se deberá modernizar y optimizar la infraestructura existente y crear programas de ampliación de las mismas, así como lograr estrategias para no dotar de este servicio a las zonas que se encuentren fuera de las áreas

con uso de suelo urbano o rural. También, se debe realizar un diagnóstico de las redes, tanto de agua como drenaje, para optimizar el suministro e impedir que las aguas de desecho se filtren a los mantos freáticos, ya que en algunas zonas de la delegación hay hundimientos y dislocación de tuberías, lo que podría contaminar las fuentes de abastecimiento de agua (*Gaceta Oficial del D.F.*, 2003).

Otro tema de atención prioritaria que, aunque no está vinculado con el objetivo de este libro, sí tiene implicaciones para los servicios de la zona es el transporte y las vialidades. Es necesario mejorar la accesibilidad de la delegación mediante la construcción de nuevas vialidades que amplíen la comunicación regional por el suroeste, oeste, sur y noreste de la demarcación. Para ello, será necesario hacer ampliaciones y modificaciones de las vialidades primarias y secundarias, incluyendo la apertura de salidas nuevas por la zona de Muyuguarda y Canal de Chalco. La extensión de la línea del tren ligero deberá ser considerada como una alternativa necesaria en el largo plazo, para conectarse hasta Tulyehualco y en su trayecto cubrir las necesidades de transporte de Nativitas, San Lucas y Santiago Tepalcatlalpan, para salir nuevamente de regreso por la zona conocida como La Noria. De no adecuarse ni completarse esta estructura vial, aunado al problema del transporte, desde Santa María Nativitas hasta Tulyehualco se congestionarán aún más las vialidades principales, que ocasionarán bloqueo en los accesos al Anillo Periférico.

En las zonas más densamente pobladas de la delegación se prevé una mayor agudización de los problemas de transporte público, por lo que se deberá analizar la posibilidad de introducir nuevas rutas al interior de la delegación para beneficiar a la población, dando como resultado una movilidad interna más eficiente y evitando que desemboquen siempre en las vialidades principales, para trasladarse dentro de la misma demarcación. Por ello, es necesario redefinir una estructura urbana clara, sencilla y funcional, donde se puedan dar los diferentes usos del suelo de una manera organizada

y planificada, y se implementen normas que vigilen y regulen los mismos, principalmente en la zonas centro y norte de la delegación, ya que la dinámica presentada en éstas puede dar paso a variados usos que deben controlarse.

En consecuencia, los problemas actuales y (posiblemente futuros) en Xochimilco pueden enlistarse de la siguiente manera:

Urbanos, sociales y ambientales:

- Invasión de zonas de reserva ecológica, terrenos de uso agropecuario y asentamientos irregulares (generalmente invasiones “hormiga”).
- Problemas de distribución de recursos (suelo, agua).
- Reducción del número de productores agropecuarios por diversificación de actividades en los sectores secundario y terciario.
- Venta ilegal de terrenos, chinampas, para la construcción de viviendas, extracción ilegal de recursos forestales, etcétera.
- El uso de aguas contaminadas para el riego.
- Enfermedades frecuentes: de la piel, respiratorias (asma), estomacales.
- Consecuencias de los asentamientos en zonas de alta recarga, barrancas (zona cerril), hundimientos (zona chinampera).
- Contaminación con residuos sólidos y líquidos (desagües, basura, cascajo).

Principales problemas de los canales:

- Relleno ilegal de canales para la construcción de casas.
- Deforestación y crecimiento de la mancha urbana.
- Amenaza de flora y fauna, como el caso de la especie endémica de la zona, el *axolotl*.

Contaminantes más frecuentes:

- Desechos contaminantes y lodo.
- Desechos domésticos (bolsas de plásticos, botellas, PET, ropa).
- Heces fecales.
- Desechos de construcción.

Debido a los diversos problemas indicados en los párrafos anteriores, la planeación de acciones gubernamentales y el desarrollo de programas de largo plazo resultan muy inciertos, debido a la dinámica en la que se desenvuelven diversos procesos en la delegación Xochimilco, como el crecimiento urbano y los servicios necesarios asociados con éstos (agua potable, drenaje, energía eléctrica o recolección de basura).

Como hemos visto, la delegación Xochimilco, aún con la extensa zona de conservación que posee, se ha poblado aceleradamente con una urbanización por demás deficiente y descontrolada, además de que en los últimos años, debido al desarrollo de delegaciones y municipios cercanos como Tláhuac, Milpa Alta, Chalco y otras localidades lejanas como Oaxtepec y Cuautla (en el estado de Morelos), han propiciado que se convierta en una ruta de entrada y salida alterna a la Ciudad de México, con los consecuentes problemas que ello implica.

En consecuencia, Xochimilco está agotando sus posibilidades de crecimiento y enfrenta un dilema de conservación de sus recursos –principalmente tierra y agua– que, pese a los esfuerzos gubernamentales de los últimos años, no ha podido concretarse en una acción colectiva que garantice, por lo menos, detener y eventualmente revertir las tendencias negativas que el desmedido crecimiento urbano implica.

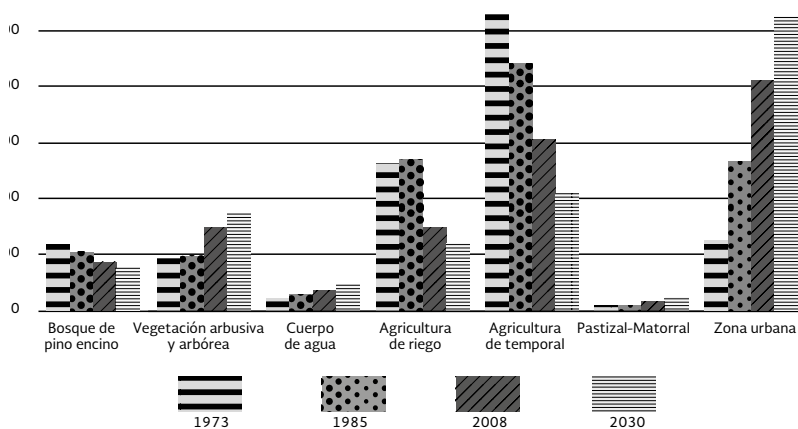
Un ejercicio comparativo y prospectivo de imágenes de satélite de los años 1973, 1985 y 2009 muestran varios fenómenos interesantes (imagen 3):

- a) Presencia importante de la agricultura de riego, que disminuye de manera importante entre 1973 y 2008.
- b) Pérdida de la zona dedicada a la agricultura de temporal, como consecuencia del crecimiento de la mancha urbana.
- c) Entre los años 1973 y 1985, se muestra un incipiente poblamiento en las partes altas de la delegación Xochimilco, que se acentúa y se empieza a dispersar en el 2008.

El incremento demográfico, hacinamiento, precariedad o insuficiencia del espacio habitacional y deterioro del mismo son factores que propician la necesidad de vivienda y, en consecuencia, el crecimiento de la mancha urbana. En estas condiciones, la superficie agrícola, forestal y de conservación se han visto afectadas y las tendencias de crecimiento muestran que, de no revertir esta tendencia, la mancha urbana seguirá creciendo.

Las tendencias de los últimos 38 años confirman un proceso de presión doble sobre Xochimilco: una referente a la escasez progresiva de agua y otra al uso del suelo. Los sistemas naturales (interacciones agua, suelo, vegetación, fauna) experimentan un detrimento agudizado por la urbanización: cada vez hay más gente con más difíciles oportunidades para acceder a recursos ambientales cuantitativa y cualitativamente apropiados. Si bien en años recientes se ha inyectado agua al subsuelo y la zona lacustre, con sus canales, continúa recibiendo agua tratada, no hay signos firmes de que el efecto de desecación relativa, tanto subterránea como superficial, pueda ser contrarrestado. Si esta tendencia continúa, el escenario esperado para la zona en 2030 es muy desalentador, como se muestra en la imagen anterior.

Gráfica 4. Cambio de uso del suelo en Xochimilco de 1973 a 2030.



Fuente: elaboración propia.

2.5. Definiendo el área de estudio del proyecto *Vivace*

De acuerdo con el Censo de Población 2010, en Xochimilco habitan 415 007 personas, las cuales residen en 102 778 viviendas. En los últimos años, Xochimilco ha tenido una tasa de crecimiento medio anual de 1.8%, que en términos prácticos significa mayor necesidad de viviendas y un incremento del suelo urbano en detrimento del suelo de conservación. En este contexto, han proliferado los asentamientos irregulares que día con día van –junto con las familias campesinas– conformando las áreas periurbanas. Tan sólo para 2003 la delegación estimaba que los asentamientos irregulares cubrirían una superficie de 1 016 hectáreas.

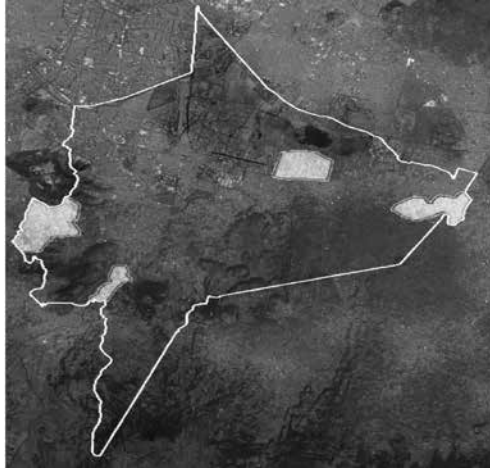
Dada la dificultad de estudiar toda la delegación Xochimilco, decidimos hacer un recorte espacial del territorio para obtener dos áreas de estudio: la primera para tener un área de *contexto* de la urbanización y los servicios básicos en la delegación y, la segunda, para obtener un espacio mucho menor que nos permitiera analizar, conocer y proponer soluciones a través de nuestro proyecto *Vivace*.

Para definir la primera área de estudio (que nos sirvió de área de contexto) dentro de la superficie que ocupa la delegación Xochimilco, se trazó un polígono que cubrió las áreas con menos densidad de población, donde se ubican asentamientos humanos de reciente aparición. Este ejercicio se realizó utilizando la proyección UTM Zona 14 N,¹⁰ que arrojó una superficie periurbana de 2 999.81 hectáreas y alrededor de 12 602 viviendas (mapa 4). Posteriormente, ya con el polígono periurbano definido, se tomó

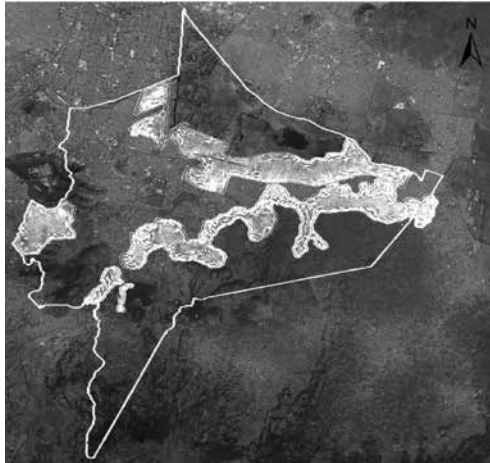
¹⁰ La proyección UTM es la representación gráfica de la superficie curva y tridimensional de la tierra sobre una superficie plana; es una modificación del Sistema de Bandas Meridianas de Gauss Kruger. Su uso se limita a zonas de 6° en longitud, por tal razón, se descompone la tierra en sesenta husos de 6° de amplitud, cada uno centrado sobre su meridiano central. El primer huso está entre las longitudes 174° y 180° al oeste de Greenwich y la numeración crece hacia el este. Esta zona está ubicada en UTM zona 14 N.

una muestra de la tercera parte de éste y se trazaron nuevos polígonos en diferentes zonas del polígono periurbano, tratando que en ellos se reflejaran zonas con pocas y/o muchas viviendas. El área muestra del polígono resultó de 841.44 hectáreas y aproximadamente 3 535 viviendas (mapa 5).

Mapa 4. Delimitación del área periurbana de Xochimilco.



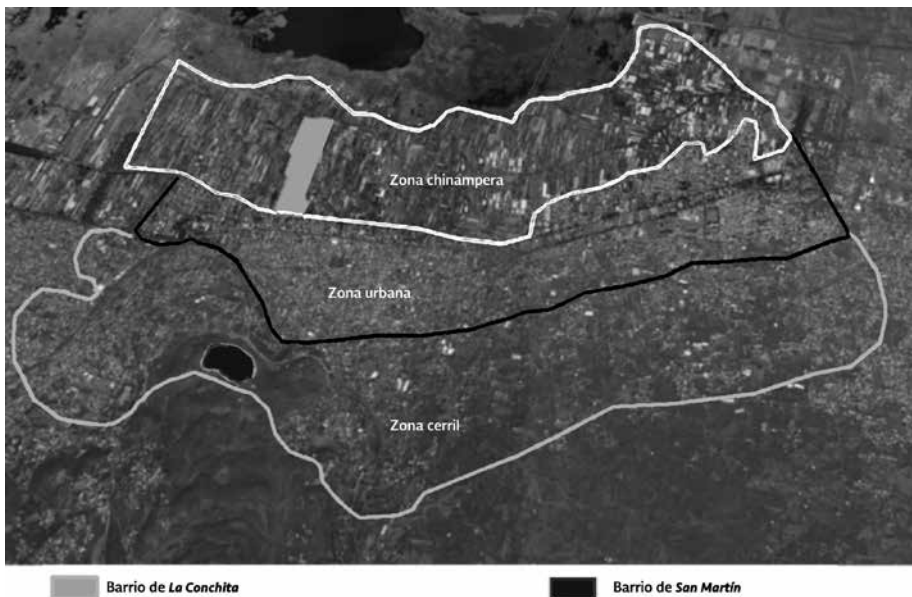
Mapa 5. Delimitación de las áreas de estudio dentro del área periurbana de Xochimilco.



Fuente: Elaboración propia.

De la superficie muestreada (en color amarillo en el mapa 5), se seleccionó una primer zona que abarca el territorio de San Gregorio Atlapulco y que denominamos área de contexto, porque, debido a su ubicación, se consideró representativa de la delegación, dado que incluye asentamientos humanos con diferentes características y niveles de urbanización que se ubican en las tres zonas fisiográficas de la delegación que ya hemos mencionado: chinampera, de pie de monte y cerril (mapa 6).

Mapa 6. Delimitación del área de contexto y de las áreas para estudio de factibilidad.



Fuente: Elaboración propia.

Sobre la zona de San Gregorio Atlapulco existe mucha información no coincidente entre sí, particularmente en lo relativo a la caracterización del pueblo. Esta situación ha propiciado que existan diversas nomenclaturas y divisiones territoriales para lo que los habitantes del pueblo llaman “barrios” y, que en la caracterización del INEGI sean colonias o, para el gobierno del Distrito Federal, unidades territoriales. No obstante, se determinó

mantener esta área por las diversas investigaciones y actividades que se han desarrollado en la zona y porque la información existente en torno a ella nos permitiría generar una discusión en los talleres realizados para la construcción de escenarios, como veremos más adelante (de esta primer área se dará mayor detalle, sobre sus condiciones y características, en el punto 5.1, referido a prácticas y situación del agua potable, saneamiento y residuos sólidos).

Por otro lado, y dado que el proyecto buscó tener un espacio donde se proyectaran soluciones técnicas viables, basadas en la participación social, es que se hizo un nuevo recorte y se optó por definir –dentro del área de contexto– dos pequeñas zonas de estudio, en las cuales se desarrolló el estudio de factibilidad de las tecnologías identificadas como viables. En esta segunda delimitación se consideraron –además de los criterios geográficos y metodológicos arriba descritos– cuatro criterios que fueron una constante durante todo el proyecto *Vivace*: infraestructura, urbanización, lejanía y condiciones socioeconómicas.

Derivado de lo anterior, se seleccionaron el barrio **La Conchita** en la zona chinampera y el barrio **San Martín Caballero** en un área montañosa de San Gregorio Atlapulco (mapa 6). Las características y situación de los servicios de agua potable, saneamiento y residuos sólidos se detallarán en el capítulo 5, relativo al estudio de factibilidad.

Es importante señalar que estas pequeñas áreas nos ofrecieron un espacio, en el cual se pudieron proyectar las diversas tecnologías propuestas y permiten, además, establecer un vínculo entre el agua potable, saneamiento, residuos sólidos y agricultura.

La importancia de la participación social

En el contexto de la gestión y manejo de los recursos naturales, la participación social tanto en la planificación como en la toma de decisiones presenta un gran potencial para facilitar los procesos y tener mayores posibilidades de éxito en los programas y planes a implementar. La participación social ha sido impulsada por muchas agencias internacionales de desarrollo como una actividad y un proceso definitivo y sustancial a cualquier modificación, plan o cambio que impulse el desarrollo.

Para el caso de estudio de Xochimilco, creemos importante tomar en cuenta la participación social activa y la planeación participativa, para que los instrumentos de planeación derivados respondan a las necesidades y condiciones reales de la población y para que las políticas no sean aplicadas solamente en un esquema de arriba hacia abajo. En el contexto de Xochimilco, también creemos en la importancia de tomar en cuenta los aspectos culturales ligados a la identidad de los pobladores y su territorio. El conocimiento, primero, de las prácticas y nociones de los pobladores en cuanto a los recursos naturales y, segundo, la incorporación de sus opiniones en procesos de planeación, ayudarán a conocer los conceptos tecnológicos específicos que pueden plantearse como soluciones viables. Por ello, las siguientes líneas abordan un poco más a fondo la importancia de la participación social, desde el enfoque que planteamos, como parte de una metodología y no como una entelequia ideológica.

3.1. Orígenes, fundamentos y características de las metodologías participativas

En América Latina, los orígenes de la investigación participativa (IP) se asocian con los siguientes factores: críticas al modelo de desarrollo modernizador basado en el crecimiento macroeconómico, cuya puesta en práctica agravó problemas estructurales, tales como el desempleo, pobreza, concentración del ingreso, marginación, desigualdad y degradación de los recursos naturales. Un fenómeno social que propició el desarrollo de la investigación participativa fue la necesidad, por parte de la población, de encontrar alternativas frente a la crisis, así como la emergencia de nuevos actores sociales y políticos que pugnaban por tener voz y participar en las decisiones. Históricamente, cuando las políticas y acciones gubernamentales fallan, los Estados recurren a los grupos organizados de la sociedad para resolver los problemas generados por estas políticas.

La investigación participativa surge así a finales de los años sesenta y principios de los setenta, y se construye a partir de múltiples influencias teóricas que confluyen en una posición crítica hacia el sistema económico y político vigente. Viene a suplir la necesidad de metodologías que contribuyen en la generación de una conciencia crítica y reflexiva en los individuos, a partir de la cual se generen acciones para la transformación de la realidad social. Es decir, se trata de favorecer un desarrollo alternativo que supere las inequidades y tome en cuenta la participación de los grupos tradicionalmente marginados.

Dicha corriente de pensamiento se articula de manera implícita o explícita con la educación popular, ya sea formal o no formal, y en particular con las propuestas de Paulo Freire.¹¹ La educación popular reivindica desarrollos diferentes y sociedades sustentables, edificados sobre nuevas formas de

11 Desarrolló el método de educación liberadora en un momento político donde muchos países de Sudamérica estaban bajo gobiernos dictatoriales. El componente político de su propuesta educativa era favorecer la participación y organización de la población para que diseñaran su propio proyecto de futuro, a partir del análisis de su realidad social y de la intervención sistemática en ella. Ver el libro *La educación como práctica de la libertad*.

concebir la apropiación de los recursos naturales y a partir de espacios democráticos, donde las comunidades planeen e instrumenten sus propias alternativas a los modelos y políticas vigentes.

Asimismo, la investigación participativa critica el hecho de que en las investigaciones tradicionales (no participativas) no se da una socialización de la información generada; es decir, los investigadores no devuelven a los grupos sociales los resultados del proceso y se plantea que la información derivada debe estar disponible para el grupo, así como contribuir a cambiar las condiciones de vida de la comunidad estudiada. La investigación participativa propone que la población sea sujeto y, a la vez, objeto de la investigación en una relación dialógica con la realidad, para su transformación.

La construcción de ese nuevo paradigma de investigación se da en un momento histórico en el cual se plantea el reto de superar los criterios cuantitativos de desarrollo hacia la definición e instrumentación de principios cualitativos, que incorporen el derecho a una elevada calidad de vida para las poblaciones, respeto a las identidades étnicas y valores culturales de las comunidades, descentralización en la toma de decisiones, fortalecimiento de la participación de la sociedad civil y la conservación de los recursos naturales.

La perspectiva metodológica de la investigación participativa también tiene un aporte de la fenomenología, que pretende entender los hechos sociales desde la propia perspectiva de sus actores, reconociendo que el rol de los investigadores en un proceso de investigación va más allá de ser un simple observador “neutro” y “objetivo”, sino que su lectura de la realidad obedece a la propia interpretación de ella; es decir, está teñida por su subjetividad. En estos términos la investigación participativa se construye teniendo como principios rectores la creación de una cultura contrahegemónica, el fortalecimiento de los grupos sociales marginados y la transformación social. Según Martínez (2002), las características fundamentales de la investigación participativa son las siguientes:

- El principio teórico fundamental es que el conocimiento no es neutro.
- Recupera el conocimiento local y lo enriquece.
- Es un medio para la generación de poder.
- El conocimiento se genera vinculado con la transformación de la realidad.
- El objetivo de la investigación es la acción transformadora.
- Promueve la reflexión y análisis crítico de los problemas sociales, de las interrelaciones y sus causas, así como las posibilidades de superarlas.
- Es un proceso de acción-reflexión, en donde se da una participación constante, creciente, autónoma y representativa.
- Los propios sujetos autoinvestigan, jerarquizan sus problemas y desarrollan acciones para resolverlos.
- Los conocimientos son confrontados en la acción y a través de la reflexión y, con ello, surgen nuevos conocimientos.
- Pone énfasis en el proceso de toma de conciencia, enfrentando la propia realidad para un cambio de actitudes y valores.

3.2. Principios metodológicos de la investigación participativa

La propuesta metodológica de la investigación participativa está encaminada a facilitar procesos de reflexión sobre la problemática socioambiental y la apropiación de los conocimientos teóricos que fomenten acciones y valores que favorezcan la participación ciudadana en la detección y atención de dichos problemas. En esta propuesta metodológica se aprecian tres fases en el proceso de construcción del conocimiento: práctica–teoría–práctica. Se trata de partir de la práctica (partir de lo concreto), reflexionar y teorizar sobre ella (proceso de abstracción) y regresar a la práctica. El “**partir de la práctica**” significa que cada tema abordado deberá surgir, en un primer momento, de un diagnóstico de lo que se conoce, se hace y se piensa sobre el tema; en un segundo momento se pondrá el énfasis en ampliar su visión teórica y en un tercer momento se buscarán posibles alternativas para contrarrestar la problemática. La “**teorización**” nos permite ascender a nuevos niveles de comprensión de la realidad, avanzando en

su interpretación y, por lo tanto, a nuevas formulaciones conceptuales. Es un proceso de profundización creciente en el conocimiento de la realidad, mediante acciones sistemáticas de reconocimiento, abstracción, análisis y síntesis. Significa encontrar procesos, causas y construir juicios acerca de la problemática que se esté abordando. En el “**regreso a la práctica**”, se trata de que la comprensión teórica se verifique de nuevo en la práctica. No se trata de un regreso mecánico, sino de avanzar dinámicamente en términos intelectivos y propositivos, dirigiendo nuestro quehacer a acciones transformadoras cualitativa y cuantitativamente de la misma realidad de la cual se partió. A la vez, todos estos momentos del proceso metodológico deben promover la participación activa de todos los participantes, la reflexión crítica, el desarrollo de la creatividad, la democracia, el rescate y la revalorización de las formas culturales.

El método de la investigación participativa integra tres elementos: investigación, educación y acción. En función de ello, debe estar permeado por los siguientes principios, en interacción:

Formación:

- Lograr la apropiación de la problemática por las comunidades locales.
- Incorporar la subjetividad, rescatando y explicitando los aspectos culturales, simbólicos y vivenciales de las comunidades.
- Promover la apropiación de los conceptos bajo una perspectiva operacional.
- Formar actitudes permanentes de compromiso con la mejoría de las condiciones de vida.
- Desarrollar enfoques integrales, dinámicos, sistémicos y transdisciplinarios.

Participación:

- Promover la organización para la participación ciudadana.
- Desarrollar herramientas que involucren activamente los sujetos del proceso de enseñanza-aprendizaje.
- Promover relaciones horizontales entre los sujetos.

Proposición:

- Énfasis en el cambio de la realidad ambiental.
- Perspectiva a mediano y largo plazos.
- Enfoque hacia la resolución de problemas.

Cooperación:

- Promoción de la cooperación interpersonal, intersectorial e interinstitucional.
- Promoción de la cooperación local, regional, nacional e internacional.

En estos términos, el papel que juega el equipo investigador cambia sustancialmente en comparación con el que interviene en investigaciones tradicionales. El papel del equipo es permitir e incentivar que sean expresadas las diferentes formas de pensar, a fin de que sean compartidas y se constituyan en un insumo a la hora de la toma de decisiones para el cambio de las realidades locales. El grupo investigador debe tener una actitud democrática, con capacidad de crear una atmósfera de confianza entre los participantes, saber escuchar, no imponer sus opiniones, así como tener capacidad de análisis y síntesis.

3.3. Los enfoques participativos en la investigación académica, organizaciones civiles y acción gubernamental

Los enfoques participativos, tanto en la investigación académica como en la intervención de los organismos no gubernamentales y en el trabajo de las instituciones gubernamentales han sido criticados de diversa manera, según el ejecutor de la experiencia. En el caso de la academia, las críticas han provenido principalmente de los defensores del positivismo, quienes afirman que la investigación participativa adolece de falta de objetividad y rigor. Las organizaciones no gubernamentales han sido criticadas por poner el énfasis en la participación a ultranza y el activismo, y no tanto en la generación de nuevo conocimiento y en los resultados de la intervención, basándose en muchas ocasiones en criterios de carácter ideológico. Finalmente, en el caso de las instituciones gubernamentales en México en particular, sus propuestas de participación han sido vistas más bien como un intento de manipulación, clientelismo o cooptación ciudadana.

Sin embargo, frente a estas limitaciones o problemas, los enfoques participativos pueden exhibir el surgimiento de una ciudadanía más autónoma y la acción independiente de diversos sectores de la sociedad que en la práctica han contribuido a resolver problemas y cubrir las deficiencias de la falta de acción o los errores del Estado. Asimismo, en el caso de la investigación académica, frente a las limitaciones señaladas, se ha logrado en muchos casos profundidad y continuidad en las experiencias de vinculación con los actores sociales, innovando metodologías y técnicas, y construyendo soluciones y alternativas en forma colectiva.

La tendencia actual mayoritaria en la investigación científica se dirige hacia la interdisciplina e intervención social en las que no se habla de objetos de estudio, sino de sujetos o actores de las problemáticas. Muchos empiezan a ver que la percepción, análisis y solución de los problemas no depende

sólo del experto, el científico o técnico, sino que es necesario tener en cuenta de manera primordial a los beneficiarios, usuarios o actores sociales, sus expectativas, percepciones, necesidades y soluciones propias.

Una nueva variante en el desarrollo de experiencias participativas es que algunos investigadores académicos han incursionado en los Organismos No Gubernamentales (ONG) tratando de fusionar las necesidades de la investigación con los requerimientos sociales, y desde el lado de las ONG existe también, en los últimos diez años, un esfuerzo por mejorar los niveles de información, creación y sistematización de conocimientos, rigurosidad en la planeación, análisis, evaluación y el aporte en la construcción de soluciones.

En la actualidad, son muy pocas las disciplinas o proyectos que no se planteen si lo que se desarrolla servirá o no para resolver algún problema importante. En otras palabras, hoy es necesario hablar de la responsabilidad social de la ciencia. Esta orientación ha evolucionado con más fuerza a partir de la aceptación de que los fenómenos naturales están profundamente ligados con la cultura y la sociedad. Una solución que funciona en condiciones de laboratorio puede no serlo al llevarse a la realidad social, más aún, puede funcionar el aspecto técnico de la solución pero se pueden encontrar obstáculos o diferencias culturales, políticas e ideológicas que impidan o modifiquen su aplicación. Esto significa que en cualquier investigación no se puede obviar nunca el punto desde el cual cada quien observa y vive una realidad (su visión de la realidad o su cosmovisión) y sus intereses particulares de vida. Quien opta actualmente por dejar de lado esta dimensión puede estar preso en los estándares de la ciencia de hace dos siglos.

Por lo tanto, esta perspectiva de participación e investigación está ligada a dos elementos fundamentales: la construcción de la democracia (superando la concepción formal de la misma, es decir, la simple y llana emisión de un voto) y la construcción del conocimiento (el conocimiento compartido, construido mediante un proceso dialógico y los saberes locales). A partir de tomar en cuenta que el conocimiento se intercambia y de que se necesita

encontrar soluciones de forma compartida, se requiere el desarrollo de metodologías y técnicas adecuadas a este fin. De aquí la gran aceptación de las metodologías de investigación participativa y colectiva. En lo que respecta a la investigación en el campo del agua, por lo demás, tratándose de una problemática de orden económico, político, social y cultural, requiere de enfoques participativos para su mejor tratamiento.

Sin embargo, en México, hasta hace relativamente pocos años, la *acción institucional*¹² se había centrado en la elaboración de diagnósticos y ejecución de programas tan sólo, sin darle mayor importancia a las *necesidades y condiciones reales* de la gente ni a los *resultados e impactos* de los programas (obras, proyectos, etc.). A mediados de la década de los años ochenta—debido a la mayor adopción de programas financiados por organismos internacionales—, el país entró en una nueva forma de administrar y canalizar recursos económicos en la que son condiciones indispensables la participación social y la evaluación de la acción institucional.

En el caso del Banco Mundial y los organismos de Naciones Unidas, una constatación importante que hicieron al evaluar la aplicación de sus programas en diversos países es que, cuando no se da prioridad a la gente en los programas, obras o políticas, éstas tienden al fracaso o, en el mejor de los casos, a resultados mucho menores de los esperados. También se ha corroborado que incluir la participación local de los directamente beneficiarios del proyecto incrementará los resultados y permitirá tener mayor impacto de éstos.

Sin embargo, ocurre que la participación en ocasiones no ha sido real ni plena; a menudo la “participación social” en los programas gubernamentales ha servido más como mecanismo de “legitimación” de políticas, donde la población estaba en condiciones de desventaja frente a los gestores o

12 Para fines de este libro, se entiende por *acción institucional*: diferentes actividades por medio de las cuales las dependencias gubernamentales canalizan programas, obras y proyectos hacia diversos sectores de la sociedad.

administradores del proyecto, al no poseer ni siquiera la información que le permitiera analizar o evaluar los beneficios reales del proyecto propuesto.

Finalmente, algunas experiencias gubernamentales y civiles confunden a menudo la participación social con la participación en actividades (talleres, seminarios, foros, actividades comunales), o en proyectos previamente diseñados por las organizaciones, instituciones o investigadores, más no así en el diseño, seguimiento y evaluación de los resultados del proyecto, programa o servicio. Asimismo, hay proyectos gubernamentales de desarrollo social en los cuales se da como un hecho la aportación comunitaria en términos de trabajo, materiales o infraestructura; estos elementos nunca son valorizados económicamente y no se les considera dentro de las prioridades de financiamiento.

Este fenómeno es un tipo de participación que algunos investigadores llaman “gestión cotidiana de supervivencia”, “gestión ahorradora de recursos para el Estado” o “autogestión de la miseria” (Schteingart, 2001), en las que hay aportaciones monetarias o de materiales y mano de obra voluntaria de los pobladores para resolver sus problemas de servicios elementales. Otra distorsión de la participación social es el clientelismo político que se ha desarrollado en algunas organizaciones populares urbanas en torno a reivindicaciones; en ellas, muchas veces la participación se reduce a estar en los plantones o mítines.

3.4. Recuento de algunos métodos participativos

Existen muchos métodos participativos disponibles entre los que hay semejanzas y superposiciones, debido a que cada uno de ellos enfatiza aspectos particulares de los procesos sociales. No obstante, todos los métodos tienen en común la idea de propiciar la participación social.

Los métodos involucran, en general, cuatro grandes procesos en donde la participación ocurre de maneras desiguales y grados distintos:

- **Difusión de información:** se desarrollan flujos unidireccionales de información para el público (por ejemplo, la traducción de documentos oficiales en lenguas locales; difusión de material escrito por medio de periódicos, revistas y panfletos; distribución de documentos a través del gobierno local; difusión de discusiones por televisión o radio; campañas publicitarias).
- **Consulta:** se da un intercambio de información entre los coordinadores de la consulta y el público (por ejemplo: evaluaciones de participación, evaluaciones de beneficiarios, juntas consultivas, visitas en el terreno y entrevistas).
- **Colaboración:** se pretende establecer un control compartido para las tomas de decisión (por ejemplo: planificación participativa; comités conjuntos; grupos de trabajo; grupos de estudio con representantes de los interesados; trabajo conjunto con grupos de usuarios y afines; asignación de responsabilidades a los interesados para la ejecución; reuniones para resolver conflictos, buscar acuerdos, crear una identificación con el programa).
- **Empoderamiento o adopción social:** es el momento óptimo de la participación en el cual se da la transferencia del control de la toma de decisión y de los recursos a todos los interesados, que requiere una maduración, múltiples procesos de desarrollo de conciencia y capacidad organizativa y propositiva y, generalmente, se da en el mediano largo plazo (J. Edgerton, *et al.*, 2000).

Además de estos niveles de participación, organismos internacionales como el Banco Mundial consideran que un buen método participativo debe tener los siguientes aspectos:

- **Inversión social.** Los participantes diseñan sus propias soluciones a los problemas en vez de que sean los expertos (académicos o funcionarios) externos trabajando en forma aislada quienes lo hagan. Esta situación conduce a una interacción entre los expertos

y las personas interesadas y permite crear una integración de pericia social y técnicas favorables para el proyecto.

- **Aprendizaje social.** La gente desarrolla un nuevo nivel de comprensión de los problemas y de la manera de resolverlos, por lo que está en condiciones de enfocar los temas de manera diferente en un futuro inmediato.
- **Compromiso social.** Las personas son libres de involucrarse y comprometerse según sus propias decisiones y se comprometen públicamente en presencia de los otros interesados.
- **Planeación revisada.** La planeación debe tener en cuenta la realidad y responder a la necesidad de cambio. Esto implica que, en ocasiones, se necesita hacer reajustes en la planeación y se requiere que las personas interesadas estén en condiciones de volver a reunirse si es necesario (BID, 2000).

El siguiente apartado de este capítulo se describen y resumen algunos de los métodos participativos más utilizados en la práctica cotidiana; las paginas siguientes están basadas en el Libro de consulta sobre participación social, elaborado por el Banco Interamericano de Desarrollo en 2000 (BID, 2000), al cual deberá acudir el lector interesado en profundizar más sobre alguno de los métodos aquí descritos.

3.4.1. Apreciación-Influencia-Control (A-I-C): un proceso de autogestión

Este método se basa en la presencia de un propósito en el contexto de las relaciones de poder y asegura el máximo uso de energía de los interesados para lograr ese propósito. Es un modelo simple que se puede aplicar tanto al diseño de una reunión de 15 minutos como a un programa de desarrollo nacional de varios años en cualquier contexto cultural y en los ámbitos individual, organizacional o comunitario. Es una filosofía que sostiene que las relaciones de poder son cruciales para todo proceso organizativo y que la verdadera fuente del poder es el propósito, no la riqueza material, la autoridad o el conocimiento. La identificación de los propósitos a los que se sirve, de los destinatarios cuyas necesidades serán satisfechas y la lucha por la concreción de ese propósito en un determinado ciclo de tiempo, constituyen el eje central para lograr satisfactoriamente tal propósito. Es también un modelo que ilustra las relaciones entre el propósito y el poder. El modelo recibe su nombre de las tres relaciones fundamentales y universales que existen en cualquier sistema con un propósito: la relación con el todo (Apreciación), la relación entre las partes y el sistema total (Influencia) y la relación de las partes entre sí (Control).

AIC (apreciación, influencia y control) es un proceso organizativo que consiste en: 1) la identificación del propósito al que se sirve; 2) la delimitación del campo del poder que está alrededor del propósito: los que tienen control, influencia y apreciación con respecto a ese propósito; 3) la selección, en los tres círculos, de aquellas personas o entidades que tienen mayor relación con el propósito (personas interesadas) y el diseño de los procesos de interacción entre ellos, y 4) la facilitación de un proceso de autogestión que garantice que las personas interesadas puedan: a) tomar distancia de los problemas actuales y apreciar plenamente las realidades y posibilidades que la situación total ofrece; b) examinar las alternativas lógicas y estratégicas así como los sentimientos y valores personales involucrados, y c) tener la libertad para elegir entre una variedad de alternativas de acción sólidas.

El modelo proporciona un marco que ayuda a los organizadores a seleccionar metodologías apropiadas con la fase del proyecto y con la situación local. Por ejemplo: la Fasepreciativa puede incluir la lluvia de ideas, conferencia de búsqueda, técnica *Delphi*, relatos, arte, etc. La Fase de Influencia puede utilizar metodologías tales como el diálogo, el espacio libre, la negociación y la resolución de conflictos.

Fortalezas	Limitaciones
<ul style="list-style-type: none"> • A través de A-I-C se puede facilitar y potenciar procesos de autogestión comunitaria. • Explicita las relaciones de poder que se dan al interior de los grupos sociales. • Ayuda a generar identidad de grupo entre los participantes, por medio de la identificación de propósitos afines. • Brinda un marco general para la acción comunitaria. 	<ul style="list-style-type: none"> • Más que un método es un marco general para la acción y, por ello, su aplicación requiere de mucho conocimiento de las metodologías y técnicas participativas. • No siempre los propósitos de los grupos son homogéneos, situación que puede generar conflictos de intereses. • Requiere tiempo suficiente para conocer las relaciones de poder que se dan al interior de los grupos, a fin de poder manejarlas para el crecimiento de los participantes.

3.4.2. Proceso de consulta: un enfoque regional que fortalece la asociación

El proceso de consulta tiene sus antecedentes en estudios que demuestran que los proyectos diseñados y ejecutados por habitantes del lugar funcionan mejor que los proyectos tradicionales impuestos desde arriba. Las políticas y proyectos con más probabilidad de éxito son los creados por las principales personas interesadas, incluyendo los grupos tradicionalmente excluidos. El proceso de consulta garantiza que un plan a largo plazo o estrategia incorpore los intereses de todos los actores clave a lo largo del ciclo del proyecto; crea un ambiente de intercambio abierto y transparente en el cual se identifican puntos de consenso que más tarde se usan para establecer

una agenda de acción que trata de incluir a todos los actores clave. La consulta tiene tres objetivos: 1) informar a los miembros de la sociedad civil y del sector del gobierno sobre las razones y los mecanismos que la entidad organizadora usará para desarrollar sus objetivos y prioridades, 2) lograr la contribución de los participantes para identificar nuevas opciones de actividades prioritarias y 3) promover el diálogo interactivo de los diferentes sectores para lograr un mejor entendimiento de los objetivos, intereses y preocupaciones comunes.

Generalmente, se compone de tres fases: 1) información, 2) análisis y 3) conclusiones, con las cuales se garantiza que los planes, estrategias y objetivos a largo plazo incluyan la variedad de puntos de vista y expectativas de los interesados, a la vez que promueve la participación y fomenta el diálogo de los diferentes sectores para lograr un mejor entendimiento de las preocupaciones, objetivos e intereses comunes.

Sus limitaciones son que, con frecuencia, se manifiestan conflictos y desacuerdos entre los diversos actores clave a los cuales el facilitador debe prestar atención; requiere dedicación de tiempo para la planeación y tal vez un costo mayor de tiempo y de dinero que otras técnicas.

Fortalezas	Limitaciones
<ul style="list-style-type: none"> • Promueve un ambiente de intercambio y colaboración entre los participantes. • Es un método netamente propositivo; es decir, propone cambiar los aspectos negativos del grupo y de la realidad. • Parte de las expectativas de los interesados para la elaboración de proyectos de desarrollo. • Considera que los habitantes locales pueden diseñar y ejecutar proyectos; es decir, reconoce y retoma los conocimientos locales como aportes para el desarrollo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Requiere mayor dedicación de tiempo y recursos. • Se pueden generar conflictos entre los participantes, situación que debe ser manejada correctamente. • Demanda conocimiento y experiencia en manejo de conflictos. • Demanda conocimiento y experiencia en elaboración de proyectos de forma participativa.

3.4.3. Búsqueda del futuro: conferencia de creación de consenso para el diseño de proyectos

El principal objetivo de este método es lograr consenso de todos los actores claves para la planeación y diseño del proyecto. Todas las personas y entidades con un interés legítimo en el proyecto se reúnen para crear el futuro que ellos quieren y acordar estrategias para lograrlo. Aunque el enfoque de esta metodología está diseñado para países o grandes entidades, se puede adaptar este enfoque a los requerimientos de diferentes grupos sociales. Se caracteriza por los siguientes elementos:

- Participación de todo el público que considere práctico reunir, y no limitado a los que son directamente afectados o beneficiados por el proyecto.
- El punto de partida es la “realidad percibida” de una organización o comunidad para crear luego una perspectiva histórica y global y, además, un futuro escenario.
- La gente puede crear autónomamente su futuro y utiliza como principal herramienta el diálogo en vez de la “solución de problemas”.
- El marco de referencia que incluye el “terreno común” donde las diferencias son reconocidas y no minimizadas.
- La “conferencia de búsqueda” intensiva o reunión única de sesenta a setenta personas representativas de todas los grupos que participan en el proyecto.
- Diálogo mediante un proceso disciplinado que se ha refinado con muchos años de práctica.

Requiere generalmente de cinco tareas: revisar el pasado, explorar el presente, crear un escenario del futuro ideal, identificar el terreno común y formular planes de acción.

Fortalezas	Limitaciones
<ul style="list-style-type: none"> • El logro de consenso en las primeras etapas disminuye la posibilidad de conflicto entre los diferentes actores claves a lo largo del proceso. • La percepción global de un problema amplía el conocimiento y la comprensión de los temas en los diferentes grupos de actores claves. • Acelera y afina el proceso de planeación al reunir en un lugar a todas las personas. • Los participantes mismos manejan la información, el análisis y la planeación de la acción. • Enfatiza las ventajas y oportunidades que ofrece la situación y no sobre los problemas. • Proporciona una muestra representativa y variada de las personas y entidades con un interés legítimo en el proyecto, y con un potencial para las ideas innovadoras y la ejecución compartida. 	<ul style="list-style-type: none"> • La Conferencia requiere una situación estructurada estable, pues de otra manera se hace difícil manejarla y puede generar pérdida de tiempo. • El proceso depende de la colaboración y de una dinámica no tradicional. • Requiere la asistencia de “personas con poder” que controlan recursos y puedan comprometerse en la creación del futuro. • Existe la posibilidad que los participantes reavivan conflictos no resueltos o eludan las tareas que se les asignan. • Exige un nivel de asistencia y de diversidad.

3.4.4. Marco Lógico (LFA): un enfoque estructurado para la planeación de proyectos

La metodología del Marco Lógico (LFA) fue desarrollada a fines de 1979 y a principios de la década de los años ochenta como una herramienta para la conceptualización, diseño y ejecución de proyectos de desarrollo. Se usa para incrementar la precisión en la planeación de los proyectos, relacionar los múltiples objetivos con las actividades de los proyectos, clarificar funciones y responsabilidades, y evaluar los resultados esperados contra los resultados reales. Fomenta la participación a través de un riguroso proceso de análisis de las personas y entidades que tienen un interés legítimo en el proyecto. El LFA consiste en una serie de instrumentos: Análisis de los Interesados, Análisis de los Problemas, Análisis de los Objetivos, Análisis de Alternativas, Matriz del Marco Lógico, Plan de Ejecución,

Plan de Evaluación y Monitoreo e Informe del Proyecto. El análisis de los problemas se basa en los problemas identificados por los distintos interesados y sirve para analizar las relaciones de causa y efecto. El análisis de objetivos permite que estas relaciones se conviertan en relaciones de medios y fines que constituyen la trama de la matriz del marco lógico. El análisis de alternativas identifica diversas estrategias del proyecto, algunas de las cuales se analizarán posteriormente usando diversos criterios tales como los económicos, financieros, sectoriales, ambientales, etcétera.

Fortalezas	Limitaciones
<ul style="list-style-type: none"> • Proporciona una terminología uniforme que ayuda a evitar ambigüedades. • Proporciona un formato para que los interesados lleguen a un acuerdo en cuanto a los objetivos, metas y tareas del proyecto. • Aporta un proceso analítico común utilizado por el personal del donante, por los consultores y los prestatarios, con el fin de desarrollar y ajustar los proyectos. • Ayuda al equipo de diseño a conceptualizar el proyecto desde el principio hasta el final. • Crea una mejor base para el control y el análisis de los efectos del proyecto. • El uso del LFA y del monitoreo sistemático garantiza continuidad del proceso en el caso que se reemplace al personal que estuvo inicialmente en el proyecto. 	<ul style="list-style-type: none"> • Un análisis deficiente de los interesados puede crear falsos supuestos para determinar los objetivos y actividades del proyecto. • La matriz del análisis de los interesados puede tornarse obsoleta si no se revisa y actualiza a lo largo del proyecto. • Todos los que usen el LFA deben ser capacitados en la técnica para evitar aplicación incorrecta de la misma; por ejemplo: utilizar el LFA como un formulario al que simplemente se le llenan los cuadros. • El análisis de los interesados puede requerir considerable cantidad de tiempo. • El enfoque puede ser menos útil en el diálogo con y en la participación del personal y representantes del país anfitrión.

3.4.5. Investigación-Acción Participativa (IAP o PAR)

En la Investigación-Acción Participativa (o Investigación Participativa) el conocimiento se produce a través de la participación de personas comprometidas (facilitadores externos) y de los grupos de base (facilitadores internos) en una tarea común de investigación y acción social. Ambos grupos aportan sus conocimientos, técnicas y experiencias al proceso en una base igualitaria, formando una relación de sujeto a sujeto.

Fortalezas	Limitaciones
<ul style="list-style-type: none"> • Se origina en la región de América Latina, es sensible culturalmente y genera un monto significativo de experiencia. • Favorece el enfoque del desarrollo de abajo hacia arriba con una mayor participación de los grupos marginados y de los interesados indirectos. • Ha sido aplicado exitosamente en numerosos proyectos: El Canelo-Chile, en América Latina y en Norteamérica en áreas que van desde la industria a la alfabetización y a proyectos comunitarios locales. • Promueve el ajuste y reinención continuas porque hay una gran cantidad de actores participando en los diferentes niveles de la planeación, ejecución, modificación y evaluación de los proyectos y las innovaciones. • Los participantes que se consideran “clientes” más bien que “sujetos”, tienden a estar más motivados y a tener un mayor compromiso personal. 	<ul style="list-style-type: none"> • Es difícil crear condiciones de auténtica igualdad en el diálogo, desde los distintos tipos de conocimiento; puede haber una falta de claridad entre los participantes al tratar de definir en qué consiste ese conocimiento. • La información que se obtiene de la investigación debe integrarse, codificarse y sistematizarse para que pueda ser aceptada por la sociedad más amplia y no correr el riesgo de que se la rechace como “cultura popular” y que no sea apreciada debidamente. • El conocimiento producido por la investigación puede generar altas expectativas de movilización de los grupos, empoderamiento político y transformación social, lo cual puede que no sea el resultado que buscaban los involucrados en el proyecto. • El proceso de empoderamiento capacita a un individuo o grupo para participar más plenamente en el sistema político pero puede también tener el efecto contrario, por el cual los actores se incorporan al sistema y luchan por mantener el poder una vez que lo alcanzan.

3.4.6. Evaluación Rural Participativa (PRA): enfoque de Participación Comunitaria

La Evaluación Rural Participativa (PRA) es el título que se le ha dado a una familia cada vez más grande de enfoques y métodos que capacitan a la gente de un lugar (rural o urbano) para hacer sus propias apreciaciones, analizar y planear, compartir información, monitorear, y evaluar actividades y programas de desarrollo. La Evaluación Rural Participativa es una forma específica de Evaluación Rural Rápida (Rapid Rural Appraisal, RRA). La PRA es una manera de aprender de y con los miembros de la comunidad a investigar, analizar y evaluar limitaciones y oportunidades y, al mismo tiempo, a tomar decisiones apropiadas y oportunas con respecto de los proyectos de desarrollo. Un equipo de investigación puede reunir información en forma rápida y sistemática para lo siguiente: el análisis de un problema o tema

específico, evaluación de necesidades, estudios de factibilidad, identificación y priorización de proyectos, y evaluación de proyectos y programas.

Fortalezas	Limitaciones
<ul style="list-style-type: none"> • La disposición a tomar riesgos e incorporar nuevas ideas ha dado como resultado un variado conjunto de técnicas probadas en el campo. • Proporciona y aporta técnicas que pueden ser incorporadas a otras metodologías. • Implica un alto grado de participación de los miembros de la comunidad. • Un número cada vez mayor de especialistas están utilizando este enfoque y pueden aportar estudios de casos y resultados específicos. • Incrementa en los participantes el conocimiento de sí mismos, la capacidad para analizar temas y problemas complejos y crear soluciones posibles. • Complementan y, en muchos casos, sustituyen, a otros métodos de investigación y no impiden que se hagan encuestas y análisis más formales y detallados. 	<ul style="list-style-type: none"> • La generalización se basa en muy poca información o en muy pocos informantes. • La creación de grandes expectativas en la comunidad en la que se realiza el PRA. • Falta de afinidad con la comunidad o resistencia a los investigadores extraños. • Se ve sólo el cuadro parcial pasando por alto factores claves. • Dificultad para encontrar las preguntas claves que deben hacerse. • Un proceso realizado velozmente puede invalidar el análisis. • Encontrar el equipo apropiado con experiencia para completar la investigación. • Incapacidad para involucrar a todos los miembros de la comunidad, especialmente a la gente de escasos recursos y a las mujeres.

3.4.7. Método de Análisis de los Interesados: un enfoque estructurado de grupo

El Análisis de los Interesados es útil para evaluar la gran variedad de niveles de participación de las personas y entidades que tienen un interés legítimo en los procesos de desarrollo. Este método está muy relacionado con la evaluación del impacto social, ya que ambos ponen énfasis en los costos eficientes, los factores socioculturales y ambientales, los tipos de impacto en diferentes contactos y en la identificación más que en la cuantificación. El análisis de los interesados

consiste en un proceso de grupo estructurado con paneles de expertos que utilizan distintas definiciones y enfoques del tema, según sus especialidades. Esto se conoce como la Técnica de Grupo Nominal (NGT), que ayuda a obtener información de un grupo de personas que se reúnen frente a frente, estimulando la creatividad grupal y minimizando los problemas asociados con las reuniones de comité. Este método incluye paneles de interesados (clientes), así como de participantes académicos, profesionales y especialistas.

El uso de múltiples “expertos” permite involucrar, de una manera igualitaria y participativa, a diversos actores y grupos esenciales para el éxito del proyecto. Estos “expertos” pueden agruparse en tres categorías amplias: 1) expertos *técnicos*, 2) expertos en operaciones y 3) expertos de la comunidad.

Fortalezas	Limitaciones
<ul style="list-style-type: none"> • Este método incluye un número variado de interesados y clientes del proyecto en una atmósfera altamente participativa. • Los miembros del grupo sienten que tienen el control para integrar y difundir la información y las ideas. • Los panelistas deciden el orden de las ideas y el informe final, lo cual ayuda a fortalecer el consenso entre los diversos grupos. • Se puede usar en una variedad de contextos y aporta información valiosa y a bajo costo, en comparación con los métodos tradicionales de evaluación. 	<ul style="list-style-type: none"> • Este proceso depende de lo que se escribe. Por lo tanto, no se puede incluir a quienes no sepan escribir. • Este proceso no analiza el impacto del proyecto, en comparación con los beneficios generales del mismo. • A pesar de los esfuerzos para evitar prejuicios la selección de los expertos, puede hacerse prejuiciosamente a favor de quienes están más interesados en el proyecto. • Este proceso puede excluir temas que son importantes, pero que están más allá del conocimiento o son difíciles de expresar en el lenguaje de los “legos”.

3.4.8. Metodología participativa en educación sanitaria. Una adaptación del PHAST para comunidades rurales andinas del Perú

Participatory Hygiene and Sanitation Transformation (PHAST)¹³ fue utilizada para labores de saneamiento por la ONG ProAnde (Centro para la Promoción y el Desarrollo Andino) en tierras peruanas. La adaptación de PHAST y de la metodología de SARAR a las necesidades de las comunidades altoandinas del Perú fue fruto de un trabajo que ProAnde realizó entre 1997 y 2001 en 25 comunidades de la provincia de Andahuaylas, en los Andes del Perú. El trabajo de ProAnde, en la provincia de Andahuaylas, se da en un contexto social caracterizado por problemas de salud que venían siendo atacados de manera ineficaz por varios proyectos de saneamiento básico desarrollados tanto por instituciones gubernamentales como por no gubernamentales.

Ante la necesidad de atender eficazmente los problemas de saneamiento de las comunidades andinas, ProAnde se dio cuenta que la sola dotación de los servicios de saneamiento no contribuía a mejorar las condiciones de vida y de salud de esas comunidades. Por un lado, vieron que había que trabajar en el fortalecimiento del conocimiento de los factores de riesgo que influyen sobre la salud, para que los usuarios aprovecharan y conservaran mejor las instalaciones sanitarias. Por otro lado, la experiencia de ProAnde hizo evidente que se requiere valorar a las comunidades, en particular su cultura, y que es necesario un cambio de actitud a todo nivel, no sólo en las comunidades (principalmente en sus hábitos), sino entre las instituciones ejecutoras y financieras (en el reconocimiento de la necesidad de capacitar a los usuarios y facilitar e incentivar la participación comunitaria en la planificación, ejecución, mantenimiento y administración de los proyectos). Hay que resaltar el

¹³ En español, PHAST se traduciría como: Transformación Participativa para la Higiene y el Saneamiento.

enfoque de género que promueve ProAnde, la participación activa de la mujer en cada una de las etapas del proyecto es considerada esencial para el éxito o fracaso de los proyectos. La respuesta que dio ProAnde a esta situación fue la creación de la metodología PHAST: “la primera metodología participativa” desarrollada específicamente para mejorar las condiciones de saneamiento básico y hábitos de higiene de las comunidades andinas del Perú. De manera más específica, “PHAST fue impulsada con la finalidad de facultar a las comunidades para administrar el manejo de sus servicios de saneamiento y controlar enfermedades relacionadas con el saneamiento básico” (Simpson et al., 1996:47).

PHAST es una adaptación del método participativo de educación para adultos SARAR, el cual busca fortalecer las capacidades de las comunidades para que asuman en forma colectiva un papel protagónico en sus proyectos. El término SARAR engloba cinco cualidades personales que los capacitados descubren y desarrollan por sí mismos a través de la metodología:

Letra	Inglés	Español
S	<i>Self Esteem</i>	Seguridad en sí mismo (Autoestima)
A	<i>Associative Strengths</i>	Asociación con otros
R	<i>Resourcefulness</i>	Reacción con ingenio
A	<i>Action Planning</i>	Acciones planeadas
R	<i>Responsability</i>	Responsabilidad

El método SARAR se comenzó a experimentar hace más de dos décadas (promovido por PROWESS: *Promotion of the role of Women in Water and Sanitation Services*). Actualmente, es el método que ha desarrollado mejor el enfoque “basado en la persona que aprende”. El principio básico del enfoque consiste en que el desarrollo tiene como objetivo final el fortalecimiento de la capacidad humana para permitir que las poblaciones ordenen su propia existencia y su medio ambiente, con base en un apoyo que permita conciliar los objetivos de desarrollo técnico y humano.

Ambas metodologías se basan en el diseño de materiales visuales adaptados a la cultura local y están enfocadas hacia las personas de menor nivel educativo, principalmente mujeres analfabetas. Sus principios generales son: toda persona tiene habilidades innatas y talentos que pueden ser reconocidos, valorados y utilizados por ellos mismos, fortaleciendo su autoestima; la gente resolverá mejor sus problemas en un proceso de participación en grupo; el conocimiento colectivo del grupo contendrá la suficiente información y experiencia para empezar a abordar sus problemas.

Existen múltiples aplicaciones a las dos metodologías que adoptó el ProAnde (SARAR y PHAST). Si bien el caso que ocupa en esta ocasión a los autores es la atención efectiva del problema del agua y saneamiento, sus principios básicos, centrados en la participación comunitaria, son aplicables y recomendables en la instrumentación de casi cualquier programa gubernamental o proyecto de alguna ONG que intente resolver problemas que afecten pequeñas localidades o comunidades.

Fortalezas	Limitaciones
<ul style="list-style-type: none"> • Este método faculta y capacita a las comunidades a administrar sus servicios de saneamiento básico. • Genera un proceso de aprendizaje y toma de conciencia. • Capacita a los participantes para controlar y evitar enfermedades relacionadas con el agua. • Incentiva la toma de decisión y actuación grupal, generando procesos de organización comunitaria. • Desarrolla la autoestima de los participantes. • Utiliza materiales de apoyo diseñados con base en las especificidades socioculturales de los grupos de interés. 	<ul style="list-style-type: none"> • Este método es muy específico para pequeñas localidades. • Necesita mucho tiempo para su desarrollo. • Los cambios de hábitos requieren no sólo conocimiento, sino actitud favorable, y ello demanda un proceso de concientización largo. • Es imprescindible contar con el interés real de la gente involucrada en la temática. • Un manejo deficiente de la información puede traer resultados contrarios a los planeados.

Muchas de estas metodologías pueden utilizarse en proyectos relacionados con el agua y el saneamiento, y para el análisis de problemas en relación

con los recursos naturales. En la investigación realizada en Xochimilco, en el marco de *Vivace*, hubo factores que tuvimos que considerar para aplicar algunos de estos métodos; en especial pusimos énfasis en dos de ellos, un tanto adaptados a las condiciones no sólo de la zona de estudio, sino a los tiempos derivados de la investigación y tomando en cuenta que el proyecto alcanzaría sólo objetivos de propuesta y no tanto de implementación. Esto lo veremos en los siguientes capítulos.

La participación social en el Proyecto Vivace

Los problemas de escasez o contaminación del agua pueden disminuir a partir de mejorar las condiciones técnicas (infraestructura, mantenimiento, etc.); de adecuar el marco normativo vigente; de instituciones efectivas que garanticen la operación, mantenimiento y supervisión de las obras existentes. No obstante, los medios para revertir los problemas asociados con dichos recursos (y servicios) deberían –de acuerdo con la experiencia de organismos internacionales y expertos– estar basados en la participación activa de la sociedad.

Lo anterior nos lleva a considerar que en el futuro inmediato la solución de los problemas relativos al agua no dependerá solamente de administraciones eficaces y de innovaciones tecnológicas. Requerirá también de coordinación y concertación interinstitucional, de aportes científicos multidisciplinarios, de la iniciativa privada y, cada vez más, de la participación de los usuarios del agua.

El reconocimiento de la acción de los usuarios del agua, sus conocimientos acerca del entorno y la corresponsabilidad son elementos que las políticas públicas deben tomar en cuenta y, es por ello, que en esta investigación el papel de la participación social es imprescindible.

Después de haber revisado en el capítulo anterior varios métodos participativos, para el enfoque de nuestra investigación en Xochimilco decidimos aplicar dos de ellos, adecuándolos a las condiciones específicas

y a los contextos. Es así que el primer método seleccionado fue el de *la Búsqueda de Futuro* o la *Creación de Consenso* para el diseño de proyectos. Tal como ha quedado anotado, este enfoque permite que varios actores sociales puedan reunirse y plantear la realidad como es percibida por cada uno de los participantes, para después impulsar una visión a futuro bajo el contexto de diversos escenarios (que los propios participantes crean), con el fin de encontrar caminos para solucionar los problemas existentes.

El segundo método seleccionado fue el del método de *Análisis de los Interesados*, que no pudo ser aplicado en grupo, sino de forma individual. En este enfoque, recordemos, es imprescindible contar con la mayor variedad de opiniones de distintos actores sociales que logren identificar y definir los factores que intervienen para la solución de problemas. La consulta a expertos es el punto clave para identificar si las soluciones propuestas, dada la experiencia y el conocimiento de cada uno de los actores, es factible para la solución de problemas, enfocando los esfuerzos a soluciones verdaderamente viables, dado un contexto determinado.

Es así que los pasos metodológicos dados en nuestra investigación fueron: 1) la identificación de prácticas y situación en la zona de estudio, 2) la realización de un taller participativo para definir escenarios, identificar problemas y tecnologías posibles de ayudar a solucionar dicha problemática, 3) la consulta a expertos sobre el estudio de factibilidad, 4) una encuesta en las áreas de estudio y 5) un estudio de factibilidad de tecnologías, dadas las condiciones específicas en Xochimilco. En este capítulo presentaremos los cuatro primeros incisos, dejando para un capítulo posterior el estudio de factibilidad.

4.1. Prácticas y situación en la zona de estudio¹⁴

En varios recorridos realizados por la zona de estudio de contexto, se pudieron registrar las prácticas y la situación relacionada con el agua para contar con el conocimiento de la situación particular de los lugares elegidos dentro de esta zona (los barrios La Conchita y San Martín Caballero), más allá de los datos y en contacto directo con los pobladores y sus circunstancias cotidianas. A continuación, se enumeran tanto las prácticas encontradas como el tipo de tecnología utilizada, en relación con el abastecimiento de agua potable, el saneamiento, el uso agrícola y los desechos sólidos.

Prácticas de abastecimiento de agua

En la mayor parte de San Gregorio Atlapulco, la mayoría de las viviendas se abastece de la red pública. Cerca del 80% de los habitantes que viven en el parte más urbanizada tienen este medio de abasto. En cuanto a las orillas de la zona de estudio y en las áreas de más reciente creación, se abastecen del acueducto Xochimilco mediante tomas clandestinas que los pobladores conectan con mangueras hasta sus casas; o bien, a través de hidrantes públicos clandestinos que se construyeron y que derivan agua del acueducto. Otra modalidad de abasto en esta zona es la compra de agua a particulares o a la delegación, que vende el agua a un precio subsidiado.

El sector de la zona cerril se abastece de agua de los 12 pozos ubicados dentro del área de estudio, la cual es llevada a sus domicilios por medio de recipientes que se transportan en vehículos, en hombros o mediante animales de carga.

¹⁴ Los datos que se mencionan en este apartado, donde se hace referencia a los barrios de La Conchita y San Martín, fueron construidos con base en la información arrojada por la encuesta levantada en ambos barrios, en 2011.

En la zona chinampera, una parte de las viviendas también se abastece de agua de la red pública, pero otro porcentaje de la población lo hace desde tomas clandestinas. En esta zona la compra de agua de pipa o camiones cisterna es casi inexistente.

Se realiza captación de agua de lluvia, pero de manera muy limitada. El agua que se capta de ese modo no es destinada al consumo humano, sino al uso pecuario.

En resumen, el acceso al agua está condicionado por la cobertura de la red centralizada. Dado que ésta es insuficiente, las modalidades de acceso al líquido abarcan desde el uso de tomas domésticas hasta el acarreo e improvisación de tomas clandestinas.

La presión demográfica sobre el recurso hídrico se agudiza debido a la expansión de asentamientos irregulares. Varios de ellos ocurren en terrenos de topografía complicada, en la zona cerril, por ejemplo, o en terrenos que antes eran ocupados por chinampas y fueron rellenados para crear asentamientos. Ante ese panorama, el modelo más tradicional de uso y manejo del agua resulta inadecuado no sólo para la zona de estudio, sino para toda la ciudad de México. Ese modelo ha consistido en dos medidas extremas: sobreexplotar los mantos freáticos y realizar trasvases de agua desde otras cuencas. La explotación excesiva del agua subterránea ha agotado manantiales y ha producido hundimientos de suelo. En la base de tal situación existe una planificación urbana inapropiada, que no ha previsto ni resuelto con enfoques de sostenibilidad la coexistencia de elementos ambientales (agua, bosques, suelo), sociales (organización, participación, comunicación), económicos (producción, comercio, empleo), políticos (rectoría del estado, sinergia entre instituciones) y culturales (valores, información, conocimiento). El uso del agua de lluvia podría ser una alternativa técnica, pero no se aplica en la actualidad extensivamente.

El agua potable que abastece a Xochimilco, en general, es potabilizada en la planta de Santa María Nativitas, de donde se distribuye a la mayor parte de la delegación.

Prácticas de saneamiento

En el área de estudio se generan aguas residuales que pueden clasificarse de tres formas, que ya hemos mencionado anteriormente: 1) las que son desalojadas a través de la red de drenaje, 2) las que son desalojadas a cielo abierto y a los canales de las chinampas, y 3) la que son depositadas en fosas sépticas. Las viviendas que desechan el agua de la primera forma están localizadas en el casco urbano de San Gregorio y en las zonas urbanizadas de las cuatro colonias que forman el poblado, las cuales, debido a su antigüedad, cuentan prácticamente con todos los servicios.

Los asentamientos más recientes de la zona chinampera descargan las aguas sin tratamiento alguno a los canales que circundan las chinampas. Esta práctica parece ser muy común, pues en las chinampas resulta más práctico —y menos costoso— hacer una conexión del sanitario al canal que construir una fosa séptica la cual, además, tendría que ser de muy poca profundidad por las condiciones de los terrenos. Existe otro pequeñísimo sector de la población ubicado en el área cerril que desaloja sus aguas a cielo abierto en pequeñas barrancas, también sin tratamiento alguno. En un último sector de la población de las áreas rurales y periurbanas —ubicadas prácticamente en toda la parte perimetral de esa zona—, se construyen fosas sépticas. Es así porque la distancia que hay entre las viviendas y la red de drenaje es más o menos grande y porque el terreno es accidentado.

Aunque es notable la cobertura de las redes de drenaje, el sistema no separa eficientemente el agua de lluvia de las aguas negras. Ello tiene, al menos, dos efectos: el desperdicio de volúmenes importantes con que podrían recargarse los acuíferos, y el no uso y contaminación de agua que podría destinarse al mantenimiento de canales que alimentan a la zona chinampera. En cambio, los canales se abastecen de aguas liberadas por las plantas de tratamiento, pero también de aguas negras provenientes de zonas urbanas que no tienen drenaje. Habría un impacto en la producción

de hortalizas debido al riego con aguas contaminadas. Es posible pensar que si se agudizara la contaminación del agua destinada al riego, sobre todo las hortalizas, estarán expuestas a agentes patógenos más allá de las normas establecidas. Ese aspecto merece un monitoreo sistemático, ya que la salud pública es objeto de atención. Aunque en las zonas rurales y periurbanas se usan fosas sépticas, en otras áreas hay fecalismo al aire libre. En todo caso, la exposición a factores contaminantes, incluidos los que están presentes en el agua, resulta en trastornos de la piel y enfermedades gastrointestinales. El estado del saneamiento obliga a diseñar una atención integral, en todas las escalas, y donde el manejo del agua amerita una atención especial.

Tecnologías de tratamiento de aguas residuales

El agua que se colecta a través de la red de drenaje es canalizada a las dos plantas de tratamiento con que cuenta la delegación: la de San Luis Tlaxialtemalco y la del Reclusorio Sur. La planta de San Luis Tlaxialtemalco tiene una capacidad de operación de 110 L/s y recoge el agua residual de las colonias de la delegación, a las que les da un tratamiento de nivel terciario con filtros de grava y arena y tratamiento de lodos. El agua tratada en esta planta se suma a la que proviene de la planta del Cerro de la Estrella (situada en la delegación Iztapalapa), para llenar los canales y lagos de la zona turística chinampera.

Por su parte, la planta del Reclusorio Sur tiene una capacidad de operación de 13 L/s y recibe el agua generada por el mismo reclusorio; el tipo de tratamiento que se da es del nivel secundario. El agua que procesa se usa para regar los jardines y campos de dos deportivos, el Cruz Azul y el Xochimilco.

El nivel de tratamiento del agua liberada por las plantas tratadoras permite usarla para riego de áreas verdes en dos centros deportivos y para el cultivo de flores; sin embargo, su uso no está suficientemente difundido en actividades comerciales e industriales. Aun así, empieza a haber presión

sobre el agua residual tratada, porque la potable no es suficiente. Es cierto que el ritmo de expansión del servicio creció de manera sostenida en los últimos 15 años en Xochimilco. No obstante, dado el crecimiento de los asentamientos, numerosas viviendas de colonias situadas, por ejemplo, en la zona chinampera y cerril, descargan aguas de desecho en canales y lagos, arroyos, barrancas y cañadas. Esto plantea la necesidad de encontrar alternativas tecnológicas al manejo de aguas negras y grises, pero también plantea la necesidad de modificar hábitos de consumo y patrones de manejo entre los pobladores.

Prácticas y tecnologías de riego

Las áreas de cultivo bajo riego en la zona representan el 8.98%, con respecto al área total cultivable existente en el DF. De acuerdo con los cálculos del Sistema de Aguas de la Ciudad de México (SACM), esta superficie de riego requiere un volumen mensual de agua para riego de 216 208.84 m³, mientras que la existencia de agua residual tratada en la delegación es de 919 800.00 m³ (Secretaría de Obras y Servicios Públicos, 2001). Lo anterior indica que existiría suficiente agua de ese tipo para el riego agrícola; sin embargo, buena parte de ella se utiliza para regar parques, jardines y camellones, para mantener los niveles en canales de la zona chinampera y en establecimientos industriales y comerciales. Los agricultores asentados en las chinampas y zonas aledañas a los canales utilizan el agua tratada para regar sus cultivos, principalmente hortalizas y flores. El método de riego es muy rudimentario, pues los productores sólo introducen una manguera y, con la ayuda de una bomba, extraen el agua para llevarla a sus parcelas. Esa práctica se usa únicamente en algunos puntos de la zona chinampera y dependiendo del cultivo que se trate, porque la mayor parte de los cultivos de esta zona se desarrollan con la humedad que se genera en las chinampas.

La tecnología del agrosistema chinampero enfrenta un panorama adverso desde finales del siglo pasado. Los volúmenes y la calidad del agua disponibles para la agricultura de las chinampas han disminuido con el paso del tiempo. A tal punto es así, que la superficie agrícola se ha reducido, unas veces por desecación, dando paso al abandono de áreas antes cultivadas y a su urbanización. Los viveros parecen ser una alternativa de tecnificación, pero aun en ellos la disponibilidad de agua es relevante, tanto como el modo en que están siendo tecnificados, persistiendo el empleo de agroquímicos. El uso agrícola de aguas residuales tratadas mezcladas con negras debe ser visto con criterios sanitarios. Sin duda, la tecnología exclusiva de la chinampa fue exitosa desde la época prehispánica debido a su sencillez y efectividad. Quizá hoy no está amenazada por no recurrir a métodos poco eficientes, sino porque la cantidad y calidad de agua ponen en riesgo la esencia de la chinampa, como sistema productivo, como estructura de relaciones socioculturales y familiares, y como esquema de adaptación armónica a un entorno ambiental antes sano o menos alterado.

Tecnologías y prácticas de manejo de desechos sólidos orgánicos

Ni en Xochimilco ni en el área de estudio se realiza un manejo de los desechos sólidos. Salvo en contadas excepciones, algunos chinamperos utilizan el estiércol de su ganado para utilizarlo como abono en las chinampas, pero la producción de composta no es una práctica generalizada ni en las chinampas, por los productores, ni en los hogares.

El sistema de recolección de basura urbano reproduce el mismo esquema en Xochimilco: camiones recogedores de basura recorren las colonias, acopiando los desechos sólidos sin separación alguna entre residuos orgánicos e inorgánicos, tal y como es entregado por los pobladores. Los propios trabajadores del servicio de limpieza realizan un primer tipo de separación, discriminando entre lo que puede ser vendido (vidrio, plásticos,

aluminio, papel), en una estación de transferencia ubicada en San Luis Tlaxialtelmalco; lo demás se lleva al centro receptor, al tiradero.

En 2005 la delegación Xochimilco produjo 378 toneladas de desechos sólidos por día (casi un kilo diariamente). No sólo la producción, sino la disposición de los desechos sólidos revela que no existen criterios de sustentabilidad en la gestión de los desechos: no sólo es la falta de producción de composta con residuos orgánicos por parte de los productores y pobladores de Xochimilco, o la falta de información sobre el destino final de la basura orgánica por parte de los entes gubernamentales, sino que todo apunta a un rezago tecnológico, a la falta de información y a una necesidad de cambio de hábitos culturales y educacionales.

No encontramos información suficiente que pudiera dilucidarnos el destino final de la basura orgánica o si es que se utiliza para composta, aunque existe una planta de producción de composta llamada *Axolotl*, en plena delegación Xochimilco, pero tampoco hay suficiente información disponible acerca de cantidades de producción ni sobre el tipo de manejo de los residuos. A ciencia cierta, tampoco sabemos si actualmente está en uso o ha sido cerrada. Existe una planta de compostaje manejada por el gobierno del DF en Xochimilco, que, a falta de mayor información, no podemos comprobar si se trata de la misma mencionada anteriormente o de otra. Según datos oficiales, esta planta produce 358.2 toneladas de composta anualmente (Secretaría de Medio Ambiente, 2013), pero aún en el documento oficial no hay datos para el destino de esa composta producida.

Aunada a la basura orgánica e inorgánica y a las deficiencias de un manejo convencional de residuos sólidos, habrá que añadir otro tipo de desechos: los escombros debidos a la construcción de viviendas o calles y que son depositados en los canales, barrancas y lotes baldíos. Dichos escombros, en algunos casos, son la base para la construcción de viviendas sobre los canales; por ejemplo, como ya mencionamos con anterioridad.

Cuadro 15. Resumen de prácticas y tecnologías en la zona de estudio.

	Prácticas de abastecimiento de agua	Tecnologías de potabilización de agua	Prácticas de saneamiento	Tecnologías de tratamiento de aguas residuales	Prácticas y tecnologías de riego	Tecnologías y prácticas de manejo de desechos sólidos (orgánicos)
Prácticas y tecnologías existentes	Abasto mediante la red de distribución, pozos (acarreo de agua por distintos medios), pipas y con tomas clandestinas. Compra de agua a particulares y con subsidios del gobierno.	Planta de Santa María Nativitas.	Uso de un sistema de drenaje convencional. Descargas directas e indirectas de aguas servidas y negras a los canales del área chinampera. Uso de fosas sépticas en área rural y periurbana.	Tecnología convencional operada con dos plantas de tratamiento (niveles terciario y secundario). Uso de aguas tratadas en el riego de áreas verdes y en la producción de flores y hortalizas.	En la zona chinampera, aprovechamiento de la humedad de las chinampas o mediante extracción con bombas. En zonas alejadas a canales, riego con bombas y manguera. División familiar del trabajo.	Manejo convencional de los desechos.
Problemas principales (desde la experiencia técnico-investigativa e instruccional)	Modelo obsoleto de manejo del agua. Sobreexplotación y abatimiento de acuíferos. Agotamiento de manantiales. Hundimientos de suelo. No uso del agua de lluvia con fines domésticos. Aumento de la presión sobre el agua potable.		Nulo aprovechamiento de aguas tratadas para infiltrarlas al subsuelo. Enfermedades asociadas con el contacto con y consumo de agua no potable. Posible riego de contaminación de hortalizas con aguas contaminadas.	Imposibilidad para ampliar la red de drenaje y aumentar el agua tratada en el corto plazo. Ausencia de opciones para afrontar la falta de un tratamiento alternativo en áreas sin drenaje.	Baja tecnificación del riego y de las otras prácticas agrícolas. Uso de aguas negras. Aumento de presión sobre el agua residual. Pérdida de superficie agrícola por desecación de canales.	No separación de basura. Contaminación con desechos sólidos y líquidos. No producción de composta. Uso creciente de agroquímicos.
Fuente: Elaboración propia, con base en observación de campo en la zona de estudio.						

4.2. Taller participativo para delinear conceptos innovadores: creando futuros viables

Dadas las condiciones del agua, saneamiento, agricultura y desechos sólidos en Xochimilco, y enfatizando la planificación participativa para utilizar los conocimientos locales disponibles en la mayor medida posible, se organizó un taller de construcción de escenarios y planificación. Si bien inicialmente esta tarea abarcó sólo las cuestiones técnicas, el equipo de investigación también examinó cuestiones de carácter no técnico y que resultan muy pertinentes. Por tanto, el taller abordó los dos tipos de cuestiones.

El taller participativo buscó la recuperación y complementación de conocimientos locales. Su estrategia fue configurar un sistema de análisis y reflexión basado en la exposición y el debate de información significativa relacionada con las materias abordadas en el estudio de línea base de las condiciones específicas de nuestra área de contexto. La exposición del estado que guardan Xochimilco y San Gregorio, a cargo del equipo de investigación, creó un marco de referencia inicial. En exposiciones particulares, a cargo de los asistentes, radicaron la ampliación y profundización de aspectos contenidos en el marco de referencia primario. Los ejes temáticos fueron agricultura, residuos sólidos, aguas residuales y abasto de agua, como ha quedado dicho: acerca de ellos se definieron ocho aspectos o líneas de descripción, análisis y reflexión: lo tecnológico, educativo, institucional, político, económico, ambiental, organizativo y cultural. Se crearon mesas de trabajo para discutir cada eje temático y las conclusiones de cada mesa fueron sometidas a discusión general. La conducción del taller alimentó el sistema de análisis mediante síntesis y reflexiones encaminadas a sistematizar, con claridad y precisión, los problemas, las alternativas de solución y las conclusiones de todo el evento. La conducción del taller integró de manera dinámica la pluralidad de informaciones, creando una unidad de reflexión.

Los integrantes del taller compusieron un núcleo heterogéneo de diálogos, representando a instituciones, organizaciones no gubernamentales, grupos de productores chinamperos y de comercialización. Los productores son líderes de opinión en sus colonias y en las asociaciones a las que pertenecen. Ello es relevante porque expresan percepciones controversiales de los lugares en que habitan y porque, potencialmente, son portavoces de lo debatido durante el taller.

Los problemas por el agua, contaminación y medio ambiente que existen en Xochimilco han generado una rivalidad y antagonismo entre los principales ámbitos de gobierno. Esta situación hizo de Xochimilco el escenario principal donde se combinan los intereses locales. Por esta razón, en esta delegación existe una gama de actores e instituciones que, en muchas ocasiones, dificulta la consolidación de acuerdos y la implementación de políticas de largo plazo; sin embargo, también es una posibilidad de abrir el abanico de intereses para estimular la participación en la solución de problemas de la zona. En este sentido, se trató de invitar al taller a los siguientes grupos:

Organizaciones locales de productores. En ellas están presentes chinamperos que producen hortalizas, flores o maíz. Son el grupo más activo y dispuesto a participar, pues consideran que las chinampas no se deben abandonar porque son altamente productivas. Tienen una importante fuerza de convocatoria y en general están al margen de los partidos políticos, aun cuando tienen nexos con ellos. Les interesa mucho tener información y que se realicen acciones para revertir el crecimiento urbano que se ha dado en los pueblos de Xochimilco.

Universidades y centros de investigación. En la zona están presentes dos universidades de mucha importancia: la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM). Ambas tienen centros de investigación dedicados en gran parte a estudiar los diferentes problemas y fenómenos que se han dado en Xochimilco. En

el caso de la UNAM, el Instituto de Biología se ha dedicado a estudiar la conservación y reproducción del ajolote, así como al estudio de formas de conservación del entorno ambiental de Xochimilco. En el caso de la UAM, hay diversas áreas de investigación que han participado en entender los fenómenos que en la demarcación y encontrar soluciones para los mismos. Uno de los estudios más relevantes al respecto es la realización de un inventario de chinampas. Hace algunos años, se creó en esta universidad el Centro de Información de Xochimilco (Cidex), que se encarga de recopilar información sobre la zona.

Instituciones gubernamentales. En la delegación Xochimilco tienen su ámbito de acción las autoridades delegacionales, que a su vez son parte del gobierno del Distrito Federal. Ambas autoridades tienen injerencia en la zona a través de programas, como el de desarrollo urbano; pero también tienen injerencia a través de diferentes secretarías. También las dependencias del orden federal, como la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat), ejercen su autoridad, particularmente en las áreas ecológicas y a través de programas de conservación. Las autoridades son las instancias que menos participan en las actividades que se realizan en la zona y no tienen mucha legitimidad por parte de los pobladores.

Organismos internacionales. A partir de que Xochimilco fue declarado Patrimonio Cultural de la Humanidad, la UNESCO tiene presencia en la zona. Este organismo sólo participa en actividades relativas a la conservación del Xochimilco como patrimonio cultural.

Partidos políticos. Estas organizaciones están presentes en la zona y se dedican a realizar y promover actividades muy puntuales relacionadas con la gestión de servicios y actividades cívicas. Su papel es muy marginal en cuanto a las acciones para el rescate y conservación de Xochimilco. Tienen muy poca legitimidad ante la ciudadanía y los grupos organizados, porque generalmente se piensa que sólo trabajan para la obtención de votos en los procesos electorales.

Pese a que los actores mencionados fueron tomados en cuenta, debido a las actividades y a la conjunción de agendas sólo fue posible contar con organizaciones sociales (agricultores chinamperos de San Gregorio), instancias del gobierno de la Ciudad de México (la Comisión de Recursos Naturales, el Centro Regional Xochimilco [Corena] y el Sistema de Aguas de la Ciudad de México [SACM]); una instancia federal que, además, llevó a cabo la presente investigación (el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua [IMTA]); Organizaciones No Gubernamentales (Red de Cuerpos de Agua del Distrito Federal y Grupo de Estudios Ambientales [GEA]. Y, en cuanto al sector académico, la presencia de investigadores de dos universidades (la UAM, campus Xochimilco, y la UNAM). Es decir, quedaron fuera los partidos políticos, la UNESCO como organismo internacional y el gobierno delegacional.

Una amplia gama de metodologías de estudios de futuro (que abarca varias técnicas para la visión: lluvia de ideas, desarrollo de escenarios, etc.) puede apoyar la definición de escenarios de desarrollo de manera participativa y adaptativa. Para ajustar este método a las condiciones particulares del área de estudio y a los participantes, se optó por seguir los siguientes pasos:

- Se inició el taller con dos presentaciones para contextualizar la problemática que se vive en la zona de estudio y su entorno. La primera de ellas fue un análisis de imágenes de satélite de diferentes periodos, a partir de las cuales se presentó la evaluación que ha tenido la zona de Xochimilco como causa del crecimiento urbano descontrolado, mostrando finalmente cómo estaría la delegación en el año 2030 si no se revierte la tendencia del crecimiento acelerado. La segunda presentación se enfocó –desde una perspectiva teórica– a explorar la evolución de la sociedad a partir de los diferentes conceptos de desarrollo y sus implicaciones, concluyendo que aún en el sistema capitalista es posible realizar cambios hacia experiencias más sustentables y productivas que provean de beneficios a la mayoría de miembros de una comunidad.

- Una vez hechas estas presentaciones, se formaron tres mesas de trabajo donde se iniciaron dinámicas a partir de tres preguntas básicas: ¿Qué me gusta de Xochimilco? ¿Qué no me gusta? ¿Cómo hacer para lograr el Xochimilco que queremos? Después de algún tiempo en que los equipos discutieron sobre estas preguntas, se expusieron sus conclusiones en plenarias para hacerlas del conocimiento de todos los asistentes y para que fueran completadas o comentadas.
- Una vez terminado este ejercicio, el equipo del IMTA se encargó de hacer una plenaria en la que se abordaron conclusiones preliminares del taller y se documentó todo lo que ahí fue expuesto y discutido.

Con el fin de explorar las percepciones de los participantes sobre la situación actual en Xochimilco y como temas disparadores de los contenidos a abordar en el taller, durante la primera fase de éste los participantes enlistaron aquellas cuestiones que les gustan y las que no les gustan respecto de la situación actual en el área del estudio de caso. Como observamos en el cuadro siguiente, muchos de los aspectos positivos están determinados por la identidad local, la biodiversidad, la productividad, el sistema de chinampas y la base de sustentabilidad que otorga Xochimilco a la Ciudad de México. En contraparte, los aspectos negativos fueron muchos más que los positivos y se centraban en el crecimiento urbano, la extracción de recursos y la desaparición de especies, la afectación al sistema de chinampas y al ambiente, la desigualdad social (falta de empleo, migración, discriminación), la falta de respuesta oportuna y adecuada de las autoridades gubernamentales y la falta de organización social en los barrios, entre otras cuestiones.

Cuadro 16. Aspectos mencionados por los participantes.

Aspectos que gustan	Aspectos que no gustan
1. La biodiversidad: flora, fauna, especies endémicas, cultivos.	1. Crecimiento y urbanización desordenados (venta del suelo y cambio de sus usos, expansión urbana en la zona lacustre, inundaciones).
2. Los servicios ambientales que provee.	2. Extracción y explotación no ponderada de agua de la cuenca (sobreexplotación de acuíferos).
3. El sistema lacustre y el entorno físico que aún sustenta.	3. No aprovechamiento del agua de lluvia.
4. La belleza paisajística.	4. Desaparición de ciertas especies endémicas.
5. Poseer el único reducto productivo del sistema lacustre prehispánico de la cuenca del Valle de México.	5. Aislamiento de la zona chinampera. Pérdida de zanjas y apantles (acequias para riego).
6. La honra de ser la última manifestación prehispánica cultural-agrotecnológica en la Ciudad de México.	6. Contaminación de las chinampas, del agua y de las áreas urbanas y agrícolas.
7. Mantener activas las chinampas, uno de los agro-sistemas más productivos del mundo, y tener la oportunidad de rehabilitarlas.	7. Turismo desordenado y con una visión desinteresada de valores culturales y ambientales.
8. La historia del sitio y la subsistencia de algunas tradiciones positivas aún arraigadas: el espíritu de lucha en la defensa del territorio y la participación comunitaria en actos culturales.	8. Falta de empleo y migración.
9. Reconocer que la zona es una base de sustentabilidad de la Ciudad de México.	9. Desigualdad social, inequidad y discriminación de la mujer.
10. Tener la esperanza de que las autoridades se identifiquen con Xochimilco.	10. La deficiente respuesta de las autoridades ante la problemática; por ejemplo, frente al deterioro ambiental y de las condiciones de vida.
	11. Gestiones gubernamentales sectorizadas e inconclusas.
	12. Corrupción de algunas autoridades y de ciertos ciudadanos (favoritismos ante los problemas del agua y pérdida de valores positivos).
	13. Desconfianza ciudadana hacia la administración pública y el cambio en el proceder de las autoridades.

	14. Compromiso social insuficiente para cuidar el ambiente.
	15. Falta de organización en los pueblos y barrios. Falta de mecanismos alternativos de participación.
	16. Desequilibrios en la identidad.
	17. La acción fraccionadora de la unidad social, realizada por ciertos funcionarios públicos, líderes sociales y académicos.
	18. Los análisis académicos sin profundizar o atender los orígenes de los problemas.
	19. La pérdida irreversible de valores y las alteraciones ambientales y de identidad.
	20. Falta de indagación sobre las causas de la problemática actual.
	21. Visión pesimista sobre el futuro.

A partir de lo anterior, y observando que generalizadamente entre los participantes había una visión pesimista sobre el futuro en Xochimilco, en la segunda parte del taller se pidió a los participantes proponer “visiones ideales” del futuro para el desarrollo de Xochimilco, para el año del 2030. Los participantes formaron tres grupos mixtos para abordar una misma cuestión: para esas visiones ideales, cada equipo enfatizó los asuntos que le parecieron más relevantes o significativos.

Grupo 1. Visiones ideales de Xochimilco al 2030

- Remediar políticas de estado y fomentar participación ciudadana.
- Rescatar e implementar formas de trabajo comunitario voluntario, como el tequio.
- Buscar y fortalecer la unión y participación comunitaria.
- Rescatar el papel de mayordomías, comités de ferias, organizaciones tradicionales.
- Hacer de San Gregorio un pueblo organizado y con identidad.
- Establecer acciones de conservación de los recursos naturales-sustentabilidad.
- Buscar legitimidad en las acciones.
- Tener agua pura y limpia.
- Fomentar y desarrollar la captación de agua de lluvia.
- No urbanizar.

En resumen, la visión de este primer grupo veinte años adelante se define por: los pobladores conformarán un pueblo organizado y con una identidad fortalecida en sus aspectos positivos. Se dispondrá de agua limpia y en cantidad suficiente, sin que sea llevada de modo indiscriminado a la Ciudad de México, para no recrudecer el desabasto o no producir un abasto irregular en San Gregorio y Xochimilco. Existirá una urbanización razonable y se cuenta con métodos y técnicas para captar, manejar y aprovechar el agua de lluvia. Se actuará con trabajo en equipo, habiendo recuperado y adaptado formas tradicionales de participación comunitaria (faena, canilla o tequio). Los habitantes se reafirmarán como un pueblo en el que hay participación ciudadana alrededor de la conservación ambiental, creando legitimidad social en esas acciones partiendo de figuras de organización que tienen alto grado de convocatoria, como las mayordomías y los comités culturales. La calidad de vida será mejor, no estará centrada en enfoques de mejoramiento urbanístico suntuario, sino en una perspectiva de armonización ambiental; por ejemplo: usando casas ecológicas diseñadas de acuerdo con los materiales, costumbres y gustos locales.

Grupo 2. Visiones ideales de Xochimilco al 2030

- Continuidad de la producción chinampera.
- Mejores ingresos de los chinamperos.
- Buen gobierno con participación de la sociedad civil.
- Urbanización planificada.
- Visión de cuenca.
- Población con cultura ambiental.
- Transporte público sustentable.
- Construcción de una supervía.

En el 2030, para este grupo de participantes las chinampas serán trabajadas de forma plena y las condiciones de vida y trabajo de los chinamperos serán apropiadas. La zona estará reforestada, habrá sistemas de riego, la agricultura será completamente orgánica y los productos del campo se

exportarán con éxito. El ajolote se manejará correctamente y su importancia será conocida por los visitantes. La calidad del agua también será apropiada; eso da base a una mejora del turismo. Ello se deberá, en buena medida, a una corresponsabilidad social-gubernamental y a la acción de instituciones sanas que ejecutarán programas cuyos financiamientos tendrán un claro sentido social. Por ejemplo, la urbanización dentro del área hará posible la existencia de vías de comunicación eficientes, bien planificadas y conservadas; también de viviendas y áreas urbanas confortables y adecuadas. En el pasado se quería construir una supervía terrestre moderna que comunicaría a la zona con sus alrededores, pero que alteraría nocivamente la fluidez del tráfico dentro del área y la composición de los barrios. En 2030 habrá transporte público eficiente, y dentro de la zona se dispondrá de un sistema de transportación acuática, más allá de la turística. Los asuntos ambientales serán pensados y desarrollados con una visión de cuenca hidrológica.

Grupo 3. Visiones ideales de Xochimilco al 2030

- Tenemos escuelas dignas que desarrollan la creatividad y habilidad.
- Reducimos la generación de basura.
- Tenemos salud.
- Rescatamos nuestra identidad.
- Armonía, sociedad, naturaleza.
- Mega diversidad.
- Rescate de manantiales y canales.
- Sin contaminación.

Para el tercer grupo, en el 2030 la educación estará basada en la reconstrucción y el desarrollo de una identidad armónica; habrá escuelas donde se aprenderán destrezas compatibles con visiones de equilibrio ambiental, productivo, artesanal y social; habrá casas de cultura, tallado de piedra, talleres infantiles con recorridos en el área chinampera donde se mostrarán las técnicas agrícolas y se explicarán sus fundamentos históricos. La basura se manejará de mejor manera y los espacios públicos serán limpios.

Se habrá avanzado en la recuperación de la diversidad biológica, empezando a recomponer una mega diversidad fundamentada en el agua; abundarán los ahuejotes y el ajolote, las aves, las tortugas, las serpientes.

Por su balance hídrico y mega biodiversidad, Xochimilco será soporte de la mega ciudad que es el DF, sobre todo gracias al manejo del agua superficial y subterránea; ésta se habrá reconstituido mediante la atención a las partes altas, medias y bajas de la cuenca hidrológica. Los manantiales estarán rehabilitados y los canales configurarán un complejo de avenidas de agua interconectadas. Los sistemas de tratamiento, incluidas las plantas Cerro de la Estrella y San Luis Tlaxialtemalco, proveerán al área de agua que se ajustará a las normas oficiales y será buena para fines recreativos y cultivo de hortalizas. Los niños disfrutarán del agua. Los peces serán buenos para la venta.

Los participantes discutieron primero los principales problemas del área del estudio de caso y luego desarrollaron soluciones técnicas e institucionales a tales problemas. Como se podrá observar, la mayoría de las prácticas mencionadas, al decir de los participantes, son inadecuadas o deficientes. Por ejemplo, las prácticas de abastecimiento del agua incluían el estado de la infraestructura en mal estado, la falta de captación de agua de lluvia, así como la falta de formación, educación y conocimiento sobre alternativas viables a utilizar para abastecerse de agua. Aunado a ello, los participantes identificaron severos problemas institucionales, como la falta de planeación urbana, descoordinación y desorganización de las autoridades, uso faccioso de los recursos públicos, problemas de corrupción de autoridades.

Por otra parte, también se identificaron aspectos negativos en lo pobladores, como la no observancia de leyes y normas, falta de organización comunitaria, la propia corrupción provocada por los ciudadanos y la alteración de valores y de identidad xochimilca. Dos puntos importantes también fueron mencionados: precisamente la falta de un programa efectivo de recuperación del ecosistema a largo plazo y la sobreexplotación de pozos y disminución de agua subterránea.

Dentro de las propuestas para mejorar estas condiciones, los participantes identificaron dos polos complementarios: el uso de tecnologías y las opciones institucionales. En cuanto al primer tema, propusieron lo siguiente: introducir tecnologías alternativas para la captación y manejo del agua, construir sistemas demostrativos de manejo correcto del agua, crear una olla de infiltración para la recarga de acuíferos, instalar filtros para el agua conducida hacia los canales, separar las aguas negras de las pluviales, educación escolar sobre valores éticos relativos al agua, capacitar e incidir en la conciencia de la población y de los involucrados en el manejo del agua, aumentar la cultura del ahorro de agua, investigar soluciones no probadas, acudir a conocimientos académicos y disseminar información entre los pobladores.

En cuanto a las opciones institucionales, mencionaron dos aspectos: diseñar y aplicar una política regional de desarrollo urbano y mejoramiento de los servicios públicos, y diseñar y aplicar una coordinación institucional real y transexenal.

En el tema de tratamiento de agua, el primer aspecto relacionado con las prácticas actuales fue la descarga de aguas negras directa a los canales de las chinampas, así como prácticas higiénicas inadecuadas por los pobladores. En este punto es importante mencionar que muchos de los aspectos revisados surgieron de la autocrítica, más que de la crítica hacia otros actores sociales. Las propuestas de solución que se plantearon para el tema de saneamiento fueron: completar la cobertura de la red de drenaje y evitar que el agua negra sea descargada directamente a los canales, la construcción de tecnologías para el tratamiento de agua y el impulso a un programa de educación ambiental.

En lo referente a las prácticas y tecnificación de riego, se mencionó la baja tecnificación, saneamiento inadecuado de las áreas de cultivo, presencia de plagas en cultivos y árboles, y uso de agroquímicos.

En el tema de desechos sólidos se mencionó la insuficiencia de acopio, azolve de los canales por materia inorgánica, recolección ineficiente de

la basura en la delegación, actitud de algunos pobladores (comerciantes) que arrojan desechos en los canales y en las líneas de drenaje, falta de participación de las autoridades para remover residuos arrojados en lugares indebidos, contaminación del suelo por diversos negocios (lavado de carros, mecánicos, etc.) y falta de participación social y de convocatorias para el manejo y disposición de la basura.

Algunas soluciones institucionales planteadas para estos dos últimos temas fueron: aplicar la ley residuos sólidos del DF, apoyar con incentivos fiscales y económicos a empresas que reciclen o manejen adecuadamente sus residuos, mejorar los servicios de recolección de basura, establecer más y mejores centros de acopio y estaciones de transferencia, y difundir el uso de materia orgánica como fertilizante.

En los escenarios deseados, la salud, las tecnologías apropiadas y la economía forman un círculo que se autorregenera y regula a sí mismo. Ese círculo es un ciclo impulsado por una identidad cultural que rescata lo mejor de sus valores tradicionales y se define por su inserción en procesos de desarrollo sustentable. En ese desarrollo, la economía ayuda a mejorar la calidad de vida, pero no entendida ésta como crecimiento económico asentado en la acumulación, sino en una nueva significación de la cultura; de una cultura que se recrea a partir de valores como la participación, corresponsabilidad entre el aparato de Estado y los ciudadanos, y compromiso. Las destrezas técnicas, los conocimientos y las tecnologías deben tener fundamento en esa cultura, en aquel desarrollo, en aquel ciclo o círculo que se autorregenera.

En lo anterior se advierten tres puntos básicos: 1) una nueva visión de civilización, 2) un respeto comunitario y gubernamental, recíproco, 3) el uso de tecnologías que sean socialmente viables y sustentables desde el punto de vista técnico, ambiental y económico.

A continuación, los participantes discutieron acerca de los aspectos a considerar para lograr la visión a futuro, las principales restricciones

y oportunidades para lograrlo, y definir tres acciones estratégicas para alcanzar la visión ideal de Xochimilco. En el primer tema, los aspectos para lograr la visión a futuro, los participantes se concentraron en cambios sustanciales desde los aspectos educativos; la importancia de lograr la participación social y organización de barrios, acrecentando los mecanismos de cohesión social de la población; lograr una planeación gubernamental adecuada, desde el enfoque económico, político y social y, por último y de manera muy general, cambiar el sistema económico, político y social que ha demostrado que no funciona. Este último punto se liga con el segundo tema general abordado, ya que una de las principales restricciones para alcanzar una visión ideal a futuro es, precisamente, el sistema político y económico que frena el desarrollo, aunque en el discurso institucional ese concepto, el de desarrollo, sea utilizado como bandera para la realización de programas y planes gubernamentales. Otra de las restricciones mencionadas fue la de identificar que las acciones de gobierno son sectorizadas y sin coordinación ni entre dependencias ni entre distintos órdenes de gobierno. Para lograr una visión ideal a futuro es necesario, entonces, la alineación a objetivos claros y que las acciones delimiten una senda por la que habrán de transitar todos los programas y planes delegacionales, federales y del DF. Por último, como una restricción más, se mencionó la pérdida de valores y el clientelismo político.

Las oportunidades para transitar de la situación actual a la deseada, se enfocaron en dos: en primer lugar, el interés que existe en la conservación de la zona, interés compartido por pobladores, ONG, sector académico y gubernamental; es decir, que podrían crearse sinergias que impulsen acciones en una sola dirección y con objetivos claros; el otro aspecto mencionado fue la importancia económica y productiva de la zona de Xochimilco.

Las tres acciones estratégicas para avanzar hacia la situación deseada se delimitaron en tres grandes temas: cambio de actitudes y tener valores positivos; concentración de esfuerzos, apoyo de organismos internacionales e impulso a la participación social, y contar con una política ambiental integrada.

Discusión y conclusiones

Revisando lo anterior, podríamos llegar a ciertas conclusiones que apuntan a algunas condiciones ideales que deberían cumplirse en la región para alcanzar la visión ideal a futuro. Dichas condiciones encuentran puntos de enlace entre sí y se encadenan. Queda claro que para los participantes un elemento importante del cual partir es la actitud hacia el cambio, como fue reiteradamente mencionado durante el taller. De esta forma, para cambiar la realidad modificando los aspectos educativos es preciso que éstos produzcan cohesión social, que estén orientados a transformar el sistema político, la planeación gubernamental económica y ambiental, y el propio sistema social. Bajo los sistemas pasados y actuales, en Xochimilco se han aplicado recursos materiales, pero el deterioro sigue. Antes que rescatar lo deteriorado, hay que frenar el deterioro.

El sistema económico vigente no responde a las necesidades más urgentes de la población; obedece a intereses de particulares, de grandes empresas, de transnacionales. Los modelos educativos tampoco responden a las necesidades de los pobladores, son copia de otros modelos y se nulifican en la realidad de Xochimilco y del país. En vista de lo anterior, es necesario cambiar el modelo educativo y también porque la educación condiciona la forma de pensar, de hacer la cosas, de tener una visión de ellas. Dentro de todo lo anterior, el gobierno no ha implementado sistemas continuos o duraderos de planificación social, económica, política y ambiental. Cada cambio de administración se recomienza o se repite lo ya hecho. Hay retraso como consecuencia. La ineficacia del sistema político y del educativo está acompañada de una pérdida de valores. Como parte de una recomposición de valores, el gobierno debe hacer sus tareas en beneficio de la comunidad, actuando contra la desigualdad que suscita el modelo económico dominante: no que los pobres sean cada vez más abundantes y más pobres, y los ricos cada vez más ricos. La situación en Xochimilco es crítica, porque si se

pierde, también se pierde la Ciudad de México. Puede haber un camino para enfrentar esos problemas, porque los pobladores trabajan con ese interés de cambio; por ejemplo: los agricultores defienden cada día su identidad, su imagen; aunque la actividad chinampera se ha limitado, en parte porque no se han creado procedimientos de mejora tecnológica y tampoco redes de exportación. Es muy difícil reformar los sistemas; para empezar a hacerlo es necesario cambiar de actitud personal y hacia las comunidades. Además, hay interés favorable en algunas instituciones y organizaciones.

Se dice que la educación puede cambiarlo todo, pero para lograr cambios auténticos y duraderos es necesario cambiar algo más profundo: la cultura, que es donde está contenida la educación. La idea es, pues, cambiar la cultura clásicamente occidental, que apuesta por la construcción. Es una cultura “desarrollista”. Construyendo muchas obras no hay desarrollo. Hablar de cultura no basta para cambiarla. Debe haber cambios reales efectuados mediante el logro de metas pequeñas; proyectos de escala mediana o chica, pero muy concretos. Es un proceso lento y en Xochimilco se avanza hacia allá, pero un temor es que el proceso sea más lento que el desarrollo. Una estrategia importante para desencadenar el cambio de cultura (y el desarrollo) es trabajar juntos, superar discrepancias interinstitucionales y disputas entre académicos. Los chinamperos también tienen conflictos internos, y los académicos sostienen disputas con los chinamperos y con las organizaciones civiles.

La cultura debe distinguirse como una originaria o pasada y una futura. En medio de las dos están la educación del presente y la conciencia actual, que busca comprender el pasado y construir el futuro, que pretende trabajar por una identidad futura. Para llegar a ello, la conciencia del presente debe asumir una corresponsabilidad ciudadana y de las instituciones de gobierno. A su vez, también, la educación académica y no académica debe incidir en los pobladores y en las empresas a través de un respaldo gubernamental, disminuyendo hasta donde sea posible la dependencia que la sociedad tiene

del gobierno. El papel de éste debería ser ante todo de auspicio, de fomento. A través de las acciones concertadas del pueblo, de las empresas y del gobierno, deben darse cambios tecnológicos que sean consecuentes con los valores de la cultura originaria. El problema ha sido pensar, diseñar y actuar con una visión fragmentada. Debe haber complementariedad y sinergia entre, por ejemplo, el biólogo, el geógrafo, el historiador, el arquitecto. Los equipos de estudio y acción no deben demorarse en la identificación refinada de los problemas; deben trabajar en propuestas integrales. Es imprescindible involucrar a todos los actores para generar estrategias de corto, mediano y largo plazos. Los problemas deben solucionarse de forma modular. El reto de la ruta anterior es lograr sustentabilidad, equidad social y equilibrio ambiental a lo largo del tiempo.

Las visiones manifestadas por los participantes son comunes y parten de buenos planteos, pero si no pueden concretarse a través de cambios palpables, no podrá cambiarse la imagen de lo que es cada quien. Tampoco podrá alcanzarse la imagen de lo que se desea como conjunto. Debe construirse una visión apropiada, como un espejo que refleje lo que se es y lo que se quiere ser. El agua es una parte muy importante en ese reflejo de la situación pasada, presente y futura.

La economía no debería prevalecer sobre los valores culturales, o subordinarlos. La economía, la sociedad y el ambiente deberían ser los vértices de un triángulo, y poseer las tres un mismo valor. En el centro de esa figura pueden estar en efecto la conciencia y la educación. Desde éstas podría trabajarse por una tecnología consecuente con las aspiraciones de equilibrio impulsadas por la cultura pasada de la zona, y trabajarse también por la constitución de una identidad y una cultura orientadas hacia la justicia social y el equilibrio del medio ambiente, con criterios éticos de sostenibilidad.

El motor de esos procesos debería ser la presencia y presión ciudadana: impulsar la generación de nuevos espacios o formas de ciudadanía para que, a través de la agenda generada desde la base social, las iniciativas comunitarias

se conviertan en políticas públicas auspiciadas por las instituciones, capaces de perdurar a lo largo de diferentes administraciones.

Esa agenda podría guiar una lógica tecnológica distinta de la actual, según la cual grandes empresas construyen grandes obras o grandes programas de gobierno emprenden grandes proyectos que son abandonados porque no hay capacidad ni recursos para operarlos.

El nuevo método tecnológico debería atender mucho más a lo local, en una escala mucho más acotada, donde la comunidad gestione y maneje las obras con la participación o el respaldo de instituciones, de centros educativos y de investigación, y de organizaciones no gubernamentales.

Lo anterior sería objeto de aprendizaje social e institucional, mientras se consolida como proceso. También puede ser objeto de difusión, en el sentido de que la transmisión de su experiencia permitiría compartir conocimientos con otros actores, en otros lugares.

**Cuadro 17. Temáticas generales en las visiones discutidas para San Gregorio/
Xochimilco 2030.**

Temática general	Componentes (Comentarios)
Conservación de la identidad local	<ul style="list-style-type: none"> • Hacer de San Gregorio un pueblo organizado y con identidad. • Rescatar e implementar formas de trabajo comunitario voluntario, como el tequio. • Buscar y fortalecer la unión y participación comunitaria. • Detener la urbanización; no permitir la construcción de más casas nuevas en la zona. • Rescatar el papel de los comités, ferias, organizaciones tradicionales. • Promover acciones de conservación y sustentabilidad de los recursos naturales. • Tener agua limpia y pura disponible (por ejemplo, mediante la recolección de agua). • Soluciones individuales son preferibles a las centralizadas.
Producción agrícola y economía	<ul style="list-style-type: none"> • Certificar los productos locales y promoverlos en todas la ciudad. • Desarrollar y producir nuevos productos agrícolas. • Capacitación y talleres para los agricultores sobre buenas prácticas productivas. • Conservar y restaurar las chinampas. • Vincular la producción chinampera con diferentes actividades productivas (turismo, gastronomía, etc.).
Desarrollo turístico	<ul style="list-style-type: none"> • Alta biodiversidad (que puede ser parte de un concepto de <i>marketing</i>, por ejemplo, “Oasis verde en la Ciudad de México”). • Suministro centralizado de agua y drenaje. • Promoción del atractivo turístico. • Realización de talleres sobre la historia y el medio ambiente de Xochimilco para turistas y escuelas.
Desarrollo sustentable	<ul style="list-style-type: none"> • Tener una visión común sobre la cultura ambiental. • Transporte público sostenible también en las vías navegables (acuavías). • Promoción de la participación ciudadana. • Soluciones técnicas sustentables para el suministro de agua y saneamiento. • Cooperación interinstitucional entre todos los niveles de gobierno. • Aplicación de las leyes ambientales y relacionadas. • Educación ambiental en las escuelas
Integración a la Ciudad de México.	<ul style="list-style-type: none"> • Urbanización planificada. • Transporte público conecta a Xochimilco con el centro de la ciudad. • Dotar de servicios de infraestructura centralizados que ofrece la ciudad (por ejemplo, agua, residuos sólidos, etcétera.)

4.3. Síntesis y adecuación de escenarios

Una vez teniendo la percepción de los actores sociales sobre la visión de Xochimilco al 2030, encontramos puntos coincidentes que permitieron definir los escenarios posibles en tres. En términos generales, había una coincidencia sustancial entre la visión de identidad local y desarrollo sustentable, así como en lo relacionado con la agricultura y el turismo, por lo que se optó por conjuntar estas visiones, sumándolas al escenario diferenciado de integración a la Ciudad de México. De esta forma, los escenarios y factibilidad de tecnologías para Xochimilco derivaron en los siguientes tres: identidad local, desarrollo económico e integración a la Ciudad de México, como observamos en la siguiente tabla. Para el segundo escenario, el de desarrollo económico, se delimitó un área menor de estudio, que diera cuenta de dos características especiales del área y para tener información más manejable y que pudiera extrapolarse a zonas de características similares en Xochimilco: la zona cerril y un asentamiento irregular. Es por ello que en este escenario se tomaron en cuenta los barrios de San Martín Caballero, para la zona cerril, y a La Conchita, barrio irregular en San Gregorio Atlapulco. Las características de estos lugares las describimos en el siguiente capítulo, para centrarnos aquí en las cuestiones relacionadas con la participación social.

Cuadro 18. Escenarios integrados de Xochimilco.

Escenario	Características generales	Orientación de las tecnologías
Identidad local	<p>Se favorecen las condiciones productivas, ambientales y culturales de Xochimilco, a partir de reducir la contaminación de canales por descargas domiciliarias; conservación de las áreas chinamperas mediante el uso de agua residual y la composta, así como la mejora del abasto del agua potable para reducir el consumo ilegal de agua.</p>	<p>Se propone fortalecer la identidad local ligada a las chinampas y al uso de los recursos hídricos locales. Se priorizan las tecnologías familiares sobre las centralizadas. Se considera la reducción de la contaminación de los canales, que en algunos casos son usados para riego; el aprovechamiento de los recursos hídricos locales (ríos y agua de lluvia); promover sistemas de saneamiento con énfasis en el reúso de los nutrientes o sustancias orgánicas para suministrar composta y biogás. En este escenario, los residuos se reducen y clasifican, los orgánicos se reutilizan como abono o se dirigen a la producción de biogás. La composta se puede utilizar en las huertas familiares y en los jardines.</p>
Desarrollo económico-comunitario	<p>Barrio La Conchita. Se privilegia el desarrollo económico con un fuerte énfasis en la agricultura sin perder las características ambientales. Se considera la certificación de los productos locales, la capacitación de los campesinos, se prevé la eliminación de fertilizantes químicos y promover el uso de composta.</p>	<p>Se privilegian las tecnologías para el tratamiento y uso del agua residual en la agricultura. Así como la construcción de sistemas de tratamiento a nivel domiciliario para reducir los contaminantes y aprovechar la materia orgánica. Las viviendas utilizan distintas alternativas de saneamiento, dependiendo el tamaño y las necesidades de las familias.</p>
	<p>San Martín. Se privilegia el desarrollo comunitario con un fuerte énfasis en las condiciones de vivienda y sus servicios.</p>	<p>Soluciones técnicas colectivas para captación de agua de lluvia, tratamiento de aguas residuales y manejo de residuos sólidos. No se practica la agricultura, por lo que las soluciones técnicas agrícolas no aplican.</p>
Integración (planificada) a la Ciudad de México y preferencias locales	<p>Este escenario está basado en el supuesto de una fuerte conexión de Xochimilco, en general, y de la zona de estudio, en particular, a la Ciudad de México, donde las áreas periurbanas serían integradas a un proceso de urbanización planificado. Los servicios públicos y la infraestructura estarían centralizados. El compostaje se realizaría de manera centralizada en las estaciones de transferencia y en el ámbito doméstico, lo que ayudaría a mejorar las condiciones de salubridad de las viviendas. Las soluciones técnicas se determinan en la administración local.</p>	<p>Todos los servicios de infraestructura están centralizados y son operados por los gobiernos locales (delegación o gobierno de la ciudad). Los usuarios se conectan a la red de agua potable y de drenaje de la zona. La selección de la solución técnica se realiza en los niveles administrativos/técnicos correspondientes (no dependen de los usuarios).</p>

4.4. Consulta a actores sociales sobre los escenarios y conceptos

Como hemos hecho mención, la siguiente fase en la consolidación de los escenarios para atender los problemas en el área de estudio requirió de la consulta a expertos, con el fin de conocer su opinión sobre los escenarios en los que se concibe una posible solución a los problemas de Xochimilco y que pudieran incidir de manera directa en la mejoría de los servicios de agua potable, saneamiento, manejo de residuos sólidos y agricultura.

Como parte del enfoque y consolidar el estudio de factibilidad y prospectiva del proyecto, consideramos estratégico someter a una evaluación crítica la viabilidad de las posibilidades técnicas y sociales para implementar ciertas tecnologías en el área de estudio, de acuerdo con los escenarios propuestos. Planteamos que es relevante conocer la opinión de los tomadores de decisiones y de los actores institucionales y sociales vinculados a los temas de interés de Vivace: agua potable, saneamiento, residuos sólidos y agricultura, y someter a “prueba” tanto las orientaciones de los escenarios como las posibles soluciones técnicas que pudieran implementarse. Para ello, se realizaron entrevistas semiestructuradas a personas clave que representan a diferentes grupos interesados en el área de estudio. La meta fue la identificación de los aspectos e indicadores que se deben tomarse en cuenta cuando se evalúen las posibles propuestas para solucionar los problemas ambientales en el área de estudio y contar con insumos más certeros para el siguiente paso, el estudio de factibilidad.

Los diferentes grupos de actores sociales tienen, también, diferentes intereses y, por ello, visualizan los problemas y formas de darles solución de una forma particular; por lo tanto, pueden privilegiar ciertos indicadores cuando se trata de evaluar las soluciones viables en el tema del manejo de recursos naturales. A continuación, se presenta un cuadro resumen de los grupos de actores sociales que inciden en las políticas y programas aplicables

al área de estudio y a los que se tomó como foco de la consulta de expertos, basándonos en los escenarios propuestos y pidiéndoles su opinión sobre ellos y las características de cada uno, así como posibles soluciones técnicas que derivarían en el estudio de factibilidad tecnológica para el área de estudio.

Cuadro 19. Actores sociales identificados.

Actor social	Incidencia de este sector en el área	Intereses sobre el área y respecto del proyecto <i>Vivace</i>
Órdenes de gobierno	Es responsable de la administración y control sobre el territorio y los recursos, tanto desde lo regional (Ciudad de México) como desde lo local.	Reconoce que el manejo de los recursos naturales es crucial. Entiende que el territorio posee características ambientales únicas y potencialidades de desarrollo.
ONG	Las ONG son importantes en la zona de Xochimilco, aunque muchas de ellas están formadas por grupos de usuarios organizados. Por ello, se buscarán ONG que no forman parte del grupo de usuarios, sino que pueden dar opiniones acerca de los escenarios y de las tecnologías utilizadas.	Muchas ONG están interesadas en el cruce de dos temas importantes para la zona de estudio y para el proyecto de <i>Vivace</i> : tecnologías apropiadas y mejor uso de recursos ambientales.
Academia	Son varias las universidades y grupos de investigación que, de una u otra manera, han actuado en la zona de Xochimilco. Algunas de ellas, a través de proyectos muy específicos (como la reproducción del <i>axolotl</i> , especie única de Xochimilco). Sin embargo, debido a su experiencia y a los años de realización de actividades en Xochimilco, tienen un conocimiento especial de las dinámicas sociales, políticas, económicas y culturales de la zona.	Los grupos académicos y de investigación tienen especial interés en los aspectos ambientales de la zona de estudio, así como en la búsqueda de soluciones integrales que promuevan una recuperación ecológica de Xochimilco y el mejor uso de recursos. Los resultados de <i>Vivace</i> pueden integrar varias de las líneas de acción realizadas en la zona.
Empresas prestadoras de servicio de agua	Existe la Asociación Nacional de Empresas de Agua y Saneamiento (ANEAS), un corporativo de diversos organismos operadores de agua potable en el país. Uno de sus intereses es encontrar soluciones viables a los problemas de abasto y saneamiento del agua.	Ya que se trata de organismos cuya labor está orientada al abastecimiento de agua y al saneamiento, la ANEAS puede encontrar en lo planteado en <i>Vivace</i> posibles soluciones alternas a las que se incluyen en sus programas y actividades.

4.5. Visiones generales y perspectivas sobre los escenarios planteados para Xochimilco

Escenario 1. Identidad local

Este es el escenario que diferentes actores sociales reconocen como indicado a tomarse en cuenta para Xochimilco, desde autoridades gubernamentales de la ciudad hasta ONG, por incluirse el tema sobre la identidad, aunque la inclinación entre los tres escenarios es a preferir el escenario 2 (desarrollo económico). Para la mayoría de los entrevistados, los escenarios 1 y 2 pueden ser complementarios y, en todo caso, se diferencian claramente en las soluciones presentadas en el escenario 3, sobre centralización de servicios. La diferenciación que se hace es clara y dirigida hacia la descentralización y el manejo comunitario (escenarios 1 y 2) y, de otra parte, la centralización de servicios de agua y saneamiento (escenario 3).

Las ONG entrevistadas prefieren los escenarios 1 y 2. En el caso de escenario 1, identidad local, se prefiere precisamente por las características de la población y el arraigo a la identidad, los recursos naturales y las prácticas culturales. La ventaja principal de este escenario, para los entrevistados, es que recupera el conocimiento local integrándolo junto con la tecnología chinampera y ofrece beneficios para la comunidad. Facilita la reconstrucción del tejido social y los espacios de convivencia en la comunidad. Esto refuerza el asunto pertinente que apareció durante el taller, referido a impulsar la organización, la participación y la cohesión social de los barrios.

Si la zona de Xochimilco no tuviera ese arraigo identitario, sería una zona periurbana sin zonas de conservación ambiental y sin historia cultural fuerte, como ocurre con las zonas periurbanas de otras ciudades mexicanas y, para impulsar el desarrollo de la zona, se podría utilizar un esquema como el escenario 2. Sin embargo, también se puede tomar en cuenta que el escenario de identidad local y el de desarrollo económico podrían tener

puntos de fusión y contacto, sobre todo haciendo énfasis en la utilización de los conocimientos y las tecnologías tradicionales, como la chinampa (calificada como la técnica agrícola de origen prehispánico más avanzada de América Latina), para permitir un desarrollo socioeconómico para los pobladores, retomando, también, la conservación de la zona natural de Xochimilco.

El escenario 1, para personal entrevistado de una ONG, permitiría una fuerte y activa participación comunitaria para el desarrollo de proyectos productivos, bienestar común, provisión de servicios y participación de diferentes grupos (hombres, mujeres y jóvenes) en la construcción de proyectos.

Por su parte, el entrevistado de la Corena, organismo dependiente del gobierno de la Ciudad de México, prefiere el escenario de identidad local basándose en que, de alguna manera, está en concordancia con los orígenes y el refuerzo de la identidad que se ha desarrollado en Xochimilco. Se reconoce que Xochimilco no es una zona agrícola artificial, sino una forma de socio-organización derivada de un asentamiento humano prehispánico. Los barrios y colonias tienen un arraigo y símbolos de identidad que les mantienen unidos y la producción chinampera es un símbolo de identidad no tangible. Para mantener el sistema de producción chinampera, se deberá contar con tres factores: 1) garantía del abasto de agua con calidad para producir, 2) respeto a la organización local para la producción y 3) respeto al esquema social, a la identidad que tiene cada barrio.

Y en este escenario se privilegia la producción de autoconsumo y, en segundo plano, la comercialización. Ahí deriva una de sus desventajas, en el sistema local de producción y consumo; no necesariamente es el mismo en cuanto al sistema de comercialización. Un sistema de comercialización puede considerar varios ejes: producción, cantidad y calidad de la producción agrícola.

En este escenario también se toman en cuenta las condiciones particulares de áreas de asentamientos irregulares, como La Conchita, en donde no

se puede tener acceso a conexiones de red de agua potable y drenaje, y que sería complicado y costoso construir esta infraestructura de manera tradicional, utilizando sistemas centralizados.

Por su parte, el Sistema de Aguas de la Ciudad de México prefiere el escenario 1, aunque el entrevistado cuenta con una visión negativa para el futuro de Xochimilco si no hay cambios en las políticas de desarrollo urbano y ambiental: prevé la decadencia del uso de las chinampas, proliferación de viviendas, canales rellenos, crecimiento del número de los invernaderos, los asentamientos irregulares van a ser regularizados y los servicios serán centralizados.

En cuanto a la opinión de diversos entrevistados en el gobierno local, es decir, la delegación Xochimilco, hay una preferencia por los escenarios 1 y 2 (aunque también hay opiniones acerca del escenario 3, que se verá en el apartado correspondiente). La razón principal para preferir estos escenarios se centra en las siguientes ventajas: recobrar la identidad asociada con las chinampas, preferir el reciclado de materiales orgánicos y ello será benéfico para la salud. Si se aplican estos escenarios en un barrio determinado, puede ser que los demás barrios sigan el ejemplo y la experiencia se pueda replicar. Específicamente para el escenario 1, la percepción es que es el más congruente con la identidad xochimilca tan arraigada, ya que con la defensa de la chinampa se fortalece la identidad de los productores xochimilcas y se protege la actividad agrícola. Una desventaja es que el escenario 1 no incluye la comercialización de los productos agrícolas, tema que se incluye en el escenario 2.

Para el sector académico, algunas ventajas que se observan en este escenario son el reconocimiento del conocimiento local, incluyendo las formas como los productores chinamperos resuelven los problemas derivados de la producción agrícola; sin embargo, es necesario resolver lo que se considera el principal problema: el político, ya que las autoridades gubernamentales encuentran soluciones a este tipo de problemas de agua y saneamiento sólo con la construcción de infraestructura.

Para la Asociación Nacional de Empresas de Agua y Saneamiento (ANEAS), el comentario general fue que los tres escenarios eran válidos y pertinentes, aunque la preferencia es el escenario 3, de integración a la Ciudad de México.

Escenario 2. Desarrollo económico-comunitario

Este escenario es, por mayoría de opinión de los entrevistados, considerado como el más viable para Xochimilco. Una ONG considera este escenario como el más viable de los tres, basándose en el argumento principal de que, ante el crecimiento urbano por la presión de asentamientos humanos en la zona de estudio, es irreal pensar que todo se pueda resolver en el ámbito local, sino que es deseable encontrar una fusión entre lo local, lo domiciliario y los sistemas intermedios. En este escenario es importante que las soluciones técnicas consideren diferentes escalas de solución y atención de problemas, desde lo comunitario hasta lo regional; por ejemplo: las estaciones de ecotransferencia local en lugar de una sola planta centralizada. Por ello mismo, para que este escenario sea sustentable, también es importante diseñar cada sistema tecnológico de abastecimiento de agua y de saneamiento (no sólo tecnologías aisladas, sino verdaderos sistemas interrelacionados) para cada vivienda y evitar la implementación de esquemas homogéneos, sino soluciones ad hoc a cada caso. La propuesta de tecnologías combinadas es adecuada y viable.

El segundo argumento para escoger este escenario es que está orientado al desarrollo económico de los pobladores, con cierto cuidado ambiental, la búsqueda local de soluciones y la reintegración de nutrientes en la zona. Se toma en cuenta que los planificadores urbanos son los que mostrarían más resistencia hacia este tipo de escenarios. Para evitarlo, habría que impulsar políticas públicas que impulsen los objetivos para el escenario 2.

Por su parte, el Sistema de Aguas de la Ciudad de México considera que el problema principal en este escenario radica en las condiciones de irregularidad en la que viven los pobladores de asentamientos, como La Conchita. En estas zonas fuera de la ley no es posible brindar los servicios de agua y saneamiento y, por ello, la opción de utilizar tecnologías apropiadas o descentralizadas es adecuada, aunque el reto es la aceptación social, sobre todo para sostener la operación y el mantenimiento. En cuanto a la zona chinampera, se mencionó que mientras sean propiedad privada la gente puede hacer lo que quiera con su chinampa (rehabilitarla, trabajarla, venderla o construir sobre ella) y que, para evitar que ésta se extinga, haría falta expropiarlas.

Los entrevistados de la delegación Xochimilco se inclinan hacia la opinión de que este escenario presenta las mayores ventajas, ya que impulsa el crecimiento económico sin dejar de lado la conservación del ambiente donde se ubican los asentamientos humanos. Hay una tendencia a hablar de conservación de la zona chinampera, no de su recuperación, y este escenario permitiría tomar en cuenta la recuperación ambiental de la zona. Una ventaja en este escenario es que impulsa el desarrollo de la comunidad con la aplicación de tecnologías que hacen más redituables las tierras y de mayor beneficio económico; la desventaja es que al tener mejores condiciones de vida, la gente deja de convivir con el ambiente y se ocupan los terrenos por la presión de la comercialización de la tierra. Otras desventajas son la calidad de la tierra, que se ha vuelto alcalina por el uso de agroquímicos, así como la falta de canales de comercialización de los productos agrícolas.

También se toma en cuenta que en este escenario el campesino, el agricultor y el chinampero tendrían mejores oportunidades de competir con el mercado, tanto local como exterior.

La Corena, organismo dependiente del gobierno de la Ciudad de México, que ha preferido el escenario 1, enlista las desventajas que presenta el escenario 2: se tendrían que eliminar las descargas ilegales en los canales,

ya que esa misma agua alimenta las chinampas y eso evita, en cierta medida, que se compren los productos (por posibles riesgos sanitarios). Por esa razón, tendría que realizarse una recuperación ambiental de la zona para empezar la activación económica.

Para el sector académico, este escenario también presenta ventajas, sobre todo por la rehabilitación de las chinampas, tecnología que no daña al ambiente de forma irreversible; también por las tecnologías descentralizadas o apropiadas que podrían construirse, la conservación de los suelos húmedos y el potencial de desarrollo. Sin embargo, es complementario, también, del escenario 1. Algunas opiniones consideran que la pieza más importante de este escenario es la rehabilitación de canales; para eso es necesario abrir canales que se han perdido y que contribuyan a mejorar la calidad del agua. Una ventaja de este escenario es que se puede impulsar que haya un valor agregado en los productos de las chinampas, y esto se puede lograr a través de la denominación de origen y también obtener subsidios para los productos agrícolas.

Escenario 3. Integración a la Ciudad de México

La mayoría de los entrevistados coinciden en la poca viabilidad de este escenario frente a los otros dos. Sin embargo, no deja de tenerse una visión pesimista sobre el futuro de Xochimilco y, en esta visión, el escenario 3 se encuentra con todas sus características.

Las ONG entrevistadas coinciden en definir este escenario como uno no óptimo y como el menos sustentable de los escenarios, ya que: 1) los sistemas centralizados, en ese tipo de zona, no son sustentables ni viables; en algunos casos, por las características de suelo, 2) no se involucra a la comunidad en la solución de problemas, 3) no resuelve la situación de las áreas irregulares de asentamiento, y 4) las soluciones técnicas no consideran las diferentes escalas de atención de problemas. Se mencionó que este tipo de escenario

está caduco y ya no funcionan estos esquemas centralizados para la atención de problemas locales y complejos de abastecimiento de agua y saneamiento.

Por su parte, el Sistema de Aguas de la Ciudad de México considera que en algún momento se tendrá que optar por este escenario, ya que la tendencia actual de expansión urbana se ha impuesto sobre cualquier otra opción. Por otro lado, también se mencionó la conveniencia de este escenario en el sentido de que se lograría la regularización de predios y de servicios centralizados. Los entrevistados mencionaron que los tres escenarios son viables, pero el primero es el más adaptado al entorno de Xochimilco; sin embargo, lo más seguro es que la urbanización aumentará por lo que hay que tomar en cuenta la opción centralizadora.

Si bien el primer escenario es el más completo y apropiado a las condiciones sociales y ambientales de Xochimilco, el crecimiento de los asentamientos legales e ilegales puede obligar a que la delegación opte por los servicios centralizados. Se podría pensar en la aplicación del escenario 3 y reforzar la infraestructura centralizada, que permita tener un mejor servicio de recolección de residuos sólidos y su procesamiento adecuado, pero el principal problema es cultural; si no hay cambio cultural y educativo, la basura seguirá echándose a los canales.

Los entrevistados de la Comisión de Recursos Naturales opinan que este escenario será difícil de instaurar en el contexto de la permanente confrontación entre lo urbano y lo rural. Mencionaron que el problema está en los caciques que comercializan la tierra de conservación y las chinampas. No se está deteniendo la urbanización por la venta ilegal de la tierra y se argumenta que se urbaniza por la carencia de dinero y de tierra; también existe la cuestión política electoral que promueven los asentamientos humanos en terrenos ilegales. En el caso de que el escenario 3 se instaurara, habría un mejor manejo integrado de las áreas periurbanas (regularización de asentamientos y servicios e infraestructura eficiente), pero la desventaja es que es poco factible que en este escenario se puedan consolidar proyectos de construcción de infraestructura.

Por su parte, entrevistados de la delegación Xochimilco presentaron opiniones divergentes en este escenario. Si bien escogieron el escenario 2, y mencionaron que el escenario de integración planificada a la Ciudad de México es inviable por las condiciones topográficas, por la dificultad y costo de obras centralizadas y el uso de suelo que prevalece en la delegación, como colonias por debajo de seis a ocho metros del nivel donde están instalado el drenaje, por las calles muy estrechas que antes eran canales o apantles. También hubo opiniones al contrario y apoyando la viabilidad del escenario 3. Los argumentos fueron en el sentido de que sin este escenario los otros no se podrían desarrollar, y que los tres escenarios tendrían que desarrollarse al mismo tiempo.

De otra parte, las implicaciones derivadas del uso de tecnologías centralizadas en la zona de Xochimilco, desde el punto de vista académico, se enlistan a continuación:

- a) La zona periurbana de Xochimilco sirve como zona de amortiguamiento entre lo ambiental, la tradición de la gente, las dinámicas sociales, su organización, sus fiestas, sus actividades e identidad propia. Los sistemas centralizados y la integración a la Ciudad de México afectaría todo este sistema sociocultural.
- b) Hay un flujo de productos agrícolas y alimentos a la Ciudad de México y una cantidad de servicios ecosistémicos que todavía da Xochimilco a la ciudad, como la recarga de acuíferos: justo donde termina la zona lacustre y empieza la zona de montaña, el material del suelo permite infiltración. Si se opta por la integración a la Ciudad de México, se perderán estos servicios ambientales.
- c) Otro problema es la pérdida de la zona lacustre. La pavimentación en las ciudades provoca un calentamiento local, afectando el microclima. Xochimilco permite una regulación del microclima en una parte de la ciudad.

- d) Si se integra Xochimilco a la ciudad, no habría forma de reutilizar el agua.
- e) Por último, la pérdida de identidad de los xochimilcas sería un problema: las actividades de la zona se verían afectadas y habría un alto índice de busca de empleo remunerado en la ciudad, lo que agravaría este problema.

Para el entrevistado de ANEAS, el escenario que prefiere es el de la centralización, aunque no omitió mencionar que los tres escenarios eran válidos y pertinentes, como ya hemos anotado. En su apreciación, el sistema menos costoso es el centralizado, aunque reconoció que nunca se ha hecho un estimado del uso del equipo, infraestructura y mantenimiento; no se toma en cuenta la depreciación del equipo y de la infraestructura. Privilegia, de esta forma, la privatización de los servicios de agua potable y saneamiento, en lugar del uso de tecnologías apropiadas, tal como un sistema alternativo de abastecimiento de agua. En cuanto a lo social, este asunto no les corresponde a los organismos operadores de agua y saneamiento porque son prestadores de servicio. Las instancias locales o federales diseñan políticas públicas y definen subsidios, el gobierno tiene sus funciones y las empresas prestan un servicio.

Recapitulación

La mayoría de los entrevistados concordaron en que el mejor escenario para Xochimilco es el número 2, por las ventajas que representa en cuanto a retomar la identidad local y el desarrollo económico-productivo de la zona chinampera. En segundo lugar está el escenario 1, que recoge la identidad y saberes locales, así como los mecanismos de cooperación social de los pobladores y dinámicas culturales de los barrios. El escenario 3 fue calificado como inviable por la mayoría de los entrevistados y, en su percepción, fue

anotado como el peor futuro para Xochimilco; sólo ANEAS se inclinó por este escenario, aunque reconoció que los tres eran viables.

Algunos entrevistados mencionaron también que los escenarios se pueden aplicar no solamente en la zona de estudio, sino que reflejan la situación de los diferentes poblados y asentamientos humanos existentes en la delegación Xochimilco.

4.6. Posibles soluciones técnicas

Como se ha mencionado, la consulta tuvo dos partes: la primera sobre la opinión de los escenarios y la segunda para encontrar opciones viables de tecnologías que atiendan los problemas de agua, saneamiento, desechos sólidos y agricultura. Las opiniones vertidas por los actores sociales consultados se anotan enseguida y corresponden a una primera identificación de tecnologías alternativas que pudieran aplicarse en la zona de estudio, basándose en dos criterios generales: tecnologías de uso comunitario y centralizadas. Las tecnologías sometidas a esta consulta se anotan en el cuadro siguiente. En el siguiente capítulo se explicará el funcionamiento de cada tecnología, ya que ello forma parte del estudio de factibilidad.

Cuadro 20. Tecnologías propuestas para la consulta a expertos.

Escenario	Tecnologías			Agricultura
	Agua Potable	Saneamiento	Residuos sólidos	
Identidad local	<p>Sistemas de captación de agua de lluvia con sistema de potabilización con luz ultravioleta (tUVo).¹</p> <p>Sistemas colectivos de captación de agua de lluvia.</p> <p>Presas de gavión para recarga de acuíferos a través de la infiltración.</p>	<p>Sanitarios secos (baños composteros).</p> <p>Biofiltros para el tratamiento de aguas grises.</p> <p>Construcción de humedales artificiales.</p> <p>Tratamiento de aguas negras con Biostar.²</p>	<p>Separación de desechos orgánicos e inorgánicos.</p> <p>Recolección reciclaje y disposición de desechos orgánicos.</p> <p>Planta de composta.</p> <p>Planta de biogás.</p>	<p>Uso de composta.</p> <p>Construcción de jardines locales (huertos de traspatio).</p> <p>Uso del agua residual tratada.</p>
Desarrollo económico-comunitario	<p>Sistema de captación de agua de lluvia.</p> <p>Sistemas colectivos de captación de agua de lluvia.</p> <p>Presas de gavión para recarga de acuíferos a través de la infiltración.</p> <p>Abasto de agua potable donde ya existe sistema.</p>	<p>Sanitarios secos (baños composteros).</p> <p>Biofiltros para el tratamiento de aguas grises.</p> <p>Construcción de humedales artificiales.</p>	<p>Composta de residuos orgánicos.</p> <p>Recolecta y reciclaje de desechos inorgánicos.</p>	<p>Uso de composta y orina.</p> <p>Uso de agua residual tratada.</p> <p>Rehabilitación de chinampas.</p> <p>Construcción de jardines locales (agricultura de traspatio).</p>
Integración (planificada) a la Ciudad de México y preferencias locales	<p>Conexión a la red de agua potable.</p>	<p>Conexión a la red de saneamiento.</p>	<p>Servicio de recolección, separación y reúso en plantas para aprovechar los materiales orgánicos y de desecho (plástico, metal, cartón etc.)</p>	<p>No aplica.</p>

Con la información pertinente sobre los escenarios y las tecnologías propuestas, es que las respuestas de los entrevistados se orientaron a las siguientes opiniones.

Para las ONG entrevistadas, la ventaja de las tecnologías propuestas es que se combinan y forman sistemas tecnológicos, más que el uso de tecnologías aisladas. Las tecnologías de uso colectivo, además, privilegian lugares de encuentro en donde hay lazos comunitarios; se pueden presentar problemas y soluciones al uso de las propias tecnologías. Sin embargo, también hay contradicciones de fondo en el uso y preferencias de las tecnologías a aplicarse en los tres escenarios. La desventaja mayor es que no hay complementación, como se plantea. Si hay baños secos, no deberían producirse aguas negras, ergo, no debería haber tratamiento de aguas. En el caso de los humedales, aunque es una tecnología armónica con el paisaje, sólo sirve cuando hay excedentes de aguas grises, así que si no hay tal excedente, no tiene ninguna utilidad. El Biostar, en este mismo esquema, no tiene utilidad, además de que no es estético, es voluminoso para un área familiar y, por su presentación, no será apropiado por la gente. La gente prefiere tecnologías que no se vean o no estorben, que no quiten el poco espacio que ocupan sus casas.

En el caso del saneamiento hay que considerar diferentes opciones de tecnologías de saneamiento: sanitarios de bajo consumo de agua; baños composteros pueden ser una buena opción para las partes altas (San Martín Caballero), pero esto no puede ser posible a una escala periurbana si no existe un proveedor de servicios que pueda recolectar la excreta; implica una organización específica dedicada a este manejo de excretas y de la orina. Una mezcla de las tecnologías propuesta es la que, en suma, ayudaría a visualizar su impacto (en ahorro de agua, manejo sustentable de aguas jabonosas, de aguas residuales, beneficios en salud etc.), de adoptarse esta mezcla de sistemas tecnológicos, es que puede haber un ahorro considerable de los fondos locales.

Los sistemas de captación de agua de lluvia favorecerán la recarga del manto freático y esto podría dar pauta a promover incentivos económicos derivados del servicio ambiental del uso de estos sistemas.

Los residuos sólidos tienen un valor económico en la medida que se puedan generar núcleos de economía local de transferencia en el ámbito comunitario para su acopio y venta; ésta puede ser una fuente productiva y de empleo local.

Por su parte, los entrevistados del Sistema de Aguas de la Ciudad de México no ven estas contradicciones en los sistemas y opinan que, en general las tecnologías son viables, pero los problemas vienen por los conflictos sociales y la falta de educación o buenas prácticas en manejo del agua o de residuos sólidos. Las chinampas se ven amenazadas porque se usan para asentamientos o edificar invernaderos que utilizan agroquímicos y no fertilizantes orgánicos. También, las prácticas de separación de la basura orgánica/inorgánica pueden combinarse con la recolección de los residuos sólidos. Las presas de gavión igualmente pueden utilizarse para la conservación de suelo, romper la energía del agua (el golpe de ariete) que no acarree sólidos hasta las partes bajas y para infiltración de lluvia. De hecho, la delegación Xochimilco ha construido 25 presas de gavión y se tiene proyectado hacer doscientas más. El Biostar y las pequeñas plantas de tratamiento no funcionan porque se abandonan por falta de operación y mantenimiento por parte de los usuarios. Realmente, la composta es muy importante para mejorar los suelos en la zona chinampera, pero no es fácil de manejar, pues requiere de recolección, tiempo para que se genere y, si no hay ingresos, difícilmente puede haber una coordinación entre la gente para hacer esas compostas. Muchos de los problemas de las tecnologías dependerían del componente de la aceptación y la adopción social.

En opinión de los entrevistados de la delegación Xochimilco, es positivo que las tecnologías sean implementadas como un paquete integral; el reto es la difusión entre la población. Todas las tecnologías parecen adecuadas,

excepto las presas de gavión, que podrían construirse en otras partes de Xochimilco, cerca del vaso regulador San Lucas (reciben aguas de los ríos San Francisco y Santiago) y, para la parte alta de donde escurre el río San Buenaventura que alimenta en parte a las Chinampas, descarga en Cuemanco en la ciénega mayor (descarga sin ningún tratamiento). El sistema de cosecha de agua de lluvia colectivo tendría mayor aceptación social que los sistemas domiciliarios y ayudaría a concientizar y organizar a los pobladores. La gran ventaja es que resolvería el problema del abasto de agua y ayudaría a que la gente valorara más el agua. La desventaja es que no hay mucho terreno donde construir las cisternas colectivas. Sobre los biodigestores opinaron que se trataron de implementar con anterioridad y no funcionaron porque no están diseñados para aguas negras de casa y se tapan fácilmente. En cuanto al Biostar, aunque no conocen su funcionamiento, opinaron que es muy grande y que nadie querría tener el Biostar junto a su casa. En cuanto a residuos sólidos, mencionaron que ya están incluidos en la Ley de Separación de Residuos Sólidos, que obliga a los usuarios a que separen la basura. Para algunos entrevistados en la delegación Xochimilco, el problema de la basura será el mayor problema de la ciudad de México, no el agua. En cuanto a residuos orgánicos que se generan en la casa y residuos de la producción, pueden generar un fertilizante de muy buena calidad y a bajo costo. Los biofiltros y los sanitarios secos presentan la ventaja de la reutilización de aguas grises y la no generación de descargas hacia los canales. No se ven desventajas en ambos sistemas.

En cuanto a los sistemas de colección de agua de lluvia, la ventaja es que en la zona se tiene conocimiento y tecnología local; en algunos casos hay sistemas que utilizan pencas de maguey como canaletas para coleccionar lluvia. La desventaja es que se requiere de algún sistema para la potabilización de la misma.

Los entrevistados de la Corena opinan que los muros de gavión son los más socorridos en la zona; ello por el tipo de pendientes y laderas de la

zona cerril que va a desembocar a los humedales y permiten tener un mejor aprovechamiento del agua. El sistema de cosecha de agua de lluvia podría funcionar si se tuvieran temporadas de lluvia más constantes, pero los muros de gavión son los que la gente identifica más porque los ve cotidianamente. No le ve posibilidades a la cosecha de lluvia, por la formación urbana de la población: la gente está acostumbrada a abrir una llave y obtener el agua; no se plantea aprovechar el agua de lluvia. Los biofiltros son los más viables porque son medidas ambientales amigables, pero es complejo transferirlos ya que la gente no está acostumbrada a aplicar un esfuerzo adicional. En general, y en su opinión, la gente no está dispuesta a invertir trabajo adicional y, por ello, prefiere los sistemas centralizados.

Los humedales artificiales valen la pena en la medida que permiten recuperar superficies a su vocación natural y productiva, así se evitaría que las tierras estuvieran inactivas y las ocuparan para la construcción de viviendas.

En la década de 1970 fue muy intensa la promoción para el uso de agroquímicos como la mejor vía para el mejoramiento de la producción agrícola. Ello impulsó el abandono de prácticas tradicionales como el uso de la composta y, actualmente, cuando se les pide a los productores que utilicen la composta, rechazan esta práctica porque la ven como retroceso. En el DF hay un programa de fomento a la producción de composta; con el cierre del Bordo de Xochiaca se estimula que se aproveche la basura orgánica y se emplee en agricultura. Cuando se promovió el uso de baños secos hubo muchos fracasos porque la gente no estaba dispuesta a invertir trabajo y no daba el mantenimiento adecuado.

En relación con la agricultura, la rehabilitación de la chinampa es de suma importancia en el área de La Conchita para que no siga creciendo la construcción de viviendas.

Los entrevistados de la academia presentan dos opiniones divergentes sobre las tecnologías: por un lado, está el grupo que considera que las tecnologías y el sistema combinado de las mismas presentan grandes

ventajas, y otros que consideran que el uso de las tecnologías debiera hacerse mediante esquemas de viabilidad de los sistemas y de las condiciones particulares de la zona de estudio.

Entre los primeros, se considera como ventajas que estas ecotecnias ayudarían a resolver los problemas de abasto de agua y saneamiento existentes en la zona de estudio.

Una desventaja es que las ecotecnias podrían favorecer una mayor urbanización, por lo que hay que tener cuidado en cómo se lleva a cabo su introducción. Las ecotecnias obligarían, además, a pensar en soluciones de vivienda más adaptadas al entorno, mucho más ligeras. Un problema estructural, que no se ha tomado en cuenta en los escenarios ni en las tecnologías, es el problema de los hundimientos diferenciales; el hecho de que el agua se concentra más en las parte norte de la zona chinampera y, en cambio, en la zona sur de la chinampería está cuatro metros abajo del nivel de la superficie de la chinampa. Ello apunta a un problema de sobreexplotación de los acuíferos; la necesidad de nivelar suelos y restablecer la conectividad de los grandes canales (también de apantles y acalotes), actualmente azolvados, bloqueados o rellenos con basura.

En el caso de San Martín, las tecnologías planteadas resolverían los problemas de abasto de agua y saneamiento, pero ello provocaría un incremento de la urbanización en la zona de montaña y en las laderas. Todas estas partes altas han sido declaradas zonas que no se deben urbanizar. Para el caso de Xochimilco, un entrevistado considera que la luz ultravioleta no sirve como tratamiento de lluvia ácida y en Xochimilco la hay, con metales pesados, con organoclorados. El sistema de tUVo no resuelve el problema de la potabilización en la zona. El caso de los jardines locales y la combinación de la captación de agua de lluvia y la huerta se complementan. Puede producir un 40% del consumo familiar.

La otra opinión académica sobre las tecnologías es la de analizar la viabilidad de los sistemas y las condiciones particulares de la zona. En esta opinión, se analizó cada escenario y sus tecnologías asociadas, presentando lo siguiente:

En cuanto al composteo de residuos orgánicos, llama la atención porque uno de los problemas importantes que tiene el lago de Xochimilco es el exceso de nutrientes; con el sistema de composteo se acrecentará el problema de eutroficación del sistema lacustre. En cuanto al sistema de captación de agua de lluvia, éstas están concentradas en una temporada al año. El agua captada debe almacenarse en tanques o cisternas muy grandes, pero no se puede almacenar por mucho tiempo para evitar riesgos sanitarios. Las presas de gavión han sido una tecnología que se ha empleado para la conservación de suelos y así evitar la erosión en época de lluvias. Actualmente se usa para recarga de acuíferos; sin embargo, el problema que tiene es que interrumpe el caudal ecológico. Se corre el riesgo de romper la dinámica de ese sistema. Con respecto a los baños secos, habría que evaluar qué tan sensibilizada está la gente para manejar el desecho seco del baño, porque no es nada grato y muy difícil acostumbrarse a ellos. En Xochimilco hay todavía un área de humedales muy importante y que funciona; entonces, habría que potenciar los esfuerzos para que eso siga funcionando, no pensar en hacer más humedales.

La rehabilitación de las chinampas es un punto importante en este escenario. Físicamente, han sufrido transformaciones importantes; una es que los canales que se tenían alrededor de la chinampa, cubriendo tres de los cuatro lados de una parcela chinampera, cada vez se han ido cerrando más con el propósito de aumentar la superficie de cultivo. Esto ha llevado a un problema en el funcionamiento original del sistema chinampero. La construcción de jardines como una agricultura de traspatio era parte de Xochimilco. La moda es la construcción de invernaderos para la producción de flores que también están aportando agroquímicos al sistema y generando problemas en la calidad de agua. Regresar al cultivo de traspatio, no de manera masiva, favorecería el sistema ambiental.

Para la ANEAS es importante tomar en cuenta, para los sistemas de captación de lluvia, el almacenamiento, la preservación, el costo de los

colectores y la cultura para que esta agua de lluvia se conserve limpia. Pero la importancia para ANEAS, obviamente, recae más en los sistemas centralizados y en sus costos, así como en el énfasis de prestación de un servicio por los organismos operadores.

Derivado de la construcción de escenarios y de la consulta a expertos sobre los posibles sistemas tecnológicos a implementar en la zona de estudio, es que se procedió al estudio de factibilidad, que se presentará en el siguiente capítulo.

De los escenarios a la realidad: estudio de factibilidad sociotécnica del Proyecto Vivace¹⁵

Los resultados de la construcción de escenarios derivados del taller participativo, la consulta a expertos sobre los propios escenarios y el uso de tecnologías para cada uno de ellos permitieron crear una correspondencia entre los objetivos de cada escenario y las tecnologías que podrían funcionar, en un conjunto tecnológico conceptual coherente. En el estudio de factibilidad que se presenta, se le llamó a esta conjunción de escenarios y tecnologías “conceptos innovadores”, ya que en realidad se trata de soluciones tecnológicas de acuerdo con contextos locales específicos, sin generalizar ni homogeneizar, pero buscando las soluciones que puedan implementarse realmente y que, derivadas de las condiciones específicas de aplicación (sociales ambientales, económicas), puedan extrapolarse a otros lugares con las condiciones semejantes, dentro de la delegación Xochimilco. Los lugares específicos para hacer este estudio de factibilidad fueron los barrios de La Conchita y de San Martín Caballero, como ya se ha mencionado, buscando una zona en la que los estudios pudieran ser de profundidad; es decir, se prefirió un enfoque intensivo a uno extensivo.

¹⁵ Agradecemos la colaboración de Tiemen Nanninga e Iemke Bisschops en los cálculos contenidos en este apartado.

La evaluación de la viabilidad técnica de las tecnologías fue realizada por expertos, basándose en el conocimiento general del funcionamiento de cada tecnología y, además, las condiciones locales (por ejemplo, número de personas por hogar, demanda de agua, producción de aguas residuales, entre otros factores). Es así que el estudio de factibilidad se divide en: 1) selección de pequeñas áreas de estudio, 2) breve descripción de condiciones socioeconómicas, 3) propuestas para las dos áreas desde los escenarios definidos para Xochimilco, 4) descripción de sistemas tecnológicos factibles, dadas las condiciones de ambas zonas, y 5) extrapolación de estas propuestas a otras zonas periurbanas.

5.1. Selección de pequeñas áreas para el estudio de factibilidad detallado

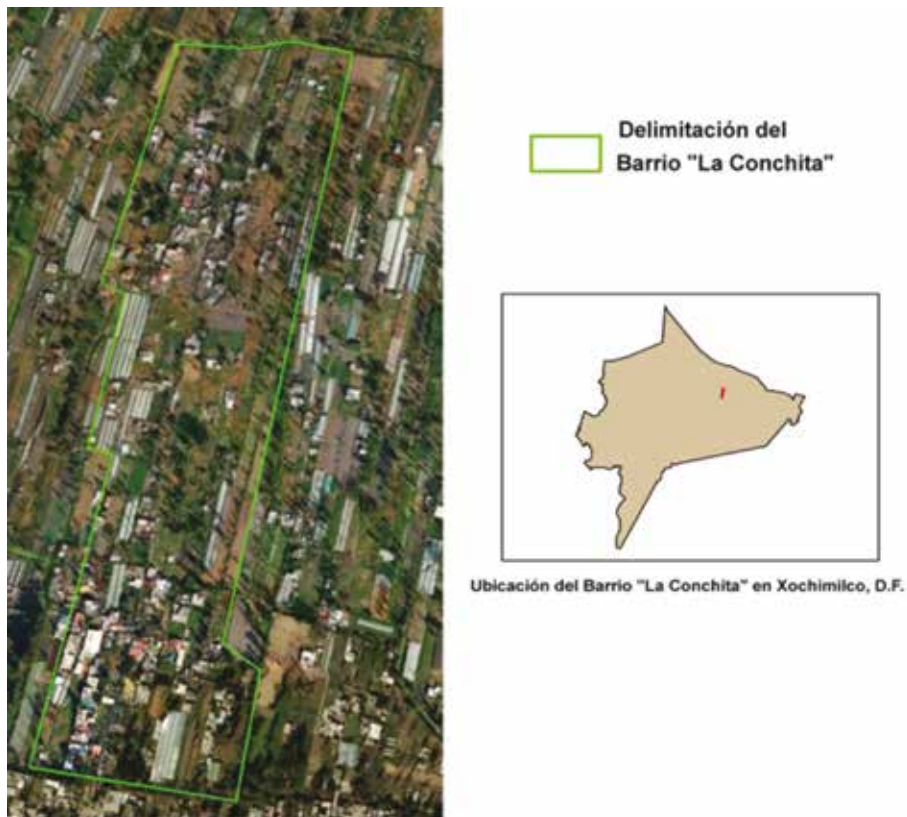
Como ya se mencionó anteriormente, para el estudio detallado de factibilidad técnica se seleccionaron dos áreas más pequeñas: La Conchita, en la zona de chinampas, y San Martín Caballero, en un área montañosa de San Gregorio Atlapulco. La selección de las áreas pequeñas de estudio se basa en cuatro criterios principales: infraestructura, urbanización, lejanía y condiciones socioeconómicas. Estos criterios se utilizaron tomando en cuenta que estas zonas de Xochimilco tendrían que ser periurbanas y contener un número de viviendas representables, además de que las áreas fueran urbanizadas o no aptas para la urbanización. El procedimiento para seleccionar estas pequeñas áreas se describió ya en el punto 2.5 del capítulo 2. Se puede decir, entonces, que estas pequeñas áreas de estudio son representativas de las zonas periurbanas de Xochimilco y, posiblemente, de otras áreas de América Latina que se enfrentan a problemas similares, tales como la pérdida de los ecosistemas y la urbanización no planificada.

Características particulares de La Conchita

La Conchita es un área en la zona de chinampas de San Gregorio Atlapulco en el límite entre un asentamiento regular e irregular con condiciones socioeconómicas de marginación. Aunque se ha visto un aumento rápido de la densidad poblacional, todavía hay algunas actividades agrícolas. Debido a que La Conchita solía ser un espacio chinampero y se ha urbanizado de una manera no regulada, hay planificación irregular y no hay calles. La gente atraviesa por pequeños callejones que antes eran canales que rodeaban las chinampas, pero que han sido desecados. Los servicios de agua potable y aguas residuales en la zona son insuficientes e ilegales. La gente hace uso de conexiones ilegales a la red de abastecimiento de agua centralizada. La mayoría de las aguas residuales domésticas se descarga sin ningún tratamiento, directamente a los canales. Otro de los grandes problemas en la zona es un área de lavadero público que descarga sus aguas residuales, también, a los canales.

La Conchita tiene una superficie de 13.6 hectáreas, de las cuales 7.2 hectáreas están urbanizadas. Las 6.3 hectáreas restantes se utilizan para fines agrícolas: es tierra de barbecho o que se encuentra en proceso de ser urbanizada. Hay alrededor de 490 habitantes que viven en, aproximadamente, 250 hogares. De estas 250 viviendas hay cerca de 150 hogares que no tienen acceso adecuado al agua potable, a aguas residuales ni a las instalaciones de eliminación de residuos sólidos. Hay muy poca o ninguna diferencia de altura topográfica a lo largo de La Conchita.

Mapa 7. Delimitación del barrio La Conchita.



Fuente: Elaboración propia.

El agua que se utiliza para el consumo humano y para las actividades domésticas en La Conchita es de buena calidad. Esto se debe a que los habitantes tienen acceso a un acueducto que transporta agua potable de Xochimilco para el resto de la Ciudad de México y porque hay pequeñas plantas de potabilización en San Gregorio Atlapulco. Sin embargo, la mayoría de los habitantes de La Conchita no tienen un acceso seguro ni garantizado a estas fuentes de agua, ya que no hay sistema de suministro de agua convencional en La Conchita. En su lugar, hay cuatro tomas de agua ubicadas dentro de la vecindad de la que los habitantes toman su agua. Los

hidrantes están conectados a una línea de suministro de agua secundaria que pasa por la zona. Los habitantes transportan el agua a sus casas por medio de una red autoinstalada de mangueras de $\frac{1}{2}$ y $1\frac{1}{2}$ pulgadas. Alrededor del 90% de los habitantes hacen uso de estas conexiones ilegales. Suponiendo que cada uno de los contenedores de agua para el hogar tiene una capacidad de unos 800 litros de agua por semana, la demanda mensual de agua por hogar es de 3 200 litros. Esto significa que la demanda mensual de agua de La Conchita, con 250 casas, es de 800 000 litros, que representa $10\ 400\ m^3$ por año.

Las aguas grises procedentes de las instalaciones públicas y domésticas, de lavandería y baños ubicados dentro de las casas, así como las aguas residuales negras, se descargan a tanques sépticos o directamente a los canales, ya que no hay un sistema de alcantarillado centralizado en La Conchita. Sin embargo, durante el estudio, se encontró que estos tanques sépticos son por lo general sólo un agujero en el suelo, resultando en una exposición abierta a las aguas residuales y provocando contaminación ambiental.

De las aproximadamente 6.3 hectáreas no están urbanizadas, aproximadamente el 40% todavía se utiliza para el cultivo, pero solamente el 15% de esas tierras pertenece a habitantes de La Conchita. Los principales productos que se cultivan en estos terrenos son: acelga, verdolaga, cilantro, espinaca, lechuga y rábano. El producto se vende o se consume.

La separación y reciclaje de los residuos sólidos es una práctica poco común en La Conchita. El 98% de la población dispone los residuos sólidos para el servicio de recolección centralizado, que se recoge con camiones. El resto de los habitantes disponen de sus residuos sólidos quemándolos o desechándolos directamente al ambiente, fuera de sus hogares.

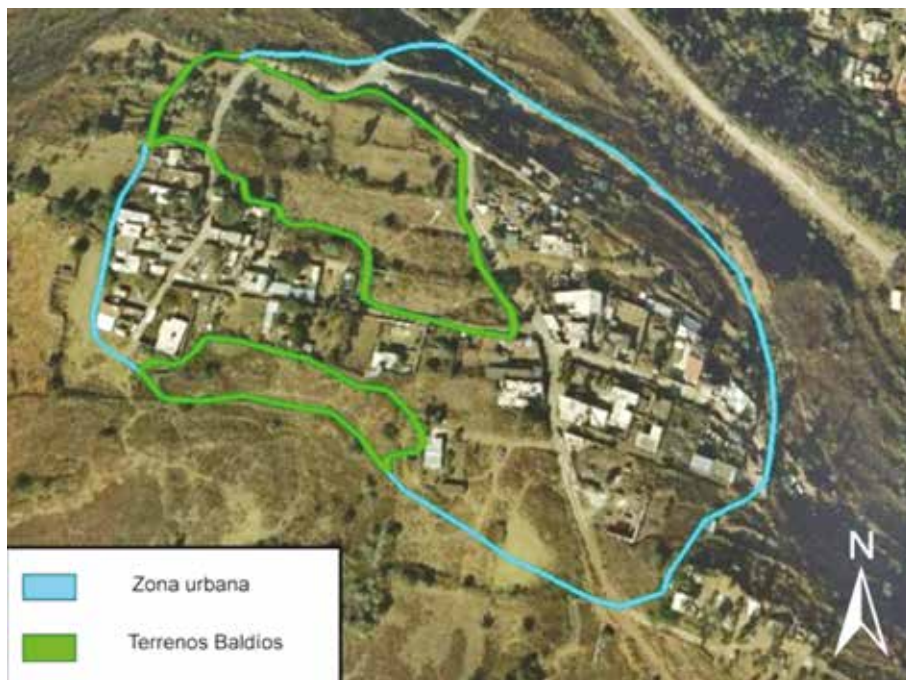
Los habitantes han indicado que el principal problema es la poca frecuencia con la que los camiones de basura recogen los residuos sólidos. El segundo problema identificado es que la gente tira sus residuos sólidos en las calles, lo que resulta en la contaminación del ambiente.

Características particulares de San Martín Caballero

Por su parte, San Martín Caballero, o simplemente San Martín, es un asentamiento reciente en la zona montañosa que no tiene servicios de agua ni de saneamiento. Los problemas relacionados con el abastecimiento de agua, saneamiento y eliminación de desechos sólidos son más aparentes que en La Conchita, debido a que la gente hace uso de letrinas, persiste el fecalismo al aire libre, descargan sus aguas residuales y los residuos sólidos en el medio ambiente y recogen agua en recipientes, utilizando vehículos, a pie o con acarreo con animales. La densidad de la población de San Martín es inferior a la de La Conchita.

San Martín tiene una superficie de 5.14 hectáreas, de las cuales 3.9 ya está urbanizada. El área restante (1.3 hectáreas) son tierras de barbecho, donde hasta hace algunos años se practicaba la agricultura. Hay alrededor de doscientos habitantes que viven en sesenta hogares. De éstos, hay cincuenta viviendas que tienen un suministro inadecuado de agua, aguas residuales y disposiciones de residuos sólidos.

Mapa 8. Delimitación del barrio San Martín Caballero.



Fuente: Elaboración propia.

No hay red de abastecimiento de agua centralizada en San Martín. Los habitantes se suministran por un camión cisterna que es operado y los costos son cubiertos por la delegación, otorgando a cada vivienda alrededor de 800 litros de agua por semana. Esta cantidad de agua generalmente se utiliza para fines domésticos, ya que no es de calidad potable (recibe un tratamiento de potabilización, es la misma agua que se toma de los pozos y del acueducto que cruza la delegación, pero se contamina en el camión cisterna) y se almacena en recipientes abiertos de plástico de 200 litros. La mayoría de los habitantes compran agua embotellada para consumo humano. Los habitantes de San Martín también transportan agua de los pozos de San Gregorio Atlapulco. Esto se hace por medio de contenedores que se transportan con un vehículo, un caballo o a pie. Suponiendo que

la demanda de agua en San Martín es similar a la demanda de agua en La Conchita, y que hay sesenta familias que viven en el barrio, la demanda mensual de agua es de 192 000 litros. Esto es igual a 2 500 m³ por año. Cabe señalar que estas cifras son estimaciones, ya que no pudieron encontrarse cifras concretas ni oficiales.

En lo referente a las aguas residuales, éstas se producen en los baños y cocinas, y se descargan en los patios de las casas. Existen múltiples hogares que hacen uso de letrinas o continúan con la defecación al aire libre. Si se producen aguas negras, se descargan en los tanques sépticos mal construidos o abiertamente en las barrancas. Hay unos cuantos habitantes que utilizan aguas residuales grises para riego. En estos casos, la calidad de estas aguas simplemente se ignora.

La agricultura es muy limitada en San Martín. Existen pequeños jardines en los patios de las casas donde se cultivan algunas verduras y flores, pero esto es sólo para autoconsumo o decoración.

Una vez por semana los residuos sólidos de San Martín son recogidos por el servicio municipal; sin embargo, es común que las personas desechen sus residuos sólidos a grandes vertederos informales o directamente en el ambiente, muy contaminado debido a esto.

5.2. Propuestas generales para los barrios La Conchita y San Martín Caballero

De acuerdo con los escenarios propuestos anteriormente y como resultado de la consulta a expertos sobre los sistemas tecnológicos viables a utilizar en Xochimilco, es que se deriva el enfoque local sobre estas dos áreas pequeñas de estudio. Por ello, tanto los escenarios como los sistemas tecnológicos a plantear para estas dos zonas se definen a continuación, incorporando las consideraciones generales de La Conchita y de San Martín para lograr un apego a la realidad, un contexto local y específico para definir, con mayor precisión, la factibilidad de los escenarios y tecnologías propuestas.

A continuación, se presenta esta definición específica, centrándose en las dos pequeñas áreas de estudio.

Escenario 1. Identidad local, centrado en La Conchita y en San Martín

El escenario concepto “identidad local”, en términos generales, recordemos, se basa en lo siguiente:

- Identificación de los lugareños con Xochimilco, poca o ninguna influencia desde el exterior, organización comunitaria y soluciones técnicas individualizadas.
- Escenario desde el punto de vista de los chinamperos, suponiendo que La Conchita no puede crecer más. Por lo tanto, todas las soluciones son tratadas localmente para lograr el menor impacto ambiental.

En este concepto de escenario, cada solución técnica es preferible sobre las centralizadas, para ser independiente del DF. Con el fin de fortalecer la identidad local, muy conectada a las chinampas, la agricultura tradicional, la composta y el uso de los recursos hídricos locales son componentes importantes de este escenario, así como la prevención de la contaminación de las canales, los cuales (en algunos casos) son usados para irrigación. En los sitios de sistemas de biogás se pretende reducir el uso de leña y hacer que los hogares sean más independientes. Las soluciones tecnológicas para este escenario se resumen a continuación, por rubro.

Abasto de agua

Debido a que La Conchita está formada mayoritariamente por asentamientos irregulares que se abastecen de agua mediante conexiones clandestinas a la red de distribución convencional, las soluciones en este rubro están orientadas por sistemas no convencionales de captación de agua de lluvia

en el ámbito familiar, que se pudieran instalar en las áreas donde las viviendas poseen mejores características de construcción, ya que ahí se requeriría menos inversión. Por el contrario, en las áreas más alejadas de este barrio y por lo tanto de reciente construcción, la instalación de estos sistemas sería muy difícil, pues las características de las viviendas de esta área son muy precarias. Por ello, se necesitaría cambiar techos y mejorar sustancialmente las condiciones de la vivienda, situación que, dadas las características económicas de dichas familias, es muy difícil.

En el caso de San Martín, las opciones para cosechar agua pudieran implementarse indistintamente en las viviendas porque las condiciones de las mismas son mucho mejor que en La Conchita. En San Martín, la mayoría de las viviendas tiene techos de loza y por su ubicación y forma actual de abastecerse, los sistemas de captación de agua de lluvia en el ámbito familiar serían una buena opción para mejorar las condiciones de abasto de agua de uso doméstico.

Agua residual

Con respecto al uso de agua residual, los sistemas propuestos se orientan a evitar la contaminación de los canales mediante las descargas domiciliarias, a tratar las aguas residuales dentro de las viviendas para evitar focos de contaminación y, en la medida de lo posible, permitir la reutilización de esa agua en los pequeños patios o jardines de las viviendas de las áreas de estudio. Estas medidas son aplicables tanto en La Conchita como en San Martín, pues en ambos barrios se desalojan aguas en los patios de las viviendas, calles o canales.

Agricultura

El barrio de La Conchita se ubica en una zona chinampera, donde la humedad y la alta fertilidad son una característica de la tierra. No obstante esta situación, las soluciones técnicas estarían orientadas a incrementar la

productividad agrícola mediante el uso las aguas tratadas provenientes de los diferentes sistemas de tratamiento y de la composta que se genere a partir de la separación y tratamiento adecuado de los residuos sólidos, principalmente en las áreas no chinamperas en las que aún se práctica la agricultura. Sin embargo, dadas las condicionantes de dispersión y ubicación de las chinampas, es difícil pensar que el agua tratada proveniente de tecnologías a implementar, como los humedales o el Biostar, pudiera ser reutilizada en las chinampas. Es más pertinente pensar que esta agua puede ser usada en las viviendas que aún tienen pequeños espacios en los que realizan algún tipo de cultivo.

En el caso de San Martín, también se pudieran implementar soluciones técnicas como la composta, pero orientadas a una escala familiar en las pocas personas que todavía practican la agricultura como una fuente de ingresos, o bien, como un producto que pudiera ser elaborado en San Martín, pero vendido en otras zonas agrícolas de la delegación Xochimilco.

Residuos sólidos

En este escenario, la separación y reciclaje de desechos orgánicos está pensada en el ámbito familiar para que la composta pudiera ser utilizada para los jardines locales y, en algunos casos, en las chinampas o en las áreas productivas de las casas. Esta solución evidentemente se daría en el ámbito familiar y tendría propósitos similares a los planteados en el párrafo referido a agricultura.

Escenario 2. La Conchita: desarrollo económico

La aplicación de las soluciones técnicas para este escenario parte del supuesto de que hay un estrecho vínculo entre dichas soluciones y la agricultura en torno a la cual giran dichas soluciones. En este sentido, las soluciones se plantean de la siguiente manera:

Agua potable

En el caso de La Conchita, los sistemas de abasto se centran en sistemas colectivos que tienen como prioridad mejorar las condiciones de abasto de agua potable, sin reducir la existencia de las formas de abasto individuales, pero buscando que tengan un menor impacto en los ecosistemas. De ahí que sigue existiendo un vínculo con los sistemas centralizados de agua potable. También la propuesta de tecnologías para la recarga del acuífero resulta relevante en este escenario; sin embargo, en el caso de La Conchita no es muy adecuado por la poca profundidad del suelo y la existencia de aguas negras de los canales.

Agua residual y agricultura

Estos rubros guardan un estrecho vínculo a partir de las soluciones técnicas, pues se pretende que el agua tratada de los diferentes sistemas propuestos pueda ser utilizada en la producción agrícola de las chinampas o de pequeños espacios productivos, particularmente en el barrio de La Conchita. En este sentido, se pretende que tanto el agua tratada como algunos lodos o sedimentos puedan ser reutilizados en la agricultura. Además, las chinampas pueden ser rehabilitadas y extender su utilización.

En el caso de San Martín, esto no es procedente, pues es un barrio en donde la agricultura no existe. No obstante, el agua obtenida de los sistemas de tratamiento familiar, como los biofiltros, pudiera ser utilizada en los jardines de los patios que prácticamente todas las familias tienen en sus viviendas.

Residuos sólidos

Se pretende que las actividades como la separación de desechos sólidos y su transformación en composta sean de utilidad para mejorar la producción agrícola, de ahí que tanto la recolección como el reciclaje y tratamiento de

la misma permitan mejorar sustancialmente el entorno y el paisaje actual lo que, a la larga, podría incentivar el turismo.

Escenario 2. San Martín: desarrollo comunitario

Las tecnologías basadas en la comunidad son la característica principal de este escenario. Los principios son similares al escenario 1, pero los servicios se proporcionan en un ámbito comunal. El terreno en el que San Martín se encuentra cuenta con diferentes gradientes, con algunos grupos de casas situadas cerca de laderas y otras en terrenos más horizontales. Mediante la aplicación de tecnologías para los distintos grupos de casas, se pueden aprovechar las características de los terrenos; por ejemplo: para transporte de agua por gravedad. Se considera que habría beneficio de la escala mayor en comparación con soluciones individuales de los hogares. Como se ha anotado ya, hay una diferencia con el escenario 2 para La Conchita, pues las soluciones para San Martín son específicas para las zonas de montaña sin agricultura, mientras que el escenario de La Conchita se adapta a las áreas planas con una gran cantidad de agricultura.

Los recursos de los flujos en este escenario para San Martín incluyen la reutilización de aguas residuales tratadas de uso doméstico (no potable) y con fines ambientales y la reutilización de los nutrientes. Los nutrientes serán en forma de residuos sólidos orgánicos en abono y se pueden utilizar en pequeños jardines domésticos o ser exportados a otras zonas con una deficiencia de nutrientes.

Abasto de agua

En el caso de agua potable, el barrio de San Martín se abastece mediante pipas que los proveen cada semana. Aquí resultaría pertinente conservar este sistema de abasto, pero combinándolo con sistemas comunales de

captación de agua de lluvia que abastezcan a grupos de familias. Estos estarían distribuidos estratégicamente para poder cubrir toda la zona de estudio. Los sistemas comunales de captación de agua de lluvia estarán provistos de componentes de desinfección, como pueden ser hipocloradores o filtros de arena, para que el agua sea totalmente potable.

Aguas residuales

Es este rubro también resulta pertinente construir tecnologías que sean comunales y que mediante la colección de las aguas residuales de grupos de casas puedan ser tratadas para evitar que éstas sean desalojadas en los patios de las casas, calles o pequeñas barrancas. En este sentido, la construcción de humedales artificiales e instalación de varios equipos de Biostar parecen adecuados. Como en esta área no se practica la agricultura, el destino final de las aguas tratadas serían las plantas de tratamiento.

Agricultura

En esta zona no se practica. Por lo tanto, no se proponen soluciones técnicas para este escenario.

Desechos sólidos

En este barrio la lógica es desarrollar la actividad de separar la basura, reciclarla y transformarla en composta. Está orientada en el sentido de mejorar las condiciones de higiene de las viviendas de la zona para evitar la proliferación de moscas, malos olores y ratas y, en consecuencia, evitar posibles focos de infección. Una medida de esta naturaleza permite mejorar el entorno de las viviendas y ayudaría a mejorar la recolección de la basura que actualmente es muy deficiente, sin tener que depender totalmente de este sistema ni suplirlo.

Escenario 3: integración a la Ciudad de México, centrado en La Conchita y en San Martín

El concepto de escenario *Integración a la Ciudad de México* está basado en el supuesto de una fuerte conexión de Xochimilco, en general, y de la zona de estudio, en particular, con la Ciudad de México, donde las pequeñas áreas de estudio serían integradas a un proceso de urbanización planificada. En consecuencia, todos los servicios públicos e infraestructura estarían centralizados tanto como sea posible y, por ello, los usuarios estarían conectados a los servicios de abasto de agua y drenaje. El composteo se realizaría de manera centralizada en las estaciones de transferencia y sería vendido u utilizado para actividades agrícolas fuera de las pequeñas áreas de estudio, mientras que el composteo en el ámbito doméstico se realizaría para mejorar las condiciones de limpieza de la vivienda y disminuir, así, las condiciones de generación de moscas, ratas o malos olores por la permanencia de la basura en las casas. Las soluciones técnicas se determinan en la administración local.

Las soluciones técnicas propuestas para este escenario parten del supuesto de que las personas que actualmente habitan en las pequeñas áreas de estudio no conciben otra solución que la propuesta por el gobierno, a través de sistemas centralizados de manejo de los servicios, en los cuales la urbanización de la ciudad y de las pequeñas áreas de estudio sería planificada.

Vale decir que los criterios aquí mencionados son totalmente compatibles e idénticos con las preferencias locales señaladas por los habitantes de las zonas de estudio. En este sentido, no habría más perspectiva que mejorar técnicamente –desde el gobierno del Distrito Federal– los servicios que se prestan hoy en día. Esto significaría, en la práctica, lo siguiente:

Abasto de agua

Se tendría que hacer una ampliación planificada de la red actual de agua potable que pudiera abastecer a los barrios de estudio desde los diferentes pozos ubicados cerca de los barrios o desde el acueducto. Esta solución requiere una fuerte inversión de recursos gubernamentales para poder lograrla y es de más largo tiempo que las soluciones técnicas propuestas en los escenarios anteriores. Por esta razón, el costo siquiera estimado de tales acciones sólo puede logarse al tener un proyecto ejecutivo.

Agua residual

En el presente escenario, este rubro funcionaría de manera casi idéntica al anterior, pues el manejo y tratamiento de las aguas residuales dependería de la planificación y posterior construcción de sistemas de drenaje, colectores y plantas de tratamiento que pudieran conectar las pequeñas áreas de estudio a las plantas existentes o hacia otras nuevas que se tendrían que construir. Aquí también, se tendría que hacer un proyecto ejecutivo para tener un costo sobre dicho proyecto.

Agricultura

En este escenario, la planificación de la agricultura escapa de las manos gubernamentales por el tipo de tenencia de la tierra. Esta planificación está más en función de la organización colectiva de los propietarios de la zona y del diseño e implementación de algunos programas gubernamentales. Prácticamente, en este escenario la presencia de la agricultura sería mínima.

Residuos sólidos

El manejo de residuos sólidos estaría en función del mejoramiento del servicio de limpia y recolección en todo Xochimilco y, en consecuencia, en las zonas de estudio. Éstos irían de la mano de un incremento en camiones recolectores y una mejoría sustancial del personal, de tal manera que pudieran recolectar la basura más días a la semana. Por otro lado, implicaría construir más estaciones de transferencia o mejorar los que ya existen en la zona. Esto conlleva también la posibilidad de buscar otras opciones de procesamiento de los residuos; una de ellas podría ser a partir de sistemas de lombricomposteo.

5.3. Estudio de factibilidad de sistemas tecnológicos para las áreas de estudio

A continuación, se presenta la factibilidad de cada sistema tecnológico, primeramente describiendo en qué consiste el sistema y luego la posible aplicación en las áreas de estudio, con una evaluación de ventajas y desventajas. Cabe señalar que todos los sistemas considerados son complementarios y no excluyentes.

5.3.1. Sistema propuesto: captación de agua de lluvia con sistema tUVo

Sistema de colección de agua de lluvia a escala domiciliaria


El sistema de captación pluvial de agua de lluvia se compone de los siguientes elementos: superficie de captación, conductores, tanque recolector de primeras aguas, área de captación y dispositivos para retener basura y filtración. La superficie de captación son los propios techos de las

casas, los cuales –cuando el agua es para consumo humano– no deben ser materiales de asbesto o láminas de cartón recubiertas con chapopote debido a que pueden contaminar el agua al contacto con éstas. Por ello, cuando el uso del agua se destine a consumo humano, se recomienda el empleo de láminas de fibrocemento o láminas galvanizadas. Los conductores se utilizan para captar, canalizar y conducir el agua a un contenedor. Estos pueden ser de canaletas y tubos de PVC o laminados, o mediante el uso de maderas excavadas, bambú o carrizo cortado transversal. Se requiere instalar pequeñas trampas de sólidos y filtros para limpiar el agua. En cuanto áreas de colección, se recurre a cisternas sobre tierra o enterradas, tinacos o depósitos de plástico, lámina o barro. Es necesario colocar un dispositivo de descarga que derive las primeras aguas que caen al techo a un depósito, para que este primer escurrimiento sirva para lavar el techo de residuos nocivos para la salud.

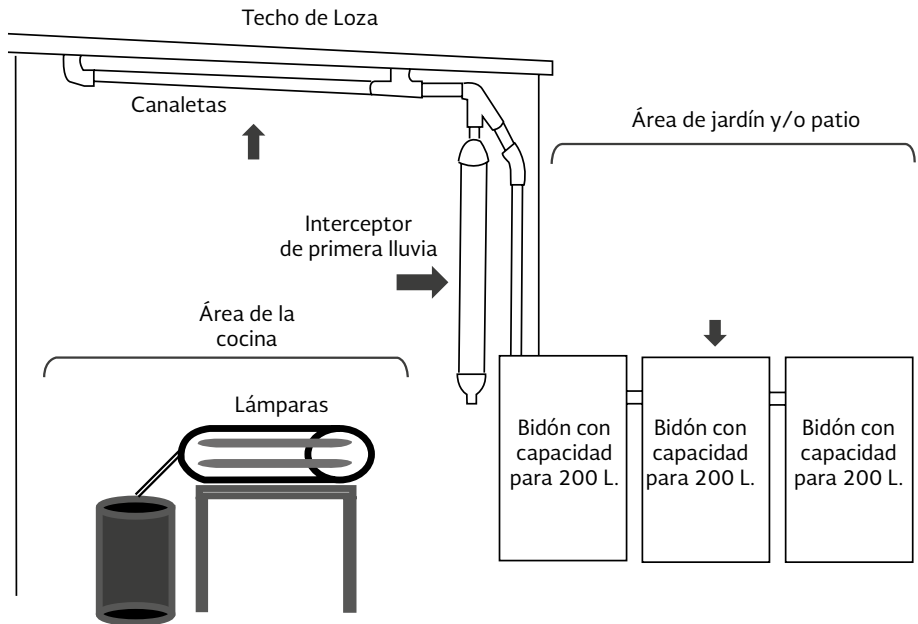
Sistema de desinfección tUVo

Por lo que respecta al tUVo, es una tecnología que sirve para desinfección del agua mediante el uso de rayos ultravioleta. La tecnología denominada tUVo se compone de una cubeta en la que se deposita agua de la cisterna al sistema de tratamiento, un tubo de plástico con un diámetro de ½ pulgada, dentro del cual se coloca un foco especial que genera los rayos ultravioleta y, finalmente, un garrafón de plástico en el que se almacena el agua que sale del dispositivo purificador. Por el interior del tubo, donde se encuentra la lámpara, el agua transita del punto de entrada al de salida de forma lenta y por un lapso de alrededor de diez a veinte minutos, lo cual permite que los rayos ultravioleta desinfecten el agua mediante la eliminación de patógenos. El sistema necesita electricidad para funcionar.

Esquema de acople de ambos sistemas.

Los principales componentes del tUVo son:	Esquema del tUVo
<ul style="list-style-type: none"> • Cubeta con tapa. • Cable con clavija. • Conexión de válvula y manguera. • Repisa. • tUVo de PVC con lámpara de UV. • Codo y niple de salida. • Garrafón. 	

Vista lateral de la casa



Fuente: Elaboración propia.

Aplicación del sistema tecnológico en las áreas de estudio

Una alternativa para evitar la sobreexplotación de los mantos acuíferos y las fuentes superficiales en las áreas periurbanas de la ciudad de México es la captación y almacenamiento de agua de lluvia en el ámbito doméstico. Además, en estas zonas el servicio convencional y centralizado no alcanza a cubrirse o es irregular, por lo que el abasto de agua es mediante pipas, botellones o acarreo de fuentes externas a la localidad. Ante la carencia de agua, las casas-habitación de las áreas de estudio pueden recurrir a implementar sistemas de captación pluvial o perfeccionar sus prácticas o medios de cosechar agua en la temporada de lluvia (de junio a octubre). Estas tecnologías pueden ser aplicadas en las pequeñas áreas de estudio del proyecto, porque son zonas que carecen de agua para beber y actividades domésticas como lavar, bañarse o aseo de la vivienda.

Cuadro 21. Ventajas y desventajas de sistemas de captación de lluvia en las zonas de estudio.

Ventajas	Desventajas
Permite abastecer de agua a lugares con carencia o escasez de la misma.	No permite disponer de agua todo el año.
Es de construcción sencilla; teniendo las herramientas y técnicas básicas de construcción se puede edificar por los propios usuarios.	Se pueden dar errores en su construcción, cuando la capacitación y supervisión no es apropiada.
El mantenimiento y limpieza puede hacerlo el propio usuario.	Los usuarios no siempre son constantes en practicar la limpieza de los canales y la cisterna.
Comparado a los sistemas convencionales de abasto de agua tiene bajos costos de construcción y mantenimiento.	No obstante, para los usuarios de zonas marginadas los costos iniciales representan un gasto por encima de sus capacidades económicas.
No requiere costos por energía.	La calidad del agua puede afectarse por falta de cuidado y buenas prácticas higiénica, y no siempre se puede beber directamente.

Cuadro 22. Ventajas y desventajas de sistemas de sistema tUVo en las zonas de estudio.

Ventajas	Desventajas
Permite la desinfección del agua de una manera muy sencilla y rápida, generando un beneficio económico y reduciendo riesgos a la salud de las familias que la utilizan. El agua se puede almacenar por varios días para su consumo.	Es condición indispensable para poder realizar el tratamiento, que las familias cuenten con energía eléctrica.
	Un manejo inadecuado de las familias que purifican el agua puede hacer que se contamine nuevamente.

Para implementar este sistema tecnológico en la zona es necesario verificar si las láminas de los techos de las casas están en buen estado; de no ser así, tendrían que cambiarse por otras de lámina, preferentemente. Luego, considerar los metros necesarios y el mejor lugar para colocar la canaleta y el filtro de agua para la captación de agua de lluvia. Posteriormente, definir el lugar más adecuado para la captación y almacenamiento del agua.

Existe otro tipo de viviendas en la zona donde, para implementar la tecnología, sólo se necesita realizar un cálculo adecuado de la superficie del techo, los metros necesarios, el mejor lugar para colocar la canaleta y el filtro de agua la cisterna o depósito de almacenamiento. En estas viviendas existe energía eléctrica, por lo que la construcción del tUVo sólo se requiere presupuesto y capacitación con los propietarios para su aceptación.

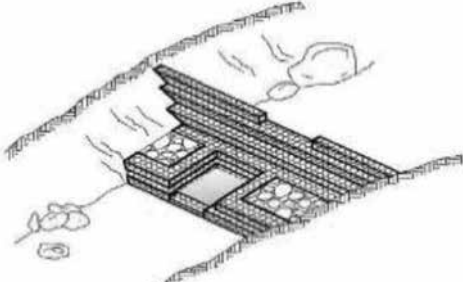
En lo que respecta al barrio de San Martín, existe menos complicación, pues la mayoría de las casas son de techo de loza, lo cual en determinado momento facilitaría la instalación de sistemas de captación de agua de lluvia.

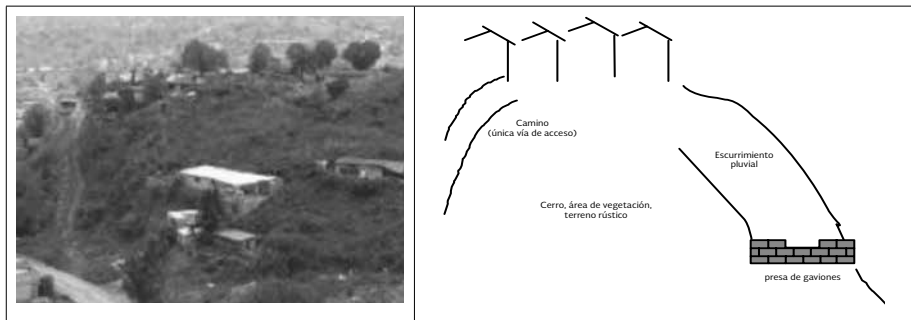
Por las características de ambas zonas de estudio no es posible hacer cisternas enterradas, por lo que se piensa en utilizar los tambos en donde almacena el agua que reciben actualmente de las pipas o camiones cisterna.

5.3.2. Presas de gavión (tecnología para la recarga de acuíferos)

Las presas de gavión son estructuras permanentes, flexibles y permeables construidas a base de prismas rectangulares de alambre galvanizado denominados gaviones, los cuales se rellenan de piedra con objeto de formar el cuerpo de la obra que constituye la presa de control. Las mallas de alambre que forman el gavión presentan la forma de un hexágono entrelazado con triple torsión. En esta clase de estructuras hay que distinguir dos partes principales: la base de cimentación y el cuerpo de la misma obra o presa.

La base de cimentación es necesaria para proteger la obra entera contra las socavaciones en el lecho de la cárcava, ocasionadas por el escurrimiento de la misma, ya que puede poner en peligro la estabilidad de la estructura. El cuerpo de la estructura queda constituido por una o varias hiladas de gaviones, de acuerdo con la altura que se desee dar a la presa de control. Para este tipo de estructura, resulta de gran importancia vigilar el debido empotramiento de la presa de control, tanto en los taludes de la cárcava como en el lecho de la misma, y además hay que procurar la formación de un vertedor capaz de conducir el gasto máximo que se calcule, con base en ciertos eventos de lluvia. Debe considerarse, además, la separación entre cada una de las estructuras.

Los principales componentes de la presa de gavión son:	Esquema de presa de gavión
<ul style="list-style-type: none"> • Cimentación • Alambre galvanizado • Piedras 	



Aplicación de la tecnología en las áreas de estudio

Tanto las presas de gavión como los pozos de infiltración son de utilidad para retener el suelo e introducir agua a los acuíferos de la zona de estudio. Sin embargo, para ello, se deberán buscar los suelos más permeables, que permitan aprovechar al máximo este tipo de obras ya que el proceso de infiltración en el acuífero lleva algún tiempo y el agua que se puede captar no necesariamente alimentará los canales del lago de Xochimilco. Estas obras, técnicamente serían recomendables para recargar la zona de Xochimilco; sin embargo, su implementación sólo sería recomendable en el barrio de San Martín Caballero, por las condiciones del terreno. En el barrio de La

Conchita no sería pertinente porque sus suelos son pocos profundos, pues antiguamente eran chinampas y el agua que se lograra infiltrar (de buena calidad) se mezclaría con la que contiene cierto grado de contaminación y que circula en los canales de Xochimilco. Por otra parte, habría que trabajar con los habitantes de la zona en una campaña de información para hacer conciencia de que dichas obras, aunque relevantes para la zona, no traerían un beneficio inmediato que resuelva su carencia de agua potable.

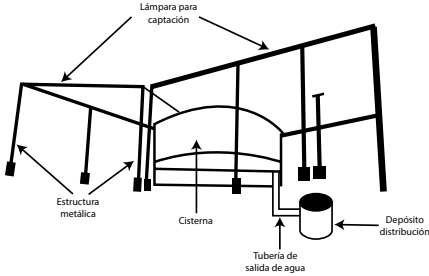


Cuadro 23. Ventajas y desventajas de las presas de gavión.

Ventajas	Desventajas
Presentan una amplia adaptabilidad a diversas condiciones, ya que son fáciles de construir aún en zonas inundadas.	Los suelos pueden perder su capacidad de infiltración con el tiempo, dejando a las comunidades con sistemas que no operan adecuadamente.
Funcionan como presas filtrantes que permiten el flujo normal del agua y la retención de azolves.	La proliferación de obras y facilidades locales repartidas en amplios sectores urbanos puede redundar en dificultades para una mantención adecuada.
Son presas flexibles y pueden sufrir deformaciones sin perder eficiencia.	Cuando estos sistemas locales fallan, las comunidades se pueden enfrentar a costos importantes de reposición o reparación.
Debido a que los cajones de gaviones forman una sola estructura tienen mayor resistencia al deslizamiento.	Un incremento de los niveles de agua subterránea por infiltración excesiva puede provocar también problemas de inundación de sectores bajos, similares a los que se tratan de evitar.
Controlan eficientemente la erosión en cárcavas de diferentes tamaños.	
Tienen costos relativamente bajos, en comparación con las presas de mampostería.	

El barrio de San Martín Caballero está ubicado en la parte alta de Xochimilco y las calles tienen una pendiente muy pronunciada. Es justamente en los alrededores de este barrio en donde sería viable construir presas de gavión, que permitan la infiltración del agua al subsuelo y eviten el arrastre de tierra hacia los canales de Xochimilco.

5.3.3. Sistema colectivo de captación de agua de lluvia

Se trata de un sistema de captación de agua de lluvia comunal, a partir del cual se puede abastecer un grupo de viviendas. Este sistema puede ser con una capacidad de almacenamiento de hasta 100 000 litros. Tiene el principio básico de cualquier sistema de captación de agua de lluvia, con la diferencia de la capacidad de captación del techo y la cisterna de almacenamiento. Debería ser construido en un lugar en específico, de tamaño adecuado, con un techo que sirva como superficie de captación, además de los conductores, el tanque recolector de primeras aguas, el área de captación y los dispositivos para retener basura y realizar la filtración. Se utilizan conductores para captar, canalizar y dirigir el agua a un contenedor. Estos pueden ser de canaletas y tubos de PVC o laminados. Se requiere instalar pequeñas trampas de sólidos y filtros para limpiar el agua. Principales componentes del sistema colectivo de captación de agua de lluvia.

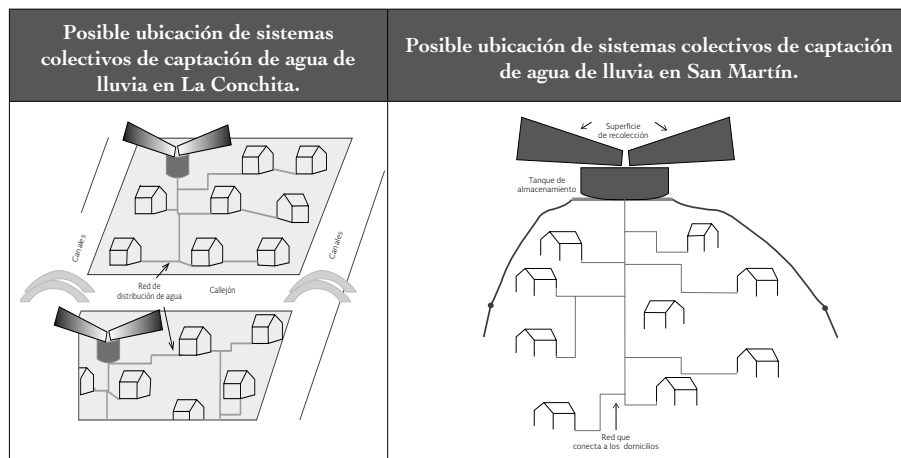
<ul style="list-style-type: none">• Techo de lámina de acero inoxidable.• Tinaco de ferrocemento.• 150 m de tubería galvanizada.• Dos cisternas o tanques de 50 000 litros.• Hipoclorador.• Red de distribución a las viviendas.• Dependiendo de la capacidad y la pendiente, podría tener un tanque de distribución.	 <p>Diagrama que muestra la estructura metálica, la lámpara para captación, la cisterna, el depósito de distribución y la tubería de salida de agua.</p>
	

Fuente: Sedesol, 2010, s/fecha.

Aplicación de la tecnología en el área de estudio

Por las características de población y necesidad de agua en las pequeñas áreas de estudio, es posible construir sistemas de captación de agua de lluvia con las características aquí mencionadas, pues se podrían agrupar varias familias para que fueran usuarias de uno de estos sistemas. Una organización de esta naturaleza permitiría dotar de agua a, por lo menos, cinco familias y reducir el consumo del agua de pipa, especialmente en época de lluvias.

Sin embargo, habría que considerar la distribución de las casas y la pendiente para que el agua pudiera ser distribuida por gravedad. En este sentido, en el barrio de La Conchita sería menos probable, aunque no imposible, dado el terreno plano que existe. Su construcción sería más viable en el barrio de San Martín.



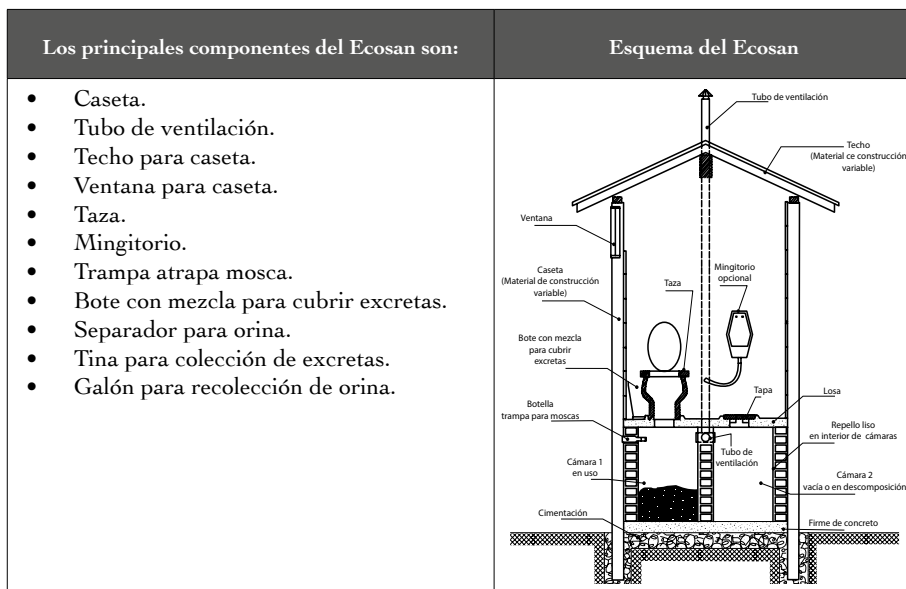
Cuadro 24. Ventajas y desventajas del uso de sistemas colectivos de captación de lluvia.

Ventajas	Desventajas
Permite abastecer de agua a lugares con carencia o escasez de la misma.	No permite disponer de agua todo el año.
Es de construcción sencilla; teniendo las herramientas y técnicas básicas de construcción se puede edificar por los propios usuarios.	Se pueden dar errores en su construcción, cuando la capacitación y supervisión no es apropiada.
El mantenimiento y limpieza puede hacerlo el propio usuario.	Los usuarios no siempre son constantes en practicar la limpieza de los canales y la cisterna.
Comparado a los sistemas convencionales de abasto de agua, tiene bajos costos de construcción y mantenimiento.	No obstante para los usuarios de zonas marginadas, los costos iniciales representan un gasto por encima de sus capacidades económica.
No requiere costos por energía.	La calidad del agua puede afectarse por falta de cuidado y buenas prácticas higiénica.
El sistema es flexible y puede adaptarse a diferentes situaciones físicas de la vivienda. Incluso puede utilizarse un soporte y un techo para su colección.	Se requiere de una labor de convencimiento social para su aceptación y un mínimo nivel de organización social para mantenerlo en buenas condiciones.
Combate la sobreexplotación del manto acuífero.	Es probable que el agua de lluvia presente contaminación por el esmog urbano o la lluvia ácida.

Es conveniente aclarar que estos sistemas colectivos de captación de agua de lluvia tienen un sistema de tratamiento mediante cloro, o bien, pueden contar con un sistema de filtración y tratamiento mediante arenas, los cuales permiten a las familias disponer de agua potable que se puede utilizar directamente para beber. Un sistema de esta naturaleza puede captar de 50 mil a 100 mil litros de agua en cada temporada de lluvia; esto depende, evidentemente, del tamaño del sistema y de la precipitación de la zona. El agua captada y almacenada en un sistema de 50 mil litros, si es administrado de manera eficiente, puede ayudar a complementar el agua de hasta 62 familias por mes, en el supuesto de que cada familia siga utilizando 800 litros de agua por semana. Si el sistema de captación colectivo fuera de 100 mil litros, podría abastecer a 125 familias por mes, bajo el mismo supuesto de utilizar 800 litros de agua al mes. Evidentemente, la disponibilidad de agua sólo sería en época de lluvia, que generalmente va de junio a octubre.

5.3.4. Sistema Ecosan o baños secos

Esta tecnología permite tratar las excretas y orina humana de una forma no contaminante y transformarla en fertilizantes naturales útiles para nutrir el suelo. Se le llama sanitario seco porque no utiliza agua y, por ende, no la contamina. El baño seco o Ecosan es una cabina construida en ladrillo o de cualquier material, según las posibilidades del usuario. Se eleva para facilitar el vacío de la cámara de colección de las heces fecales. El retrete tiene dos compartimientos: uno para orina y otro para las heces. La cámara que colecciona las heces se sitúa detrás de la cabina, para que los usuarios puedan quitar fácilmente las cámaras que contienen el excremento. Las cámaras están ventiladas mediante un tubo que, al calentarse con el sol, succiona el aire dentro de ellas y permite una circulación constante de oxígeno. La orina es colectada en recipientes especiales, similar a las cámaras de las heces fecales. Cuando el depósito de la orina está lleno, los usuarios pueden removerla, dejarla reposar por algunas semanas y luego usarla como fertilizante. En el interior de los baños secos hay un fregadero hecho de cerámica. El retrete tiene una puerta de madera, ventilación e iluminación buena.



Fuente de la imagen: <http://dientedeleon-permacultura.blogspot.mx/2012/04/bano-ecologico-seco-o-bano-seco.html>

Aplicación de la tecnología en la zona de estudio

Debido a la carencia de drenaje y a las características existentes en las pequeñas áreas de estudio, el Ecosan es una alternativa viable para resolver los problemas de desalojo de aguas negras y grises en las calles. Con este tipo de tecnología se evitarían descargas de aguas grises en algunas calles y callejones de los barrios donde se hace el estudio, reduciendo así la contaminación y posibles focos de infección a la población. También, se evitaría la infiltración de aguas negras en la zona chinampera de La Conchita y el desperdicio de agua.



Cuadro 25. Ventajas y desventajas de sistemas Ecosan, en las zonas de estudio.

Ventajas	Desventajas
Permiten el ahorro de agua.	
Son fuente de producción de abono.	El desconocimiento puede causar resistencia.
Son sanitarios limpios y sin malos olores.	Las excretas recolectadas deben manejarse con cuidado, ya que pueden contener patógenos.
Su construcción es más barata que un sanitario convencional, y pueden utilizarse materiales y mano de obra de la zona.	Su instalación requiere asesoría técnica precisa.

Para poder implementar sanitarios secos en La Conchita es necesario hacer un cambio radical de los sanitarios que actualmente existen en esta área, pues todos ellos son inadecuados, insalubres y con poca privacidad para los habitantes. Generalmente, se ubican alejados de las viviendas pero dentro de los patios de las casas; no obstante, son un foco infección que pudiera afectar la salud debido a las malas condiciones en las que se encuentran.

La cantidad de sanitarios secos que se instalarían será determinado por la cantidad de casas que no tienen sanitario convencional; es decir, este tipo de tecnología sería adecuada para instalarla en las casas más precarias de cada

uno de los barrios estudiados, pues es difícil pensar que las casas con mejores condiciones de servicios quieran dejar de utilizar sus sanitarios convencionales y empezar a utilizar un sanitario seco.

Una primera estimación arroja que en el barrio de La Conchita se pueden construir alrededor de 87 sanitarios secos y en el barrio de San Martín cerca de 28. La cantidad de orina y excreta producidas en cada caso variarán dependiendo del número de habitantes por vivienda, pero si tomamos en cuenta los datos estimados para México de excreta producida por persona, 150 gramos, y el número de habitantes por vivienda, tendríamos que si cada persona evacua dos veces al día produciría 300 gramos de excreta que, multiplicados por una familia de cuatro miembros daría 1 200 gramos; si esta cantidad la multiplicáramos por treinta días tendríamos un estimado mensual por familia de 36 000 gramos generados.

De otra parte, la orina generada por persona por día estimada para México, es de 2 litros.

El manejo del Ecosan sería de acuerdo a cómo se realizan para este tipo de tecnologías, es decir; se espera a que seque la materia orgánica, se convierte en composta y al final se dispone de fertilizante para plantas. En el caso de la orina es lo mismo, sólo que mezclándola adecuadamente con agua y utilizándola para huertos o plantas de tallo largo y aplicándola en la tierra, no sobre la planta, para evitar que ésta se quemé.

La organización no gubernamental SARAR ha publicado un manual de construcción de sanitarios secos, los cuales han sido probados y han dado buenos resultados. También existe un manual muy interesante de Lourdes Castillo denominado *Sanitario ecológico seco: manual de diseño, construcción, uso y mantenimiento*, que proporciona datos relevantes sobre todas las fases de construcción y mantenimiento de sanitario seco. Otro manual relevante que se puede encontrar en Internet es: *Tecnologías apropiadas de saneamiento, una alternativa a los sistemas de desagüe convencionales*. (<http://www.tecnologiasapropiadas.com/saneamiento07/EscalaLatinoamericana.pdf>).

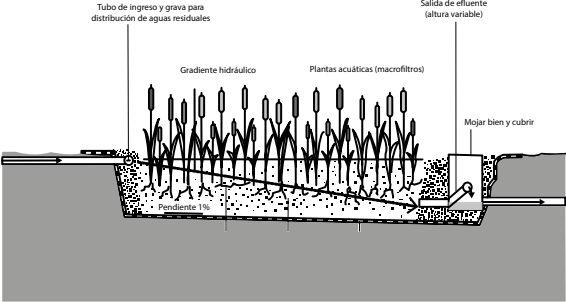
Todos estos materiales serían de mucha utilidad para la construcción de sanitarios secos en las áreas de estudio del proyecto.

A escala doméstica el costo de un sanitario seco con mingitorio y lavamanos oscila entre los 9 000 y 18 000 pesos, dependiendo de los acabados y dimensiones. El costo total de un sanitario seco representa menos que el de un sanitario convencional con una fosa séptica; sin embargo, es importante aclarar que los materiales y la cantidad que se utilizan para la construcción de la tecnología varían.

5.3.5. Biofiltros

Para evitar que el agua desalojada de las viviendas pueda llegar a los canales de la zona chinampera de Xochimilco y sea contaminada o incrementada más la carga contaminante de los mismos, puede ser útil la instalación y construcción de algunos sistemas de tratamiento que limpien el agua antes que ésta llegue a los canales. Para tal fin, pueden usarse los biofiltros en los domicilios.

Hay varias maneras de tratar las aguas jabonosas en el hogar. La elección del sistema depende de las condiciones del terreno (desniveles, tipo de suelo) y de cómo se pretende reutilizar el agua. El filtro jardinera es un pequeño humedal con plantas de pantano que permite la reutilización del agua para riego. El sistema funciona enviando las aguas jabonosas de lavaderos o fregaderos hacia una jardinera impermeable que tiene varios compartimientos que permiten el filtrado del agua, mediante grava o tezontle, que atrapan los sólidos y se siembran plantas de pantano que se nutren de la materia orgánica y purifican el agua. El agua resultante puede utilizarse para el riego de jardines.

Los principales componentes del biofiltro son:	Esquema del biofiltro
<ul style="list-style-type: none"> • Tubo de influente. • Estanque. • Grava. • Plantas. • Tubo de efluente. 	 <p>El diagrama muestra un biofiltro con un tubo de ingreso y grava para la distribución de aguas residuales. El biofiltro está instalado en un estanque con un lecho de grava. Las plantas acuáticas (macrofitos) crecen en el lecho de grava. El tubo de salida de efluente tiene una altura variable. El biofiltro debe estar bien mojado y cubierto. Se indica un pendiente del 1%.</p>

Fuente de la imagen: <http://alianzaporelagua.org/Compendio/tecnologias/t/t6.html>

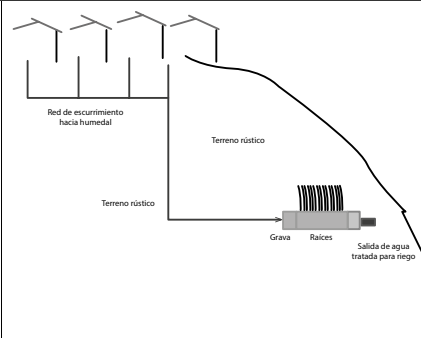
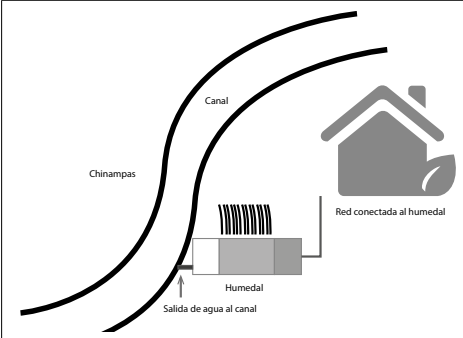
Aplicación de la tecnología en la zona de estudio

En las pequeñas áreas de estudio, la mayoría de las viviendas carecen de drenaje y sus aguas son desalojadas a los canales o a las calles. Por esta razón, la instalación de biofiltros resulta una alternativa para depurar y evitar que esta agua de desecho llegue a los canales o a las calles. En las pequeñas áreas de estudio las actividades cotidianas de sus habitantes –como lavado de ropa, aseo personal y limpieza del hogar– generan una cantidad significativa de aguas jabonosas o grises que no representan riesgos para la salud como las aguas negras, pero contienen cantidades significativas de nutrientes, materia orgánica y bacterias.

Posible ubicación de sistemas colectivos de biofiltros en La Conchita.



Posible ubicación de sistemas colectivos de biofiltros en San Martín Caballero.



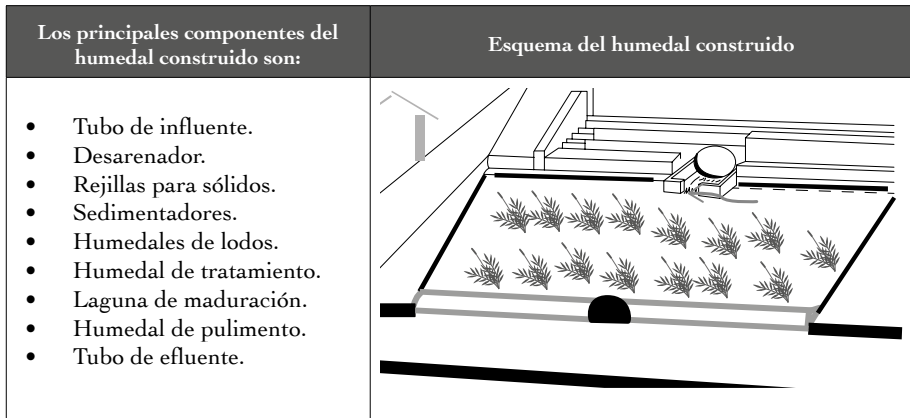
Cuadro 26. Ventajas y desventajas de sistemas de los biofiltros en las zonas de estudio.

Ventajas	Desventajas
Permiten la reutilización del agua gris.	El agua no debe permanecer estancada más de 12 horas porque su tratamiento puede ser contraproducente.
Se evitan focos de contaminación en calles y canales.	Pueden generar mal olor y convertirse en foco de infección, si no se utilizan y mantienen adecuadamente.
Evita focos de infección en la casa.	
Tiene bajos costos de construcción.	

En La Conchita las aguas grises se descargan en los canales. La escorrentía superficial, que puede estar contaminada, también se recoge en esos canales. Hay algunos lugares en los que un biofiltro sería una tecnología adecuada para mejorar la calidad del agua superficial. El número de sistemas que podrían construirse depende del número de viviendas que se localizan cerca de los canales en La Conchita. En principio podrían ser 108 sistemas que podrían instalarse en La Conchita y 28 en San Martín.

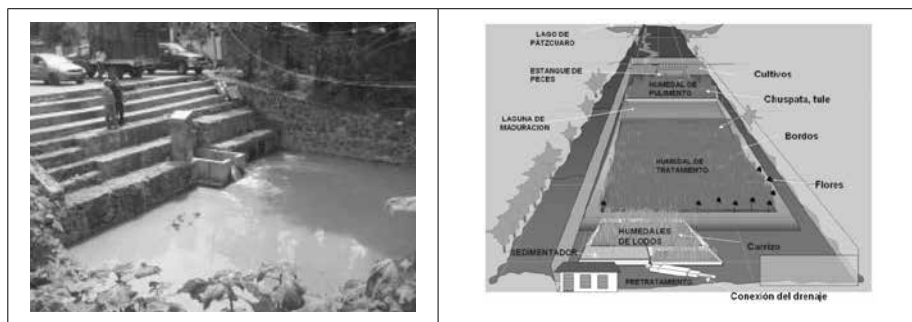
5.3.6. Humedales construidos

Los humedales construidos son tecnologías orientadas al tratamiento de aguas residuales mediante la utilización de plantas hidrófitas que realizan la depuración del agua. El sistema consta de un influente por donde entra el agua residual, a la cual se le quitan desechos sólidos mediante rejillas; posteriormente, es conducida a un depósito donde las plantas se encargarán de eliminar los contaminantes. Luego, pasan a otro depósito en donde el agua es oxigenada y depurada una vez más.



Aplicación de esta tecnología en el área de estudio

En el barrio de La Conchita existen diversas descargas de aguas negras que provienen de la red de drenaje y que se mezclan con aguas domiciliarias –negras y grises– que son descargadas a dicho desagüe. En estas zonas de descarga sería muy conveniente la instalación de humedales que puedan tratar las aguas provenientes del drenaje, o bien, ayuden a limpiar las aguas que no han sido tratadas adecuadamente en las plantas de tratamiento o por la contaminación recibida a través de las descargas clandestinas.



Cuadro 27. Ventajas y desventajas de los humedales en las zonas de estudio.

Ventajas	Desventajas
Elimina diversos contaminantes, baterías o sólidos que contienen las aguas residuales a costos muy bajos de mantenimiento.	Requieren grandes espacios de terreno para su construcción, que tal vez algunas casas no quieran destinar para ese uso.
	Si no tienen buen mantenimiento generan malos olores y mosquitos.

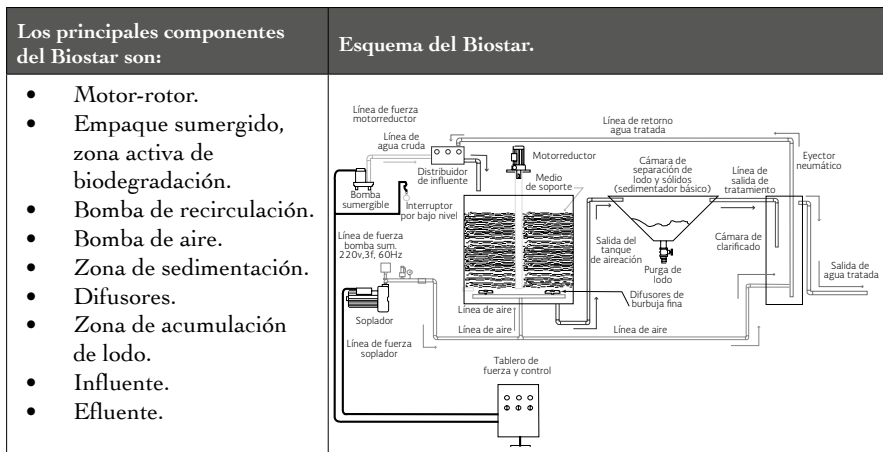
El diseño de los humedales es muy similar en la mayoría de los casos y sólo varía dependiendo su ubicación y cantidad de agua a tratar, lo cual implica variaciones en sus dimensiones.

5.3.7. Biostar

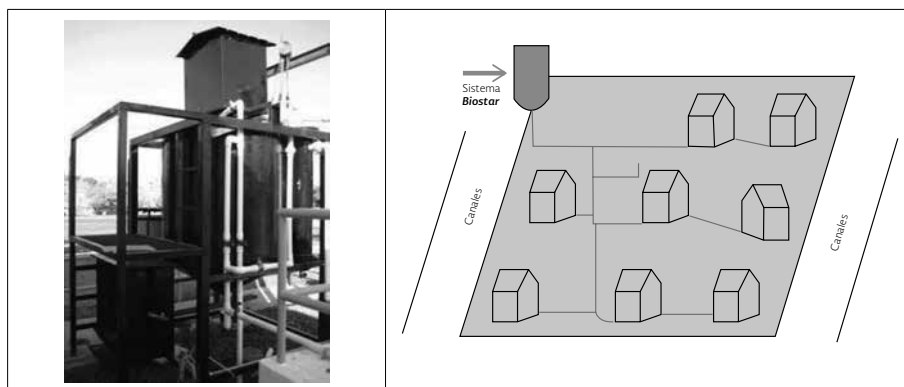
Es un sistema compacto para tratamiento de aguas residuales con capacidad para gastos que vayan de 0.5 a 1 litro, mediante un sistema aerobio de biofiltro sumergido de flujo descendente con empaque sintético.

De acuerdo con el IMTA, la tecnología Biostar consiste en un sistema biológico en donde se promueve el crecimiento bacteriano sobre un medio sintético para dar tratamiento a las aguas residuales, con un porcentaje de eficiencia en remoción de materia orgánica de 90-98%, cumpliendo con creces con las normas oficiales de calidad del agua (NOM-001-SEMARNAT-1996 y NOM-003-SEMARNAT-1997) para su descarga a cuerpos receptores o su reúso en diferentes servicios (IMTA, 2010).

Requiere para su construcción un área mínima de 3 m x 3 m (9 m²). El Biostar puede utilizarse en sitios de descarga de aguas residuales situadas en los canales que circundan al barrio La Conchita y las zonas que descargan en los diferentes canales de Xochimilco. En San Martín, se podría construir para varios grupos de casas.



Fuente: IMTA-Hittccma 2011.



Cuadro 28. Ventajas y desventajas del uso del Biostar en las zonas de estudio.

Ventajas	Desventajas
Proceso libre de olores y producciones de lodo, en proporciones bajas.	Requiere de cárcamo de bombeo y control.
Es de bajo costo, en comparación con las plantas convencionales.	Requiere que alguna dependencia de gobierno se haga cargo de la construcción, operación y mantenimiento.
No consume ni genera altos costos de energía eléctrica.	Los usuarios de zonas marginadas no pueden pagar el costo de energía eléctrica; requiere de subsidiarse al 100 por ciento.
Sistema descentralizado.	Vida útil del equipo de 5 a 8 años; vida útil de tanque de 10 a 15 años.

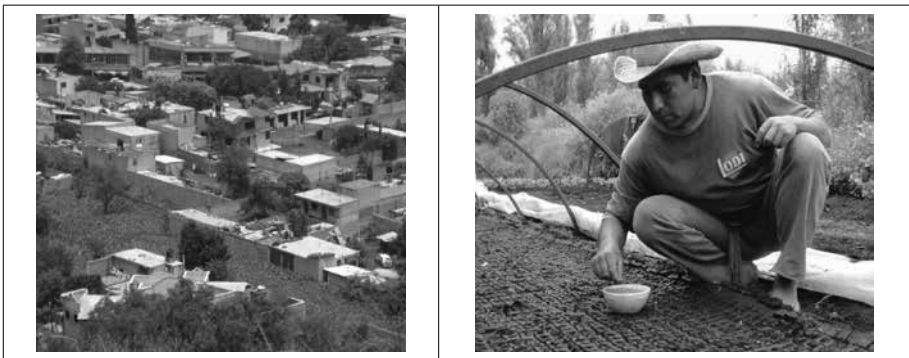
5.3.7. Construcción de jardines locales

En las zonas rurales de México es muy común la existencia de pequeños espacios en los patios de las viviendas donde se cultivan plantas comestibles para consumo propio de las familias; otra variante es la siembra y cultivo de plantas ornamentales para comercio a pequeña escala. En este sentido, definir pequeños espacios en el patio de cada vivienda para fomentar esta actividad resulta relevante en una zona como Xochimilco, en que se ha ido perdiendo la actividad agrícola, pues además de que esta actividad permitiría recuperar espacios de cultivo, ayudaría a las familias de la zona en los aspectos económicos, agrícolas y alimentarios.

No existe una tecnología como tal. Por ello, tendrían que definirse pequeños espacios en cada vivienda, y en éstas cultivar los productos aptos, de acuerdo con las condiciones ambientales y culturales de la zona. En algunos casos, sólo habrá que readecuar la actividad que actualmente se realiza o reforzarla mediante el uso de fertilizantes obtenidos de la composta o de tecnologías como los sanitarios secos. Este tipo de producción doméstica en jardines locales, además de ayudar a mejorar el consumo alimenticio de la zona, serviría como una barrera para la urbanización.

Aplicación de la tecnología en el área de estudio

El barrio de La Conchita se asienta sobre lo que antiguamente fueron chinampas, por lo que sería muy recomendable fomentar la construcción de jardines locales. En el caso de San Martín, aunque no es una zona agrícola, también es factible por las condiciones económicas de la zona, pero consideramos que sería más difícil por el tipo de viviendas ahí establecidas. La cantidad de jardines que se pudieran construir está en función de las viviendas con posibilidades para hacerlo en sus patios.



Cuadro 29. Ventajas y desventajas de la construcción de jardines locales en las zonas de estudio.

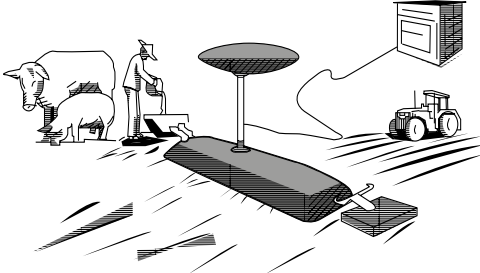
Ventajas	Desventajas
100% sustentable.	Requiere de mucha mano de obra.
Apropiada para agricultura orgánica.	Falta de una adecuada comercialización.
Puede prescindir de maquinaria.	
Puede producir tres o más cosechas al año.	
Está integrado al ecosistema de humedales.	

En este caso, como la construcción de jardines locales estaría directamente vinculada con la producción de composta, es recomendable ver la pertinencia de la elaboración de la composta descrita.

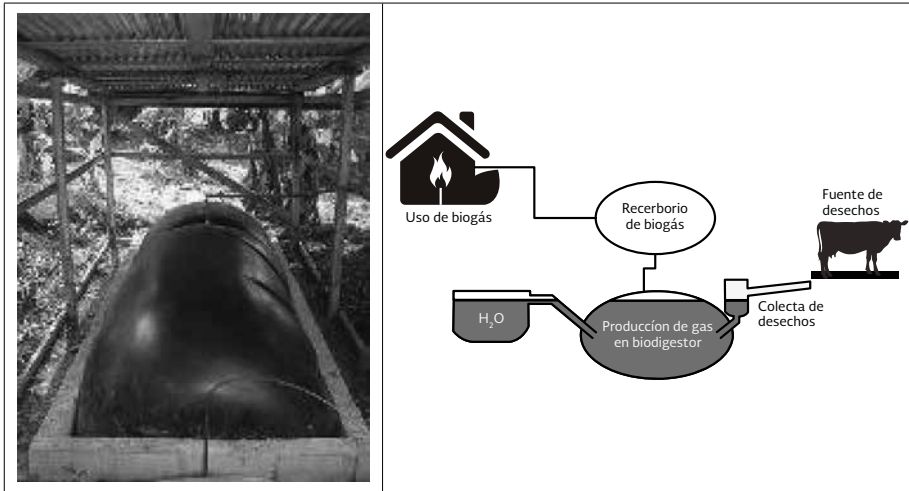
5.3.9. Biodigestor (planta de biogás)

Esta tecnología está compuesta básicamente por una cajas de recolección de materia orgánica, excretas, especialmente de cerdos, que son depositadas en las cámaras de biodigestión diseñadas para tratar desechos orgánicos volátiles utilizando bacterias anaerobias, que al descomponerse van generando gas metano, que luego es conducido mediante unos ductos o mangueras a la estufa en donde cocinan las familias. En las estufas se utiliza el gas para cocción de alimentos y puede durar hasta cuatro horas, dependiendo de la cantidad de materia orgánica que se acumule para su generación.

El funcionamiento de un biodigestor para la producción de biogás se realiza mediante bacterias presentes en los desechos orgánicos que, de manera natural digieren, descomponen y tratan los deshechos en el interior de la biobolsa. Estas mismas bacterias, como desecho propio, generan gas metano. Este gas, denominado biogás, es capturado por el biodigestor y queda almacenado en el reservorio. Posteriormente, se utiliza para cocinar, calentar con fuego y dar funcionamiento a motores generadores eléctricos. Por otra parte, la descomposición de los desechos que se generan en el biodigestor produce un fertilizante orgánico de muy buena calidad llamado “biol”, abono orgánico con alto contenido de nitrógeno y fósforo, capaz de acondicionar tierras al optimizar el suelo.

Los principales componentes del biodigestor son:	Esquema del biodigestor
<ul style="list-style-type: none"> • Colector de materia orgánica. • Bolsa o depósito para generación de biogás. • Depósito de salida y almacenamiento de biol. • Respiradero del biodigestor. • Manguera para conducción del biogás. 	

Fuente: Tomado de página de Iriméxico.



Aplicación de la tecnología en el área de estudio

Esta tecnología puede ser aplicada en algunas viviendas del área de estudio. En La Conchita existen varias casas en donde los propietarios tienen ganado vacuno y, por las condiciones de la vivienda, se podría recuperar el abono generado y utilizarlo como materia para la generación de gas.

Cuadro 30. Ventajas y desventajas del uso del biodigestor en las zonas de estudio.

Ventajas	Desventajas
Se produce gas metano que ayuda a las familias a cocinar alimentos y genera ahorros en su gasto familiar.	Si no se manejan adecuadamente los desechos orgánicos, se puede generar una fuente de contaminación y moscas muy próximo a las viviendas y poner en riesgo la salud de los habitantes.
Permite tratar adecuadamente los desechos del ganado.	
Es fácil de instalar, de operar y su duración es de aproximada de 20 años.	
Su costo de instalación es muy accesible.	

Los sistemas generadores de biogás que se construirían estarían pensados, en un principio, para familias de los barrios estudiados que tienen ganado y que pueden alimentarlo a partir de la materia fecal de éste. Hasta el momento en que se realizó el trabajo de campo, se identificaron en el barrio de La Conchita ocho personas con ganado y con las condiciones de vivienda adecuadas para poder construir un biodigestor. En San Martín sólo aparecen dos personas con ganado, pero se podrían construir más dependiendo del interés y participación de la gente.

5.3.10. Vermicomposta

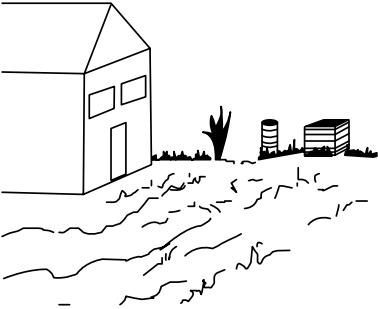
La separación de desechos orgánicos e inorgánicos es una práctica que genera un impacto positivo en la disposición final de los desechos. Si esta práctica se realiza correctamente, la mayoría del material no orgánico que se colecta puede ser vendido y vuelto a utilizar. Por otro lado, la separación y tratamiento adecuado de los desechos orgánicos pueden convertirse en abono muy rico en nutrientes y muy benéficos para diferentes cultivos a pequeña escala.

En las áreas de estudio se recolectan los desechos orgánicos, pero el tratamiento que se le da a los mismos no es el adecuado; la razón estriba

en que la cantidad de desechos que se generan diariamente es mayor a la capacidad de recolección y tratamiento de las estaciones de transferencia existentes. Actualmente, el personal encargado de la recolección de basura separa los desechos inorgánicos de los orgánicos; los primeros son vendidos en lugares donde se pueden reciclar productos tales como el PET, vidrio, cartón, plástico, etcétera; los segundos son tratados en las estaciones de transferencia de manera lenta y con mucha deficiencia.



En este sentido, la lombricomposta se presenta como un método eficaz que podría ayudar a mejorar el tratamiento de los desechos orgánicos. Para elaborar la lombricomposta se introduce la lombriz roja (*Lumbricus rubellus*) que a veces se puede encontrar en el estiércol de vacas y caballos, también llamada “lombriz californiana” (*Eisrnia fetida*). Si creamos las condiciones óptimas para que se desarrollen las lombrices, nos pueden elaborar un humus/abono de excelente calidad sin que tengamos que hacer el trabajo de hacer pilas y traspalear.

El volumen o número de lombrices que se debe utilizar está en función de la rapidez con que se necesite obtener el residuo descompuesto (vermicomposta). La densidad de siembra en el ámbito comercial puede ser de 4 000 mil a 25 000 lombrices por cama de 10 m². Con la finalidad de disminuir gastos se utiliza la primera cantidad. Se ha comprobado que iniciar con esta cantidad (4 000) demora un mes respecto a una siembra utilizando 25 000 lombrices.

Los principales componentes de la vermicomposta son:	Esquema de la vermicomposta.
<ul style="list-style-type: none"> • Una caja de madera. • Basura orgánica. • Residuos vegetales. • Lombrices californianas. • Azadón. • Pala. • Rastrillo. • Guantes • Regadera. • Nebulizador. 	

Aplicación de la tecnología en el área de estudio

En las pequeñas áreas de estudio existe una deficiente recolección de los desechos sólidos por parte de las dependencias encargadas de hacerlo. Estos son colectados una vez por semana; en consecuencia, las familias los acumulan por largo tiempo, provocando con ello la generación de malos olores por procesos inadecuados de descomposición o la proliferación de ratas. Ante estas circunstancias, sería factible implementar sistemas de composta a partir del uso de lombrices: podrían ser sistemas caseros o colectivos en los que se podrían recolectar los desechos orgánicos de varias familias.

Los principales componentes de la vermicomposta son:	Esquema de la vermicomposta.
	

Cuadro 31. Ventajas y desventajas del uso de vermicomposta en las zonas de estudio.

Ventajas	Desventajas
Proporciona a los suelos permeabilidad tanto para el aire como para el agua.	Si no se tienen los cuidados higiénicos puede ser un riesgo para la salud.
Aumenta la retención de agua y la capacidad de almacenar y liberar nutrientes requeridos por las plantas en forma sana y equilibrada.	Requiere constancia y trabajo para obtener resultados.
Su PH es neutro y se puede aplicar en cualquier dosis sin riesgo de quemar las plantas; la química del humus de lombriz es equilibrada y nos permite colocar una semilla en ella sin el menor riesgo.	
Presenta una alta carga microbiana que resulta de la actividad biológica del suelo; esta flora bacteriana es la que desempeña las funciones vinculadas a la absorción de nutrientes por las raíces.	
Se evita quemar la basura y su lugar se puede aprovechar la basura para producir abono orgánico.	
Evita se formen basureros ilegales.	

Combinación de tecnologías por escenario

Sería repetitivo para el lector incluir en este capítulo cada una de las descripciones de los tres escenarios definidos y las tecnologías propuestas para cada uno de ellos y para cada área pequeña de estudio (La Conchita y San Martín Caballero). Por ello, se presentan los cuadros resúmenes de cada escenario, marcando el tipo y número de tecnologías que podrían construirse, dadas las características de cada tecnología y de las condiciones reales en las dos pequeñas áreas de estudio.

**Cuadro 32. Resumen de tecnologías en las pequeñas áreas de estudio.
Escenario 1, identidad local.**

Rubro	Tecnología o sistema tecnológico	La Conchita		San Martín Caballero	
		Número de sistemas	Número de viviendas	Número de sistemas	Número de viviendas
Abastecimiento de agua	Sistemas tecnológicos de captación de agua de lluvia y tUVo	257	257*	57	57**
	Presas de gavión***	0	0	4	No relevante
	Biofiltros (agua superficial)	25****	25	0	0
Tratamiento de agua residual	Ecosan o baños secos	87	87	28	28
	Biofiltros (aguas grises)*****	87	87	28	28
	Humedales construidos	170	170*****	29	29
Agricultura	Jardines locales/ Chinampas	87	87	28	28
Desechos sólidos	Biodigestores	8	8	2	2
	Lombricomposta	257	257	57	57
	Separación de basura	No relevante	257	No relevante	57

* De éstas, 42 viviendas tienen techos adecuados; las otras 215 deberían cambiar sus techos.

** De éstas, 42 casas tienen techos adecuados; las restantes 15 deberían cambiar sus techos.

*** Las presas de gavión no son construidas para abastecer de agua a viviendas. De todas formas, son tecnologías generales utilizadas para conservar el agua y retener el suelo. El número de sistemas es independiente del número de viviendas.

**** Un sistema por chinampa.

***** Cada Ecosan estará acompañado de un biofiltro para tratar el agua gris de la vivienda.

***** Las viviendas con excusados con agua no harán uso del Ecosan, pero sí del humedal construido para tratar las aguas de desecho.

**Cuadro 33. Resumen de tecnologías en las pequeñas áreas de estudio.
Escenario 2, desarrollo económico, barrio La Conchita.**

Rubro	Tecnología o sistema tecnológico	La Conchita	
		Número de sistemas	Número de viviendas
Abastecimiento de agua	Sistemas comunitarios de captación de agua de lluvia	3*	15
	Sistemas tecnológicos de captación de agua de lluvia	242	242
	Abastecimiento de agua centralizada	1	257
	Biofiltros (agua superficial)	25**	25
Tratamiento de agua residual	Ecosan o baños secos	87	87
	Biofiltros (aguas grises)***	87	87
	Biostar	3	170
Agricultura	Rehabilitación de chinampas	87	87
Desechos sólidos	Recolección de desperdicios y reciclaje	1	250
	Composteo centralizado	1	250

* Sólo tres sistemas comunitarios de captación de agua de lluvia pueden ser implementados debido a limitaciones del espacio. Las demás viviendas tendrían que hacer uso de sistemas de captación por casa.

** Un sistema por chinampa.

***Cada Ecosan estará acompañado de un biofiltro para tratar el agua gris de la vivienda.

**Cuadro 34. Resumen de tecnologías en las pequeñas áreas de estudio.
Escenario 2, desarrollo económico, barrio San Martín Caballero.**

Rubro	Tecnología o sistema tecnológico	San Martín Caballero	
		Número de sistemas	Número de viviendas
Abastecimiento de agua	Sistemas comunitarios de captación de agua de lluvia*	8	38
	Sistemas tecnológicos de captación de agua de lluvia	19	19
	Camión cisterna	1	57
	Presas de gavión**	4	No relevante
Tratamiento de agua residual	Biostar	1	57
Agricultura	Ninguna	0	0
Desechos sólidos	Recolección de desperdicios y reciclaje	1	57
	Composteo centralizado	1	57

* Sólo ocho sistemas comunitarios pueden ser construidos dada la limitación de espacio. Las demás viviendas tendrían sistemas domésticos de captación de agua de lluvia.

** Las presas de gavión no son construidas para abastecer de agua a viviendas. De todas formas, son tecnologías generales utilizadas para conservar el agua y retener el suelo. El número de sistemas es independiente del número de viviendas.

Cuadro 35. Resumen de tecnologías en las pequeñas áreas de estudio.

Escenario 3, integración a la Ciudad de México.

Rubro	Tecnología o sistema tecnológico	La Conchita		San Martín Caballero	
		Número de sistemas	Número de viviendas	Número de sistemas	Número de viviendas
Abastecimiento de agua	Conexión a sistema centralizado de agua	1	257	1	57
	Presas de gavión*	0	No relevante	4	No relevante
Tratamiento de agua residual	Conexión a drenaje centralizado con tratamiento en plantas de tratamiento	1	257	1	57
Agricultura	Ninguna	0	0	0	0
Desechos sólidos	Recolección centralizada y tratamiento de residuos separados	1	257	1	57
	Composteo centralizado	1	257	1	57

* Las presas de gavión no son construidas para abastecer de agua a viviendas. De todas formas, son tecnologías generales utilizadas para conservar el agua y retener el suelo. El número de sistemas es independiente del número de viviendas.

Como se puede apreciar en cada uno de los cuadros anteriores, el número de tecnologías cambia de acuerdo con cada uno de los escenarios planteados, pues como se ha mencionado al principio de este capítulo, cada escenario supone necesidades específicas de tecnologías, dado que el objetivo del escenario está encauzado hacia fines distintos. En el primer escenario, se orienta a mejorar las condiciones de vida de la gente, a través de la introducción de sistemas alternativos de agua potable y saneamiento, poniendo especial atención en la conservación de espacios productivos tales como la chinampa y conservando las áreas aún no pobladas. En el escenario dos, el principal objetivo de las soluciones tecnológicas que se proponen

–si bien tratan de mejorar las condiciones de la población– es potenciar el desarrollo económico de la zona. En el escenario tres, se privilegia el uso de sistemas convencionales de agua potable y saneamiento para resolver los problemas inherentes a estos servicios, por lo cual el uso de tecnologías apropiadas es muy reducido.

Extrapolación de los conceptos

En las siguientes secciones se presenta el resultado de los diferentes escenarios tomando en cuenta los resultados de la factibilidad técnica de las tecnologías, para toda la zona de Xochimilco. Esto da una estimación del número de cada tecnología que podría construirse con el fin de dar cuenta de un escenario similar, como se hizo para las pequeñas áreas de estudio de caso. Los cálculos subyacentes a la extrapolación de las tecnologías definidas en los diferentes escenarios se basaron en los supuestos básicos que se enlistan enseguida:

- Las dos pequeñas áreas de estudio son representativas de las zonas periurbanas de Xochimilco.
- Las características de las áreas planas periurbanas en Xochimilco son similares a La Conchita en términos de la densidad de población, actividades agrícolas y posibilidades de la aplicación de tecnologías.
- Las características de las zonas montañosas periurbanas en Xochimilco son similares a San Martín en términos de densidad de población, actividades agrícolas y posibilidades de aplicación de tecnologías.
- Se calculó que de la población total que vive en las zonas periurbanas áreas en Xochimilco, el 58% vive en la zona montañosa y el 42% habita en zonas planas, por lo que se calculó el número total de hogares que viven en zonas planas: aproximadamente 5 040, y el número total de hogares que viven en las zonas montañosas: aproximadamente, 6 960.
- Se calculó el número estimado de hogares que utilizarán cada tecnología, tanto para las zonas llanas y las montañosas, multiplicando

el porcentaje de hogares atendidos por cada tecnología en la pequeña zona de estudio de caso con el número de hogares que viven en la área plana o montañosa de Xochimilco periurbana.

- La influencia de los diversos factores sociales, culturales, económicos y políticos no se incluye: se trata de una extrapolación tecnológica, solamente.

Los resultados de la extrapolación se redondean al múltiplo más cercano de diez, cien, mil o diez mil, lo que sea aplicable. Esto hace que los resultados sean una estimación y no un número real. A continuación, presentamos los tres cuadros que resumen dicha extrapolación por cada uno de los escenarios propuestos.

Cuadro 36. Extrapolación de Escenario 1, identidad local a todo Xochimilco.

Rubro	Tecnología o sistema tecnológico	Áreas planas de Xochimilco		Áreas montañosas de Xochimilco		Total del área periurbana de Xochimilco
		Número de sistemas	Número de viviendas	Número de sistemas	Número de viviendas	Número total de sistemas
Abastecimiento de agua	Sistemas tecnológicos de captación de agua de lluvia y tUVo	5 040	5 040	6 960	6 960	12 000
	Presas de gavión	0	No relevante	488	No relevante	488
	Biofiltros (agua superficial)	490	?	0	0	490
Tratamiento de agua residual	Ecosan o baños secos	1 706	1 706	3 419	3 419	5 125
	Biofiltros (aguas grises)	1 706	1 706	3 419	3 419	5 125
	Humedales construidos	3 334	3 334	3 541	3 541	6 875
Agricultura	Jardines locales/ chinampas	1 706	1 706	3 419	3 419	5 125
Desechos sólidos	Separación de desechos	No relevante	5 040	No relevante	6 960	No relevante
	Composteo	5 040	5 040	6 960	6 960	12 000
	Biodigestores	157	157	244	244	401

Cuadro 37. Extrapolación de Escenario 2, desarrollo económico a todo Xochimilco.

Rubro	Tecnología o sistema tecnológico	Áreas planas de Xochimilco		Áreas montañosas de Xochimilco		Total del área periurbana de Xochimilco
		Número de sistemas	Número de viviendas	Número de sistemas	Número de viviendas	Número total de sistemas
Abastecimiento de agua	Sistemas comunitarios de captación de agua de lluvia	98	294	977	4640	1075
	Sistemas tecnológicos de captación de agua de lluvia y tUVo	4 746	4 746	2 320	2 320	7 066
	Sistema centralizado de agua, ya existente	1	5 040	0	0	1
	Camiones-cisterna	0	0	1	6 960	1
	Biofiltros (agua superficial)	1 706	1 706	0	0	1 706
	Presas de gavión	0	0	488	No relevante	488
Tratamiento de agua residual	Ecosan o baños secos	1 706	1 706	0	0	1 706
	Biofiltros (aguas grises)	1 706	1 706	0	0	1 706
	Biostar	59	3 334	122	6 960	181
Agricultura	Rehabilitación de chinampas	1 706	1 706	0	0	1 706
Desechos sólidos	Recolección y separación de desechos	1	5 040	1	6 960	1
	Composteo centralizado	1	5 040	1	6 960	1

Por supuesto, para el escenario 3, de integración a la Ciudad de México, la extrapolación se deriva en que todas las viviendas se conectarán únicamente a sistemas centralizados.

Conclusiones sobre la factibilidad técnica

La urbanización en las zonas periurbanas de Xochimilco, que ha sido estructurada en gran parte de manera informal, así como las características geográficas y ambientales de la zona, favorecen la utilización de tecnologías descentralizadas del agua y saneamiento. La fuente de agua para los sistemas convencionales es el acuífero de la Ciudad de México que, debido a la sobreexplotación, se está agotando. Hay muchas conexiones ilegales a este sistema de abastecimiento de agua, que en combinación con los asentamientos informales, hace que la regulación del suministro de agua se torne difícil. La urbanización informal también ha dado lugar a la falta de sistemas de tratamiento de aguas residuales adecuados, tales como un sistema de alcantarillado o apropiadas soluciones in situ. Como resultado, los habitantes descargan sus aguas residuales a los desagües, barrancas, calles, jardines o cuerpos de agua superficiales y, con ello, se favorece la contaminación del ambiente. Como algunos agentes patógenos, virus y bacterias se descargan abiertamente en el ambiente, también se incrementan los riesgos a la salud pública. Esta descarga de aguas residuales y residuos sólidos, asimismo se traduce en una pérdida de agua (de la cual hay una escasez, como se infiere por el agotamiento de los mantos acuíferos) y de nutrientes. Estos últimos son recursos valiosos para la agricultura urbana (chinampas e invernaderos) que todavía se practica en Xochimilco.

Derivado de todo lo anterior, una solución es favorecer la construcción de tecnologías descentralizadas, ya que pueden ser implementadas dentro del diseño urbano y presentar opciones diferentes para la reutilización de los nutrientes y del agua.

Como el agua de lluvia es la única fuente de agua aún no explotada en Xochimilco, se prestó especial atención a las tecnologías que se centran en esto. La recolección, almacenamiento y tratamiento (tUVo, cloración) del agua de lluvia para el suministro de agua para los hogares durante la temporada de lluvias, en combinación con las presas de gaviones que se

construyen en lugares estratégicos y, con ello, facilitar la infiltración de la escorrentía superficial recolectada. Son dos tecnologías que hacen óptimo el uso del agua de lluvia. El uso de agua de lluvia en los hogares disminuye la demanda de agua de otras fuentes (por ejemplo: acuíferos, cuerpos de agua superficial) durante un cierto tiempo del año. La infiltración del agua de lluvia restante permite la reposición del acuífero y, por lo tanto, un mecanismo de almacenamiento del agua para los tiempos cuando la demanda de agua es más alta que la precipitación disponible. Ya sea que los sistemas de captación de agua de lluvia se construyan en los hogares o a escala comunitaria, dependerá de consideraciones económicas y prácticas de los lugares específicos.

El uso de agua de los canales y aguas residuales tratadas para fines domésticos y agrícolas no potables también disminuyen la demanda de agua potable que se obtiene de los pozos. Las aguas residuales contaminadas, tales como aguas grises, pueden ser tratadas por un biofiltro antes de su reutilización. Las aguas residuales domésticas pueden ser tratadas por la tecnología del Biostar. El agua de los canales puede ser utilizada para fines domésticos, agrícolas o no potables, siempre que el nivel de agua en los canales esté bien administrado para prevenir la sequía de la reserva natural y de las chinampas.

Desafortunadamente, la mayoría de la precipitación en Xochimilco cae en una temporada, lo que significa que hay varios meses cada año con muy poca o ninguna precipitación. En consecuencia, se espera que el sistema de abastecimiento de agua centralizado existente siga siendo una fuente muy importante para agua potable, en los meses de seca. Este sistema de abastecimiento de agua convencional utiliza agua subterránea como su fuente, lo que indica la importancia de las tecnologías de reposición de aguas subterráneas y el uso óptimo de las fuentes de agua alternativas. La rehabilitación y ampliación del sistema de abastecimiento de agua, por ejemplo, la legalización de las conexiones ilegales a las líneas de suministro de agua y la garantía de que las tuberías de agua (ilegales) existentes estén correctamente construidas y mantenidas, son elementos a considerar. En los

lugares no conectados a las tuberías de abastecimiento de agua existentes (y donde el agua es importada por camiones cisterna, botellas u otros medios), los pozos que abastecen de agua a una pequeña planta compacta de potabilización de agua podrían presentar una opción interesante. Esta agua se puede suministrar a una escala comunitaria. Por supuesto, el aumento del uso de las aguas subterráneas, a través de la expansión de la red de abastecimiento de agua corriente o mediante la instalación de nuevas bombas de agua subterránea, es una opción debatida debido a la sobreexplotación de los mantos acuíferos en la zona. De ahí que estas medidas deban ir acompañadas de tecnologías para la recarga del acuífero y el uso de alternativas como la recolección de aguas pluviales y aguas residuales tratadas.

El uso de sanitarios Ecosan en Xochimilco como una opción de saneamiento tiene varias ventajas. Pueden mejorar las condiciones de saneamiento de los hogares y no requieren agua, como es el caso de los inodoros, disminuyendo así la demanda total del líquido. Además, la ventaja del Ecosan es que las heces y la orina pueden ser recogidas y utilizadas como fertilizantes, ya sea directamente o después de un proceso de compostaje con otros residuos orgánicos. Las aguas residuales vertidas, las aguas grises, pueden ser tratadas mediante biofiltros. Éstos pueden ser construidos en los patios de las casas. Las aguas residuales negras podrían ser tratadas mediante humedales artificiales o la tecnología del Biostar. Los humedales artificiales pueden construirse en los jardines de las viviendas, mientras que el Biostar requiere un mínimo de 240 personas para operar, por lo que esta tecnología sólo se puede aplicar a escala comunitaria.

El efluente del humedal construido y el Biostar pueden ser utilizados para fines domésticos, agrícolas o no potables, tales como los inodoros. Sin embargo, los múltiples asentamientos no planificados no sólo hacen que sea difícil extender la red de saneamiento existente con el fin de servir a todos los hogares (como puede ser que necesite aumentar la capacidad

de las plantas de tratamiento de aguas residuales o requerir una nueva red de aguas residuales a construirse en medio de los edificios, lo que limita severamente las posibilidades de diseño), pero también hay mucha infraestructura construida, como el sistema de alcantarillado que hace que la rehabilitación y ampliación de obras sea imposible de realizar sin la demolición y reconstrucción de edificios. Por lo tanto, la expansión del sistema centralizado podría ser más difícil de realizar que la construcción de medidas descentralizadas. Por otro lado, el sistema centralizado es una tecnología preferida por los habitantes locales, lo que significa que la implementación de las opciones de saneamiento descentralizado podría ser más difícil debido a la aceptación social.

Se prevé que una gran parte de las aguas residuales tratadas se utilizará para fines agrícolas, como chinampas, invernaderos o jardines para riego. Mediante el uso de menor volumen de agua superficial para riego, más agua puede infiltrarse en el suelo a partir de los canales, recargando así el acuífero. Otra tecnología agrícola identificada es el compostaje, que se realiza en varias formas. El compostaje y vermicompostaje se pueden implementar en una situación donde no hay, o son escasas, instalaciones de recolección de residuos. Estas prácticas también pueden ser realizadas por las familias con jardines para que puedan reducir su demanda de abono. Los habitantes pueden elegir qué tipo de compostaje prefieren y pueden pagar. La ubicación de la vermicomposta puede estar en la vecindad de la vivienda para facilitar la eliminación de desechos orgánicos, aunque a una distancia suficiente para prevenir la aparición de olores o plagas nocivas. Los efluentes de los sanitarios secos o Ecosan se pueden combinar con el compostaje para mejorar el contenido de nutrientes y disminuir las concentraciones de patógenos de la composta. Sin embargo, se debe tener cuidado al aplicar la orina, debido a que la pila de composta no debe estar demasiado húmeda. Esto puede dar lugar a malos olores y un mal funcionamiento de los procesos de degradación biológica. Los desechos orgánicos y los de los sanitarios Ecosan también pueden ser utilizados para construir nuevas chinampas

o jardines, o para mejorar las condiciones del suelo (agua y la capacidad de retención de nutrientes) de los jardines existentes. Las prácticas de separación de residuos se consideran clave para la gestión de residuos sólidos. Mediante la separación de los diferentes residuos, algunos pueden ser reutilizados o reciclados, mientras que otros se pueden utilizar como una entrada para el compostaje con el fin de retener los nutrientes en la zona. Si los residuos son recogidos por una estación centralizada, los habitantes tendrán que almacenar sus residuos en los contenedores, separando el tipo de desecho. Los residuos pueden ser reciclados o utilizados para, por ejemplo, la planta de compostaje centralizado. Utilizando vermicompostaje, podría tratar los residuos orgánicos de una zona y, a su vez, proveer a los agricultores de composta de alta calidad. Dependiendo de la demanda local de energía, también es posible digerir los desechos orgánicos con estiércol procedente de ganado para producir biogás. Esto se puede hacer en el hogar o de una manera centralizada. El efluente del biodigestor se puede utilizar para los propósitos de fertirrigación y de compostaje, o se puede producir fertilizante orgánico.

Analizando el suministro de agua, las aguas residuales, los residuos agrícolas y las tecnologías sólidas, en el contexto de los tres diferentes escenarios se puede concluir que las tecnologías evaluadas en los estudios de factibilidad técnica son aplicables en los diferentes escenarios y en diferentes escalas. Las únicas excepciones son los sistemas de abastecimiento de agua y tratamiento de aguas residuales centralizados, que son sólo aplicables en un escenario donde el objetivo principal es la centralización.

Sin embargo, incluso en este escenario habrá casos en los que por el alto costo, topografía o elementos tales como la dificultad en la construcción y los sistemas de suministro de agua y de tratamiento de aguas residuales, será más conveniente o factible la utilización de combinación de tecnologías centralizadas y descentralizadas. De ahí que el papel de la oferta descentralizada de agua, tratamiento de aguas residuales, residuos agrícolas y las tecnologías, ya sea en el hogar o a escala de comunidad, es de importancia

crítica en la planeación y construcción de instalaciones de agua, de residuos y de aguas residuales adecuadas para zonas periurbanas en Xochimilco y otros casos similares.

Conclusiones y recomendaciones

En México, el Consejo Nacional de Población (Conapo) definió 56 zonas metropolitanas en el país, 29 de las cuales tienen una población de más de 500 000 habitantes. En conjunto, dichas zonas tienen 62.6 millones de habitantes; 56 de cada 100 residentes habitan en alguno de estos centros urbanos. Estas zonas metropolitanas tienen áreas periurbanas en donde los problemas antes mencionados cada día son más evidentes y agudos.

En este contexto, la preocupación de organismos internacionales como la ONU-Hábitat y el Banco Interamericano de Desarrollo han señalado que la población en áreas marginales de las ciudades es la menos favorecida por los programas y políticas de subsidios y de asistencia, y, en consecuencia, enfrenta una difícil situación para lograr el acceso al agua potable y al saneamiento.

Los factores que obstaculizan servicios apropiados de agua y saneamiento en las zonas periurbanas se pueden enumerar del siguiente modo:

- Asentamientos irregulares que carecen de certidumbre legal para estar en condiciones de contar con los servicios básicos y que, en ocasiones, invaden ecosistemas que se ven afectados en su equilibrio.
- En caso de que el servicio no pueda cubrirse bajo ninguna modalidad por el Estado o gobierno local, la población accede, sea a un costo alto o, en su defecto, mediante acciones ilegales; por ejemplo: robo de agua, quema de basura o descargas domiciliarias ilegales.

- Viviendas con materiales rudimentarios y condiciones higiénicas y de saneamiento precarias.
- Corrupción política y manejo clientelar de la población residente.
- Migración urbana-rural de otras localidades deprimidas que buscan mejores medios de vida y que las áreas periurbanas les permite contar con un asentamiento, para acceder a un empleo o subempleo que no encuentra en sus sitios de origen, sobre todo en las grandes zonas metropolitanas.
- Ocupación en zonas consideradas de vulnerabilidad con riesgos de afectación por fenómenos extremos, cauces de ríos, barrancas, partes bajas inundables etc., o en áreas alejadas y de difícil acceso, en el que los servicios convencionales no pueden ser implementados, ya sea por los costos o por la propia topografía que hacen inviable la inversión en infraestructura.

La condición de marginación e ilegalidad que priva en los asentamientos periurbanos no es atendida por las autoridades gubernamentales; los prestadores de los servicios se ven imposibilitados de apoyarlos o de implementar programas o medidas de apoyo como sucede a poblaciones rurales o urbanas que tienen asegurados sus derechos como ciudadanos. Ante este panorama, se hace necesario resolver la situación de los servicios básicos para la salud y la sobrevivencia en las áreas periurbanas, particularmente del agua potable y drenaje (incluido el saneamiento de las aguas residuales).

Actualmente, muchas ciudades latinoamericanas proveen los servicios de abasto de agua, saneamiento y recolección de residuos sólidos, basados en esquemas centralizados de manejo de dichos servicios. Esta manera de administrar los servicios genera situaciones que dificultan extender los mismos con prontitud y de manera adecuada por las condiciones de asentamiento, terrenos precarios, falta de apego a la ley, condiciones físicas del suelo, lugares de alto riesgo a inundaciones, deslaves y otros factores.

En México, los servicios de agua potable, saneamiento y recolección de basura están operados de manera centralizada por el gobierno local y en las delegaciones políticas. Cuando las ciudades crecen aceleradamente y sin planificación, las consecuencias de la falta o insuficiente provisión de servicios se hace evidente y se convierten en una alarma para la estabilidad ambiental y económica de las grandes ciudades.

No obstante lo anterior, y como hemos visto en el estudio de factibilidad, existen diferentes soluciones técnicas que pueden contribuir a resolver los problemas de abasto de agua, saneamiento y reutilización de residuos sólidos en las zonas periurbanas; dichas soluciones se presentan como una serie de respuestas viables para proveer de servicios de manera inmediata a zonas periurbanas. Sin embargo, es necesario matizar la pertinencia y utilidad de las mismas.

6.1. La zona de estudio. Un ejemplo de la problemática en las áreas periurbanas de México

Hemos observado que en las pequeñas áreas de estudio –el barrio de La Conchita y el de San Martín Caballero– en la zona de San Gregorio Atlapulco, el agua potable es escasa y su distribución desigual, debido a una urbanización no planificada. El manejo de las aguas residuales no es tan efectivo como se requiere por la insuficiencia y deficiencia de la infraestructura de tratamiento.

La cantidad y calidad del agua impactan de manera singular el agrosistema de la chinampa. Sus prácticas y tecnología parecerían ser elementales, pero su productividad es alta. Sin embargo, el sistema chinampero se ha tornado frágil debido a las alteraciones ecosistémicas (forestales e hídricas) a las que ha estado sujeto, pero se apuesta por alentarlo.

Los paisajes urbano y agrícola están perturbados por prácticas de saneamiento y de manejo de desechos sólidos que, en unos casos, han sido

mal planteadas y, en otros, son inexistentes: los residuos no se separan, las materias orgánicas no se usan. No hay implementación de tecnologías ni una expectativa consistente e inmediata que prevea la optimización de la energía generada por medios biológicos o alternativos.

La agricultura, el manejo de residuos sólidos, el tratamiento de aguas residuales y el abasto de agua potable son afectados por elementos comunes y transversales que interconectan a los sectores entre sí: son causas de unos y efectos de otros, y reproducen un círculo vicioso complejo; en él, están vinculadas estructuras gubernamentales y civiles. Los actores civiles e institucionales tienen claridad acerca del modo en que se reproduce ese círculo vicioso, pero no han logrado delinear y llevar adelante un conjunto de estrategias consensuadas que se sostengan a lo largo del tiempo y que sean efectivas para resolver los elementos recreados dentro de esa complejidad.

Una solución de fondo supone una revolución del modelo de gestión del manejo del agua en todos los actores, en todos los ámbitos y para todos los usos; supone, además, una transformación en la lógica con que se piensa y decide a propósito de las formas de organización y en las maneras de gestionar los recursos, y ponderar, a partir de ellas, la implementación de las soluciones tecnológicas. En la zona de estudio hay signos que evidencian una voluntad por alimentar este esquema, así como las dificultades para avanzar en tal dirección.

6.2. *La experiencia de Vivace*

En el contexto anterior se desarrolló del proyecto *Vivace*, el cual –como se detalló anteriormente– exploró las posibilidades y el potencial de aplicación de conceptos innovadores que integren el abasto de agua, saneamiento, reúso de agua tratada y manejo de residuos sólidos.

Sin olvidar la importancia de los sistemas tecnológicos convencionales (centralizados) y sin excluir su existencia, *Vivace* exploró la pertinencia

social y ambiental de opciones tecnológicas no convencionales que conformen sistemas no centralizados de provisión de servicios de agua potable, saneamiento y manejo de residuos sólidos, toda vez que estos servicios pueden resolver de manera inmediata los problemas asociados con la falta de ellos.

Como quedó demostrado, las llamadas tecnologías no convencionales —como sistemas de captación de agua de lluvia, sanitarios secos, biofiltros para el tratamiento de aguas grises, humedales artificiales, composta, vermicomposta, o plantas generadoras de gas—, son sólo algunas de las opciones tecnológicas que pueden mejorar y resolver las condiciones de vida de los habitantes de las áreas periurbanas, favoreciendo la provisión de servicios, de bajo costo de operación y mantenimiento; son “amigables” con el entorno ambiental, permiten el reúso del agua y los nutrientes y coadyuvan a mejorar las condiciones de salud de la comunidad.

Recordemos que ante la dificultad que representa la dotación de servicios de agua potable, saneamiento, manejo de residuos sólidos en muchas áreas periurbanas, las tecnologías no convencionales pueden representar una adecuada solución con un impacto socioambiental positivo. Pero, como ya hemos mencionado antes, la introducción de este tipo de tecnología requiere de un seguimiento específico, de la participación social de los destinatarios y, sobre todo, del cambio de hábitos, además del compromiso de mantener la operación y el mantenimiento adecuados. Proponemos, una vez más, que el enfoque sea no la transferencia tecnológica, que pone énfasis en el creador de la tecnología, ni tampoco en la apropiación tecnológica, que se enfoca mucho más en el propio sistema —en el aparato tecnológico en sí— sino en desarrollar un esquema de adopción social que permita, además del conocimiento no sólo del sistema sino de su funcionamiento, un proceso de sustentabilidad, centrando la atención en el destinatario y en sus procesos cognitivos, prácticos y en su entorno.

6.3. *Algunas recomendaciones para las áreas periurbanas*

Los fundamentos teóricos de la política pública consideran que una política de esta naturaleza tendría que orientar el sentido de su acción a resolver los problemas públicos, en tanto afectan a la sociedad en su conjunto. Es decir, se debe partir de la premisa que, si estos problemas no se resuelven, generarán en el corto tiempo costos (de diversa índole) a toda la sociedad, no sólo a quienes se ven afectados por dichos problemas. En este sentido, consideramos que la formulación de dichas políticas públicas en las diferentes áreas de interés de *Vivace*, deberían estar orientadas por las siguientes recomendaciones:

1. Es necesario diseñar políticas específicas para el abasto de agua potable, saneamiento y manejo de residuos sólidos en las zonas periurbanas que vinculen la satisfacción de las demandas sociales con la conservación y mejoramiento del entorno, y que cumplan además con criterios económicos que les den viabilidad. Esto es, en las áreas periurbanas no se pueden aplicar acciones o programas iguales a los que se definen e implementan en las zonas que han seguido un proceso de urbanización “normal” o planificada donde la existencia de los servicios públicos es “regular”. Las condiciones de irregularidad, dispersión, condiciones de la vivienda e, incluso, de traza urbana, requieren otro tratamiento y otra forma de proporcionar servicios en estas áreas. Ello no significa que los servicios deban ser de menor calidad; significa que la forma de introducción de dichos servicios y los mecanismos de participación de la población ahí asentada necesariamente debe de ser enfocada e implementada desde otra óptica.

2. Incluir el enfoque de cuenca en el manejo propuesto, debido a las condiciones naturales de existencia y escurrimiento del agua y de las posibilidades de resolver la falta de estos servicios en este ámbito. Conocer las condiciones naturales de la cuenca donde se proponen las soluciones técnicas aquí analizadas resulta importante para calcular el buen funcionamiento de las mismas, pero también es relevante para diseñar y proyectar el impacto económico. Por otro lado, conocer el contexto de la cuenca permitiría aprovechar de la mejor manera posible el uso y reúso de los recursos naturales de la zona, y encontrar las relaciones que se pueden dar entre las zonas periurbanas y el contexto mayor al pertenecer tanto a una megalópolis (en nuestro caso de estudio, la Ciudad de México, así como a la ZMVM y a la cuenca del Valle de México) o a otros contextos regionales, dependiendo del país o de la ciudad que se trate.

3. Las condiciones de crecimiento demográfico, población y asentamientos irregulares ofrecen dificultades para la introducción de servicios básicos. Por tal razón, la construcción de sistemas no convencionales (descentralizados) de carácter individual o colectivo deben considerarse como prioritarios y básicos para solventar la falta de servicios. Dichas soluciones deben estar acompañadas del sustento científico necesario para que su construcción no sea errada. Por otra parte, deben contar con la aceptación social que garantice su utilización adecuada y mantenimiento, y permita arribar a una adopción social de dichas tecnologías. Para ello, es necesario analizar la factibilidad técnica y social de las propuestas a implementar; también requiere conducir la construcción e implementación de procesos participativos de corto y mediano plazos, en los que los futuros beneficiarios se involucren en el uso y manejo adecuado de las tecnologías y, en los cuales, asuman un compromiso real con el servicio que se les brinda.

4. Los programas gubernamentales necesariamente deben considerar la inclusión de opciones tecnológicas no convencionales como parte de sus propuestas de solución, y debe existir mayor apertura en cuanto a las reglas de operación de dichos programas. Un aspecto relevante que deben considerar son los costos de construcción, operación y mantenimiento. La normalización que en los últimos años se ha hecho de los programas gubernamentales direcciona los métodos de trabajo, el uso de los recursos económicos y las soluciones a problemas muy concretos como el agua y saneamiento. Sin embargo, acota mucho la posibilidad de esquemas de participación congruentes con las dinámicas socioculturales de las poblaciones y limitan la incorporación de respuestas tecnológicas acordes con el entorno de las mismas. En este sentido, reformular dichas reglas para incluir la posibilidad de soluciones no convencionales es un cambio que se debe concretar para avanzar.

5. La educación, la información y la comunicación son factores fundamentales en el desarrollo de las políticas públicas. Desde estos campos podría trabajarse por una tecnología consecuente con las aspiraciones de equilibrio impulsadas por las culturas locales de las zonas periurbanas, sustentadas en la reconstitución de una identidad y orientadas hacia el equilibrio del medio ambiente, con criterios éticos de sostenibilidad y justicia social. En este ámbito, la generación y difusión de las tecnologías, que de manera directa y didáctica informe sobre los beneficios sociales, ambientales económicos y familiares que se generan con su utilización y permita un diálogo con las poblaciones destinatarias, debe ser una actividad fundamental en la solución de los problemas de abasto de agua potable, saneamiento y reutilización de desechos sólidos.

6. La presencia y participación social real y activa (efectiva) debe ser un espacio a través del cual las iniciativas comunitarias se conviertan en acciones (obras, programas, etc.) subsidiadas por entes públicos, promoviendo la conservación de dicha infraestructura. Como hemos visto a lo largo de este libro, planes, programas y sistemas tecnológicos pueden ser adecuados para atender problemas sustanciales en las áreas periurbanas, pero si para su implementación no se cuenta con la participación real de los involucrados, no habrá el éxito esperado. De aquí la necesidad de pasar de un esquema de atención o asistencial a uno de corresponsabilidad social, donde los pobladores sean reconocidos como un factor importante para la solución de problemas y no como entes inertes destinatarios de programas, equipos, tecnologías y planes gubernamentales.

7. Se debe construir una agenda tecnológica que atienda más lo local y las condiciones particulares de cada caso, dejando de lado los procesos de homogeneización en los que no se reconocen ni diversidades ni diferencias. Lo local también debe mantenerse en un ámbito acotado, donde la comunidad gestione y maneje las obras con la participación o respaldo de instituciones, de centros educativos y de investigación, así como de organizaciones no gubernamentales. Lo anterior sería objeto de aprendizaje social e institucional, mientras se consolida como proceso. También, puede ser objeto de difusión, en el sentido de que la transmisión de su experiencia permitiría compartir conocimientos con otros actores, en otras latitudes y replicar su implantación. La dinámica de crecimiento urbano de la Ciudad de México –y de muchas ciudades de América Latina– obliga a replantear en la agenda pública, en lo relativo a la dotación de servicios de estas áreas, sobre todo por la rapidez de su aparición y crecimiento, pero también debe abrir la posibilidad a que la investigación que se realiza en temas de

agua y saneamiento se oriente a generar soluciones viables y concretas que, de la mano de los programas de gobierno y con la participación de los beneficiarios, permita vislumbrar una mejor calidad de vida de estos últimos.

8. Se debe partir del conocimiento local de los problemas. No basta con saber cuáles son las condiciones ambientales y socioeconómicas de la población, sino tomar en cuenta los conocimientos de las personas que serán beneficiadas por los servicios públicos. La premisa es trabajar para la gente y junto con ella en la búsqueda de las mejores soluciones, de acuerdo con las condiciones locales, pero sin olvidarse del contexto regional o de cuenca que hemos propuesto. Las personas que habitan en las zonas periurbanas, según este principio, son los que más conocimiento tienen acerca de sus problemas, vida cotidiana y factores que les afectan, pero necesitan de miradas externas que les permitan identificar los problemas con más precisión y encontrar modelos fuera de sus propios marcos de acción que impulsen a hallar soluciones innovadoras, posibles y sustentables. Las mejores soluciones se elaboran en un escritorio, pero su debida y eficiente aplicación se encuentra cuando se confrontan las condiciones reales de existencia, el terreno y la población. La adecuación de las soluciones gubernamentales o de escritorio sólo se logran tomando en cuenta el conocimiento local y la viabilidad de la ejecución o aplicación a través de las condiciones locales específicas. Habría que partir del principio de que ninguna solución es aplicable de la misma forma al mismo problema, en todos lugares y bajo todas las condiciones.
9. Ya que las condiciones de falta de servicios afectan diferencialmente a la población, habrá que introducir el enfoque de género para propiciar soluciones adecuadas no sólo a los diversos grupos sociales

involucrados, sino a hombres y mujeres por separado, reconociendo sus actividades específicas, y sus papeles en el sostenimiento familiar, productivo y ambiental.

10. Para la realización de la planeación de servicios en zonas periurbanas se pueden utilizar metodologías de planeación participativa (mediante la definición de escenarios, por ejemplo, como hemos visto en este libro) para identificar las visiones, percepciones y soluciones que la propia gente tiene de su entorno y de su futuro. Es importante que este tipo de metodologías sean incorporadas realmente al actuar gubernamental, mediante programas y planes específicos, así como en labores de planeación o de ordenamiento territorial, como parte sustancial de procesos amplios de planeación.
11. La planeación de servicios en zonas periurbanas debe tomar en cuenta las dimensiones sociales, ambientales, económicas, técnicas y de ordenamiento territorial, en una visión conjunta para abordar los problemas y soluciones de una forma integrada. Un enfoque de esta naturaleza permitirá brindar soluciones más integrales y eficaces que permitan acotar la brecha entre quienes tienen servicios adecuados y quienes carecen de ellos. Como hemos visto a lo largo de este libro, la conjunción de aspectos ambientales, sociales y técnicos posibilita encontrar soluciones adecuadas a problemas locales (pero con una visión amplia que permita reconocer que dichos problemas pueden ser un reflejo de lo que sucede en contextos más amplios, y no olvidar la interrelación que existe entre lo local y lo regional). Proponer soluciones sólo desde un punto de vista (ya sea técnico, social o ambiental) necesariamente, en algún momento, encontrará un punto de implementación imposible por no haber considerado, en el diseño de tales soluciones, la mayoría de factores que pueden intervenir en

un espacio en particular y con las condiciones sociales y ambientales específicas. De otra parte, la planeación de servicios en zonas periurbanas no puede darse de forma aislada, sino tomando en cuenta un ordenamiento territorial (existente o por construir) como marco general en el que tales servicios sean incorporados. Los servicios públicos en estas zonas no pueden aparecer con una planeación aislada y automática. Es necesario tomar en cuenta la mayor parte de contextos y factores que, al menos, las hagan sustentables.

Por último, habrá que reconocer que lo más importante es tomar en cuenta el tipo de soluciones que han sido ensayadas en el pasado y no repetir los esquemas que han demostrado no ser ni funcionales ni sustentables. La búsqueda de opciones alternativas, novedosas, abre las puertas hacia nuevos horizontes que deben ser explorados: las soluciones homogéneas, generalizadas, las que se basan en experiencias pasadas, deben ser evaluadas y conocidas para no repetir los mismos errores de implementación. De fondo, habría que aprender de las experiencias pasadas y reconocer y valorar las lecciones que nos dan las intervenciones y tecnologías fallidas, para plantear miradas y acciones distintas a los retos que se presentan para el manejo del agua, del saneamiento y de los residuos sólidos. Salirse de los esquemas que se han aplicado por décadas es un paso sustancial en un proceso de aprendizaje que, junto con los destinatarios (los pobladores de zonas periurbanas), ayuda a encontrar soluciones verdaderamente adecuadas, viables y sustentables. *Vivace* quiso dar un paso en ese terreno, en la búsqueda de opciones vitales y viables para enfrentar los problemas urbano-ambientales que puedan servir como modelo o senda a seguir en nuestras ciudades latinoamericanas.

- Aguilar Garduño, Ernesto; Javier Aparicio y Alfonso Gutiérrez (2007), “Sistema de drenaje principal de la Ciudad de México”, en *Gaceta del IMTA*, núm. 4, agosto, Jiutepec, Morelos.
- Banco Interamericano de Desarrollo (2001), *Libro de consulta sobre participación*, Disponible en <http://www.iadb.org/exr/espanol/politicas/participa/indice.htm>; agosto.
- Conapo (1994), *La población de los municipios de México 1950-1990*, Ed. UNO Servicios Gráficos, México.
- Gaceta Oficial del Distrito Federal* (2003), *Programa General de Desarrollo Urbano del D. F.*, Ed. Gobierno del Distrito Federal, México, 31 de diciembre
- González Alvarado, Rocío (2008), “Rescatan con métodos tradicionales zona chinampera de Xochimilco”, diario *La Jornada*, sección “Capital”, lunes 26 de mayo, [<http://www.jornada.unam.mx/2008/05/26/>]
- IMTA (2010), “Empresa mexicana comercializa tecnología IMTA” en *Gaceta del IMTA*, núm. 41, Jiutepec, Mor., septiembre.
- INEGI (2008). *Cuadernos estadísticos de Xochimilco*, años 2002 al 2008. [www.inegi.org.mx]
- J. Edgerton, K. McClean, C. Robb, P. Shah and S. Tikare (2000), *Procesos participativos en la estrategia de lucha contra la pobreza*, Banco Mundial, abril.
- López Flor, Mireya (2009), *La pobreza de agua en las periferias urbanas. El caso de la delegación Xochimilco*, Foro Pobre, Pobreza, Empobrecimiento: para Contender con la Pobreza, 9-11 de marzo, UAM-Xochimilco. Mesa 3: Aspectos Críticos de la Pobreza.

- López Rangel, Rafael (1992), Problemas metropolitanos y desarrollo nacional, Ed. Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco, México.
- M. Ward, Peter (1991), México: Una mega-ciudad. Producción y reproducción de un medio ambiente urbano, Ed. Conaculta-Alianza Editorial, México.
- Martínez, Edith (2009), “Mancha urbana ‘devora’ a Xochimilco”, diario El Universal, sección “DF y regiones”, viernes 31 de julio, [<http://talpan.info/mancha-urbana-devora-los-recursos-ambientales-1>]
- Martínez Omaña, María Concepción (2002), La gestión privada de un servicio público. El caso del agua en el Distrito Federal, 1988-1995, Instituto Mora-Plaza y Valdés, México.
- Mazari Hiriart, Marisa y Marcos Mazari Menzer (2008), “Efectos ambientales relacionados con la extracción de agua en la megaciudad de México”, Agua Latinoamérica, volumen 8, núm. 2, en:http://www.agualatinoamerica.com/docs/pdf/0802Hiriart_Menzer.pdf
- Organización de la Naciones Unidas (2014), World Urbanization Prospects, 2014, en <http://esa.un.org/unpd/wup/Highlights/WUP2014-Highlights.pdf>
- Secretaría de Medio Ambiente (2013), Inventario de residuos sólidos de la Ciudad de México, 2013, Gobierno del Distrito Federal, México.
- Secretaría de Obras y Servicios (2001), Plan de Acciones Hidráulicas 2001-2005 Delegación Xochimilco, archivo magnético.
- Sistema de Aguas de la Ciudad de México (2012), El gran reto del agua en la Ciudad de México. Pasado, presente y perspectivas de solución para una de las ciudades más complejas del mundo, Ed. Talleres de Offset Santiago, México.
- Schteingart, Marta et al. (compiladores) (2001), “La participación popular en la provisión de los servicios urbanos, ¿estrategias de sobrevivencia o prácticas autogestionarias?”, en Servicios urbanos, gestión local y medio ambiente, El Colegio de México, 1ª reimpresión, México.
- UNESCO (2006), Xochimilco. Un proceso de gestión participativa, UNESCO-Gobierno del Distrito Federal, México.



El libro *Alternativas Viables para la provisión de servicios básicos en áreas periurbanas: lecciones desde Xochimilco, Ciudad de México*, se terminó de imprimir en los Talleres de imprenta PixColor, en Cuernavaca, Morelos. en el mes de agosto de 2015, en Cuernavaca, Morelos. La edición consta de 500 ejemplares.



SEMARNAT
SECRETARÍA DE
MEDIO AMBIENTE
Y RECURSOS NATURALES



PROGRAMA
AGUA
Y CULTURA

La afectación al ambiente y la falta de servicios básicos son dos de los problemas causados por el surgimiento de asentamientos humanos en la periferia de las urbes. Generalmente, para la dotación de servicios como agua entubada y drenaje, los gobiernos suelen presentar propuestas basadas en sistemas convencionales y centralizados; es decir, soluciones homogéneas que muchas veces no atienden a cabalidad los problemas socioambientales de estas zonas periurbanas. ¿Qué tipo de soluciones y de sistemas tecnológicos utilizar en estas zonas periurbanas? ¿Cómo asegurar la sustentabilidad de los servicios y la participación social de los pobladores?

En el presente libro presentamos un estudio de caso en Xochimilco, Ciudad de México, en el marco de un proyecto de investigación con la Unión Europea. El proyecto de investigación fue denominado como Vivace, acrónimo de Servicios viables y vitales para el manejo de recursos naturales en América Latina, y tuvo el objetivo de integrar factores sociales, ambientales y técnicos que permitieran arribar a encontrar la factibilidad de soluciones viables a necesidades vitales en las áreas periurbanas de Xochimilco, en México.

Sobre las opciones técnica, social y culturalmente viables identificadas para el caso de Xochimilco, es que se pueden extrapolar los resultados hacia áreas mayores: las soluciones encontradas podrían ser aplicables a otras áreas periurbanas de América Latina, siempre partiendo de permitir que tanto actores sociales como tomadores de decisiones puedan enfrentar el reto de lograr una planificación urbana integrada, sin poner en riesgo los recursos naturales de las generaciones futuras.

ISBN: 978-607-9368-30-2



9 786079 368302