



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**IMPLEMENTACIÓN DE ECOTECNIAS
HÍDRICAS PARA UNA VIVIENDA
URBANA EN SAN PEDRO MÁRTIR,
TLALPAN, CIUDAD DE MÉXICO**

TESIS

Que para obtener el título de

Ingeniero Civil

P R E S E N T A

Diego Antonio Contreras Rodríguez

DIRECTOR DE TESIS

M.I. Rodrigo Takashi Sepúlveda Hirose



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2024

Agradecimientos

A quien da vida a todo lo creado

A mi Amada esposa con quien comparto la vida día a día por un mundo más justo.

A mi mamá y papá, Hermelinda y Antonio por todo lo dado y por ser parte fundamental de quien soy.

A mi hermana Mariel por ser un ejemplo de constancia, alegría y ternura.

A Leduan, Esperanza, Juan y a Juan Manuel por su apoyo.

A mis abuelitos Modesta y Porfirio por revelarme la realidad del pueblo y el amor de la vida.

A Elena y a Pedro por sus enseñanzas en la lucha y defensa del agua.

Al Mtro. Rodrigo Sepúlveda, a la Dra. Ana Carrera y a la Facultad de Ingeniería de la UNAM por permitirme finalizar esta etapa de mi vida.

A la Dra. Adriana y al TUVCH por facilitar todo lo necesario.

A las maestras y maestros que me enseñaron la entrega a las causas del pueblo.

A las y los profesores de la UNAM por mostrarme la importancia profesional para la sociedad.

Gracias

ÍNDICE

Resumen	9
Introducción	10
Capítulo I. Generalidades y definiciones	12
1.1 Definición de ecotecnia	12
1.1.1 Criterios a considerar para las ecotecnias:.....	12
1.1.2 Rasgos fundamentales de la ecotecnia:.....	14
1.2 Ecotecnias para la vivienda urbana	15
1.3 La vivienda en la Ciudad de México.....	18
1.4 Vivienda con ecotecnias.....	20
1.5 El ciclo del agua, cuenca y microcuenca hidrológica	21
1.5.1 Agua: un bien necesario para la vida	21
1.5.3 Cuenca y microcuenca	26
1.6 El agua en México y la situación en la cuenca de México	32
1.6.1 Disponibilidad de agua en México	32
1.6.2 La cuenca de México.....	38
1.7 Huella hídrica (Hoeskra, Chapagain, & Mekonnen, 2021).....	43
1.8 La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible.....	46
1.9 Objetivo general, específicos e hipótesis	48
1.9.1 Objetivo general.....	48
1.9.2 Objetivos específicos.....	48
1.9.3 Hipótesis	48
Capítulo II. Ecotecnias hídricas para la vivienda urbana	49
2.1 Captación de agua de lluvia para la vivienda.....	49
2.2 Catálogo de productos ahorradores de agua.....	70
2.3 Sistema de filtración del agua de lluvia para consumo humano en la vivienda urbana	76
Capítulo III. Información de la localidad para implementar las ecotecnias hídricas en una vivienda urbana.	78
3.1 Ubicación.....	78
3.2 Población.....	79
3.2.1 Datos generales.....	79
3.2.2 Censo hídrico.....	80
3.3 Breve historia	83

3.4 Cuenca y microcuenca	84
3.5 Precipitación y temperatura.....	85
3.5.1 Precipitación	85
3.5.2 Temperatura máxima, media y mínima	89
3.6 Geología.....	90
3.7 Suelo urbano	90
CAPITULO IV. Resultados y análisis.....	91
4.1.1 Censo Hídrico	91
4.1.2 Análisis de la información del Censo Hídrico	98
4.2 Propuesta de captación de agua de lluvia con sistema de filtración para consumo humano	114
4.2.1 Determinación de la cantidad de agua de lluvia que se podría captar en la vivienda urbana	114
4.2.2 Aplicar la determinación de la cantidad de agua de lluvia que se podría captar en la vivienda urbana en San Pedro Mártir, Tlalpan, Ciudad de México.....	118
4.3 Balance hídrico de reducción del consumo de agua con la implementación de ecotecnias hídricas para la vivienda urbana	123
4.3.1 Reducción del consumo de agua en la vivienda urbana.....	123
4.3.3 Balance actualizado por la reducción del consumo de agua y captación de agua a través del SCALL	127
Capítulo V. Conclusiones.....	130
Bibliografía	130
Anexos	137
Anexo 1. Formato de censo hídrico.....	137
Anexo 2. Resultados del Censo Hídrico aplicado a 20 personas de San Pedro Mártir, Tlalpan, Ciudad de México, en el año 2019.	139
Anexo 3. Tabla de flujo de agua respecto a un litro por el tiempo en segundo.....	160
Anexo 4. Tabla del tiempo y número de descargas y ciclos por persona.	160

Lista de Tablas y Figuras

Tablas

Tabla 1. Definiciones de ecotecnias.	13
Tabla 2. Relación de las ecotecnias analizadas, organizadas por necesidad básica y tarea específica (Ortiz Moreno, Masera Cerutti, & Fuentes Gutiérrez, 2014).....	17
Tabla 3. Estimación del volumen del total de agua en la Tierra (De Marsily, 2005).....	21
Tabla 4. Valores globales de los flujos a la escala del planeta (en kilómetros cúbicos por año y en capa de agua en milímetros por año) (De Marsily, 2005).	25
Tabla 5. Flujos hídricos de los continentes a los océanos.....	26
Tabla 6. Enfoque de microcuencas (Villanueva Manzo, Microcuencas, 2008).	32
Tabla 7. Agua renovable o disponible. Comparativo de tres regiones de 2013 y 2020....	33
Tabla 8. Precipitación anual promedio en México en un periodo y dos años.....	37
Tabla 9. Precipitación anual en Aguas del Valle de México en un periodo y dos años (Comisión Nacional del Agua, 2022).	37
Tabla 10. Usos del agua en México, 2020. (Comisión Nacional del Agua, 2022).	37
Tabla 11. Volumen concesionado para usos agrupados consuntivos de la	38
Tabla 12. Objetivos sexto y onceavo de Desarrollo Sostenible de la	47
Tabla 13. Beneficios y limitaciones de la captación de agua de lluvia	52
Tabla 14. "Tipos de superficie: No apta, aceptable, ideal para cosecha de lluvia" (Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México, 2020).....	53
Tabla 15. "Dimensionamiento de canaletas"	59
Tabla 16. "Comparación de materiales y tipos de almacenamiento".....	62
Tabla 17. "Cálculo por promedio mensual de lluvias"	65
Tabla 18. "Cálculo por acumulación. Superficie de captación de 90 m ² , coeficiente de captación de 0.85" (Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México, 2020).	65
Tabla 19. "Cálculo por acumulación. Superficie de captación de 160 m ² , coeficiente de captación de 0.85" (Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México, 2020).	66
Tabla 20. "Bombas para SCALL con un tren de tratamiento de más de 2 filtros después de la bomba" (Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México, 2020).....	68
Tabla 21. "Componentes del SCALL" (Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México, 2020) en vivienda de la Ciudad de México.....	69
Tabla 22. Diferentes modelos de aireadores o perlizadores.	71
Tabla 23. Diferentes modelos de cabezales de regaderas.....	72
Tabla 24. Modelos de WC con o sin doble descarga.	73
Tabla 25. Diversos modelos de mezcladoras monomando.	75
Tabla 26. Cuatro etapas de filtración y su descripción.	77
Tabla 27. Población de Tlalpan y San Pedro Mártir de los años 2000 y 2020.	79
Tabla 28. Información concentrada del Censo Hídrico.....	82
Tabla 29. Información concentrada del Censo Hídrico en San Pedro Mártir, Tlalpan, Ciudad de México.	82
Tabla 30. Información concentrada del Censo Hídrico de la muestra del 01 al 10 del Censo Hídrico en San Pedro Mártir, Tlalpan, Ciudad de México.	83

Tabla 31. Información concentrada del Censo Hídrico de la muestra del 11 al 20 del Censo Hídrico en San Pedro Mártir, Tlalpan, Ciudad de México.	83
Tabla 32. Precipitación normal y número de días con lluvias de 1991 a 2020 (Comisión Nacional del Agua, 2020) , Tlalpan, Ciudad de México	87
Tabla 33. Precipitación promedio mensual anual de 1991 a 2020	87
Tabla 34. Precipitación promedio acumulada mensual anual de 1991 a 2020	88
Tabla 35. Temperaturas máxima, media y mínima de 1991 a 2020 (Comisión Nacional del Agua, 2020), Tlalpan, Ciudad de México	89
Tabla 36. Rango de edades del Censo Hídrico.	91
Tabla 37. Sexo de las y los participantes del Censo Hídrico.	92
Tabla 38. Viviendas con el número de habitantes.	93
Tabla 39. ¿Cuenta con carro?	94
Tabla 40. Diversas áreas de las viviendas.	95
Tabla 41. Área disponible en la azotea respecto al número de viviendas.	96
Tabla 42. Área disponible en la planta baja respecto al número de viviendas.	97
Tabla 43. Número de baños en relación con las viviendas urbanas.	97
Tabla 44. Consumo de agua por persona de cada vivienda en litros al día.	99
Tabla 45. Rango del consumo de litros al día en las viviendas.	100
Tabla 46. Consumo de agua por persona de cada vivienda	101
Tabla 47. Rango del consumo de litros al día en las	101
Tabla 48. Consumo de agua por persona de cada vivienda en litros al día de las mujeres.	102
Tabla 49. Rango del consumo de litros al día en las viviendas de mujeres.	102
Tabla 50. Información concentrada del Censo Hídrico con ajuste a 7 aspectos en San Pedro Mártir, Tlalpan, Ciudad de México. Elaboración propia.....	103
Tabla 51. Consumo promedio de agua por rubro.	104
Tabla 52. Consumo por rubro de agua, ordenado de mayor a menor con porcentajes. Elaboración propia.	105
Tabla 53. Distribución de consumo de agua de 4 fuentes distintas (Blanco, Lara de Williams, Velezmoro, & Aguilar, 2013).....	106
Tabla 54. Comparativa de los porcentajes del consumo de agua.	107
Tabla 55. Distribución de consumo de agua con la propuesta de este trabajo	109
Tabla 56. Consumo de agua en litros por día por persona en varios países. (Blanco, Lara de Williams, Velezmoro, & Aguilar, 2013).....	110
Tabla 57. Gasto y consumo de los dispositivos de agua.....	111
Tabla 58. Porcentaje con lo que disponen las viviendas.....	111
Tabla 59. Gasto en litros por minuto en lavado de manos en el número de viviendas. .	112
Tabla 60. Gasto en litros por minuto en la regadera en el número de viviendas.....	112
Tabla 61. Litros por descarga del retrete.	112
Tabla 62. Gasto en litros por minuto en lavado de trastes en el número de viviendas. .	113
Tabla 63. Litros de agua por ciclo de la lavadora.	113
Tabla 64. Gasto en litros por minuto en la llave para el riego del jardín y plantas en el número de viviendas.	113
Tabla 65. Datos a utilizar para calcular el aprovechamiento de lluvia.	118

Tabla 66. Perfiles: tradicional versus ahorrador, respecto a los gastos y litros necesarios para el retrete y la lavadora.	124
Tabla 67. Calcular el ahorro total de litros al día	124
Tabla 68. Cálculo del ahorro con los datos promedios del	125
Tabla 69. Cálculo con los datos promedios del	126
Tabla 70. Resultados promedios de los tiempos y número	126

Figuras

Figura 1. Transición tecnológica propuesta por Moser (1996). Fuente: modificado de Moser (1996) (Ortiz Moreno, Masera Cerutti, & Fuentes Gutiérrez, 2014).....	15
Figura 2. Ejemplos de ecotecnias para la satisfacción de cuatro necesidades básicas (Ortiz Moreno, Masera Cerutti, & Fuentes Gutiérrez, 2014).	16
Figura 3. Ciclo hidrológico (Moctezuma Barragán, 2023).....	23
Figura 4. Características de la cuenca hidrológica	28
Figura 5. Cuencas hidrológicas de México (SEMARNAT, 2010).....	29
Figura 6. Balance de agua en México (Comisión Nacional del Agua, 2022).	33
Figura 7. Water gap o brecha del agua	34
Figura 8. Total de la brecha del agua de	35
Figura 9. Total de la brecha del agua de México	35
Figura 10. Brecha del agua en la Ciudad de México	36
Figura 11. Brecha del agua en la Ciudad de México	36
Figura 12. Gráfica de la precipitación promedio anual de 2000 a 2020	37
Figura 13. Lagos y drenajes de la Ciudad de México (Moctezuma Barragán, 2023).	39
Figura 14. Evolución de los lagos de la Cuenca de México	40
Figura 15. "Área urbana de la Ciudad de México en 1524 y 1900 y principales regiones geomorfológicas de la Cuenca de México" (Gutiérrez de MacGregor & González Sánchez, 2010).	41
Figura 16. "Área urbana de la Ciudad de México en 2000 y principales regiones geomorfológicas de la Cuenca de México"	42
Figura 17. "Esquema de los elementos de la huella hídrica" (Hoeskra, Chapagain, & Mekonnen, 2021).	44
Figura 18. Los 17 objetivos de la Agenda 2023 para el Desarrollo Sostenible. (Organización de las Naciones Unidas, 2015).....	46
Figura 19. "¿Qué es la Cosecha?"	51
Figura 20. "Disparos con hilada de tabiques"	54
Figura 21. "Canaleta" (Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México, 2020)...	54
Figura 22. "Componentes de un SCALL"	57
Figura 23. "Huella de techo"	58
Figura 24. "Desvío a drenaje previo al separador de primeras lluvias"	60
Figura 25. "Desvío a drenaje integrado al separador de primeras lluvias"	60
Figura 26. "Desviación tipo vortex"	61
Figura 27. "La primera imagen de izquierda a derecha es separación en tanque y la segunda separación en tubo"	61

Figura 28. "Filtros de hoja"	62
Figura 29. "Tinaco con rebosadero a suelo infiltrante"	63
Figura 30. "Cisterna con rebosadero a drenaje"	64
Figura 31. "Reductor de turbulencia"	67
Figura 32. "Succión flotante"	67
Figura 33. "Infografía" (Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México, 2020) de SCALL en vivienda de la Ciudad de México.	70
Figura 34. "Reductor de flujo para regadera RFR-01" (Plomería Universal , 2024).	72
Figura 35. Botones de descarga del WC (Home Depot, 2024).	74
Figura 36. Interior del tanque con el dispositivo para la doble descarga del inodoro (Home Depot, 2022).	74
Figura 37. Contenedor de basura, marca Rubbermaid, color azul con tapa de 121 litros (Home Depot, 2024).	76
Figura 38. Sistema de filtración 20" BB (H2OZONI, 2023).	76
Figura 39. Delimitación del pueblo de San Pedro Mártir, Tlalpan, Ciudad de México, 2022 (Google Maps, 2024).	78
Figura 40. Grado de marginación de San Pedro Mártir Tlalpan, año 2000. (SIDESO, 2003).	80
Figura 41. "Ubicación de la barranca "San Buenaventura" con respecto a la microcuenca San Buenaventura" (Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial, 2010).	85
Figura 42. Ubicación de Normales Climatológicas en la Alcaldía Tlalpan. Elaboración propia en Google Earth.	86
Figura 43. Precipitación promedio mensual anual de 1991 a 2020.	88
Figura 44. Precipitación promedio acumulada mensual anual de 1991 a 2020	89
Figura 45. Temperaturas máxima, media y mínima de 1991 a 2020 (Comisión Nacional del Agua, 2020), Tlalpan, Ciudad de México	89
Figura 46. Plano de divulgación del Programa Delegacional de Desarrollo Urbano de Tlalpan (Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2010).	90
Figura 47. Porcentaje por rango de edades del Censo Hídrico.	91
Figura 48. Porcentaje del sexo de las y los participantes del Censo Hídrico.	92
Figura 49. Ubicación de cada vivienda del Censo Hídrico.	93
Figura 50. Viviendas con el número de habitantes.	94
Figura 51. Porcentaje de las personas con o sin carro.	94
Figura 52. Cantidad de terrenos por vivienda respecto a su área.	96
Figura 53. Porcentaje de viviendas respecto al número de baños.	98
Figura 54. Consumo de agua por persona de cada vivienda en litros al día.	99
Figura 55. Porcentaje del rango del consumo de litros al día en las viviendas.	100
Figura 56. Rango del consumo de litros al día en las viviendas de hombres.	101
Figura 57. Rango del consumo de litros al día en las viviendas de mujeres.	103
Figura 58. Porcentajes de consumos de agua en litros al día por persona del Censo Hídrico. Elaboración propia.	104
Figura 59. Porcentajes de consumo de agua de los diferentes rubros.	107
Figura 60. Herramienta de Isla Urbana para determinar la cantidad de agua de.	115
Figura 61. Resultados de la calculadora para el aprovechamiento de lluvia.	116
Figura 62. Selección de la localización y llenado de información.	116

Figura 63. Resultados con la información proporcionada.....	117
Figura 64. Resultados con los datos de la Tabla 64.....	119
Figura 65. Escenario 1 de la calculadora para el aprovechamiento de lluvia.....	121
Figura 66. Escenario 2 de la calculadora para el aprovechamiento de lluvia.....	122
Figura 67. Cálculo del aprovechamiento del agua de lluvia con valores promedios del Censo Hídrico con la incorporación de los productos ahorradores.	128
Figura 68. Consumo de agua en litros con perfil tradicional en litros.	129
Figura 69. Cantidad de agua en litros de ahorro y captación por ecotecnias hídricas. ...	129
Figura 70. Consumo de agua en litros con perfil ahorrador.....	129

Resumen

Este trabajo de tesis realiza el cálculo del balance hídrico de consumo de agua promedio, en litros por habitante al día en una vivienda urbana, considerando el consumo promedio de agua y la implementación de ecotecnias hídricas, las cuales se instalan en la vivienda.

Para determinar el consumo promedio de agua se elaboró un instrumento llamado Censo Hídrico, el cual permitió obtener la cantidad de agua en litros por habitante al día. Dicho instrumento se aplicó directamente en la localidad del pueblo de San Pedro Mártir, con lo cual se obtuvo un valor por el trabajo de campo del consumo mencionado.

El otro aspecto relevante fue dar ciertos rasgos de las ecotecnias y una comparativa conceptual, para establecer qué productos o conjunto de productos se consideran ecotecnias hídricas. Se catalogó, como tales, aquellos que permiten reducir el consumo de agua en la vivienda, asimismo un conjunto de productos que forman el Sistema de Captación de Agua de Lluvia, conocido de manera abreviada como SCALL.

Se determinó el ahorro de agua a través de una tabla, que calcula el perfil de ahorro de consumo de agua por implementar las ecotecnias hídricas en la vivienda urbana y se comparó con el consumo tradicional.

Como conclusión se obtuvo que al implementar ecotecnias hídricas en la vivienda urbana se logra reducir el consumo y la dependencia de fuentes de abastecimiento a través de la red hidráulica.

Introducción

Esta tesis abordó la implementación de ecotecnias hídricas para la vivienda urbana en una localidad concreta de la Ciudad de México, en el pueblo de San Pedro Mártir, alcaldía Tlalpan con la información de sus habitantes del consumo de agua en varios rubros dentro de su vivienda y obteniendo una cantidad al día.

En este trabajo se establecieron cinco capítulos. El primero consistió en la parte teórica e informativa de la situación del agua, se revisarán varias definiciones de ecotecnias y se sugirieron sus rasgos fundamentales para este trabajo, resaltando que sólo es para la vivienda urbana, porque en una vivienda rural se tendrían otras consideraciones y posibilidades. Además, de manera muy breve se mostrará el horizonte de las ecotecnias que cubren necesidades fundamentales para el desarrollo de la vida del ser humano. Este apartado finaliza con la relevancia de la huella hídrica y el horizonte deseado respecto al agua y a las ciudades desde la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible impulsada desde la Asamblea General de las Naciones Unidas (ONU).

El segundo capítulo abordó cuestiones más prácticas para lograr el objetivo general de esta tesis. Se determinó cuáles son las ecotecnias hídricas que se han generalizado para la vivienda urbana. Se sugirió un catálogo hasta el año 2023 de productos que nos permiten reducir el consumo del agua. Posteriormente, se proporcionó información general ya establecida sobre el consumo, la reducción y la captación de litros de agua por persona en una vivienda. Se propuso establecer el área mínima para implementar un sistema de captación de agua de lluvia. Finalmente, se sugirió la instalación de un sistema de filtración comercial para potabilizar el agua de lluvia con la finalidad que se utilice para el consumo humano.

El tercer capítulo consistió en otorgar información general de la localidad, en la cual se diseñó un formato y se aplicó el Censo Hídrico a una muestra de la población. Esta localidad es el pueblo originario de San Pedro Mártir Tlalpan, ubicado al sur de la Ciudad de México en la alcaldía de Tlalpan. Se brindó información sobre su población, historia, cuestiones de su ubicación en la microcuenca, precipitación y temperatura, geología y uso de suelo, por mencionar los datos más importantes para el análisis.

El capítulo cuarto se mostró la veracidad del análisis y los resultados de la información obtenida en el Censo Hídrico con lo cual se logró conocer las tendencias de los usos del agua en la vivienda urbana en los rubros deseados, además de poder saber el tipo de productos (como las llaves, muebles, entre otros productos) que se utilizan principalmente en los baños y cocinas. La información anterior permitió determinar y realizar una

aplicación de la captación de agua de lluvia, proponer un perfil ahorrador con productos que reducen el consumo del agua y obtener un balance hídrico.

El último capítulo fueron las conclusiones. Respecto a las ecotecnias en la vivienda urbana, se obtuvo la reducción del consumo de agua de la red de abastecimiento urbana.

Debido a la problemática de la crisis socioambiental ocasionada por la falta de agua en las poblaciones urbanas, principalmente en las grandes ciudades, se elaboró una propuesta que permitió dar una solución sustentable desde las posibilidades de cada persona en su vivienda. Además, atiende a la invitación a nivel mundial de los objetivos 6 y 11 de Desarrollo Sustentable de la Agenda 2030.

La disponibilidad del agua se ve cada vez más limitada, y ante esa situación el objetivo que este trabajo desarrolló consiste en una alternativa que promueve la implementación de ecotecnias hídricas desde la vivienda urbana. Para lo anterior se elaboró una propuesta de definición de ecotecnia considerando que es un concepto dinámico y va teniendo cada vez más relevancia, así como su normalización en las consideraciones de la vida y vivienda urbana. Se consideró que las ecotecnias hídricas reducen el consumo de agua y son viables para su implementación.

Se concentró la información del resultado del Censo Hídrico por persona. Este instrumento consistió en obtener información directamente de la persona en su vivienda, determinando el gasto o volumen del agua consumida en los siguientes rubros: lavado de manos, regadera, retrete, lavado de trastes, lavado de ropa (con lavadora y/o con cubetas), jardín y plantas (con llave para el riego y/o recipientes) y, por último, lavado del carro (llave y/o con recipientes). Además, se consideró necesaria información sobre la persona como: sexo, edad, ubicación, número de habitantes de la vivienda, si cuenta con carro; y los datos de la vivienda de cuántos niveles tiene, las áreas del terreno, azotea y metros cuadrados libres en la planta baja, cuántos baños tiene y si cuentan con cisterna. Se analizaron los resultados del Censo Hídrico para obtener datos promedio de consumo de agua en litros por persona al día. Posteriormente, con lo anterior, se pudieron realizar las propuestas del sistema de captación de agua de lluvia considerando el área de captación de la vivienda y la instalación de productos ahorradores para obtener el perfil ahorrador. Para finalizar, se obtuvo la propuesta del balance hídrico de la vivienda para conocer la cantidad de agua que se logró reducir del consumo de la red de abastecimiento urbana.

Capítulo I. Generalidades y definiciones

1.1 Definición de ecotecnia

Se partirá de sus etimologías. La primera, el prefijo “eco-” del griego que es oikos y puede significar: hogar, casa o morada (de morar) u otro sentido respecto al ámbito vital. También da raíz y sentido a la palabra ecología que el investigador Ernst Haeckel la definió como: “el estudio de la interdependencia y la interacción entre los organismos vivos -animales y plantas- y su ambiente -seres inorgánicos” (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2021). La segunda parte de nuestro neologismo es el término *-tecnia*, y para esta tesis lo tomaremos terminológicamente semejante a *-tecnología* o *-técnica*, por lo tanto: ecotecnia, ecotecnología o ecotécnica serán sinónimos en este trabajo, en diversos trabajos los más usados son los dos primeros mencionados anteriormente. La segunda etimología griega es *téchne-* que significa arte, y en el contexto griego no sólo eran las cuestiones estéticas, sino también el procedimiento, las habilidades y destrezas para realizar algo. Con ambas etimologías griegas se puede proponer una definición simple sobre la ecotecnia que se enuncia de la siguiente manera: la ecotecnia es un procedimiento que requiere habilidades y destrezas acerca del ámbito de la vida donde se habita.

1.1.1 Criterios a considerar para las ecotecnias:

- La técnica deber ser “la portadora de la solución de los problemas existentes (...); el suelo, el agua, la vegetación, etcétera, deben verse desde la perspectiva de la técnica, elemento central de la estructura del proyecto, donde éste último representa la medida de la solución a los problemas que caracterizan a dichos espacios geográficos” (Villanueva Manzo, Microcuencas, 2008).
- La ecotecnia tiene que ser práctica y no se reduce sólo a la técnica por la técnica, Jesús Villanueva Manzo retoma los criterios de John Hoffman sobre la práctica (praxis) respecto a la técnica, algunos de ellos:
 - “- La práctica impulsa la transformación de la realidad.
 - La práctica exige compromiso para el cambio.
 - La práctica busca la síntesis y la integración en el conocimiento de la realidad” (Villanueva Manzo, Microcuencas, 2008).
- La tecnología (Dussel & Karl, 1984) como un instrumento de trabajo es la mediación para lograr algo, es un medio para el ser humano y la vida de todo lo que habite en el planeta.

Para consulta se agregan otras definiciones, en la Tabla 1 se ven los detalles de las diversas propuestas al conceptualizar a la ecotecnia.

Tabla 1. Definiciones de ecotecnias.

Autoría	Definiciones
<p>Jorge Adrián Ortiz Moreno, Omar Raúl Masera Cerutti y Alfredo Fernando Fuentes Gutiérrez</p>	<p>“(…) las ecotecnias como las aplicaciones prácticas de la ecotecnología, es decir, los artefactos, dispositivos y en general los productos ecotecnológicos tangibles.” (Ortiz Moreno, Masera Cerutti, & Fuentes Gutiérrez, 2014)(p.16)</p> <p>Este autor distingue la ecotecnología de la ecotecnia, la primera es más general y la segunda más concreta.</p> <p>“Dispositivos, métodos y procesos que propician una relación armónica con el ambiente y buscan brindar beneficios sociales y económicos tangibles a sus usuarios, con referencia a un contexto socio-ecológico específico” (Ortiz Moreno, Masera Cerutti, & Fuentes Gutiérrez, 2014).</p>
<p>Noelle Romero Litvin</p>	<p>Esta definición se resalta desde la vivienda en las ciudades.</p> <p>“(…) compendio de alternativas tecnológicas amigables con el medio ambiente aplicables al escenario de las viviendas en grandes ciudades. Dichas tecnologías son en su mayoría de fácil implementación en una vivienda, de bajo costo y mantenimiento sencillo. Algunas de estas ecotecnias pueden incluso manufacturarse a nivel doméstico. Este nuevo modelo de vivienda sustentable es la alternativa a los desafíos ambientales que vivimos hoy en día. Un nuevo paradigma de vivienda también ofrece una notable mejora en la calidad de vida en sus residentes” (Romero Litvin, 2007)</p>
<p>Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas</p>	<p>“Son instrumentos desarrollados para aprovechar eficientemente los recursos naturales y materiales, permitiendo la elaboración de productos y servicios, así como el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y materiales diversos para la vida diaria. (...) las tecnologías que garanticen una operación limpia, económica y ecológica en la generación de bienes y servicios y necesarios para el desarrollo de su vida” (Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas, 2016).</p>
<p>Centros Sociales Prometeo</p>	<p>“Todo aquel emprendimiento técnico que tenga como objetivo reducir, reciclar y reutilizar sin crear dependencia tecnológica o económica; que sea fácil de apropiar, que fomente la emancipación, que sea de baja o muy baja tecnología, que esté dirigido a los estratos sociales más vulnerables, que ahorre recursos de cualquier índole, incluyendo los económicos; es una ecotecnia” (Centro de Estudios Sociales Prometeo, AC, 2016).</p>
<p>Agua.org.mx</p>	<p>“Las tecnologías alternativas o ecotecnias, son innovaciones tecnológicas diseñadas para preservar y restablecer el equilibrio entre el medio ambiente y la actividad humana.</p> <p>Buscan garantizar el cuidado y preservación del medio ambiente mediante el diseño, creación e implementación de dispositivos, que se enfocan en solucionar problemas ambientales que necesariamente deben ser atendidos.</p> <p>Estas tecnologías alternativas aprovechan eficientemente los recursos naturales, utilizan materiales de bajo impacto ambiental en su elaboración y garantizan el uso de una fuente limpia, económica y ecológica para poder relacionarnos con el medio ambiente.</p> <p>Estas innovaciones buscan mejorar el manejo, aprovechamiento y sustentabilidad de los recursos naturales, además plantear nuevas soluciones sustentables a partir de plataformas tecnológicas” (Agua.org.mx).</p>

Para finalizar, de manera sintética, se resaltan los rasgos fundamentales de la definición de ecotecnia.

1.1.2 Rasgos fundamentales de la ecotecnia:

- Es una alternativa, innovación o creación tecnológica o técnica diseñada para el desarrollo de la vida entre el ser humano y el ambiente.
- Satisface necesidades básicas de la vida humana.
- Las soluciones buscan cuidar el ambiente aprovechando eficientemente y sosteniblemente los recursos y materiales de forma eficiente y sostenible para reducir la huella ecológica.
- Implica un cambio en el estilo de la vida cotidiana, porque se requerirá dedicar un tiempo adicional o cambios de horarios para el uso de los mismos.
- Son productos, artefactos, dispositivos y/o instrumentos que utilizan materiales de larga duración o de bajo impacto ambiental y su uso no genera contaminación.
- Tienen que tener cierta facilidad para su implementación, uso y apropiación en la vida diaria sin generar una dependencia total de técnicos o especialistas y propiciar su uso generalizado en la población.
- Su mantenimiento debe ser de bajo costo y de una mayor durabilidad para beneficiar principalmente a personas empobrecidas o vulnerables.

Esta definición seguirá abierta como señala Ernesto Laclau respecto a que hay conceptos que se quedan a la mitad del camino entre “lo descriptivo y lo normativo” (Laclau, 2013) y se usan sólo de manera generalizada o invocativa, resaltando rasgos relevantes o con enumeraciones de sus características. Será importante continuar la exploración de este campo tanto teórico como práctico, para profundizar y generalizar las ecotecnias a corto, mediano y largo plazo con la importancia de saber qué es, para qué, cómo, desde dónde, con quiénes, etc. y lograr la mitigación del impacto ambiental causado por el ser humano o reducir la huella ecológica. Lo ambiental se preserva de otra manera, se reciclan o reducen los desechos, se evita o se consume menos agua o energía y se utilizan “racionalmente los recursos naturales no renovables” (Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas, 2016). Por lo anterior, la importancia que se expresa en la Figura 1 de la relación del Impacto Ecológico respecto al tiempo con la implementación y la transición hacia la ecotecnología.

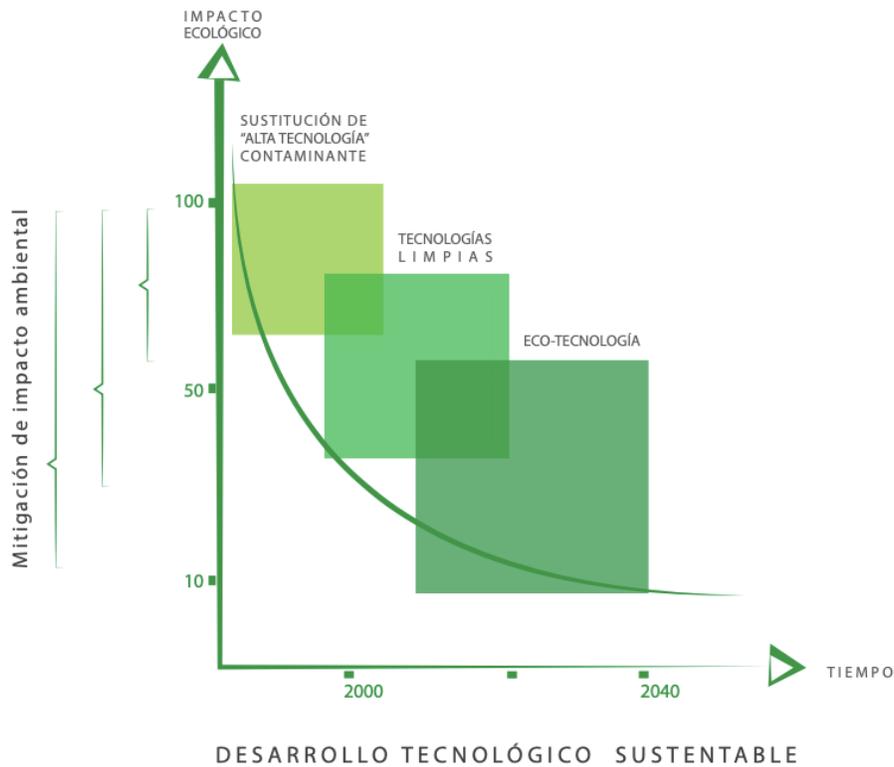


Figura 1. Transición tecnológica propuesta por Moser (1996). Fuente: modificado de Moser (1996) (Ortiz Moreno, Masera Cerutti, & Fuentes Gutiérrez, 2014).

1.2 Ecotecnias para la vivienda urbana

Las ecotecnias, como se vio en el punto anterior, buscan satisfacer necesidades básicas. Los autores del libro “La ecotecnología en México” elaboraron la Figura 2, en el cual ellos resaltan que hay ecotecnias que pueden atender más de una necesidad.

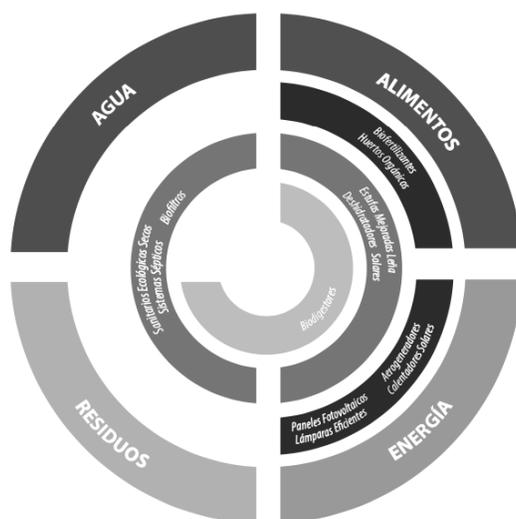


Figura 2. Ejemplos de ecotecnias para la satisfacción de cuatro necesidades básicas (Ortiz Moreno, Masera Cerutti, & Fuentes Gutiérrez, 2014).

También los autores, como se ve en la Tabla 2, integran la necesidad de vivienda y mencionan las tareas específicas y la ecotecnia sugerida.

Tabla 2. Relación de las ecotecnias analizadas, organizadas por necesidad básica y tarea específica (Ortiz Moreno, Masera Cerutti, & Fuentes Gutiérrez, 2014).

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

Al revisar la Tabla 2, se podría distinguir a los diversos contextos de vivienda cuáles se podrían implementar, algunas sólo serán en lo rural o semirural, o quizás, pero a largo plazo en las zonas urbanas, un caso podrían ser los sanitarios ecológicos secos o baños secos. Son 22 ecotecnias sugeridas y que se han desarrollado en México, la gran mayoría es en las zonas rurales. El desafío es determinar las que se pueden instalar en las viviendas y en las zonas urbanas.

1.3 La vivienda en la Ciudad de México

La información sobre la vivienda en México se puede obtener del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). La vivienda es un espacio donde habitan las personas y se conforma por paredes y techo de diversos materiales y estilos. El sentido de habitar se refiere a cómo desarrollan su vida satisfaciendo necesidades básicas como comer, dormir, orinar, defecar, recrearse, descansar, resguardarse del ambiente, etc. El censo del año 2020 considera que en todo el país hay 35, 219, 141 viviendas particulares (INEGI, 2020). Algunos servicios básicos a nivel general se considera que el 99% cuenta con energía eléctrica, el 96% drenaje conectado a la red pública y 78% de instalaciones hidrosanitarias al interior de la vivienda. El 83% de las viviendas tiene de 1 a 10 focos y el resto, el 23% de 11 a más de 21 focos. Otro dato a considerar es la antigüedad de las viviendas en el país, el 23% tiene menos de 10 años, 10 a 30 años el 50% y de 31 años a más el 25%.

Ahora, se presenta la información respecto a la Ciudad de México (INEGI, 2020), la cual cuenta con 2,756,319 de viviendas particulares y ocupa el segundo lugar con más viviendas a nivel nacional. Algunos servicios básicos a nivel general se considera que el 99.8% cuenta con energía eléctrica, el 94.2% drenaje conectado a la red pública y 90.5% de instalaciones hidrosanitarias al interior de la vivienda. El 77.6% de las viviendas tiene de 1 a 10 focos y el resto, el 22.1% de 11 a más de 21 focos, falta información de 0.3%.

Para la implementación de las ecotecnias en la vivienda podrá ser un tema adicional de investigación en la Ciudad de México, así como otros que menciona el investigador Emilio Pradilla Cobos:

“Muchos temas cruciales para el conocimiento del funcionamiento de la ciudad y de la calidad de vida de sus habitantes, como el resto de los sectores económicos y su implantación territorial (agropecuario periurbano, abasto, comercio, servicios especializados, turismo, etcétera), la infraestructura (vialidad, drenaje, energía eléctrica, comunicaciones) y los servicios sociales como la educación o la recreación, no han sido estudiados por la investigación científica u operacional, o han sido abordados pragmáticamente por las instituciones gubernamentales en función de sus necesidades prácticas particulares” (Pradilla Cobos, 2004).

La Ciudad de México y la Zona Metropolitana se va conformando como una gran megalópolis. Miguel Concha, O.P en un artículo “Urbanización y violaciones a los derechos humanos” (Concha, 2014) retoma al teórico crítico del urbanismo a Mike Davis y resalta

unas ideas sobre este proceso. La megalópolis de la Ciudad de México se extenderá hasta Pachuca, Cuautla, Cuernavaca, Puebla, Toluca y hasta Querétaro, quizás alcanzando una población de 50 millones de personas, lo que representaría el 40% de la población nacional. Esta dinámica de desarrollo urbano agudizará el interés de las ganancias por la urbanización ante las poblaciones que requerirán satisfacer sus necesidades básicas, quienes muchas de ellas viven precariamente, y a pesar que la Ciudad de México es una ciudad cosmopolita, el autor resalta, que habrá zonas hiperdegradadas y otras destinadas a los grupos más privilegiados, por lo anterior “no es ajeno a nadie que hoy en la ciudad, una de las más grandes del mundo, las violaciones a los derechos son el pan de cada día” (Concha, 2014).

Se considera que la vivienda es una parte del todo de la ciudad y de la Cuenca del Valle de México.

La implementación de las ecotecnias a nivel vivienda o predio será necesario para generalizar y normalizar este equipamiento. El autor del libro de Microcuencas resalta que el trabajo en las microcuencas tiene que ser a través de diversas estrategias de planeación para el uso del suelo y del agua, una de ellas es a nivel previo, o desde los términos de esta tesis, a nivel vivienda. Las ventajas que menciona son:

- “1. Trabajo directo con el productor dueño del predio.
2. Interés individual del productor.
3. Lugar factible para áreas demostrativas y validación tecnológica.
4. Unificación de la familia en la producción” (Villanueva Manzo, Microcuencas, 2008).

Como se ve, su enfoque es hacia el productor en las localidades rurales. En el caso de esta tesis es para la persona que habita en la vivienda y, para lo anterior, se puede omitir la palabra productor. Porque es diferente la vivienda rural a la urbana, la primera mantiene cierto arraigo a las técnicas culturales tanto en el uso de materiales de la localidad como el trabajo mutuo de la comunidad; la vivienda urbana por el contrario consume materiales estandarizados y que pueden ser traídos de cientos o miles de kilómetros. Además, el consumo energético es muy alto.

La ecotecnia para la vivienda urbana tendrá que ser demostrativa, de ahí la importancia de generar un modelo de vivienda, para mostrar que es factible su implementación en más viviendas. Su ubicación ayudará a monitorear el manejo de la ecotecnia, la cual buscará que su uso se empiece a generalizar en la zona y que se pueda ir mejorando a lo largo de los años tanto en su uso, mantenimiento y mejora como un proceso de innovación tecnológica.

1.4 Vivienda con ecotecnias

Al adecuar e implementar las ecotecnias en la vivienda cobra un nuevo sentido el hecho de habitar y más si es en el contexto urbano, porque desde una concepción más integral de la relación del ser humano y la naturaleza, el mismo entorno urbano también conforma esa naturaleza, sólo que afectando los ciclos de vida en algunas zonas más críticas que en otros, podemos revisar el concepto de deuda ecológica o en inglés *earth overshoot*. Las ecotecnias en la vivienda para que se implementen requerirán conciencia, recursos y lo normativo para que se siga incentivando.

La autora Noelle Romero Litvin en su Manual Básico de Ecotecnias. Un acercamiento a las Ecotecnias y Buenos Hábitos, de la lista se retoman algunos:

“Respetar las relaciones entre el espíritu y la materia. Considera todos los aspectos de un asentamiento humano, incluyendo la comunidad, la vivienda, la industria y el comercio, en términos de conexiones existentes y cambiantes entre la conciencia espiritual y material.

Elimina el concepto de residuo o desperdicio. Evalúa y optimiza el ciclo de vida completo de los productos y procesos que utilices, para aproximarte al estado de los sistemas naturales en los que nada se desperdicia.

Confía en los flujos naturales de energía. Los diseños humanos deberían obtener su fuerza creativa de la permanente energía del sol, igual que hacen todos los seres vivos. Incorpora esta energía en tus diseños eficientemente y de una manera segura para que se haga de ella un uso responsable.

Busca mejorar constantemente compartiendo tus conocimientos. Fomenta una comunicación abierta y directa entre tus colegas, jefes, constructores y clientes, con el fin de vincular las consideraciones de sostenibilidad a largo plazo con la responsabilidad ética, y restablecer la relación integral entre los procesos naturales y la actividad humana” (Romero Litvin, 2007).

1.5 El ciclo del agua, cuenca y microcuenca hidrológica

“El agua como elemento unificador”

Jesús Villanueva Manzo

1.5.1 Agua: un bien necesario para la vida

La Real Academia de la Lengua establece como primera definición del agua la siguiente:

“1. f. Líquido transparente, incoloro, inodoro e insípido en estado puro cuyas moléculas están formadas por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno, y que constituye el componente más abundante de la superficie terrestre y el mayoritario de todos los organismos vivos. (Fórm. H₂O)” (Real Academia Española, 2023).

En la Tabla 3 se aprecia la cantidad de agua en kilómetros cúbicos, su porcentaje y el tiempo de residencia.

Tabla 3. Estimación del volumen del total de agua en la Tierra (De Marsily, 2005).

	Existencia (km ³)	% del total	Tiempo de residencia
Océanos	1 350 000 000	97.410	2 500 años
Glaciares	27 500 000	1.984	De 1 600 a 9 700 años
Aguas subterráneas	8 200 000	0.592	1 400 años
Mares interiores	105 000	0.00758	Se desconoce
Lagos de agua dulce	100 000	0.00722	17 años
Humedad de los suelos	70 000	0.00505	1 año
Humedad del aire	13 000	0.00094	8 días
Ríos	1 700	0.00012	16 días
Agua de las células vivas	1 100	0.00008	Algunas horas
Total	1 385 990 800	100	

De ese volumen total sólo el 1% es agua disponible para el ser humano y los distribuye para su uso del sector agropecuario el 69%, el sector industrial el 19% y el sector municipal el 12% (Agua.org.mx, s.f.).

El otro dato de la presencia del agua en los organismos vivos como en el ser humano representa de su peso total el 75% en su etapa de niñez al 55% en su edad adulta y es

parte de casi todos los procesos fisiológicos al interior y exterior de la célula. De la cantidad total del agua en el cuerpo dos terceras partes está contenida en las células (Salas-Salvadó, y otros, 2021).

Por lo anterior se resalta la relevancia del agua, Ghislain de Marsily en el prólogo de su libro El agua menciona:

“De todos los recursos presentes en nuestro planeta -indispensables para la vida y para el desarrollo de nuestras sociedades-, el agua es, sin duda, el más abundante y, si llega a faltar o a degradarse, aquel cuya penuria es más cruelmente resentida” (De Marsily, 2005).

Otro enfoque, desde la sostenibilidad, el doctor Luis Zambrano González del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México publicó en el 2019 su libro Planeta (in)sostenible la idea que el agua (Zambrano, 2019) es un vértice fundamental para la vida en el planeta, los otros dos son la energía y la producción de alimento (que a su vez requiere de agua).

La hidrósfera es la capa de agua que envuelve a la Tierra y en donde se desarrolla el ciclo hidrológico, de ahí el nombre de planeta azul de los demás planetas que rodean a la estrella del Sol.

Previo a pasar al punto del ciclo hidrológico resaltamos otros datos del agua en nuestro planeta como los describe el autor del libro El agua (De Marsily, 2005).

En el origen del sistema solar los elementos como los sílico-aluminatos metálicos eran los más pesados y se condensaron, lo que permitió formar los planetas más cercanos al Sol y clasificados como telúricos: Mercurio, Venus, Tierra y Marte. Los otros elementos más ligeros y en gas formaron los demás planetas. Pasando ciento de millones de años de la formación del Sistema Solar en el planeta Tierra el agua estaba en su gran mayoría en forma de vapor y el proceso que se gestó permitió que se condensará y pasara al estado líquido. Ghislain hace un comparativo de ese pasado de la Tierra donde se presentaban lluvias, la precipitación podía ser de 100 a 1,000 metros de agua, en nuestro presente en el siglo XX es de 20 metros. El planeta seguía en fusión y la relativa cercanía con el Sol, provocaban la evaporación del agua.

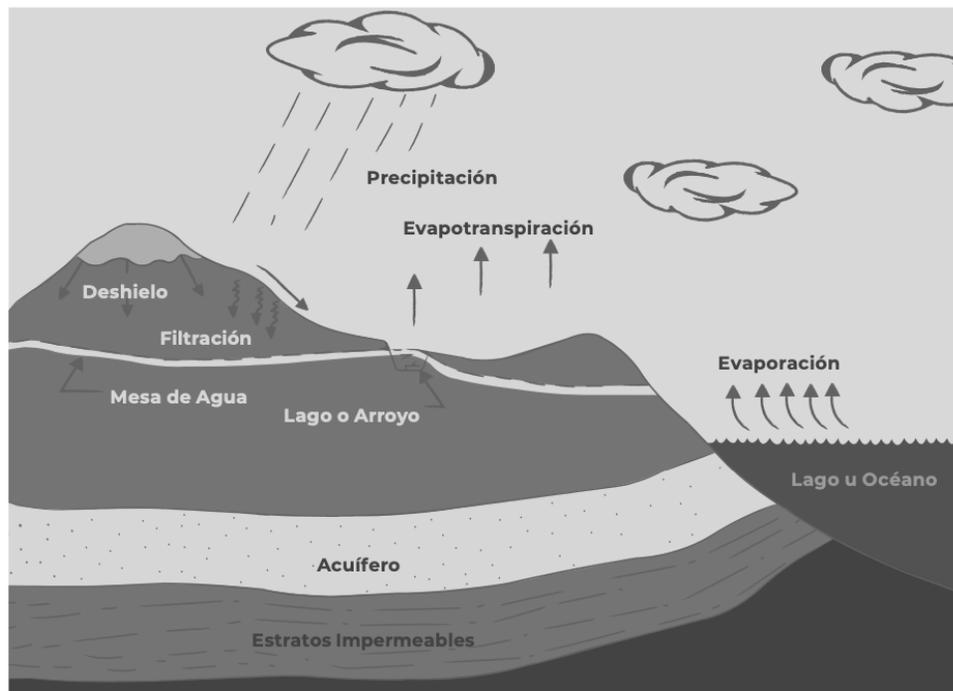
El proceso de enfriamiento fue paulatino, comenzaron a surgir los océanos y los continentes. La superficie sólida era mínima, porque casi todo el planeta estaba cubierto de agua. Pasarían 3 mil millones de años, misma que se ha mantenido 1 mil millones de años, para que se estableciera la conformación entre océanos y los continentes, posteriormente se daría el fenómeno de la Pangea hasta llegar a la conformación de los continentes que conocemos actualmente. Además, la presencia del agua permite que la

temperatura sea estable; por ejemplo, en la Luna ante la falta de agua el cambio de la temperatura entre la presencia de la luz solar y su ausencia varía en 250 grados centígrados. En la Tierra se generó el efecto invernadero por los gases que contiene y permite que mantenga un rango de temperatura no tan extremo para la vida en el planeta. También las corrientes en los océanos permiten la transferencia de calor y mantienen un ciclo de calentamiento y enfriamiento.

El agua posee diversas propiedades, se mencionan algunas:

- Vector de calor
- Solvente
- Tres estados: sólido, líquido y gaseoso y que cambian en un rango de temperatura relativamente cercano
- Alta capacidad calórica

1.5.2 Ciclo hidrológico



Fuente: Moctezuma Barragán y Burns (2014).

Figura 3. Ciclo hidrológico (Moctezuma Barragán, 2023).

El ciclo hidrológico, como se aprecia en la Figura 3, es un proceso con relaciones dialécticas de sus distintos momentos y estados del agua. En un sentido lógico, la relación dialéctica está conformada por dos elementos vinculados y por la vinculación, cada

elemento se distingue del otro, cumple una función y se determinan mutuamente. En el caso del ciclo hidrológico hay relaciones dialécticas entre los distintos momentos: la evaporación/evapotranspiración, la precipitación y los escurrimientos. Asimismo, la Tierra está en interacción con el sistema Solar y el Sol es fundamental para este ciclo.

Evaporación/evapotranspiración

Por la energía que emana hacia el cosmos y la que recibe la Tierra provoca que el agua que está en el planeta comience a evaporarse, cambia de estado líquido a gaseoso y regresa a la atmósfera. La cantidad de agua que se evapora en el planeta es dinámica y varía dependiendo la estación del año. La radiación solar se considera casi constante “desde hace unos 4 000 millones de años, y se prevé que seguirá siéndolo durante otros 5 000 millones de años” (De Marsily, 2005).

Resaltamos esta dinámica con el texto de Pedro Moctezuma Barragán:

“La energía del sol hace que las aguas del mar se evaporen, siendo éste el principal productor de nubes, las cuales regresan a la Tierra en forma de lluvias, tormentas tropicales o huracanes y ciclones.

En tierra firme, el sol hace que el agua absorbida por las plantas regrese al cielo cuando éstas transpiran, y también al evaporarse en la superficie de los suelos. Al ascender la humedad, la evaporación forma nubes y su condensación provoca finalmente precipitaciones que retornan de nuevo a la Tierra” (Moctezuma Barragán, 2023).

Por la relación entre la evaporación y la precipitación, si disminuye la cantidad de agua que se evapora provocará que disminuya la precipitación.

Precipitación

La precipitación permite que el agua que se acumula en la atmósfera regrese a la superficie “en forma de lluvia, granizo o nieve” (Moctezuma Barragán, 2023). En el planeta la precipitación no es homogénea ni regular, dependerá de la radiación solar y la evaporación del agua. Por ejemplo, la zona del planeta templada las lluvias se dan durante el año, este sería un tipo de régimen; el segundo régimen se presenta en las zonas intertropicales con lluvias violentas en un periodo más corto del año durante el verano e invierno, y los demás meses sin precipitaciones; por último, en la zona ecuatorial las lluvias se dan durante todo el año. También hay fenómenos que pueden reducir la cantidad de precipitación como señala Ghislain

“(…) la altitud ejerce un efecto muy importante sobre las precipitaciones, lo que se llama el ‘efecto orográfico’. Según un cálculo burdo, las precipitaciones se duplican cada dos mil metros. Un segundo efecto importante es el de la continentalidad: llueve menos en el centro de los continentes que cerca de las costas, ya que el 85% del vapor de agua atmosférico viene de los océanos” (De Marsily, 2005).

Las precipitaciones pueden afectar al ser humano, de ahí la importancia de monitorear la precipitación, además conocer la intensidad, duración y frecuencia porque puede ayudar a prevenir catástrofes.

Escurrimiento

El otro momento relevante del ciclo hidrológico es el escurrimiento. Al precipitarse el agua en forma de lluvia, una cantidad se absorbe por el suelo con toda la vegetación, al sobrepasar esa capacidad, como escribe Pedro Moctezuma “otra parte escurre hasta formar arroyos y ríos, humedales y lagos, mientras que finalmente una parte menor penetra el suelo y forma flujos subterráneos de agua que se mueve por debajo en los acuíferos” (Moctezuma Barragán, 2023).

Hay varios factores que permiten el escurrimiento, principalmente el tipo de suelo si es poroso o permeable, la pendiente, la presencia de saturación o no de vegetación, etc. Un suelo ya húmedo o un clima árido permiten que el escurrimiento sea mayor. También la erosión facilita el escurrimiento y para evitarla se tiene que mantener el suelo con vegetación.

El problema que en las cuencas escurra la mayor cantidad de agua es que no se mantiene en la cuenca y directamente desemboca en los océanos y si desembocan las precipitaciones son mayores en esas zonas, lo cual afecta la vida de las personas.

Para finalizar este punto del ciclo hidrológico se agrega la Tabla 4 y 5, para dimensionar el volumen de la evaporación, precipitación, el escurrimiento, los caudales y las aportaciones a los océanos en la Tierra.

Tabla 4. Valores globales de los flujos a la escala del planeta (en kilómetros cúbicos por año y en capa de agua en milímetros por año) (De Marsily, 2005).

Evaporación sobre los océanos	425 000 km ³ /año	1 250 mm
Evaporación sobre los continentes	71 000 km ³ /año	410 mm
Precipitación sobre los océanos	385 000 km ³ /año	1 120 mm
Precipitación sobre los continentes	111 000 km ³ /año	720 mm

Según World Resources, 1990-1991

Tabla 5. Flujos hídricos de los continentes a los océanos
(en kilómetros cúbicos por año) (De Marsily, 2005).

Caudal de flujo de los ríos (caudal de la crecida)	27 000 km ³
Caudal de base total de las napas a los ríos y los océanos	10 500 km ³
Aportaciones a los océanos por la fusión de los glaciares	2 500 km ³
Total	40 000 km ³

Según World Resources, 1990-1991

1.5.3 Cuenca y microcuenca

La importancia de la cuenca hidrológica es fundamental porque es el territorio del agua, la cual fluye en la vida de las personas y en los ecosistemas que permiten el desarrollo de las actividades sociales, económicas, ambientales y otras.

La hidrología es el estudio del agua y su relación entre el ambiente y el ser humano, para lograr su aprovechamiento o control ante los proyectos de ingeniería (Aparicio Mijares, 2008). Para la hidrología es fundamental el ciclo hidrológico y el concepto de cuenca hidrológica. En el apartado anterior ya se revisó qué se entiende por el ciclo hidrológico. En este subcapítulo revisaremos qué es la cuenca y la microcuenca hidrológica.

Cuenca hidrológica

Retomaremos el concepto y las características de la cuenca hidrológica (en adelante sólo nos referiremos a cuenca) que señala el Francisco Javier Aparicio Mijares en su libro Fundamentos de Hidrología de Superficie. Para nuestro autor la cuenca hidrológica es:

“(…) una zona de la superficie terrestre en donde (si fuera impermeable) las gotas de lluvia que caen sobre ella tienden a ser drenadas por el sistema de corrientes hacia un mismo punto de salida” (Aparicio Mijares, 2008).

Para complementar la definición anterior retomaremos otras ideas expresadas en el Manual de Agua para Tod@s, Agua para la Vida¹ y el folleto de Regiones Hidrológicas-Administrativas de la Comisión Nacional del Agua, la cual pertenece a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

“Cuenca: Territorio dentro del cual confluyen aguas superficiales en interacción con las subterráneas” (Agua para tod@s. Agua para la vida, 2013).

¹ Agua para Tod@s, Agua para la Vida es una organización nacional de México que busca la articulación y coordinación de diversos actores para la defensa y el cuidado del agua, que permita garantizar agua de calidad para las personas y los ecosistemas.

“Las cuencas, en general, son delimitadas por cadenas de montañas. Dichas montañas reciben el nombre de divisorias de aguas porque, ante la presencia de lluvias en esa zona, el agua se precipitará para cada uno de los dos lados, hacia dos cuencas diferentes.

La cuenca la conforman componentes biofísicos (agua, suelo), biológicos (flora, fauna) y antropocéntricos (socioeconómicos, culturales, institucionales) que están interrelacionados y en equilibrio entre sí, de tal manera que al afectarse uno de ellos se produce un desbalance de todo el sistema” (SEMARNAT, 2010).

Además, la cuenca hidrológica es la unidad básica de estudio (Aparicio Mijares, 2008) del ciclo hidrológico en un territorio.

En la cuenca, la precipitación origina que el agua fluya sobre la superficie de la zona o en otro termino hidrológico se llama el escurrimiento. El autor considera la precipitación como el estímulo y al escurrimiento como la respuesta en su salida por la cuenca. Ambos aspectos están relacionados y, agregado, se determinan mutuamente ante las condiciones geomorfológicas de los suelos son intervención del ser humano o los ya intervenidos sean rurales o urbanas.

Existen dos tipos de cuencas:

- a) Cuenca endorreica. Todas sus corrientes confluyen hacia un cuerpo de agua interior o lago. No desembocan hacia el mar.
- b) Cuenca exorreica. Todas sus corrientes confluyen hacia otra corriente y, posteriormente, su escurrimiento finaliza en el mar o lagunas en la costa.
- c) Cuenca arreica. Sus corrientes no finalizan en el mar ni en un cuerpo de agua interior o lago.

Dependiendo las características de la cuenca se clasifican de dos maneras por las condiciones que controlan la precipitación y el escurrimiento:

- a) El volumen de escurrimiento. Se toma en consideración el área, el tipo de suelo, etc. (Aparicio Mijares, Fundamentos de Hidrología de Superficie, 2008).
- b) La velocidad de respuesta. Estará condicionado por el orden de las corrientes, pendientes de la cuenca y los cauces, etc. (Aparicio Mijares, Fundamentos de Hidrología de Superficie, 2008).

Otro aspecto de la cuenca son sus características, como se ve en la Figura 4.

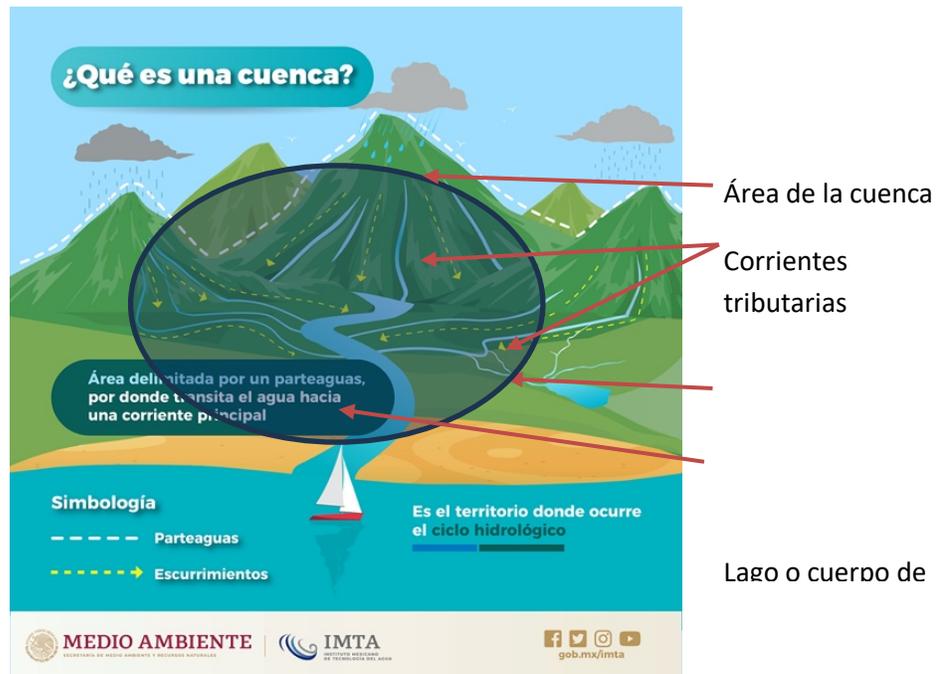


Figura 4. Características de la cuenca hidrológica (Instituto Mexicano de Tecnología del Agua , 2019).

Parteaguas: “es una línea imaginaria formada por los puntos de mayor nivel topográfico y que separa la cuenca de las cuencas vecinas” (Aparicio Mijares, Fundamentos de Hidrología de Superficie, 2008).

Área de la cuenca: se proyecta horizontalmente la línea imaginaria que delimita el parteaguas.

Corrientes tributarias: es flujo de agua que escurre por la cuenca y alimentan una corriente principal o a un cuerpo de agua interior.

Corriente o cauce principal: se nutre por corrientes tributarias y desemboca en el mar o en los lagos de la costa.

El siguiente mapa, Figura 5, muestra las cuencas de México y de qué tipo son.

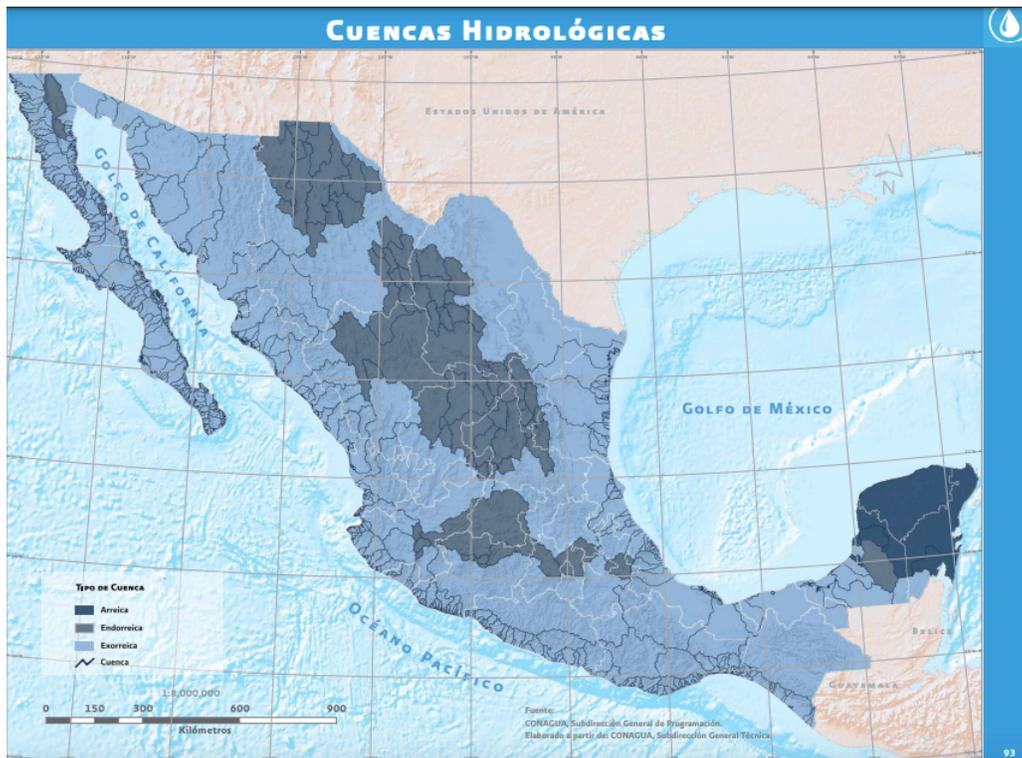


Figura 5. Cuencas hidrológicas de México (SEMARNAT, 2010).

Microcuenca hidrológica

Debido a la propuesta de esta tesis, se ve necesario presentar la definición de la microcuenca hidrológica (en adelante sólo nos referiremos a cuenca) que plantea Jesús Villanueva Manzo en su libro *Microcuencas*. Para el autor es relevante abordar las problemáticas y necesidades de las cuencas desde una unidad micro para lograr de manera más profunda e integral para hacer frente a la

“(…) pérdida y degradación del suelo, así como el mal uso del agua y su contaminación por desechos industriales y domésticos; la pérdida masiva de cubierta vegetal en casi todos los ecosistemas forestales provocada por la deforestación, y el atraso de la producción primaria en el campo – que no se ha podido resolver- deben ser motivo de una seria preocupación” (Villanueva Manzo, *Microcuencas*, 2008).

También señala otros aspectos, los cuales no son objeto de este trabajo, como la planeación participativa y la agricultura conservacionista.

El autor hace un planteamiento de veinte tesis sobre microcuencas, se señalan las siguientes que consideramos un aporte a la implementación de ecotecnias en una localidad.

Tesis sobre microcuencas (Villanueva Manzo, Microcuencas, 2008)

I. La ordenación y manejo de microcuencas constituye la única alternativa para el tratamiento integral de los recursos y particularmente del suelo y el agua.

II. La ordenación y el manejo de microcuencas no debe verse como un proyecto más, sino como una estrategia de planeación y aprovechamiento y conservación de los recursos naturales.

III. Los problemas sobre los recursos naturales en una microcuenca se presentan en forma integral, por lo que deberán tener respuestas integrales.

V. Sólo a través de la naturaleza integradora de la microcuenca es posible la superación de la tendencia dominante de los proyectos aislados.

VIII. El elemento más importante de la microcuenca es el hombre, sujeto básico para el cambio productivo y el manejo del suelo y el agua.

XII. El criterio de planeación de programas y proyectos de los gobiernos estatales y municipales debe ser la microcuenca.

XIII. En microcuencas se habla mucho de lo integral, pero poco se ha entendido este concepto. Por lo general se le ve sólo como unión mecánica de partes, cuando en realidad significa la captación de la unidad en la diversidad.

XIV. La microcuenca no sólo representa un ámbito geográfico con características propias, sobre todo significa una unidad ecológica y productiva de interés para el hombre.

XV. El carácter funcional de la microcuenca no es estático ni cerrado, al contrario, debe presentarse dinámico y abierto para su relación hacia adentro con la comunidad y el predio, y hacia afuera con otras microcuencas.

XVI. El tratamiento y solución de los problemas de la microcuenca debe y puede tener respuesta a corto, mediano y largo plazos.

XVII. El trabajo en la microcuenca no debe iniciarse en toda el área, sino en una o varias áreas demostrativas ubicadas y representativas de la realidad que vive, para posteriormente a través de irradiaciones cubrirla.

XVIII. Es necesario iniciar los trabajos en las microcuencas con proyectos sencillos, pero representativos de la problemática del área y las necesidades de los productores.

XIX. Los retos en la microcuenca no sólo son de orden práctico sino también teórico; conocer, transformar y explicar la realidad constituyen sus aspectos centrales.

Con estas tesis el autor plantea las características de la microcuenca. La primera, por usar el término micro, se refiere a su tamaño, a “un área limitada, abierta y dinámica” (Villanueva Manzo, Microcuencas, 2008), y se recomienda que no sea mayor a 5,000 hectáreas. Está en relación con la macrocuenca y para su determinación la microcuenca no debe perder la naturaleza integral con la cuenca en sus aspectos ambientales y sociales, ya que la cuenca es el concepto general para la macrocuenca o la microcuenca (Villanueva Manzo, Microcuencas, 2008). La microcuenca está en relación con la macrocuenca y depende de la misma. Las partes, tipos y características siguen siendo las mismas que se establecen para la cuenca. Por la finalidad de esta delimitación será

“necesario realizar acciones integradas en el interior de la microcuenca, a través de las cuales y en forma paulatina se irán incluyendo nuevas áreas hasta cubrir toda la cuenca” (Villanueva Manzo, Microcuencas, 2008).

El enfoque de microcuencas establece ciertas razones, importancia y fines, sólo se resaltan los siguientes en la Tabla 6.

Tabla 6. Enfoque de microcuencas (Villanueva Manzo, Microcuencas, 2008).

Razones	Importancia	Fines centrales
<ul style="list-style-type: none"> - Por la problemática integral en las unidades, así como en el suelo y el agua. - Estrategia utilizada en otros países con resultados halagadores en cuanto a la conservación y manejo del agua. 	<ul style="list-style-type: none"> - Área adecuada para tratar el problema del suelo y el agua. - Área donde es posible ver y tratar la integración de las unidades. - Área a través de la que se fundamenta la necesidad de su expansión gradual y planificada. - Área a través de la cual se posibilitan resultados visibles en poco tiempo, lo cual conlleva un alto valor demostrativo. - Área donde se facilita el ensayo y perfeccionamiento de nuevas prácticas en escala modesta y bajo estricto control para evitar fracasos costosos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Desarrollo de la comunidad. - Manejo adecuado del suelo y el agua. - Reordenación de la microcuenca. - Autogestión.

Otra consideración relevante para iniciar el trabajo en las microcuencas no se limita a iniciar siempre de la parte alta, sino considerando la interacción de manera diacrónica y sincrónica de todas las partes: alta, media y baja, porque están relacionadas al ser parte integral de la microcuenca. Para la ordenación y el manejo de la microcuenca se tiene que establecer que es un frente, son tres partes, pero se trabaja “en uno solo con su especificidad, diferencia y dependencia (...). Imposible separar la parte alta de la baja y de la media, como imposible es separar lo silvícola o ganadero, o el suelo del agua y la vegetación” (Villanueva Manzo, Microcuencas, 2008).

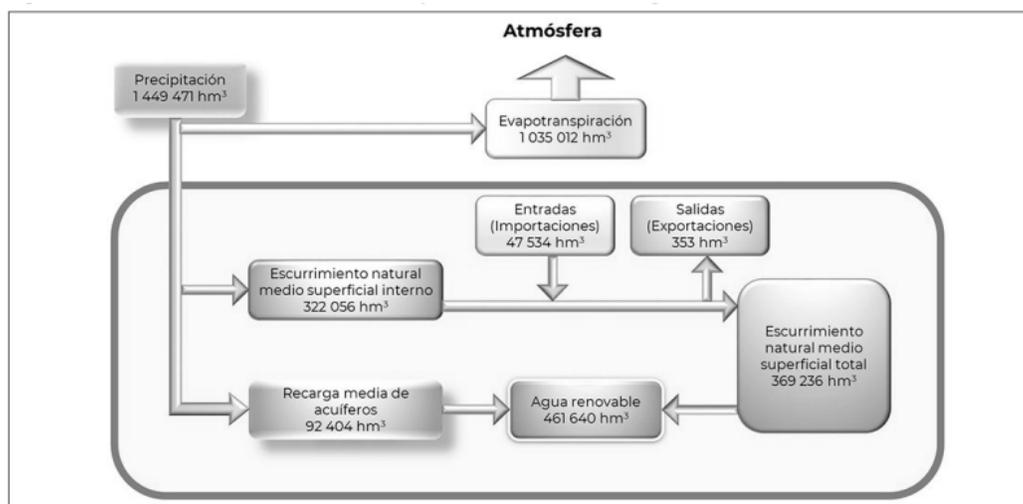
1.6 El agua en México y la situación en la cuenca de México

1.6.1 Disponibilidad de agua en México

Se considera la disponibilidad natural del agua al realizar el balance del agua que entra al sistema a través de la lluvia, en este caso el sistema es México. Las pérdidas son por la evaporación de los cuerpos de agua y por la evapotranspiración del suelo, también lo que

se mantiene en el sistema con los cuerpos de agua superficiales, la que llega al subsuelo para recargar los mantos acuíferos y la que escurre a través de los ríos y arroyos (National Geographic, 2019).

La Figura 6 representa el balance del agua en México. Revisando la información de la edición de 2013 el agua disponible era de 471.49 km³, en la actualización de 2020 es de 461 km³ o 461 640 hm³.



Fuente. Elaborado con base en CONAGUA (2020c).

Figura 6. Balance de agua en México (Comisión Nacional del Agua, 2022).

La disponibilidad del agua no es homogénea en el territorio nacional, además ha venido disminuyendo conforme pasan los años. En la Tabla 7 hacemos la comparativa.

Tabla 7. Agua renovable o disponible. Comparativo de tres regiones de 2013 y 2020.

Región Hidrológico Administrativo	Agua renovable o disponible 2013 (km ³ /año) (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2014)	Agua renovable o disponible 2020 (km ³ /año) (Comisión Nacional del Agua, 2022)	Disminución (km ³ /año)
Península de Baja California	4.99	4.960	0.03
Valle de México	3.47	3.44	0.03
Frontera Sur	164	158	6

Se aprecia que la disponibilidad puede ser muy distinta, también que esas regiones la población está más concentrada en el centro y norte, la población hace 6 años era menor que en el 2019 lo cual repercute en la disponibilidad per cápita y, por último, que en todas las regiones ha disminuido la cantidad de agua disponible.

En el caso de la disponibilidad per cápita, la región donde está ubicada la Ciudad de México presentó agua disponible de 145 m³/hab/año (Comisión Nacional del Agua, 2022). Esta disponibilidad per cápita varía cada año (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2020). Por ejemplo, en 1998 fue de 227, en el 2000 fue de 196, 2002 de 190, 2004 de 188, 2006 de 144, 2007 de 143, 2008 de 165, 2010 de 160, 2012 de 153, 2014 de 150, 2016 de 147, 2018 de 143. El valor de 143 ha sido el mínimo de 1998 a 2020, pero cada año es variable la cantidad.

Water gap o brecha de agua

La página de National Geographic difunde en su portal de internet el mapa mundial del agua el cual fue desarrollado por la Utrecht University de los Países Bajos, Europa.

Se puede revisar información por país, regiones y ciudades.

Water gap o brecha del agua es la cantidad que se está sobre excediendo del agua disponible y la demanda de agua en una zona. El cálculo lo realiza con la información disponible de un área y los factores clave de la demanda del agua, como se aprecia en la Figura 7.

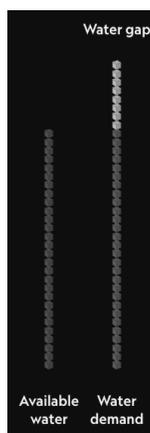


Figura 7. Water gap o brecha del agua (National Geographic, 2019).

Para este trabajo de tesis podremos ver las Figuras 8, 9, 10 y 11 del año 2019:

- Total de la brecha del agua de México.
- Total de la brecha del agua de México de uso doméstico.
- Brecha del agua en la Ciudad de México.
- Brecha del agua en la Ciudad de México de uso doméstico.

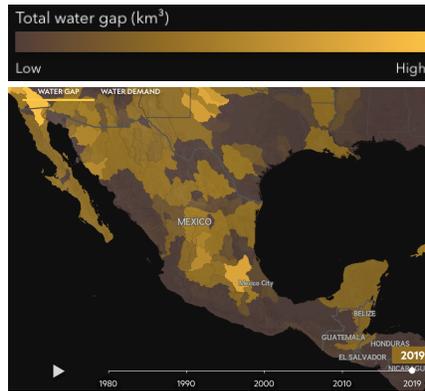


Figura 8. Total de la brecha del agua de México 44.8 km³ (National Geographic, 2019).

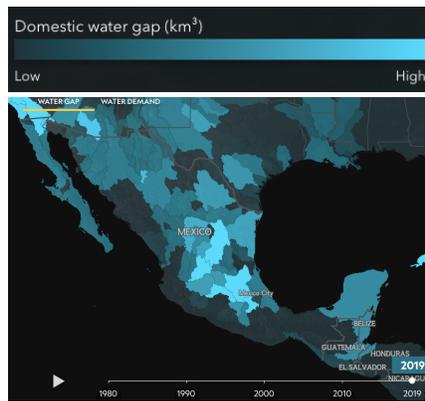


Figura 9. Total de la brecha del agua de México de uso doméstico de 4.17 km³ (National Geographic, 2019).

Ciudad de México

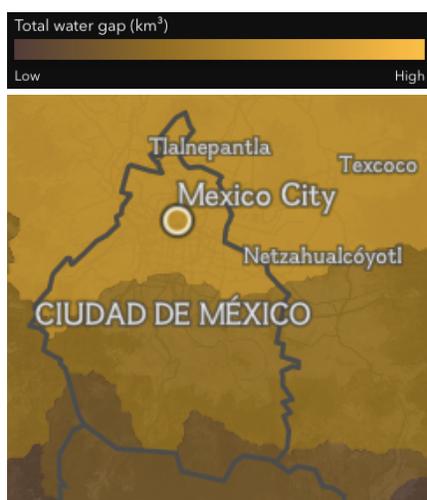


Figura 10. Brecha del agua en la Ciudad de México de 2.28 km³. (National Geographic, 2019).

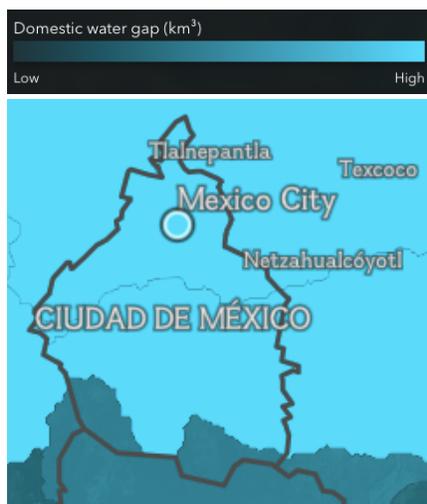


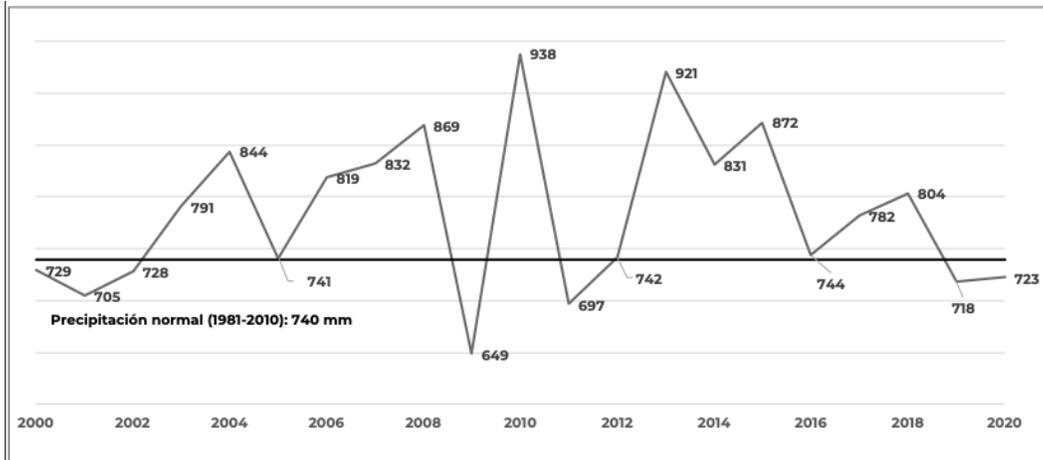
Figura 11. Brecha del agua en la Ciudad de México de uso doméstico de 1.11 km³. (National Geographic, 2019).

En el país y en la Ciudad de México podemos ver esta situación desde dos perspectivas: hace falta agua para continuar como se está y hace falta buscar la solución a partir de que el agua renovable o disponible es limitada y mejorar los procesos para dotar agua a los sectores que la requieran.

La precipitación anual en el país es variable, lo podemos ver en la Tabla 8 y 9, y en la Figura 12.

Tabla 8. Precipitación anual promedio en México en un periodo y dos años (Comisión Nacional del Agua, 2022).

Año	Precipitación en mm
Periodo de 1980 a 2010	739.8
2019	718.3
2020	722.5



Fuente: CONAGUA (2020e1).

Figura 12. Gráfica de la precipitación promedio anual de 2000 a 2020 (Comisión Nacional del Agua, 2022).

Tabla 9. Precipitación anual en Aguas del Valle de México en un periodo y dos años (Comisión Nacional del Agua, 2022).

Año	Precipitación en mm
Periodo de 1980 a 2010	648.9
2019	410.7
2020	355.2

Tabla 10. Usos del agua en México, 2020. (Comisión Nacional del Agua, 2022).

Usos	Vol. concesionado km ³	%
Agrícola	67.8	75.7
Abastecimiento público (doméstico y público urbano)	13.2	14.7
Industrial	4.4	5.0
Electricidad excluyendo hidroelectricidad	4.1	4.6
Total	89.5	100.0

Usos del agua en la región Aguas del Valle de México, 2020 (Comisión Nacional del Agua, 2022).

De los 4.403 km³ la mayoría del uso es agrícola, pero en un porcentaje mejor a la media nacional y en cambio es mayor el abastecimiento público.

Con la información difundida por parte de la CONAGUA se puede conocer el volumen concesionado a la Ciudad de México para sus necesidades hídricas. En la Tabla 11 se muestra la información.

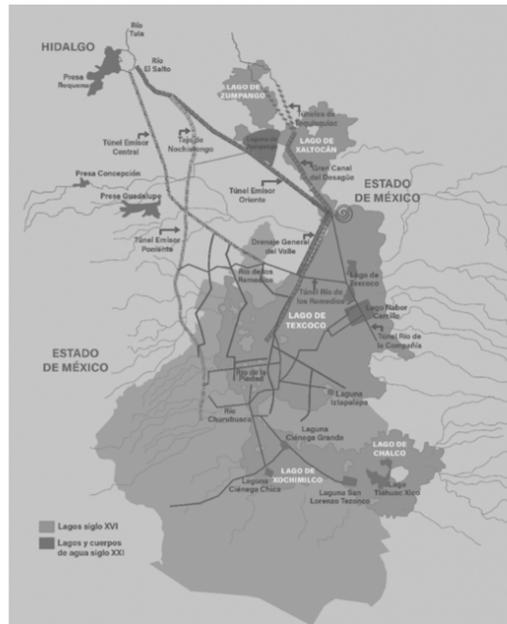
Tabla 11. Volumen concesionado para usos agrupados consuntivos de la Ciudad de México, 2020.

Usos	Vol. concesionado km ³	%
Agrícola	0.0012	0.2
Abastecimiento público (doméstico y público urbano)	0.5663	93.8
Industrial	0.0363	6.0
Electricidad excluyendo hidroelectricidad	0.0	0.0
Total	0.6038	100.0

1.6.2 La cuenca de México

Se mencionará información general sobre la cuenca de México (Ezcurra, Mazari-Hiriart, Pisanty, & Aguilar, 2005). Es una cuenca endorreica por su formación natural entre cordilleras montañosas, al sur por el Ajusco, al norte por colinas bajas como Tepetzotlán o Patlachique, al este por la Sierra Nevada con las cumbres más altas el Iztaccíhuatl y el Popocatepetl y al oeste por la Sierra de las Cruces. Por la intervención humana se drena el agua de manera artificial. Su extensión es cercana a los 9,600 km². Está a una elevación de 2,250 metros sobre el nivel del mar. Geológicamente se encuentra en el Eje Neovolcánico Transversal (Ezcurra, Mazari-Hiriart, Pisanty, & Aguilar, 2005).

Esta cuenca se conformaba por un sistema de lagos interconectados como se observa en la Figura 13.



Fuente: Elaboración propia de A. Ortiz Merino y el autor, con información de González Pozo, Hernández-Espinosa, Sacmex, Conagua y Semarnat. (Véase ampliado en Anexo.)

Figura 13. Lagos y drenajes de la Ciudad de México (Moctezuma Barragán, 2023).

En la época de las culturas originarias lograron reproducir su vida en esta zona lacustre, como resalta Pedro Moctezuma:

“Dentro de las culturas originarias que buscaron respetar los ciclos vitales del agua, destacan las del valle de México, donde, para la gestión de sus lagos articulados, se combinó la autogestión del altépetl para el manejo comunitario de microcuencas, hasta erigir un complejo sistema de grandes obras hidráulicas centralizadas” (Moctezuma Barragán, 2023).

Los lagos de norte a sur eran: Zumpango, Xaltocan, México, Texcoco, Xochimilco y Chalco. Había lagos de agua salada y dulce, y mezclada. Por ser una cuenca cerrada se generaban las sales disueltas y por la evaporación se van acumulando.

La temperatura promedio del año es de 15 grados centígrados y puede aumentar o disminuir 8 grados centígrados ya sea en verano o en invierno.

La cuenca ha tenido diversos cambios, cabe señalar que en año 100 d.C. se presentó la erupción del volcán Xitle, ubicado al sur de la cuenca y hoy en día está en la alcaldía Tlalpan.

El otro cambio drástico fue debido a la acción humana. Este aconteció posterior a 1519 por la invasión española. A partir de 1607 se iniciaron las obras para drenar el agua de los

lagos. Al desecarse la zona lacustre se empezó a ampliar la zona rural en la nueva tierra seca y también el proceso de urbanización, como se aprecia en las Figuras: 14, 15 y 16.

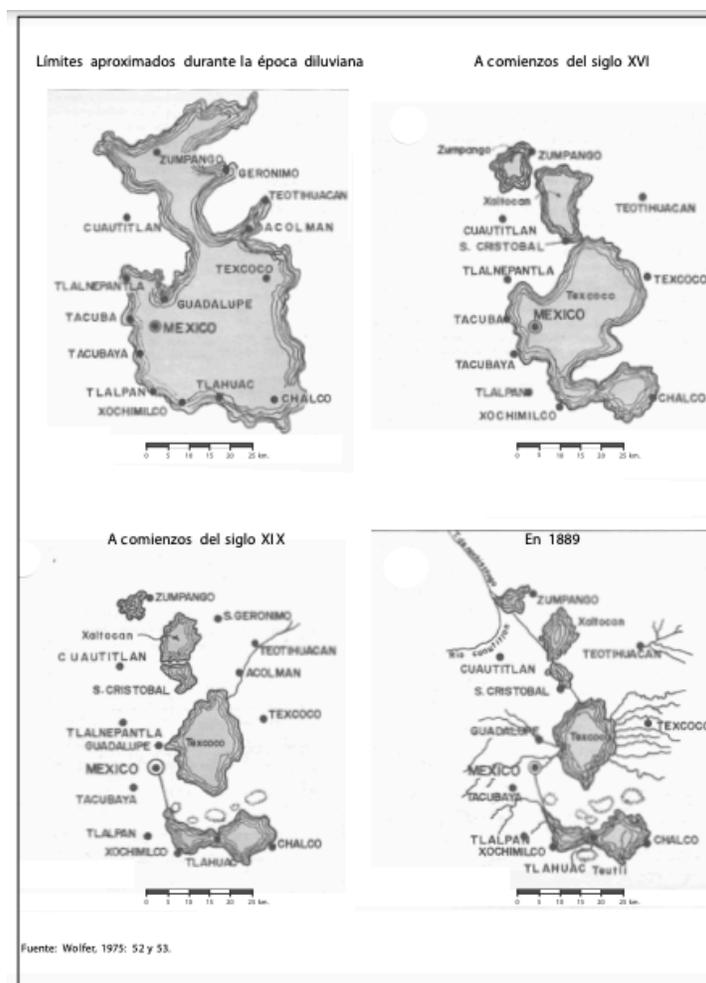


Figura 14. Evolución de los lagos de la Cuenca de México (Gutiérrez de MacGregor & González Sánchez, 2010).

La población en la cuenca creció exponencialmente, mientras que en el año 1940 eran 2,217,250 personas, para el año 2000 ya eran 18,650,689 habitantes (Ezcurra, Mazari-Hiriart, Pisanty, & Aguilar, 2005). La urbanización se dio de manera acelerada, en un primer momento de mucha concentración en las 4 delegaciones, hoy alcaldía, que se encuentran alrededor del centro de la Ciudad de México y posteriormente la suburbanización hacia las alcaldías periféricas y a los municipios del Estado de México. Cabe resaltar que las zonas urbanizadas eran suelo agrícola (Ezcurra, Mazari-Hiriart, Pisanty, & Aguilar, 2005) y no contaban con todos los servicios básicos para las necesidades de la población. Además, eran personas con bajos ingresos. "El área urbana de la cuenca sufrió una expansión drástica de alrededor de 380 km² en 1960" (Ezcurra,

Mazari-Hiriart, Pisanty, & Aguilar, 2005) a 1,460 km en el año 2000. Mostramos dos imágenes del área urbana, la primera de 1524 y 1900, la segunda del año 2000.

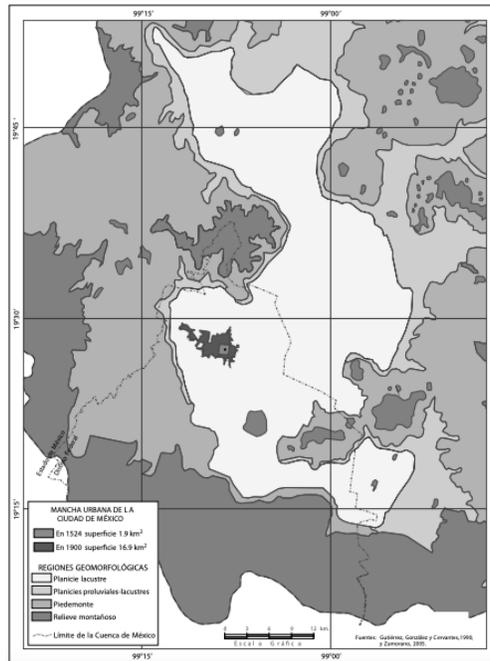


Figura 15. "Área urbana de la Ciudad de México en 1524 y 1900 y principales regiones geomorfológicas de la Cuenca de México" (Gutiérrez de MacGregor & González Sánchez, 2010).

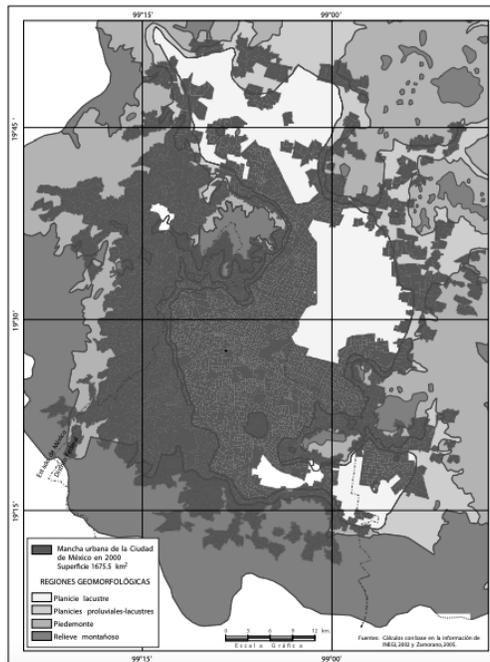


Figura 16. "Área urbana de la Ciudad de México en 2000 y principales regiones geomorfológicas de la Cuenca de México"
(Gutiérrez de MacGregor & González Sánchez, 2010).

Otro aspecto que se ha afectado en la cuenca de México son las áreas verdes (Ezcurra, Mazari-Hiriart, Pisanty, & Aguilar, 2005), las cuales han disminuido del 42.4 % al 9.6% en 55 años. Debido a esto se implementó el suelo de conservación abarcando un área total de 38.89 %.

Para abastecer de agua a la Ciudad de México y la zona conurbana se estimó que para el año 2000 se requerían 66.7 m³/seg (Ezcurra, Mazari-Hiriart, Pisanty, & Aguilar, 2005). Para lograr eso se obtuvieron por fuentes internas y externas a la cuenca, respectivamente el 71.1% y 28.9%. Las fuentes internas se extrajeron 45.9 m³/seg de los mantos acuíferos, de los pocos sistemas superficiales 1.5 m³/seg, lo cual da un total de 47.4 m³/seg. Las fuentes externas son la cuenca de Lerna la cual aporta 6.0 m³/seg de aguas subterráneas y de la cuenca del Cutzamala 13.3 m³/seg de aguas superficiales.

Del agua obtenida a través de los pozos (Ezcurra, Mazari-Hiriart, Pisanty, & Aguilar, 2005), en el año 2000 se tenía un registro de 1500 pozos. Tienen una profundidad promedio de 100 a 200 metros y algunos son someros con profundidades de 70 metros.

Para abastecer a la población de agua se considera un suministro de 133 a 307 litros por habitante al día. "Se reporta un promedio general diario de 300 l / hab / día" (Ezcurra, Mazari-Hiriart, Pisanty, & Aguilar, 2005).

Un problema de la ciudad es la pérdida de agua en las fugas, la cual se estima que son 22.2 m³/seg (Ezcurra, Mazari-Hiriart, Pisanty, & Aguilar, 2005), representando un 37% de la dotación asignada. Otro problema es la sobre extracción del agua y la recarga no lograr llegar a un equilibrio, por lo anterior se generan hundimientos en el suelo de ciudad. Se tiene un registro que hay zonas que en 100 años se han hundido hasta 10 metros. Un caso crítico es en la zona de Chalco y Xochimilco, donde han registrado hundimientos de 40 y 48 centímetros al año (Ezcurra, Mazari-Hiriart, Pisanty, & Aguilar, 2005).

1.7 Huella hídrica (Hoeskra, Chapagain, & Mekonnen, 2021)

Para este apartado se retomará lo planteado en el Manual de evaluación de la huella hídrica. Establecimiento del estándar mundial elaborado colectivamente Arjen Y. Hoekstra, ashok K. Chapagain, Maite M. Aldaya y Mesfin M. Mekonnen.

El agua al ser un recurso limitado en el planeta se buscan alternativas que logren garantizar el suministro para los sectores del ser humano: agrícola, industrial y doméstico. Atraviesa el consumo y su contaminación. En todo el proceso de extracción, producción, distribución, etc. no se había visibilizado la cantidad total – aproximada del agua que se requiere para un producto con poco o mucho procesamiento. Conocer este consumo busca impulsar el perfeccionamiento para la gestión hídrica, concientizar y sensibilizar al productor y consumidor respecto de los productos que se producen y se consumen.

¿Qué es la huella hídrica?

En sus inicios este concepto quería conocer “(...) el uso del agua en las cadenas de suministro” (Hoeskra, Chapagain, & Mekonnen, 2021), de ahí que se buscó como conceptualizarlo para ser utilizado como un estándar de su cálculo.

Los autores definen a la huella hídrica (Hoeskra, Chapagain, & Mekonnen, 2021) como:

- Es un indicador del uso de agua dulce.
- Se centra en su uso directo e indirecto.
- Es el volumen de agua dulce usado para elaborar el producto, medido a lo largo de la cadena de suministro completa.
- Es un indicador multidimensional que muestra los volúmenes de consumo por origen y los volúmenes de contaminación por tipo de contaminación; todos los componentes del agua dulce total están geográficamente y temporalmente especificados.

Además, los autores especifican en tres tipos: azul, verde y gris.

“La huella hídrica azul se refiere al consumo de los recursos de agua azul (aguas superficiales y subterráneas) a lo largo de la cadena de suministro de un producto. El consumo se refiere a una pérdida de agua de una masa de agua disponible en una zona de captación o cuenca hidrográfica. Las pérdidas ocurren cuando el agua se evapora, regresa a otra cuenca hidrográfica o al mar, o se incorpora a un producto.

Asimismo, la huella hídrica verde se refiere al consumo de los recursos de agua verde (el agua de lluvia en la medida en que no se convierte en escorrentía); por último, la huella hídrica gris se refiere a la contaminación y se define como el volumen de agua dulce requerida para asimilar la carga de contaminantes dadas las concentraciones naturales de fondo y las normas de la calidad ambiental” (Hoeskra, Chapagain, & Mekonnen, 2021).

Los autores elaboraron la Figura 17 para ejemplificar su concepto y sus consideraciones de los usos de agua directas e indirectas.

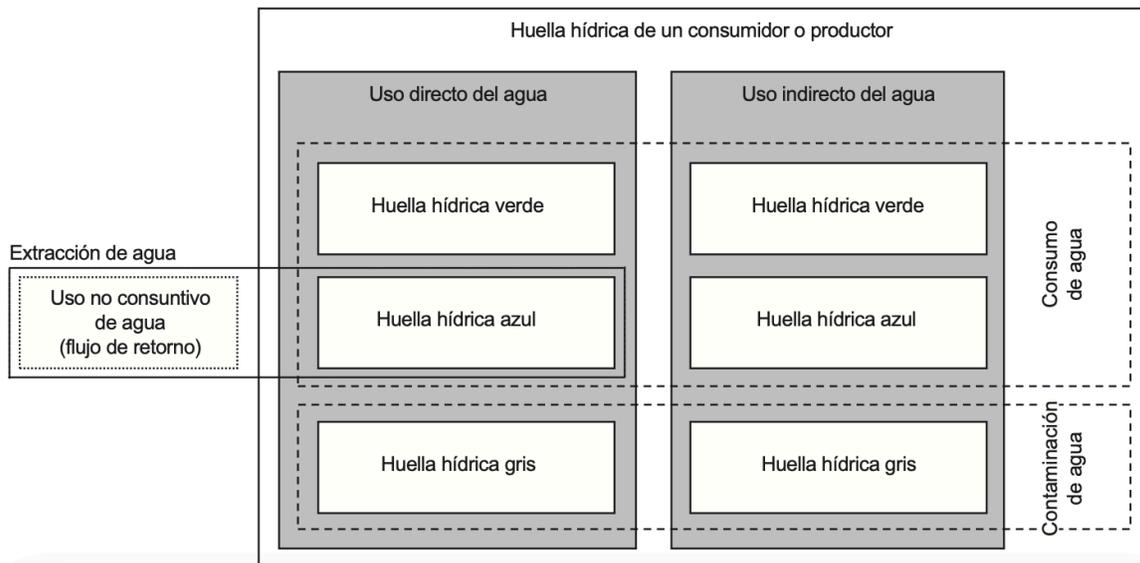


Figura 17. “Esquema de los elementos de la huella hídrica” (Hoeskra, Chapagain, & Mekonnen, 2021).

Además, señalan:

“Muestra que la parte no consuntiva de las extracciones de agua (flujo de retorno) no es parte de ella. También muestra que, al contrario de la medida de la extracción de agua, la huella hídrica incluye el agua verde y gris y el componente de uso indirecto del agua” (Hoeskra, Chapagain, & Mekonnen, 2021).

La huella hídrica del productor se obtiene al realizar la suma de todas las huellas hídricas en el proceso de elaboración del producto. Se cuantifica en toda la cadena de suministro y producción.

La huella hídrica del consumidor se obtiene al realizar la suma de todas las huellas hídricas de los productos que llegó a consumir. Su unidad de medida es a través del volumen de agua por unidad de tiempo.

En el punto 5.2 del manual los autores plantean “Reducir la huella hídrica humana: ¿qué es posible?”. La respuesta que proporcionan es: sí es posible, esto se lograría si se recicla toda el agua y se evitan las pérdidas. Para lograr lo anterior, los autores señalan que se podría implementar una técnica que logre disminuir la huella hídrica o lograr llegar a cero, la segunda opción sería evitar incorporar un producto o ingrediente al proceso de producción.

Los autores enfatizan:

“Reducir evitando es generalmente más necesario que reducir mejorando la producción, puesto que evitar requiere, por lo general, una reconsideración de los patrones de producción y de consumo en sí, mientras que la producción mejorada consiste en seguir haciendo lo mismo que antes, pero de una manera más eficiente desde el punto de vista ecológico. A la hora de buscar opciones para reducir las huellas hídricas es esencial explorar ambas prácticas” (Hoeskra, Chapagain, & Mekonnen, 2021).

Por la consideración ecológica reducir la huella hídrica va más allá de sólo efficientizar en zonas donde la escasez o contaminación del agua afecta permanentemente en los sectores. Por el criterio de sustentabilidad de un bien común para las generaciones presentes y futuras es necesario evitar llegar a puntos críticos de presión por la falta de disponibilidad. Si se logra reducir cualquier cantidad de volumen de la huella hídrica contribuye “(...) a solucionar el problema global de recursos limitados de agua dulce (...)” (Hoeskra, Chapagain, & Mekonnen, 2021), pero “(...) la prioridad debería ser la reducción de las huellas hídricas situadas en puntos críticos, porque la acción en estos tiene lógica global y local, mientras que la actuación fuera de dichos puntos solo tiene una lógica global” (Hoeskra, Chapagain, & Mekonnen, 2021).

De esta manera, para alcanzar la sostenibilidad del consumidor de su huella hídrica directa o indirecta requiere que el total esté “por debajo de la proporción equitativa del consumidor” (Hoeskra, Chapagain, & Mekonnen, 2021), la huella hídrica no debe estar ubicada en un punto crítico y que al reducir o evitar la huella hídrica genere afectaciones sociales. Es más fácil disminuir la directa porque se puede realizar con acciones

inmediatas como reducir el tiempo de bañarse, organizar la cantidad de ropa y el tipo a lavar para que a la semana sean pocos ciclos de lavado, cambiar muebles de baño por los más nuevos que tienen sistemas de ahorro, etc.

1.8 La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible



Figura 18. Los 17 objetivos de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. (Organización de las Naciones Unidas, 2015)

La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible adopta a partir de septiembre de 2015 por la Asamblea General de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), promueve a nivel mundial que diversos actores quienes están enfocados en lo político, económico, educativo, social, cultural, educativo, ambiental, etc. trabajen esta Agenda, la cual es muy amplia con 17 objetivos y 169 metas, para garantizar la vida en el planeta de cualquier persona y que nadie sufra hambre ni pobreza, que pueda tener relaciones igualdad en todos los ámbitos y que se cuide el ambiente para las generaciones presentes y futuras.

Respecto al tema de esta tesis se puede considerar que responde a dos objetivos y sus metas relacionadas, como se mencionan en la Tabla 12.

Tabla 12. Objetivos sexto y onceavo de Desarrollo Sostenible de la Asamblea General de la ONU.

Objetivo	Enunciado	Situación general a nivel mundial	Metas
Sexto. agua limpia y saneamiento (Organización de las Naciones Unidas, 2022)	Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos	Una persona de cada tres no tiene acceso a agua potable. Dos personas de cada 5 no tienen la instalación necesaria para lavarse las manos. 673 millones de personas defecan al aire libre. Preocupa el estrés hídrico y la escasez para 2,400 millones de personas que habitaran en las zonas urbanas. El agua disponible en las cuencas sufre cambios y no permite conocer su disponibilidad. Además, la contaminación.	6.1 De aquí a 2030, lograr el acceso universal y equitativo al agua potable a un precio asequible para todos. 6.4 De aquí a 2030, aumentar considerablemente el uso eficiente de los recursos hídricos en todos los sectores y asegurar la sostenibilidad de la extracción y el abastecimiento de agua dulce para hacer frente a la escasez de agua y reducir considerablemente el número de personas que sufren falta de agua. 6.b Apoyar y fortalecer la participación de las comunidades locales en la mejora de la gestión del agua y el saneamiento.
Onceavo. Ciudades y comunidades sustentables (Organización de las Naciones Unidas, 2022)	Objetivo 11: Lograr que las ciudades sean más inclusivas, seguras, resilientes y sostenibles	Para el año 2050 se espera que viva el 70% de la población mundial en las ciudades. Las ciudades consumen el 60% de los recursos. El modo de urbanización produce localidades pobres, sin infraestructura ni servicios básicos de abastecimiento de agua y saneamiento. 1,100 millones de personas viven en barrios pobres.	11.1 De aquí a 2030, asegurar el acceso de todas las personas a viviendas y servicios básicos adecuados, seguros y asequibles y mejorar los barrios marginales

1.9 Objetivo general, específicos e hipótesis

1.9.1 Objetivo general

Promover la implementación de ecotecnias hídricas en la vivienda urbana, para reducir el consumo del agua en la vivienda urbana en el pueblo de San Pedro Mártir, Tlalpan, Ciudad de México

1.9.2 Objetivos específicos

- Sugerir los rasgos de la ecotecnia y realizar una revisión conceptual
- Describir los elementos del sistema de cosecha de agua lluvia (SCALL)
- Elaborar un catálogo actualizado de productos ahorradores de agua
- Determinar el balance hídrico de la vivienda con la implementación de las ecotecnias en un modelo de vivienda en San Pedro Mártir, Tlalpan

1.9.3 Hipótesis

La implementación de ecotecnias hídrica como productos ahorradores de agua y la instalación del sistema de cosecha de agua de lluvia permiten reducir el consumo de agua de una persona en la vivienda urbana.

Capítulo II. Ecotecnias hídricas para la vivienda urbana

Este capítulo será un nivel más práctico respecto a las ecotecnias porque se abordará sólo aquellas que estén relacionadas con el agua, por lo cual se denominarán ecotecnias hídricas desde el nivel de vivienda por persona, sugiriendo un censo hídrico. Posteriormente, se describirá cómo se puede determinar el balance hídrico por vivienda-persona, así como el área mínima para implementar el sistema de captación de agua de lluvia.

Para la cuestión hídrica hay iniciativas que se están impulsando en lo urbano al nivel de la vivienda, Pedro Moctezuma señala algunas:

- a. Captar agua de lluvia en las pendientes de los techos y conducirla a una cisterna o tinaco.
- b. Detectar fugas en las cisternas, llaves o tubería de casas y corregirlas.
- c. Usar filtro para purificar el agua.
- d. Usar baños ahorradores de agua y/o baño seco.
- e. Reutilizar el agua para limpieza de pisos, conducirla para riego externo, etcétera.
- f. Intentar no contaminar el agua en casa con aceite, líquidos destapacaños, sustancias para limpieza no biodegradables, insecticidas y otras sustancias dañinas para la salud” (Moctezuma Barragán, 2023).

Se agregaría de la lista anterior los productos ahorradores de agua ya sean llaves o regaderas o que se instalan en las llaves, también los sanitarios ahorradores y agregar recipientes de una capacidad menor a 100 litros junto a lavadoras, etc.

En los siguientes puntos sólo veremos la captación de agua de lluvia para la vivienda, un catálogo de productos ahorradores de agua, el sistema de filtración de agua de lluvia para consumo humano en la vivienda urbana y la propuesta de perfil ahorrador.

2.1 Captación de agua de lluvia para la vivienda

Para este subcapítulo se revisarán varios documentos sobre la captación de agua de lluvia para la vivienda. El primero de la Secretaría del Medio Ambiente del gobierno de la Ciudad de México con el título: “Cosechar la lluvia. Manual para instalar un sistema de captación pluvial en tu vivienda” (Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México, 2020), se hará referencia al mismo como Manual.

Este material tiene el objetivo de ser práctico para brindar nociones y lineamientos básicos que posibiliten la instalación de un sistema de captación de agua de lluvia en la Ciudad de México, con lo cual se lograría satisfacer el abasto de agua en la ciudad reduciendo el impacto ambiental. A través de dos capítulos se aborda sobre qué es la cosecha o captación de lluvia con sus beneficios, limitaciones, el sistema de captación de lluvia (SCALL) y conceptos básicos, así como las normas o leyes, el costo, el diseño, recuadros de contextos, listado de empresas con experiencia en la instalación y otros.

Unos datos relevantes que menciona este manual es que “(...) por cada hectárea de suelo que se urbaniza al sur de la Ciudad de México la recarga de agua se reduce en 2.5 millones de litros de agua al año” (Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México, 2020). Además, la distribución del agua no es equitativa ya que en promedio se destinan 320 litros al día por habitante, pero la realidad es que en ciertas colonias, por ejemplo en la Miguel Hidalgo llegan a consumir 500 litros por día por habitante y en sectores pobres en promedio llega a ser menos de 20 litros por día por persona (Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México, 2020). Por último, debido a las condiciones de precipitación se considera viable la captación de agua de lluvia en la Ciudad de México en todas sus alcaldías.

La Ciudad de México dispone de la normatividad necesaria para promover esta ecotecnia porque tiene carácter de obligatoriedad al establecerse en el Reglamento de Construcción del Distrito Federal y la Ley de Derecho al Acceso, Disposición y Saneamiento del Agua de la Ciudad de México.

Lo primero, es responder a las preguntas: ¿qué es la captación o cosecha de agua de lluvia? ¿Qué es un sistema de captación de agua de lluvia (SCALL)?

Previo a mencionar la definición del Manual, se tiene que resaltar que para esta tesis, la captación de agua de lluvia es una ecotecnia hídrica. Y, el otro detalle terminológico es que se considera como sinónimos hacer referencia a captación respecto de cosechar, ya que es común leer ambos términos que hacen referencia a esta ecotecnia hídrica. El concepto para la primera pregunta menciona: “(...) es la acción de coleccionar, conducir, almacenar y tratar el agua que se precipita a la superficie terrestre para su uso o consumo” (Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México, 2020). Respecto a la segunda:

“(...) se refiere al mecanismo que utiliza el conjunto de componentes y accesorios como canaletas, tubos, filtros, separadores de agua, tanques, bombas, y otros que sirven para realizar la recolección, almacenamiento y tratamiento del agua de lluvia” (Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México, 2020).

Para tener una aproximación visual a la definición anterior, se agrega la Figura 19.

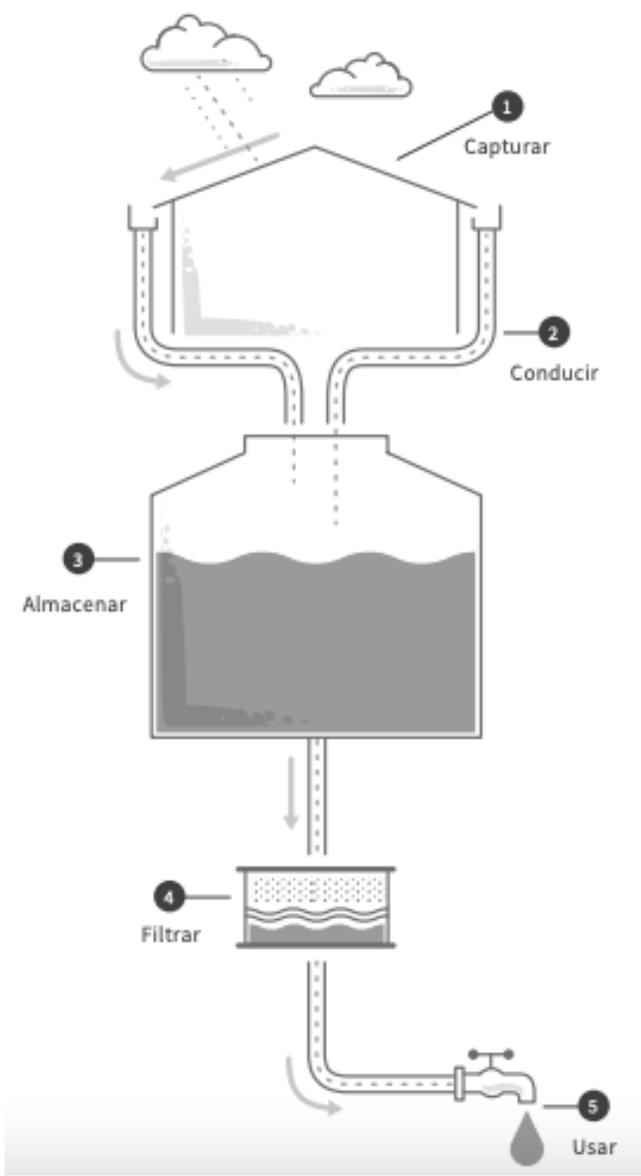


Figura 19. "¿Qué es la Cosecha?"
(Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México, 2020).

Como toda tecnología, en este caso ecotecnia, tendrá sus beneficios y limitaciones, será importante que para tener una mejor implementación las condiciones tienen que cumplirse. En la Tabla 13 se resumen las que señala el Manual y agregamos otras.

Tabla 13. Beneficios y limitaciones de la captación de agua de lluvia (Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México, 2020).

	Beneficios	Limitaciones
Ambientales	<ul style="list-style-type: none"> -Se reduce la cantidad de agua que se extrae de los mantos acuíferos. -Se reduce el volumen de conducción y otros medios del agua, con lo cual se disminuye la energía consumida y la emisión de CO². -Se reduce la saturación de los drenajes, con lo cual se evita disminuir la presión. 	<ul style="list-style-type: none"> - Es irregular la cantidad de agua que llueve durante el año. - Por la contaminación de la ciudad y de la superficie de captación el agua no es potable.
Económicos	<ul style="list-style-type: none"> -Sólo requiere de una inversión inicial la cual no es muy costosa. -Se aprovecha la infraestructura existente. 	<ul style="list-style-type: none"> - Espacios reducidos debido a no considerar esta ecotecnia desde la edificación de la vivienda. -No contar con una cisterna.
Sociales	<ul style="list-style-type: none"> -Disponer de agua de manera inmediata debido a las lluvias. -Promueve la educación ambiental de manera práctica y cotidiana. 	<ul style="list-style-type: none"> - No se garantiza su disposición de agua durante todo el año, a menos que se logre almacenar mayor cantidad.

Los fines que interesan para la vivienda popular son dos de los que se establecen en el Manual, los cuales son:

- “Captación de techos limpios para usos potables (contacto y consumo humano)” (Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México, 2020).
- “Captación de techos para usos no potables (sanitarios, limpieza, riego, uso industrial)” (Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México, 2020).

Debido a la contaminación del aire en la Ciudad de México se evaluará si se logra garantizar que el agua sea para consumo humano o potable.

Respecto al SCALL se mencionarán sus 9 componentes fundamentales:

1. Superficie de captación. Es la zona directa donde cae y escurre el agua, puede ser un techo, cubierta y hasta pisos. Esta superficie determina una parte necesaria a considerar para la captación. El otro elemento que determina es la precipitación.

Respecto a la normatividad la NOM-127-SSA1-1994 establece las características, materiales y el uso respecto a las superficies. Se muestra la Tabla 14 que está en el Manual.

Tabla 14. "Tipos de superficie: No apta, aceptable, ideal para cosecha de lluvia"
(Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México, 2020).

Descripción	Sistema para usos no potables	Sistema para usos potables
Requisitos de la superficie de captación	Se sugiere un techo limpio, pero no es limitante. No debe tener mascotas, ni se debe usar como espacio de almacenamiento.	Es necesario tener un techo lo más limpio y liso posible. No debe tener mascotas, ni almacenamiento. El agua debe correr sin obstáculos ni estancamientos. Lo ideal son los materiales que no agregarán contaminación al agua
Superficies aceptables	-Lámina de asbesto -Teja de barro sin sellar -Impermeabilizante en rollo con terminado en gravilla	-Losa de concreto con terminado liso o pulido -Losa de concreto con enladrillado y/o lechareado -Losa de concreto con impermeabilizante acrílico
Superficies ideales	-Lámina plástica (policarbonato, polipropileno, etc.) -Fibro cemento o similar -Membranas plásticas de HDPE -Tejas cerámicas o similares -Loseta cerámica, porcelanato o similar -Losa de concreto con terminado liso o pulido -Losa de concreto con enladrillado y/o lechareado -Losa de concreto con impermeabilizante acrílico	-Cristal/vidrio -Lámina metálica -Lámina plástica (policarbonato, polipropileno, etc.) -Fibro cemento o similar -Membranas plásticas de HDPE -Tejas cerámicas o similares -Loseta cerámica, porcelanato o similar.

Otro aspecto es la pendiente de la superficie de captación. La pendiente permitirá que descienda el agua y se dirija hacia la Centralización y Distribución del sistema. Se debe tener una pendiente a partir del 2%. Si la azotea o superficie no tiene la pendiente será necesario realizar las adecuaciones necesarias.

Respecto a este componente del SCALL, lo más idóneo para la superficie de captación es que sea la más lisa, esté limpia y tenga pendiente.

2. Centralización y distribución. Son las canaletas y/o tuberías que permiten concentrar toda el agua que cae en la superficie de captación y dirigen el agua de lluvia hacia el Pretratamiento y el Desvío general al drenaje. Se agregan las Figuras 20 y 21 del Manual para que se aprecie las dos maneras de instalar adecuadamente las bajadas del agua.

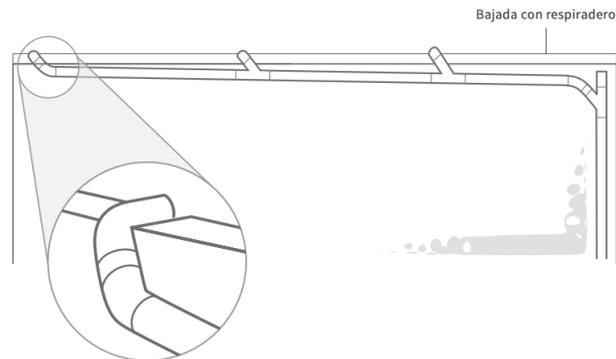


Figura 20. "Disparos con hilada de tabiques"
(Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México, 2020).

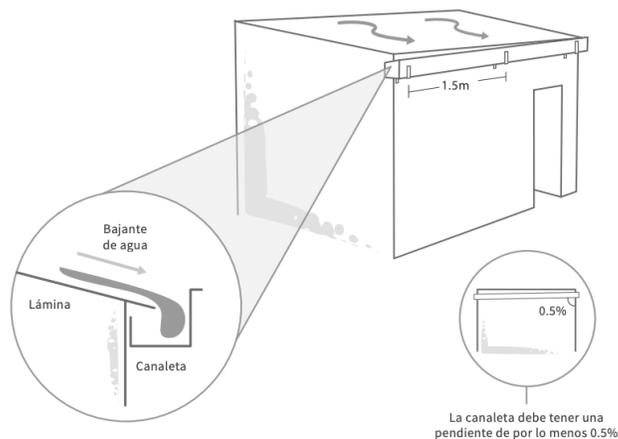


Figura 21. "Canaleta" (Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México, 2020).

3. Desvío general a drenaje. Es el mecanismo del SCALL para poder retirar de manera total el agua hacia las siguientes etapas del sistema. Las consideraciones para realizar el desvío son:

- Cuando suceden las primeras lluvias después del periodo de estiaje debido a la concentración de contaminantes del aire. Por ejemplos, las lluvias de enero a abril si se quiere captar el agua de lluvia se tendría que evaluar si vale la pena y realizar limpieza periódica de la superficie de captación. En el periodo de lluvias a partir de mayo a octubre, las primeras lluvias se tendrían que desviar, así como las últimas del año.
 - Cuando las lluvias suceden mientras la calidad del aire es mala y/o debido a las cenizas volcánicas.
 - Cuando al no recibir limpieza la superficie de captación se encuentra con mucha suciedad.
 - Cuando está lleno el almacenamiento pluvial.
4. Pre-tratamiento. Son los procesos que mejoran la calidad del agua de lluvia debido, principalmente, a la suciedad de la superficie de captación y de la distribución. Por ejemplo, tierra, heces fecales de fauna doméstica u otra, hojas, etc. Se utilizan tres mecanismos para realizar esta etapa, los cuales son:
- a. Separación de contaminación de primeras lluvias. Son componentes del sistema que permiten desechar en la totalidad el agua que se centralizo de la superficie de captación. Las primeras lluvias logran limpiar la atmósfera del smog y de los contaminantes que se hayan concentrado en la superficie.
 - b. Pre-filtración. (Mallas o cribas, filtros de arena). Son mecanismos físicos que permiten retener las hojas, ramas u otros que afecten el comportamiento de las canaletas y/o la tubería de centralización y distribución.
 - c. Sedimentación / Asentamiento. Disponer de un contenedor que permita retener por un tiempo el agua, previo al almacenamiento. Se sugiere que el tiempo de retención sea de algunas horas para facilitar que los materiales de cierto peso, por ejemplo, polvo, se logren asentar en el fondo del contenedor, este proceso se llama: sedimentación.
5. Almacenamiento del agua cosechada. Son los contenedores donde se dispone el agua para su aprovechamiento y están ubicados al exterior de la vivienda. Será importante realizar la adecuación, que, al momento de llegar a la máxima capacidad de almacenamiento, el excedente no afecte la cisterna u otro. Pueden ser: cisternas, tinacos, tanque, etc. Se debe considerar:
- Que sus materiales no sean tóxicos
 - Debe ser opaco para evitar la entrada de luz con lo cual no se formarán algas.

- Debe ser cerrado para evitar el acceso a insectos u otro tipo de fauna.
 - Debe colocarse donde no afecte la estructura de la vivienda o genere algún riesgo.
6. Bombeo. Para que el sistema pueda funcionar de manera óptima se sugiere instalar una bomba para disponer el agua hacia el tinaco o donde se usará. Si el sistema considera almacenar el agua en la cisterna y posteriormente continuar con la filtración y tratamiento, para llegar al tanque de distribución o tinaco se necesitará una bomba más potente de la que ya se tenía instalada debido a las pérdidas de energía.
7. Filtración y tratamiento. De manera breve mencionamos éste momento, porque más adelante en el subcapítulo Sistema de filtración del agua de lluvia para consumo humano en la vivienda urbana se desarrollará a profundidad. Esta etapa del SCALL busca garantizar que el agua captada tenga una calidad para estar en contacto y/o consumo humano en sus necesidades hídricas en la vivienda. Los filtros logran retener los sedimentos de ciertos tamaños finos, sustancias químicas y otros contaminantes que afecten la salud de las personas. Si se requiere que el agua sea potable se tendrá que instalar un sistema de filtración con varias etapas.
8. Desinfección. Este momento del SCALL se realiza en el tanque de distribución o tinaco y pretende garantizar que no tenga agentes microbiológicos no afecten la salud causada por las heces fecales de la fauna doméstica u otros como tlacuaches, cacomixtles y aves de la zona que interactúan con las viviendas urbanas en ciertas zonas de la Ciudad de México. En caso de que la vivienda tuviera animales domésticos como perros o gatos se tendría que evitar que estén en la superficie de captación y, además, realizar la limpieza de la misma. Para desinfectar el agua del SCALL hay varias alternativas como la utilización de cloro, plata coloidal o la instalación de la lampara con luz ultravioleta.
9. Instalación, manejo y mantenimiento. Para que el SCALL tenga un funcionamiento óptimo y se garantice la calidad de agua para contacto y/o consumo humano es necesario que se haya realizado la mano de obra de calidad y así como la instalación conforme a lo establecido. Además, será necesario que se le dé mantenimiento de manera frecuente lo cual implica:
- Dar limpieza total y frecuente a todo el SCALL.
 - Drenar el Separador de las primeras lluvias después de cada lluvia.
 - Realizar por lo menos una vez al año la limpieza del almacenamiento y del tinaco (o tanque de distribución).
 - Realizar el cambio periódico de los filtros y del sistema de desinfección.

A continuación, se puede observar la Figura 22 con los componentes a los que se hizo referencia.

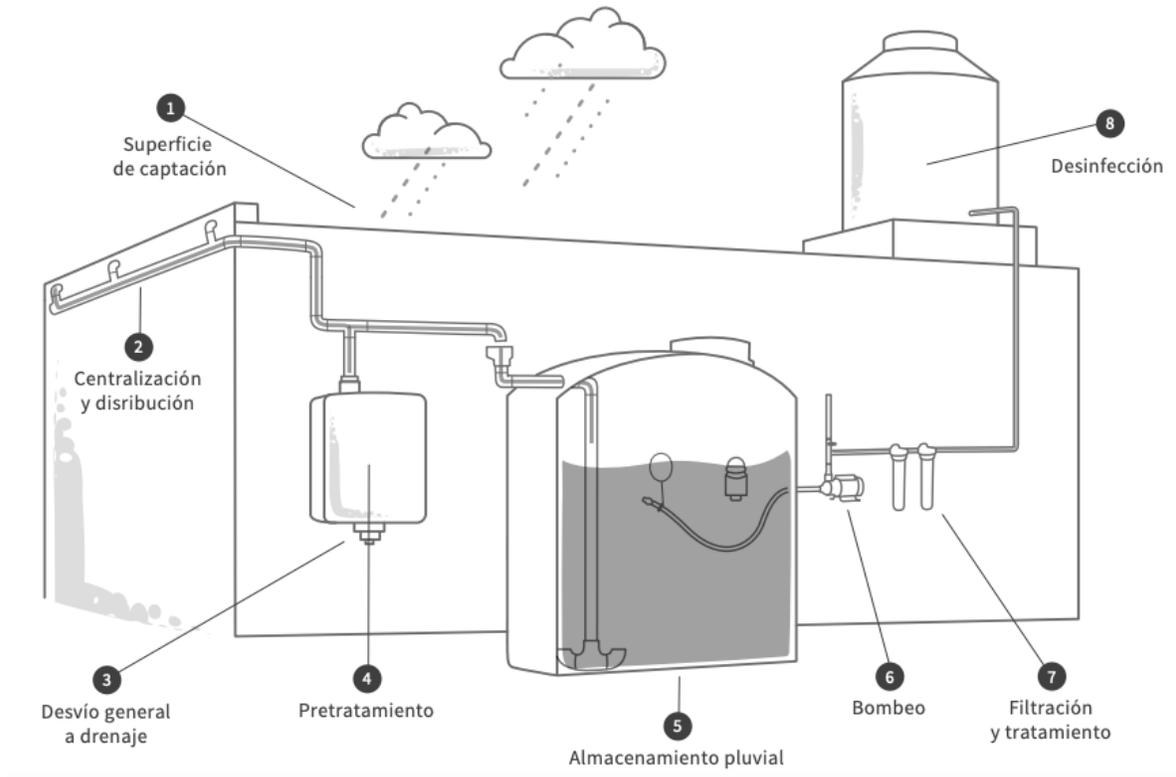


Figura 22. "Componentes de un SCALL"
(Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México, 2020).

Consideraciones para el diseño del SCALL

1. Superficie de captación. Se tienen que conocer el material de la superficie de captación, así como el área de la huella de techo, la cual debe ser paralela a la superficie, sin importar si el techo tiene pendientes, pues sólo importa que la forma sea cuadrada, rectangular, circular y/o triangular. Es importante resaltar que no es el área de la superficie. Se agrega la siguiente Figura 23, para visualizar lo dicho anteriormente.

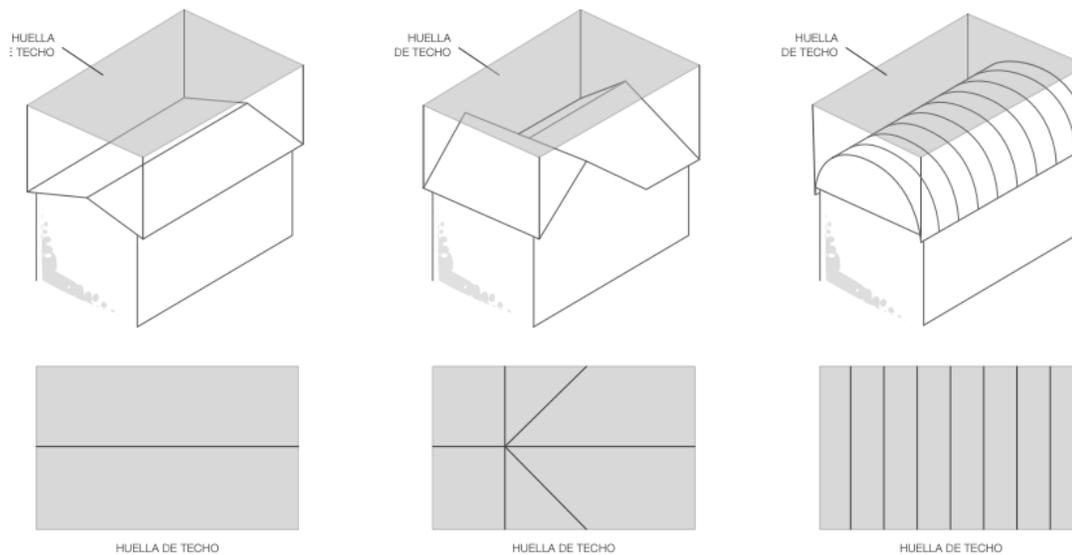


Figura 23. “Huella de techo”
(Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México, 2020).

El coeficiente de captación de la losa de concreto por su textura rugosa es de 0.80. Para evitar la toxicidad de la losa de concreto no debe estar impermeabilizada con derivados de plástico, sólo si es de gravilla la toxicidad no se considera.

Precipitación pluvial. Para realizar el diseño se debe saber cuál es la cantidad de agua que llueve. Se tiene que obtener la información de los medios oficiales como el Sistema Meteorológico Nacional, cuyo enlace de internet es www.smn.conagua.gob.mx. Se busca la localidad y la estación meteorológica más cercana para revisar la información.

2. Centralización y distribución. Para conducir el agua será necesario establecer qué tipo de canales se usarán. Para los fines de este trabajo se considera que es sobre losa, por lo tanto, la conducción tiene que ser “(...) disparos, tubería horizontal y vertical” (Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México, 2020).

La siguiente información se obtuvo del Manual en las páginas 45, 46, 47 y 48. Para garantizar la capacidad de la tubería de distribución horizontal ante lluvias con una intensidad de 100 milímetros por hora, se recomienda un tubo horizontal de 100 milímetros o 4 pulgadas de diámetro para poder conducir el agua que cae en una superficie de 174 metros cuadrados con una pendiente de 1%, 213 metros cuadrados con una pendiente de 1.5% o hasta 246 metros cuadrados con una pendiente de 2%. Con la misma intensidad de lluvia y el diámetro, respecto a las bajadas verticales se considera hasta 208 metros cuadrados. Por lo tanto, se ve

que en promedio se puede homologar este tipo de tubería con el diámetro de 100 milímetros. Respecto a las canaletas, dependerá de la forma de la superficie de captación y hacia qué líneas perimetrales se dirigirá el agua por escurrimiento. Para tener la información necesaria se puede consultar la Tabla 15 del Manual.

Tabla 15. "Dimensionamiento de canaletas"
(Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México, 2020).

Pendiente de inclinación canaleta	Ancho de canaleta "	Máxima área de captación admisible para diferente intensidad (m ²)				
		Intensidad 50 mm/h	Intensidad 75 mm/h	Intensidad 100 mm/h	Intensidad 125 mm/h	Intensidad 150 mm/h
1 %	3	45	30	22	18	15
	4	95	63	47	38	32
	6	253	169	126	101	84
	8	521	348	260	208	174
2 %	3	63	42	32	25	21
	4	134	89	67	54	45
	6	357	238	179	143	119
	8	740	494	370	296	247
4 %	3	89	60	45	36	30
	4	190	126	95	76	63
	6	515	344	258	206	172
	8	1042	694	521	417	347

Fuente: Mechell et al. (2010)

Algunas recomendaciones son: sea la menor cantidad de distancia de recorrido del agua hacia la siguiente etapa, que la tubería o canaletas no atraviesen puertas y/o ventanas, que la pendiente de la tubería horizontal que sea de 2% y que para las canaletas tengan por lo menos una pendiente de 0.5%.

3. Desvío a drenaje. Como se mencionó anteriormente, esto momento es importante porque se decide en qué momento se comienza a captar el agua de lluvia, dependiendo la contaminación del ambiente y si no está sucia la superficie de captación, o cuando ya está al 100% la totalidad de almacenamiento. A continuación, se sugieren dos maneras para desviar al drenaje como se visualiza en las siguientes Figuras 24 y 25.

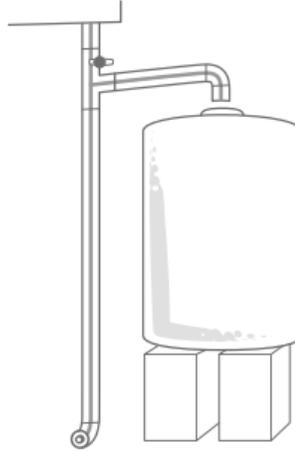


Figura 24. "Desvío a drenaje previo al separador de primeras lluvias"
(Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México, 2020).

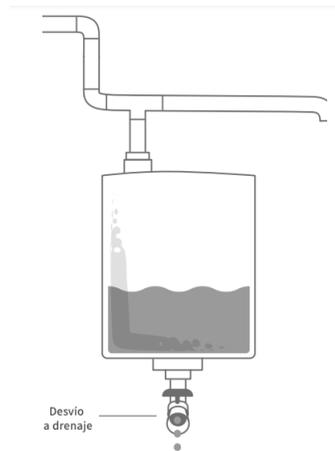


Figura 25. "Desvío a drenaje integrado al separador de primeras lluvias"
(Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México, 2020).

De manera adicional, el agua que salga no tiene que afectar a la vivienda con encharcamiento o inundación del inmueble ni a terceros. La válvula tiene que considerar las precipitaciones con mayor intensidad. Por último, el Manual hace una recomendación: "(...) dejar pasar de 3 a 5 lluvias al inicio de la temporada de acuerdo con el nivel de limpieza del techo" (Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México, 2020).

4. Pretratamiento. La información que describe esta etapa se menciona anteriormente y sólo se agrega lo correspondiente al diseño.

- a. Separación de contaminación de primeras lluvias. Un valor estimado que nos permite mejorar la calidad de agua con la separación de primeras lluvias es dejar que por cada metro cuadrado se desvíen al drenaje de 2 a 3.2 milímetros. Con información del Manual menciona que si se deja sólo 1 milímetro se mejora la calidad en un 50% por 2 milímetros en un 75% y si son 3 milímetros en un 87.25%. El derivador se coloca en las bajadas pluviales y se puede complementar con filtros para mejorar la calidad del agua sólo que no afecten el flujo. Su dimensión está en relación de las bajadas pluviales horizontales y verticales. Se colocan las Figuras 26 y 27, para ver su funcionamiento tipo vortex y las dos maneras de lograr la separación, ya sea en el tanque o a través de un tubo.

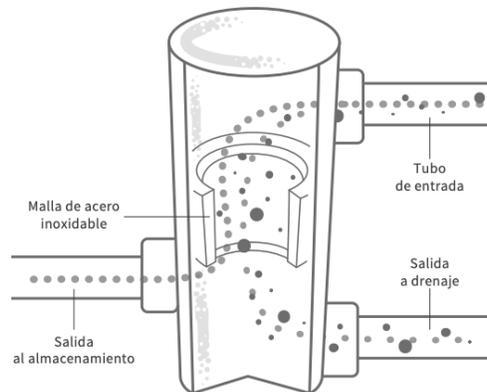


Figura 26. "Desviación tipo vortex"
(Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México, 2020).

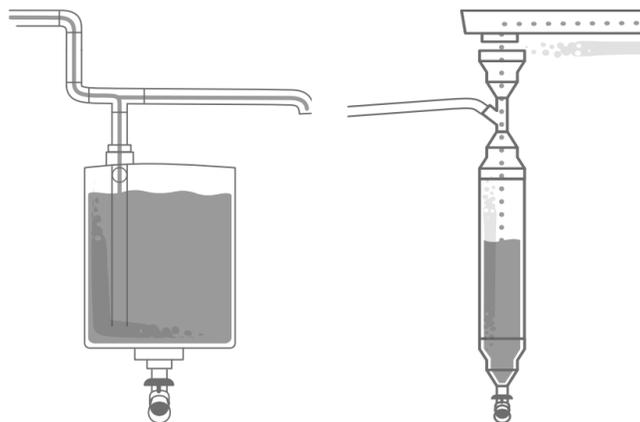


Figura 27. "La primera imagen de izquierda a derecha es separación en tanque y la segunda separación en tubo"
(Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México, 2020).

- b. Pre-filtración. Se sugiere utilizar filtros que detengan físicamente diversos objetos (hojas, insectos, ramas, etc.) mayores de 300 y/o 500 micras. Se puede realizar de dos maneras como se sugiere en la Figura 28.

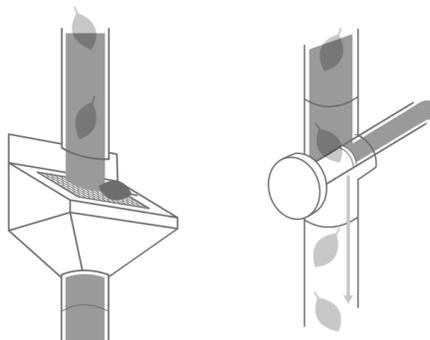


Figura 28. "Filtros de hoja"
(Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México, 2020).

5. Almacenamiento. Para esta etapa del diseño del SCALL se retoman sólo dos del Manual. En la Tabla 16 se muestra el material, las ventajas y desventajas de cada opción.

Tabla 16. "Comparación de materiales y tipos de almacenamiento"
(Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México, 2020).

Material	Ventajas	Desventajas
Mampostería (Block o concreto armado)	<ul style="list-style-type: none"> -Ubicados en subsuelo, no ocupan espacio en superficie -El cemento alcaliniza el agua y la mantiene fresca y de buena calidad -Fácil mantenimiento y larga vida útil 	<ul style="list-style-type: none"> -Los costos pueden ser elevados según la capacidad deseada -Requiere una gran disponibilidad de espacio en el subsuelo -Se tienen que construir en sitio -Requiere excavación
Rotomoldeado	<ul style="list-style-type: none"> -Bajo costo comparado con las otras opciones (debajo de 10 000 litros) -Se adquiere ya hecho y listo para usar -Existen muchas marcas, opciones y capacidades, adaptables a cada contexto -Alta disponibilidad 	<ul style="list-style-type: none"> -Poco práctico en términos de transporte (transportan su capacidad en volumen de aire) -Ocupan espacio en superficie por lo que requieren un piso plano que sea capaz de aguantar su peso una vez lleno -Solo se encuentran tamaños específicos (generalmente 450; 1 100; 2 500; 5 000; 10 000 litros)

Al considerar las opciones se tendrá que valorar el volumen que se pueda almacenar para escoger una u otra con el espacio disponible y el recurso económico para su construcción o instalación. Para ahorrar se toma lo que está disponible, para que pueda ser utilizado en el sistema.

Además, para no afectar la cisterna o el tinaco se instala un rebosadero para expulsar el agua que exceda la capacidad de almacenamiento. El rebosadero es una tubería que conduce el agua a un lugar que no afecte a la vivienda y puede ser directamente al drenaje o a una superficie filtrante, como en la Figura 29. Esta instalación tiene que garantizar que no se regrese el agua ni permita el ingreso de fauna de cualquier tipo o materia orgánica, de manera usual se coloca una válvula check o anti-retorno, como se ve en la Figura 30. En caso de que sea en una cisterna, la pendiente del rebosadero debe tener por lo menos el 2%. Por último, el diámetro del rebosadero deber ser el mismo que la tubería vertical para mantener el equilibrio de entrada y de salida.

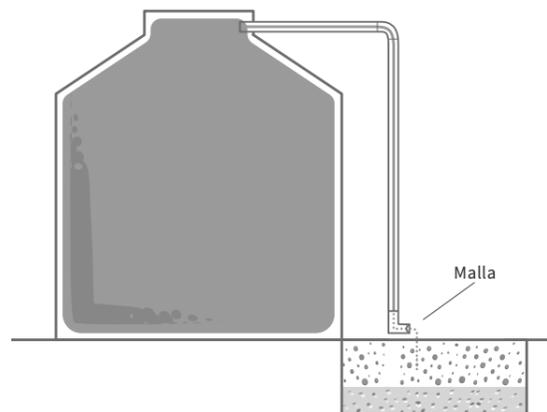


Figura 29."Tinaco con rebosadero a suelo infiltrante"
(Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México, 2020).

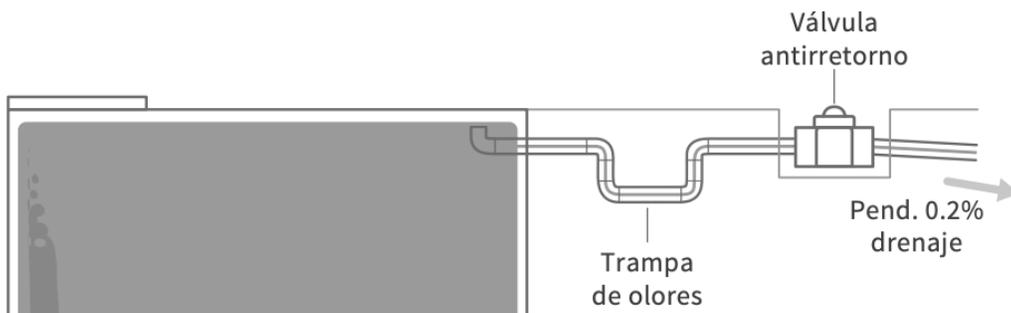


Figura 30. "Cisterna con rebosadero a drenaje"
(Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México, 2020).

Para diseñar la dimensión del contenedor se sugiere lo siguiente:

- Presupuesto disponible.
- Espacio disponible.
- Determinar el volumen de agua a captar. Si se quiere ver la máxima capacidad de agua a captar, se calcula al multiplicar el área de la superficie de captación en metros cuadrados por la precipitación de lluvia en metros y por el coeficiente de captación (el cual dependerá del tipo de material).

Es necesario distinguir dos situaciones. La primera que la infraestructura de la vivienda no permita captar y almacenar toda el agua de lluvia que se requiere para satisfacer las necesidades anuales o las condiciones climatológicas que son insuficientes por la cantidad de agua que llueve. La segunda se refiere a cuando se logra obtener más agua de la que se requiere.

a) La primera manera de hacer el cálculo es considerando la lluvia promedio diario el cual es entre 30 a 50 milímetros.

b) La segunda manera es por el cálculo por promedio mensual de lluvias.

Con esta propuesta se almacena el excedente de la lluvia. Se obtiene la diferencia máxima y esa cantidad indica el volumen del almacenamiento. Se logra la autonomía total al año cuando no hay valores negativos y en caso que los haya, en esos meses se tiene que disponer de agua de la red hidráulica.

Para esto se realiza la Tabla 17.

Tabla 17. "Cálculo por promedio mensual de lluvias"
(Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México, 2020).

Mes	Precipitación	Litros captados	Acumulación de lluvia	Demanda	Acumulación de demanda	% de demanda satisfecha	Diferencia
Junio							
Julio							
Agosto							
Septiembre							
Octubre							
Noviembre							
Diciembre							
Enero							
Febrero							
Marzo							
Abril							
Mayo							
Total							

Como ejemplos ponemos dos casos del Manual.

La Tabla 18 considera el consumo de agua con una demanda mensual de 8,000 litros como un valor es fijo durante los 12 meses. La superficie de captación total de 90 metros cuadrados es con un coeficiente de captación de 0.85. La precipitación se obtiene de CONAGUA y el valor tiene una variación cada mes.

Tabla 18."Cálculo por acumulación. Superficie de captación de 90 m², coeficiente de captación de 0.85" (Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México, 2020).

Mes	Precipitación	Litros captados	Acumulación de lluvias	Demanda	Acumulación de demanda	% de demanda satisfecha	Diferencia
Junio	118	9002	9002	8000	8000	113%	1002
Julio	150	11467	20469	8000	16000	143%	4469
Agosto	161	12345	32815	8000	24000	154%	8815
Septiembre	142	10894	43708	8000	32000	136%	11708
Octubre	61	4686	48394	8000	40000	59%	8394
Noviembre	15	1151	49545	8000	48000	14%	1545
Diciembre	3	208	49753	8000	56000	3%	-6247
Enero	6	477	50230	8000	64000	6%	-13770
Febrero	8	586	50816	8000	72000	7%	-21184
Marzo	13	965	51781	8000	80000	12%	-28219
Abril	23	1794	53575	8000	88000	22%	-34425
Mayo	47	3602	57177	8000	96000	45%	-38823
Total	747	57177			96000	60%	

Al ver los resultados con la superficie de captación no se logra la autonomía anual y a partir de diciembre se requiere otra fuente de abastecimiento. El volumen de almacenamiento a instalar es la diferencia mayor que son 11,708 litros o 11.708 metros cúbicos.

El segundo caso, si se logra la autonomía de otra fuente de abastecimiento como se muestra en la Tabla 19, en la cual se muestra una diferencia de 46,034 litros o 46.034 metros cúbicos y la superficie de captación es de 160 metros cuadrados, menos del doble respecto al primer caso. Pero, para garantizar la autonomía se necesita un volumen 4 veces mayor que en el primer caso.

Tabla 19. "Cálculo por acumulación. Superficie de captación de 160 m², coeficiente de captación de 0.85" (Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México, 2020).

Mes	Precipitación	Litros captados	Acumulación de lluvias	Demanda	Acumulación de demanda	% de demanda satisfecha	Diferencia
Junio	118	16004	16004	8000	8000	200%	8004
Julio	150	20386	36390	8000	16000	255%	20390
Agosto	161	21947	58337	8000	24000	274%	34337
Septiembre	142	19367	77704	8000	32000	242%	45704
Octubre	61	8330.6	86034	8000	40000	104%	46034
Noviembre	15	2046	88080	8000	48000	26%	40080
Diciembre	3	369.44	88445	8000	56000	5%	32450
Enero	6	848.64	89299	8000	64000	11%	25299
Febrero	8	1041.7	90340	8000	72000	13%	18340
Marzo	13	1715	92055	8000	80000	21%	12055
Abril	23	3188.9	95244	8000	88000	40%	7244
Mayo	47	6403.3	101647	8000	96000	80%	5647
Total	747	101647			96000	106%	

- Sedimentación y decantación en el almacenamiento pluvial. Este proceso hace que los sólidos se acumulen en la parte baja del contenedor de almacenamiento debido al peso de los sólidos y evitar la perturbación del agua. Para disminuir las turbulencias al momento de que ingrese más agua, se puede instalar un reductor de turbulencia, como el que se muestra en la Figura 31.

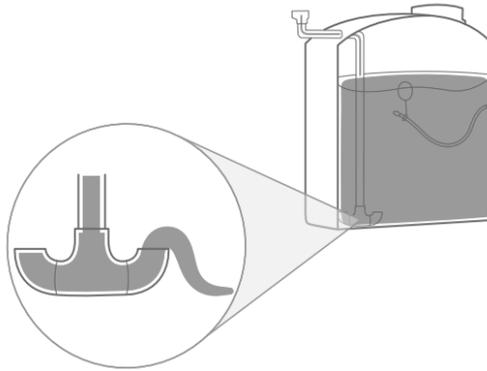


Figura 31. "Reductor de turbulencia"
(Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México, 2020).

Con este fenómeno el agua que se encuentra más cerca de la superficie adquiere una mejor calidad. Asimismo, se requiere que la instalación de bombeo permita succionar el agua que está a 10 centímetros por arriba de la base del contenedor.

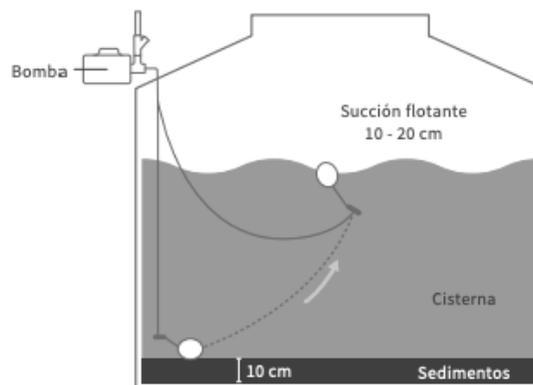


Figura 32. "Succión flotante"
(Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México, 2020).

7. Filtración y tratamiento del agua de lluvia. Para garantizar que la calidad de agua cumpla la NOM-127-SSA1-1994 se instalará un sistema de filtración de 4 etapas. Este sistema de filtración se describirá más adelante porque se considera una ecotecnia hídrica. Para garantizar que el agua sea potable se tendrá que poner el filtro antes de abastecer al tinaco o contenedor de distribución.
8. Bombeo. Por el punto anterior, se sigue la recomendación del Manual de instalación de una bomba con mayor capacidad a la habitual, la cual señala que para viviendas de 1 a 2 niveles, se sugiere una bomba con 0.75 HP y de 3 a 4 niveles de 1 HP, como se aprecia en la Tabla 20.

Tabla 20. "Bombas para SCALL con un tren de tratamiento de más de 2 filtros después de la bomba" (Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México, 2020).

Altura a donde subirá el agua desde la bomba	Potencia mínima de la bomba
0 (misma planta)	$\frac{3}{4}$ CP (0.75 HP) – 0.55 kw
1 -2 pisos	1" CP (0.75 HP) – 0.74 kw
3 - 4 pisos	1.5" CP (1 HP) – 1.12 kw
Más de 4 pisos	Consulte al fabricante o vendedor de la bomba

Para finalizar este apartado de la tesis se adiciona la Tabla 21 y la infografía de la Figura 33 del Manual de un SCALL en vivienda de la Ciudad de México.

Tabla 21. "Componentes del SCALL" (Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México, 2020) en vivienda de la Ciudad de México.

Concepto		Características	
	Superficie de captación	Área del techo dedicada a la captación	80 m ² (ver diagrama 19)
		Material	Losa de concreto (coeficiente de captación de 0.80)
	Centralización y distribución	Horizontal	Disparos con tubería de polipropileno sanitario de 3" (75 mm), pendiente de 1.5%
		Vertical	Tubo de polipropileno sanitario de 3" (75 mm) y 4" (100 mm)
		Conexiones	Polipropileno sanitario de 3 y 4"; PVC hidráulico de 1" (25 mm) en la conexión a bomba y filtro
	Desvío general a drenaje	Integrado al separador de primeras lluvias. Activación manual	
	Pretratamiento	Separación de contaminación de primeras lluvias	Separación por acumulación. Mecanismo de bloqueo por aire. Se separan 2 L/m ² (160 L). Drenado automático en menos de 12 horas gracias a una pija que evita el cierre completo; se recomienda drenar manualmente para retirar sedimento
		Filtro de hojas	Filtro de malla de acero inoxidable de 400 micras desmontable, integrado a la BAP entre el separador y el almacenamiento
		Sedimentación y decantación	En el almacenamiento preliminar, por reducción de turbulencia y succión flotante (ver diagrama 20)
	Almacenamiento pluvial	Capacidad	1) Almacenamiento preliminar de 2.5 m ³ 2) Cisterna de 10 m ³
		Tipo	1) Rotomoldeado bicapa en superficie, 2) Cisterna de mampostería subterránea
		Rebosadero	Sin rebosadero integrado al tanque; el excedente sale por el filtro de hojas
	Bombeo	Bomba hidráulica centrífuga de 1/2 caballo de fuerza	
	Filtración y tratamiento (ver diagrama 20)	Primario	Filtro contra sedimentos de 50 micras, de malla de acero inoxidable desmontable y lavable, modelo Amiad
		Secundario	-
		Terciario	-
		Purificación	-

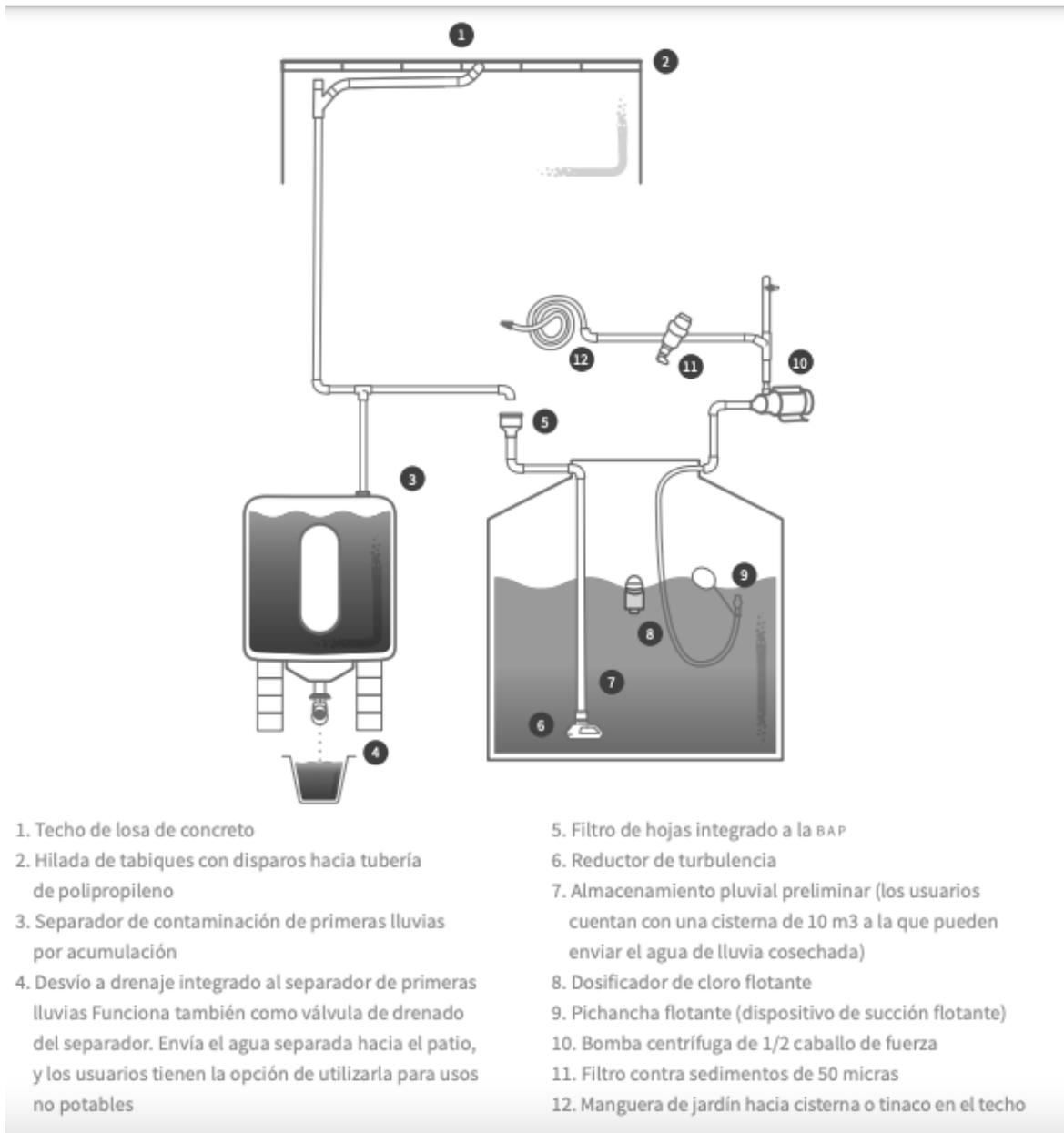


Figura 33. "Infografía" (Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México, 2020) de SCALL en vivienda de la Ciudad de México.

2.2 Catálogo de productos ahorradores de agua

Perlizadores o aireador. Son dispositivos que se conectan a cualquier llave o grifo de agua. Su funcionamiento logra incrementar la velocidad del flujo de agua al aplicar un principio básico de la hidráulica: reduce el área de salida. Al ser el destino final del agua ya no afecta la pérdida de energía por esta reducción del flujo del agua. Además, permite que el agua no salpique.

En la Tabla 22 se presentan dos modelos, los cuales se pueden encontrar en el mercado y en una franquicia que está a nivel comercial y por la información disponible se utilizó para este trabajo.

Tabla 22. Diferentes modelos de aireadores o perlizadores.

Aireador o perlizador comercial	Tipo	Flujo (litros por minuto)	Costo en pesos	Información adicional
Aireador para mezcladora 	Cocina	8.3	\$ 189.00	Con rosca interna. Conexión hembra. Tiene un filtro adicional para eliminar cierto tipo de impurezas. Dimensiones de 2.5 x 2.5 cm. Producto en Home Depot. (Home Depot, 2024)
Aireador para grifo. Modelo a. 	Baño	8.3	\$ 98.00	Se conecta a la mayoría de los grifos con rosca externa. Conexión hembra. Material de latón anti sarro. Compensa la presión del flujo. Dimensiones 0.92x0.68 cm. Producto en Home Depot. (Home Depot, 2024)
Aireador para grifo. Modelo b. 	Baño	1.7	\$ 125.00	Con rosca interna. Elaborado de metal cromado para evitar la corrosión. Dimensiones de 2.4 x 1.8 cm. Producto en Home Depot. (Home Depot, 2024)
Aireador para grifo. Modelo c. 	Baño	8.3	\$ 445.00	Tiene un sistema temporizador de 2 a 20 segundos. Se puede instalar ante conexiones macho o hembra. De latón cromado. Dimensiones de 2.8 x 2.5 cm. Producto en Home Depot. (Home Depot, 2024)
Aireador para grifo Modelo d. 	Baño	5.7	\$ 169.00	Con rosca externa. Conexión macho. Material de cromo. Producto en Sodimac. (SODIMAC, 2024)

Obturador o reductor de flujo. Permiten reducir el flujo del agua en la tubería. Son de fácil instalación. De manera comercial se menciona el obturador de flujo para regadera en la tienda Plomería Universal porque en la descripción señala que se puede ahorrar hasta un 40% de agua y no afecta el flujo de la regadera. Su costo es de \$142.99. (Plomería Universal , 2024). Un ejemplo de este producto se contempla en la Figura 34.



Figura 34. "Reductor de flujo para regadera RFR-01" (Plomería Universal , 2024).

Regadera. Para disminuir el consumo en la regadera sólo se requiere cambiar la cabeza o cebolleta de la tubería de la misma. En el mercado se pueden obtener muchos modelos de diversos precios y de precios diversos. En la Tabla 23 se colocan 4 modelos, en los cuales se podrá observar la reducción del consumo de agua.

Tabla 23. Diferentes modelos de cabezales de regaderas.

Regadera	Flujo (litros por minuto)	Costo en pesos	Información adicional
	6	\$ 145.00	Un tipo de caída de agua tipo lluvia. Resiste la corrosión y el óxido. Diámetro de 6.8 cm. Producto en Home Depot. (Home Depot, 2024)
	9.5	\$ 779.00	Forma cuadrada. Dimensiones de 20.3 x 20.3 cm. Rociado completo. Producto en Home Depot. (Home Depot, 2024)
	10	\$909.60	De chorro fijo. Acabado de cromo. Producto en Home Depot. (Plomería Universal, 2024)
	10	\$ 1,256.25	Diseño estético. Buen rendimiento y durabilidad. Producto en Home Depot. (Plomería Universal, 2024)

WC o retrete. En décadas pasadas los inodoros para su descarga utilizaban de 12 a 16 litros de agua. En años más recientes, ante la falta de agua y la búsqueda de tecnologías que ahorren más el agua sin afectar la finalidad del uso, se desarrollaron inodoros con un consumo de 6 litros por descarga, y posteriormente con dos tipos de descarga la de 6 y

de 4 litros por descarga. Además, en México se estableció la NOM-009-CNA-1998 para obligar a productores, comercializadores y consumidores a utilizar este tipo de WC. Actualmente, ya hay WC que han logrado disminuir la cantidad de agua por descarga e implementando los dos tipos de descarga para la orina o heces fecales, con lo cual ya hay de 4.8 y 3.8 litros por descarga.

En la Tabla 24 se ilustran los productos, los cuales hay de muchos modelos y precios.

Tabla 24. Modelos de WC con o sin doble descarga.

WC	Descarga	Litros por descarga	Costo en pesos	Información adicional
	Doble	4.8 / 3.8	\$ 7,699.00	Producto en Home Depot. (Home Depot, 2024)
	Sencilla	4.8	\$ 1,099.00	Producto en Home Depot. (Home Depot)
	Doble	4.8 / 3.8	\$ 2,999.00	Producto en Home Depot. (Home Depot, 2024)
	Doble	5.8 / 4.1	\$ 2,799.00	Producto en Home Depot. (Home Depot, 2024)

Respecto a la descarga doble agregamos las Figuras 35 y 36 para ilustrar el mecanismo.



Figura 35. Botones de descarga del WC (Home Depot, 2024).



Figura 36. Interior del tanque con el dispositivo para la doble descarga del inodoro (Home Depot, 2022).

Mezcladora de cocina. Permite regular la temperatura del agua al mezclar el agua fría con la caliente. Para ahorrar se recomienda que sea de monomando y buscar los productos ahorradores. Actualmente en el mercado hay gran variedad de modelos y el consumo de litros por minuto van de 2, 6 a 8 litros por minuto. La Tabla 25 muestra un ejemplo de los productos.

Tabla 25. Diversos modelos de mezcladoras monomando.

Mezcladoras monomando	Flujo (litros por minuto)	Costo en pesos	Información adicional
Modelo a 	2 a 8	\$ 815.00	Producto en Home Depot. (Home Depot, 2024)
Modelo b 	2 a 6	\$ 415.00	Producto en Home Depot. (Home Depot, 2024)
Modelo c 	6	\$ 699.00	Producto en Home Depot. (Home Depot, 2024)

Contenedores de capacidad media. Son aquellos recipientes de plástico que permiten almacenar el agua y con un volumen mayor a 50 litros. Para el fin de este trabajo, se sugiere que se utilice para reciclar el agua que desecha la lavadora en el segundo ciclo, el cual es de enjuague y exprimir la cual tiene una mejor calidad que la del ciclo de lavado. Esta agua, de segundo uso, se reutiliza en el primer ciclo de lavado, la cual lleva más detergente genera la mayor contaminación en el agua, acabando este primer ciclo se desecha al drenaje. Con lo anterior, se logra ahorrar en un 50% la cantidad de agua para el ciclo completo de lavado (lavado, enjuague y exprimir). Para garantizar que se logre almacenar el agua que desecha el ciclo de enjuague y exprimir cuando sea con la carga máxima, se usa un bote con una capacidad promedio de 100 litros. De manera comercial se podría utilizar el bote que se pone a continuación:

- Contenedor de basura, marca Rubbermaid, color azul con tapa de 121 litros. Su costo es de \$ 579.00 (Home Depot, 2024) en el supermercado WaltMart, como se aprecia en la Figura 37.



Figura 37. Contenedor de basura, marca Rubbermaid, color azul con tapa de 121 litros (Home Depot, 2024).

2.3 Sistema de filtración del agua de lluvia para consumo humano en la vivienda urbana

Para garantizar que el agua sea potable se requiere un sistema de filtración de 4 etapas para cumplir con la norma 127. Este sistema consiste en un filtro sedimentador, dos filtros de carbón y la instalación de una lámpara de rayos UV para el proceso de desinfección. En la Figura 38 se pueden apreciar los componentes.

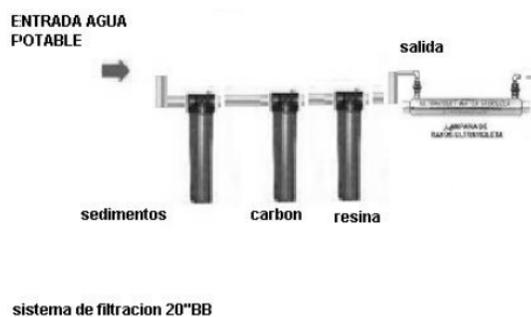


Figura 38. Sistema de filtración 20" BB (H2OZONI, 2023).

En la Tabla 26 se describe lo que se realiza en cada etapa y una imagen para visualizar como es cada componente.

Tabla 26. Cuatro etapas de filtración y su descripción.

Etapa de filtración	Descripción	Imagen (H2OZONI, 2023)
Primera	Filtro de sedimentos, para retener todos los sólidos y suciedad del agua.	
Segunda	Filtro carbón activado, para eliminar el color, olor y sabor.	
Tercera	Filtro de resina catiónica, para eliminar dureza en el agua.	
Cuarta	Lámpara UV, para eliminar bacterias del agua, amebas, algas y hongos	

Se mencionan las siguientes ventajas y desventajas.

Las ventajas son:

- Garantizan que el agua es potable.
- Incluye instalación.
- No se requieren garrafones.
- El equipo es propio y puede revisarse para su estudio con fines académicos.
- El proveedor vende los insumos para los filtros.
- Si se aprende como se realiza el mantenimiento, puede darse un ahorro cada seis.

Las desventajas son:

- Requiere conexión directa a la instalación hidráulica.
- Cada 6 meses se realiza el mantenimiento.
- El llenado de garrafones requiere tiempo en su limpieza como en el llenado.
- La empresa sólo tiene una sucursal en la ciudad de México.

Con esta ecotecnia algunos aspectos que se lograrán son:

1. Ahorrar.
2. Reducir la huella ecológica.
3. Aprender y estudiar esta ecotecnia.
4. Promover el consumo del agua simple para reducir el consumo de bebidas azucaradas.
5. Evitar que la personas consuma agua en botellas de PET.

Capítulo III. Información de la localidad para implementar las ecotecnias hídras en una vivienda urbana.

3.1 Ubicación

El pueblo de San Pedro Mártir está ubicado en la delegación Tlalpan, Ciudad de México. En una altitud de 2,350 metros de altitud sobre el nivel de mar. Sus coordenadas geográficas son Longitud: 19° 16' 11", Latitud: 99° 10' 12". En la actualidad dispone de un área aproximada de 167 hectáreas (Gaceta Oficial del Distrito Federal, 2010) o 1,670,000 metros cuadrados, y esa área es considerada zona patrimonial con 4 inmuebles catalogados por el Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH), Instituto Nacional de Bellas Artes (INBA) y/o Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda (SEDUVI).

Sus colindancias son: al sur con el pueblo de San Andrés Totoltepec; al norte con el pueblo de Chimalcoyotl y con la Col. Tlalcoligia; al oriente con los ejidos de San Pedro Mártir y al poniente con las colonias El Mirador y Los Volcanes. La Figura 39 muestra lo anterior.

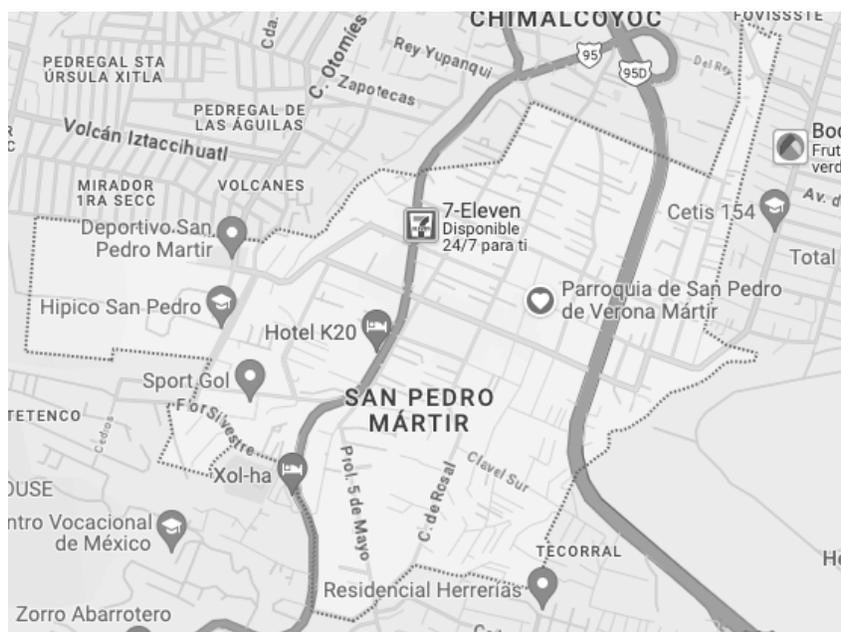


Figura 39. Delimitación del pueblo de San Pedro Mártir, Tlalpan, Ciudad de México, 2022 (Google Maps, 2024).

3.2 Población

3.2.1 Datos generales

La población en el año 2000 registró a 14,579 habitantes. En ese año en general la población presentó un grado de marginación alto.

El dato de la población del año 2020 de San Pedro Mártir no se ha podido obtener ya que en las diferentes fuentes no aparece. Sólo daremos el valor de la población considerando el crecimiento proporcional al de la delegación del año 2000 al 2020, de esta manera el número de la población del año 2020 es 17,398, como se ve en la Tabla 27.

Tabla 27. Población de Tlalpan y San Pedro Mártir de los años 2000 y 2020.

Año	Habitantes en Tlalpan	Habitantes en San Pedro Mártir
2020	699,928	17,398
2000	586,530	14,579

La Figura 40, el mapa, muestra la población del año 2000 y el grado de marginación por manzana.

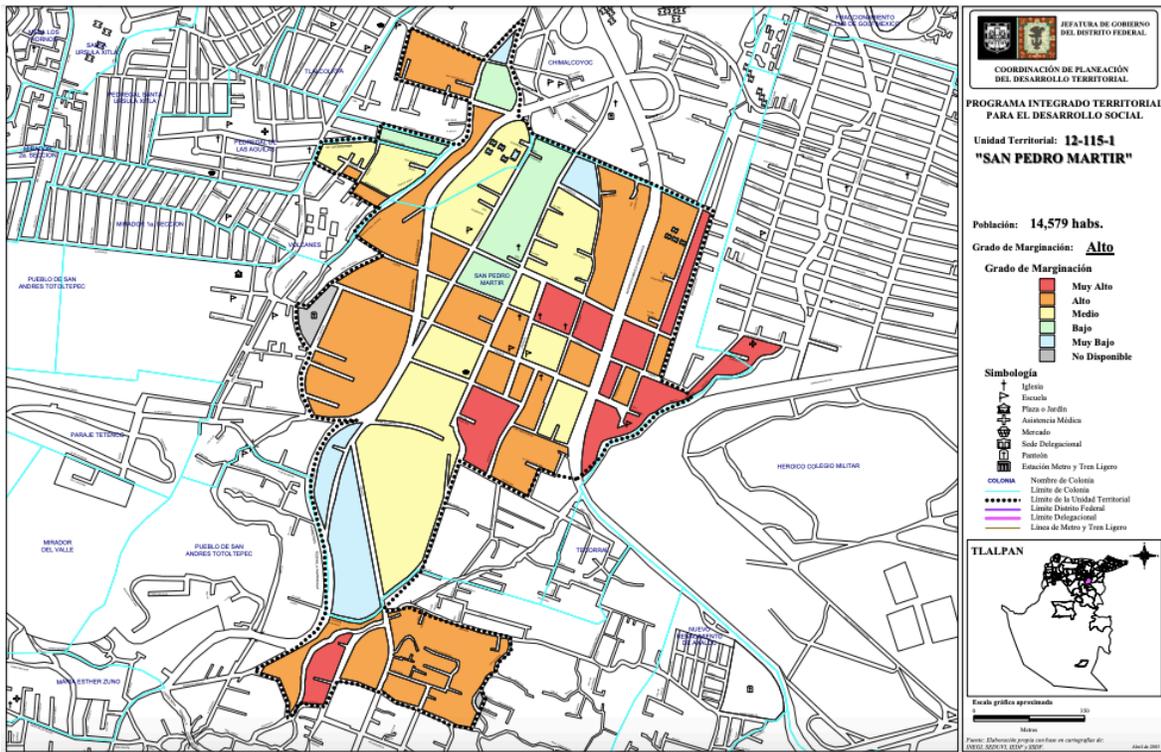


Figura 40. Grado de marginación de San Pedro Mártir Tlalpan, año 2000. (SIDESO, 2003)

Con los datos de ese año, el 52% de la población eran mujeres y el 48% hombres. El grado promedio de escolaridad fue de 9.3 años (SIDESO, 2003).

De la población económicamente activa el 42.46 % percibía 2 salarios mínimos, de 2 a 5 salarios mínimos el 32.59%, de 5 a 10 salarios mínimos el 26.18 de la población y quienes perciben de 10 a más salarios mínimos es el 7.02%.

Cada vivienda en promedio la habitan 4 personas. El 62% es vivienda particular propia, el 31% son viviendas rentadas y el casi, 6% son departamentos propios. De las viviendas rentadas el 71% se destinan a tipo vecindad

3.2.2 Censo hídrico

Para determinar el agua que consume por una persona en una vivienda al día, en el pueblo de San Pedro Mártir, Tlalpan el autor de este trabajo realizó un instrumento que permitió obtener la información necesaria de manera sencilla y específica de cada persona encuestada, este formato se puede consultar en el Anexo 1.

El formato del Censo Hídrico se divide en tres apartados. El primero son los datos generales de la persona censada: ubicación, número de habitantes en la vivienda, sexo, si cuentan con automóvil y la fecha. El segundo campo son los datos de la vivienda: número de niveles, los metros disponibles del terreno, azotea y área libre en la planta baja, el número de baños y si cuenta con cisterna. El tercero son los consumos: lavado de manos, regadera, retrete, lavado de trastes, lavado de ropa con o sin lavadora, el riego del jardín y plantas con o sin llave y el lavado del carro con o sin llave. Por último, son los subtotales de cada rubro y el total. Cabe resaltar que no se consideró la cantidad de agua que bebe una persona ni la preparación de alimentos debido a que no se quiere generar un ahorro de ese consumo.

Para estandarizar el Censo Hídrico en la medición del gasto como en los casos de las llaves y regaderas, se usó un recipiente de 1 litro o 1,000 mililitros. Asimismo, para determinar el tiempo, se usó un cronómetro con precisión de centésimas que posteriormente se convierte a minutos y con los datos recabados anteriormente se obtiene el gasto específico de la llave del lavado de manos, la regadera, la llave del lavado de trastes, la llave del riego del jardín y/o el lavado del carro. Las unidades del gasto se establecieron en litros sobre minutos. Para los otros rubros, como el: lavado de la ropa, riego de las plantas o el lavado del auto, se consideró determinar el total de consumo en litros a la semana por persona. Se obtuvo el consumo total semana de quienes habitan en la vivienda, posteriormente se dividió entre el número de habitantes y entre 7, por ser los días de la semana, de esta manera se obtuvo la cantidad de litros por día y por persona.

Este instrumento permite determinar el promedio y la tendencia del consumo de los rubros que se mencionaron anteriormente. De esta manera se puede conocer el consumo específico de una persona, o incluso si se hace un muestreo mayor de una colonia o localidad. El aporte de este formato de Censo Hídrico consiste que al hacerlo por rubro también se facilita conocer la cantidad propia de consumo si es en las llaves, regaderas, muebles de baño o si son ahorradores o no, y en caso de ser ahorradores, determinar cuál es su gasto y compararlo con el que se menciona en la venta al consumidor.

El Censo Hídrico se aplicó de manera presencial y en la vivienda a 20 personas de diferentes edades, sexos y condiciones de vivienda de la localidad de interés en el año 2019 en un periodo de dos meses. Aproximadamente, tomó entre 45 y 60 minutos realizar cada encuesta porque implicaba hacer varias mediciones de la misma llave o regadera, además de entablar una conversación sobre la situación del agua en la localidad. La información se obtenía de manera secuencial de cada rubro.

Al realizar las 20 encuestas se concentró toda la información obtenida del formato del Censo Hídrico como se muestra en la Tabla 28, de esta manera la base de datos puede ampliarse o restringir su extensión considerando el número de personas encuestadas. Los aspectos quedan restringidos debido a los rubros determinados.

Tabla 28. Información concentrada del Censo Hídrico.

Folio	1	2	...	n
1.Lavado de manos				
2.Regadera				
3.Retrete				
4.Lavado de trastes				
5.Lavadora				
6.Cubetas para lavar ropa				
7.Llave para el riego del jardín y plantas				
8.Recipientes para el riego del jardín y plantas				
9.Llave para el lavado del carro				
10.Recipientes para el lavado del auto				
TOTAL				

Al aplicar el Censo Hídrico en San Pedro Mártir, se presentó una situación inesperada, que en varias viviendas no cuentan con la instalación hidráulica para la regadera, retrete o llaves para lavarse las manos o los trastes.

Se muestra en la Tabla 29 toda la información obtenida de las encuestas del instrumento del Censo Hídrico y la suma de su consumo diario.

Tabla 29. Información concentrada del Censo Hídrico en San Pedro Mártir, Tlalpan, Ciudad de México.

Folio	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1.Lavado de manos	75.6	17.4	10.4	3.6	8.7	0.5	13.7	0.78	11.25	2.63	6	3.56	8.44	5	3.8	3.76	14.99	1.2	0.77	3.15
2.Regadera	119.9	13.2	20	10	29.4	20	104	25	24	20	40	37.5	54	26.64	13.37	24.08	17.28	10	10.7	20
3.Retrete	60	36	12	12	12	12	18	12	12	24	18	30	16	24	32	30	30	18	36	42
4.Lavado de trastes	115.2	23.2	16.8	10	25.2	6	18.5	31.3	34.1	24.7	6	5.08	6.4	5.49	2.76	17.5	21.45	5.71	9.68	10.8
5.Lavadora	14.3	0	10.7	0	5	0	31.4	22.9	8.98	8.6	0	9.5	14.28	17.14	0	7.14	8.16	5.5	13.71	11.4
6.Cubetas para lavar ropa	0	15.2	0	2.9	2.85	4.3	0	0	0	0	6.86	0	0	0	18.3	12.41	0	0	0	0
7.Llave para el riego del jardín y plantas	0	0	0	0	28.8	0	11.3	0	0	0	0	0	10.11	0	1.52	0	2.04	0	0	0
8.Recipientes para el riego del jardín y plantas	25.7	5.7	5	0.95	2.85	13.3	0	6.12	1.96	2.6	1.14	1.9	0	0.71	0	0	0	0.244	0.57	0.46
9.Llave para el lavado del carro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10.Recipientes para el lavado del auto	2.9	0	0	0	2.85	0	1.42	0	2.44	0.57	0	0	0.71	0.71	0	0.95	0.82	0	0	0.57
TOTAL	413.6	111	74.9	39.5	118	56.1	198	98.1	94.73	83.1	78	87.5	109.94	79.69	71.75	95.84	94.74	40.654	71.43	88.4

Para una mejor visualización de los datos se presenta en las Tablas 30 y 31, cada una con la mitad de la muestra.

Tabla 30. Información concentrada del Censo Hídrico de la muestra del 01 al 10 del Censo Hídrico en San Pedro Mártir, Tlalpan, Ciudad de México.

Folio	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Consumo de agua en litros por día por persona										
1.Lavado de manos	75.6	17.4	10.4	3.6	8.7	0.5	13.7	0.78	11.25	2.63
2.Regadera	119.9	13.2	20	10	29.4	20	104	25	24	20
3.Retrete	60	36	12	12	12	12	18	12	12	24
4.Lavado de trastes	115.2	23.2	16.8	10	25.2	6	18.5	31.3	34.1	24.7
5.Lavadora	14.3	0	10.7	0	5	0	31.4	22.9	8.98	8.6
6.Cubetas para lavar ropa	0	15.2	0	2.9	2.85	4.3	0	0	0	0
7.Llave para el riego del jardín y plantas	0	0	0	0	28.8	0	11.3	0	0	0
8.Recipientes para el riego del jardín y plantas	25.7	5.7	5	0.95	2.85	13.3	0	6.12	1.96	2.6
9.Llave para el lavado del carro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10.Recipientes para el lavado del auto	2.9	0	0	0	2.85	0	1.42	0	2.44	0.57
TOTAL	413.6	111	74.9	39.5	118	56.1	198	98.1	94.73	83.1

Tabla 31. Información concentrada del Censo Hídrico de la muestra del 11 al 20 del Censo Hídrico en San Pedro Mártir, Tlalpan, Ciudad de México.

Folio	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Consumo de agua en litros por día por persona										
1.Lavado de manos	6	3.56	8.44	5	3.8	3.76	15	1.2	0.77	3.15
2.Regadera	40	37.5	54	26.6	13.4	24.1	17.3	10	10.7	20
3.Retrete	18	30	16	24	32	30	30	18	36	42
4.Lavado de trastes	6	5.08	6.4	5.49	2.76	17.5	21.5	5.71	9.68	10.8
5.Lavadora	0	9.5	14.3	17.1	0	7.14	8.16	5.5	13.71	11.4
6.Cubetas para lavar ropa	6.86	0	0	0	18.3	12.4	0	0	0	0
7.Llave para el riego del jardín y plantas	0	0	10.1	0	1.52	0	2.04	0	0	0
8.Recipientes para el riego del jardín y plantas	1.14	1.9	0	0.71	0	0	0	0.24	0.57	0.46
9.Llave para el lavado del carro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10.Recipientes para el lavado del auto	0	0	0.71	0.71	0	0.95	0.82	0	0	0.57
TOTAL	78	87.5	110	79.7	71.8	95.8	94.7	40.7	71.43	88.4

3.3 Breve historia

Los pueblos asentados en la cuenca de México o del Anáhuac previos a la conquista fueron diversos. Las principales etnias eran: Acolhua, Chalca, Xochimilca, Culhua, Mexica y Tepaneca (Mora Vázquez, Teresa (coordinadora), 2007).

El pueblo originario de San Pedro Mártir, Tlalpan, Ciudad de México, está ubicado a faldas del Ajusco y en la zona de rocas colindando con Xochimilco.

En el periodo colonial hubo una tensión por el territorio de los pueblos ante la Corona Española. Se logró que los “indios” se organizaran como creían conveniente además de disponer de aguas, tierras, montes. Al final de este periodo histórico se consolida la hacienda “como modelo de producción y organización social. Muchos pueblos fueron despojados de sus tierras por los hacendados” (Mora Vázquez, Teresa (coordinadora), 2007).

Se cuenta que este pueblo originario era habitado por tepanecas y el lugar se llamaba Ocotépetl.

A finales del siglo XVI frailes dominicos se establecen en Tlalpan donde fundan el convento San Agustín de las Cuevas y varias vicarías, entre ellas la de San Pedro de Verona Mártir en memoria del primer religioso mártir de la Orden de los Predicadores del s. XIII, religioso dominico.

Su territorio en el periodo colonial fue parte de la ex hacienda San Juan de Dios. Por la lucha revolucionaria se restituyen cientos de hectáreas posterior al año de 1923 (Martínez Guzmán, 2008). En estas tierras ejidales los cultivos principales fueron maíz, calabaza, frijol, haba y chícharo (Martínez Guzmán, 2008). Posteriormente, integraron el cultivo de la rosa.

Por el proceso de urbanización poco a poco fue perdiendo su territorio con diversas expropiaciones como la destinada al exclusivo Club de golf México en el año de 1951. Hubo otras expropiaciones para las instalaciones del Sindicato de Trabajadores de la Salud y para la zona de hospitales, la última a resaltar fue la destinada a la construcción del Heroico Colegio Militar en la década de los años 70. Con esa serie de expropiaciones, el crecimiento de la mancha urbana este pueblo dejó su vida rural en menos de 40 años y su configuración hoy en día es totalmente urbana.

3.4 Cuenca y microcuenca

La localidad del pueblo de San Pedro Mártir, alcaldía Tlalpan es parte de la cuenca del Valle de México, ubicada al sur.

El territorio de este pueblo está ubicado en la microcuenca de Río San Buenaventura, la cual está dentro de la alcaldía de Tlalpan y atraviesa varios poblados de la zona sur cercana al Ajusco hacia el norte. Empieza en el pueblo de Santo Tomás Ajusco, San Miguel Ajusco, Magdalena Petlascalco y cruza hacia el norte los pueblos de San Andrés Totoltepec y San Pedro Mártir. La Figura 41 muestra gráficamente el área de la microcuenca Río San Buenaventura.

Microcuenca Río San Buenaventura

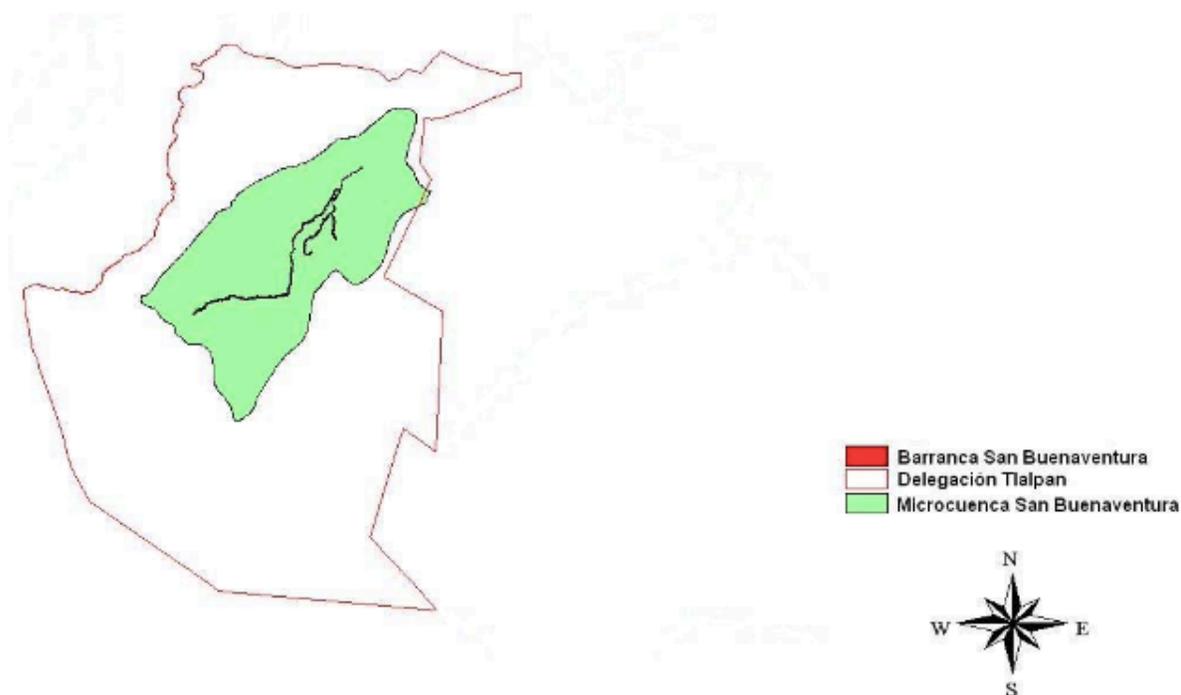


Figura 41. “Ubicación de la barranca “San Buenaventura” con respecto a la microcuenca San Buenaventura” (Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial, 2010).

La zona de aguas debajo de la microcuenca está totalmente impactada por el ser humano, debido a los asentamientos urbanos y no hay tierra dedicada al cultivo o a lo forestal.

3.5 Precipitación y temperatura

3.5.1 Precipitación

La siguiente información se obtuvo del Servicio Meteorológico Nacional de las Normales Climatológicas por estado. En Tlalpan se tienen 5 estaciones: Ajusco, Calvario 61, Desviación Alta al Pedregal, El Guarda y Hacienda Peña Pobre. Sólo están en operación tres de las estaciones, las cuales son: la de Calvario 61, Desviación Alta al Pedregal y El Guarda. Mismas que se ubicarán geográficamente en Google Maps, como se muestran en la Figura 42.

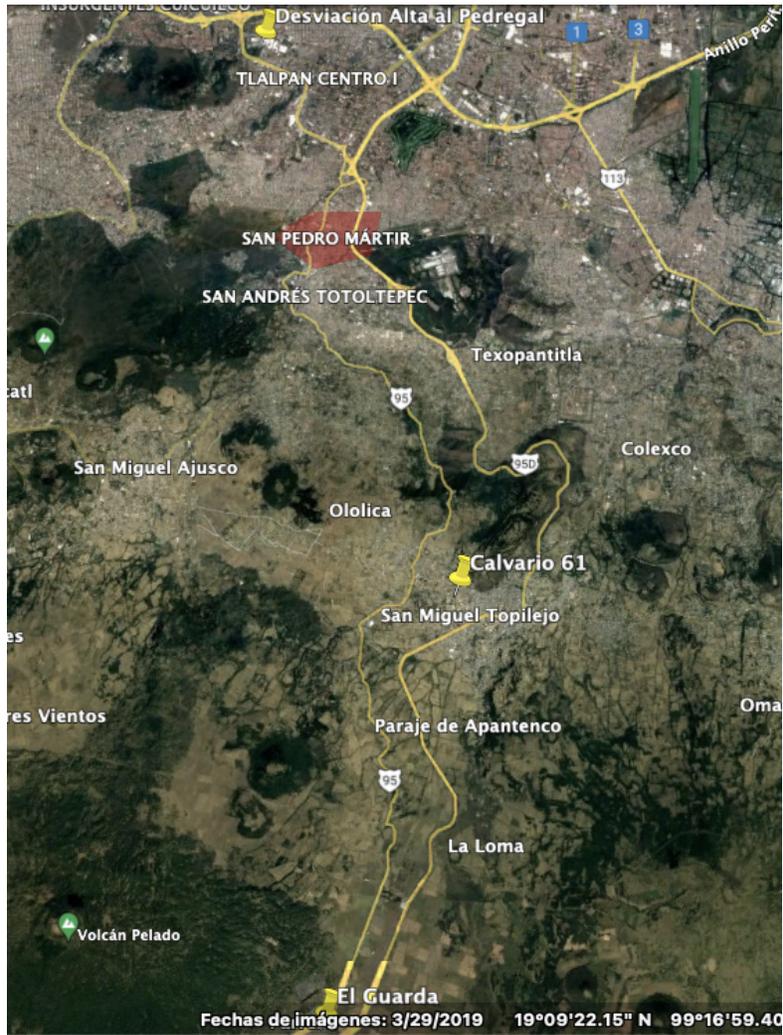


Figura 42. Ubicación de Normales Climatológicas en la Alcaldía Tlalpan. Elaboración propia en Google Earth.

Por la cercanía a la zona de interés se consideran los datos de la estación Desviación Alta al Pedregal con las coordenadas $19^{\circ}17'49.00''\text{N}$ y $99^{\circ}10'56.00''\text{O}$, la cual está a una altitud de 2,296 metros sobre el nivel del mar (msnm) y se tiene un registro disponible por periodos, y el de interés para este trabajo es de los años de 1991 a 2020, con 25 a 29 años de recabar datos continuos se presenta la Tabla 32 con la información de la precipitación media anual y el número de días con lluvias anual. Esta estación está al norte del pueblo de San Pedro Mártir.

Tabla 32. Precipitación normal y número de días con lluvias de 1991 a 2020 (Comisión Nacional del Agua, 2020) , Tlalpan, Ciudad de México

Elementos	Unidad	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Anual
Precipitación normal	milímetros	6.9	3.7	9.5	15.4	46.1	128.7	165.8	177.1	174.8	68.8	9.2	1.7	807.7
Número de días con lluvias	días	1	0.8	1.8	3	8.2	14.5	18.1	19.3	18.5	8.4	1.6	0.3	95.5

La precipitación mensual y acumulada mensual anual la podemos ver en las Tabla 33 y 34, y las Figura 43 y 44.

Tabla 33. Precipitación promedio mensual anual de 1991 a 2020 (Comisión Nacional del Agua, 2020) , Tlalpan, Ciudad de México

Mes	Precipitación (mm)
Enero	6.9
Febrero	3.7
Marzo	9.5
Abril	15.4
Mayo	46.1
Junio	128.7
Julio	165.8
Agosto	177.1
Septiembre	174.8
Octubre	68.8
Noviembre	9.2
Diciembre	1.7

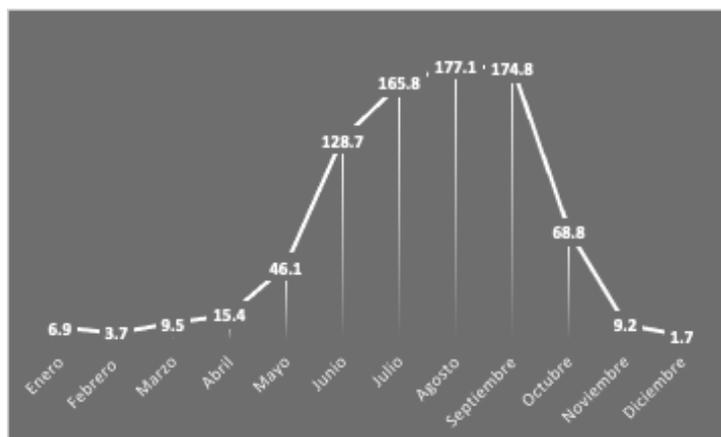


Figura 43. Precipitación promedio mensual anual de 1991 a 2020 (Comisión Nacional del Agua, 2020) , Tlalpan, Ciudad de México

Tabla 34. Precipitación promedio acumulada mensual anual de 1991 a 2020 (Comisión Nacional del Agua, 2020) , Tlalpan, Ciudad de México

Mes	Precipitación acumulada (mm)
Enero	6.9
Febrero	10.6
Marzo	20.1
Abril	35.5
Mayo	81.6
Junio	210.3
Julio	376.1
Agosto	553.2
Septiembre	728
Octubre	796.8
Noviembre	806
Diciembre	807.7

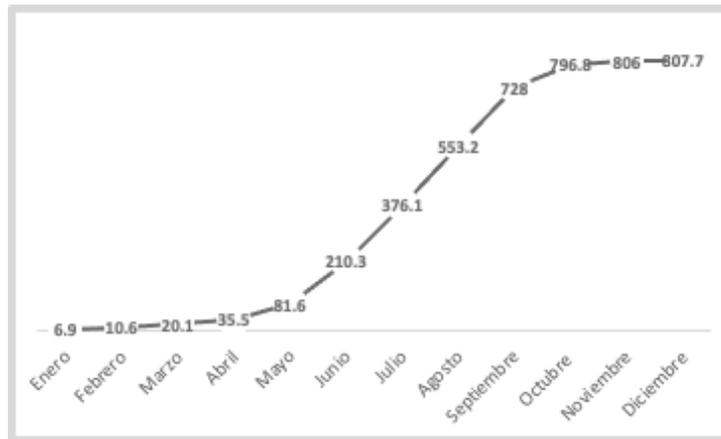


Figura 44. Precipitación promedio acumulada mensual anual de 1991 a 2020 (Comisión Nacional del Agua, 2020) , Tlalpan, Ciudad de México

3.5.2 Temperatura máxima, media y mínima

La temperatura máxima, media y mínima se pueden apreciar en la Tabla 35 y sus gráficas en la Figura 45. En la parte baja de la microcuenca el clima es “templado subhúmedo de humedad media” (Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial, 2010).

Tabla 35. Temperaturas máxima, media y mínima de 1991 a 2020 (Comisión Nacional del Agua, 2020), Tlalpan, Ciudad de México

Temperatura	Unidad	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Anual
Máxima	°C	22.1	23.1	25.3	26	26.2	24.3	23.5	23.6	23	23	22.2	22.3	23.7
Media	°C	13.9	14.8	16.4	17.4	18	17.3	16.7	16.8	16.6	16	14.8	14.2	16.1
Mínima	°C	5.7	6.5	7.6	8.9	9.7	10.3	9.9	10	10.2	9.1	7.4	6.5	8.5

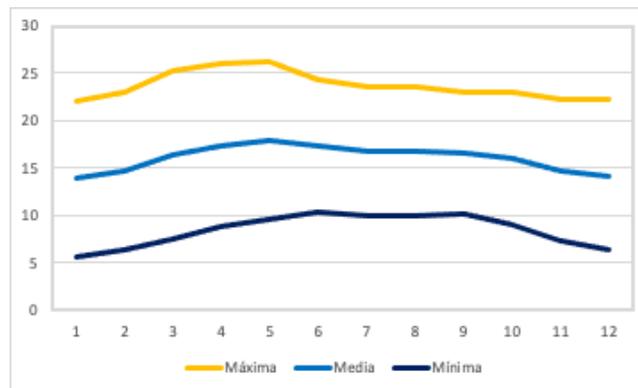


Figura 45. Temperaturas máxima, media y mínima de 1991 a 2020 (Comisión Nacional del Agua, 2020), Tlalpan, Ciudad de México

3.6 Geología

Esta localidad está en la región de la Sierra Ajusco Chichinautzin y la zona que afectó la erupción del volcán Xitle a inicio del siglo primero de nuestra era. Este volcán arrojó materiales llamados “basaltos calcio-alcalinos y andesitas basálticas” (Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial, 2010).

3.7 Suelo urbano

Esta localidad en el Programa Delegacional de Desarrollo Urbano de Tlalpan respecto a la zonificación establece el uso de suelo H3/40/MB y significa: uso habitacional máximo tres niveles con el 40% de área verde y densidad muy baja de una vivienda por cada 200 metros cuadrados.

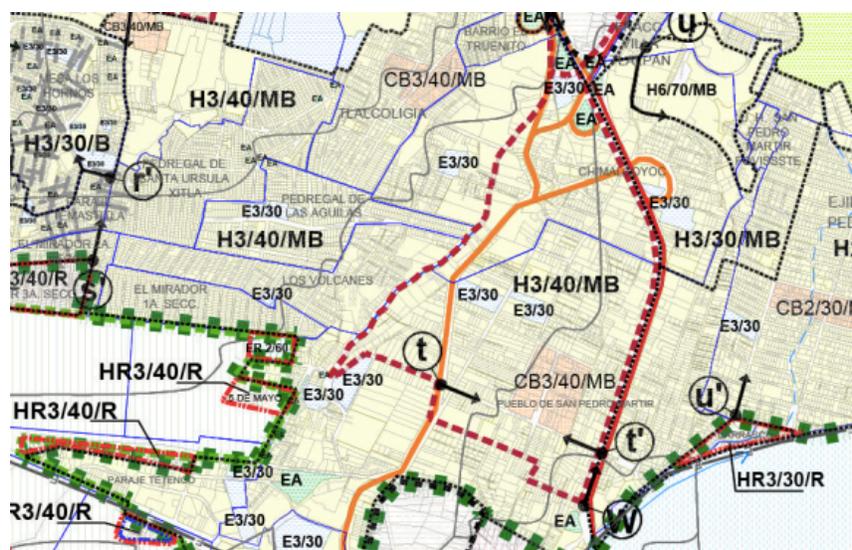


Figura 46. Plano de divulgación del Programa Delegacional de Desarrollo Urbano de Tlalpan (Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2010).

CAPITULO IV. Resultados y análisis

4.1.1 Censo Hídrico

Edad

De las 20 personas que participaron, no se les preguntó directamente la edad, sólo se indicó a que rango pertenecían. Los rangos propuestos fueron de 18 a 29 años, de 30 a 40 años, de 40 a 59 años y de 60 años a más. En la Tabla 36 y la Figura 47 se muestran la cantidad y porcentaje de cada rango. El 50% fueron personas adultas de 40 a 59 años. Los porcentajes de menor participación fueron adultos jóvenes y jóvenes. El otro rango importante de participación fue de las personas mayores de 60 años con el 40%. Es importante resaltar que a la hora de realizar el Censo Hídrico fue en un horario de 16:00 a 18:00 h, lo que se podría interpretar es que las personas que respondieron no laboran fuera del hogar, como es el caso de las mujeres y de las y los adultos mayores.

Tabla 36. Rango de edades del Censo Hídrico.

Rango	Participantes	%
18 a 29 años	1	5
30 a 40 años	1	5
40 a 59 años	10	50
60 años a más	8	40
Total	20	100

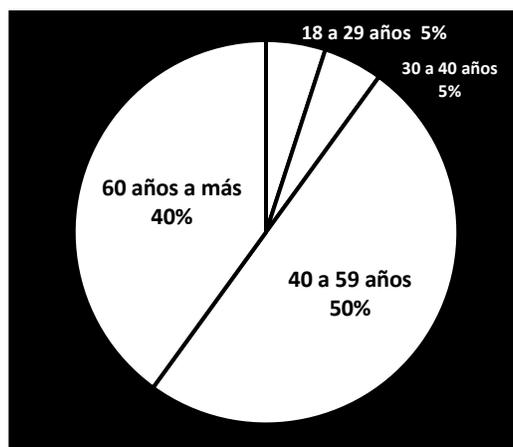


Figura 47. Porcentaje por rango de edades del Censo Hídrico.

Sexo

De las 20 personas que participaron mujeres y hombres, la mayoría fueron mujeres. En la Tabla 37 y Figura 48 se muestra la cantidad y porcentaje de cada sexo.

Tabla 37. Sexo de las y los participantes del Censo Hídrico.

Sexo	Participantes	%
Hombres	5	25
Mujeres	15	75
Total	20	100

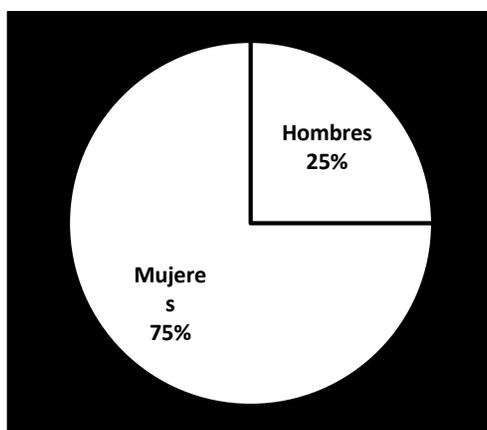


Figura 48. Porcentaje del sexo de las y los participantes del Censo Hídrico.

Ubicación de las viviendas

En la Figura 49 se muestra la ubicación geográfica de cada vivienda. Se señaló cada una a través de la aplicación Google Earth. El número indica la vivienda en el orden del Censo Hídrico.

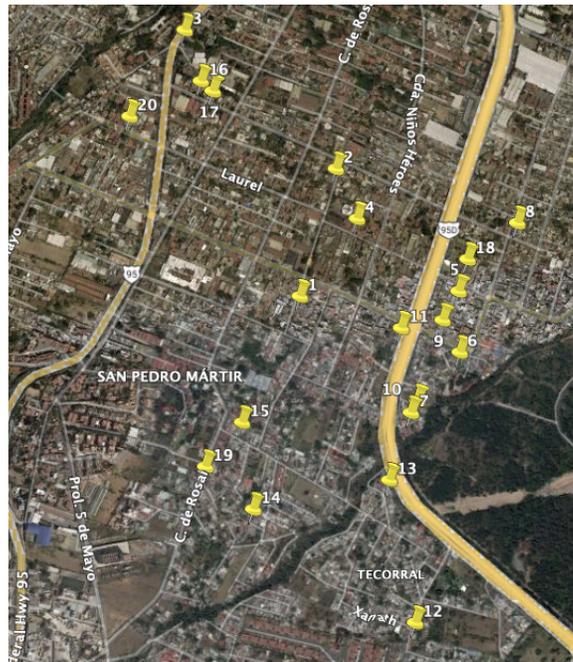


Figura 49. Ubicación de cada vivienda del Censo Hídrico.

Número de habitantes por vivienda

La Tabla 38 y Figura 50 muestran cuántas personas habitan por vivienda.

Tabla 38. Viviendas con el número de habitantes.

Viviendas con # de habitantes	Cantidad
1	2
3	3
4	3
5	4
6	3
7	4
10	1

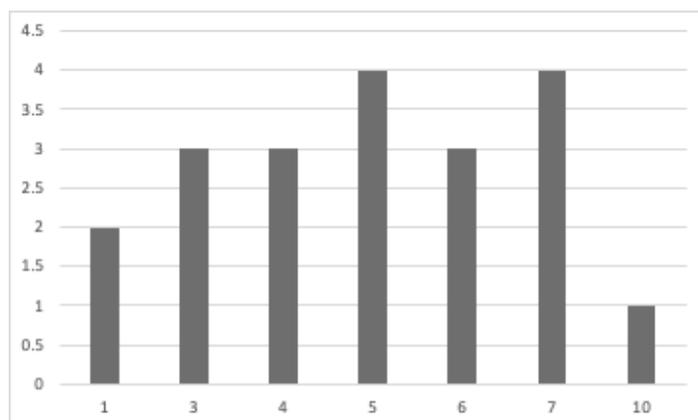


Figura 50. Viviendas con el número de habitantes.

En 20 viviendas habitan 99 personas. Las viviendas donde viven 7 personas son 4, lo cual concentran el 28% de habitantes, en segundo lugar con el 20% de habitantes son las viviendas donde habitan 5 personas, el tercer lugar con el 18% con 3 personas, el 12% donde habitan 4 personas, el 10% donde habitan 10 personas en una vivienda, el 9% las viviendas donde habitan 3 personas y en último lugar con el 2% las viviendas donde habita sólo una persona. En promedio por vivienda habitan 5 personas.

Cuenta con carro

La Tabla 39 y Figura 51 muestran la cantidad y el porcentaje de las personas que contestaron el Censo Hídrico si cuentan o no con carro.

Tabla 39. ¿Cuenta con carro?

Respuesta	Cantidad
Si	8
No	12

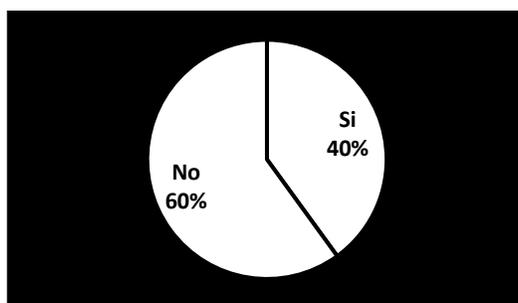


Figura 51. Porcentaje de las personas con o sin carro.

Niveles de la vivienda

La mayoría de las viviendas de las personas que participaron en el Censo Hídrico son de dos niveles con el 70%. En segundo lugar, con el 20% las viviendas de un nivel y, en tercer lugar, con el 10% las viviendas de 3 niveles.

Áreas de terreno, azotea y planta baja

La Tabla 40 concentra la información que se obtuvo de las áreas en metros cuadrados respecto a la vivienda del terreno, azotea y la disponibilidad de espacio en la planta baja.

Tabla 40. Diversas áreas de las viviendas.

Vivienda	Área del terreno (m ²)	Área disponible en la azotea (m ²)	Área disponible en la planta baja (m ²)
1	228	100	50
2	325	80	200
3	3976	75	1500
4	547	300	147
5	376	250	126
6	66	60	10
7	155	100	15
8	151	115	36
9	250	80	150
10	150	75	50
11	200	100	50
12	400	70	200
13	120	50	50
14	70	70	50
15	300	70	150
16	260	100	70
17	400	100	250
18	200	60	30
19	80	70	5
20	120	30	40

Área del terreno

Los terrenos de las personas que participaron, el 50% de los terrenos son de 66 a 200 metros cuadrados. En segundo, lugar de 201 a 400 metros cuadrados. En tercer y último lugar, el 10% con las viviendas con terrenos mayores a 401 metros cuadrados. Cabe

resaltar que el último lugar son terrenos que están destinados a proyectos culturales y sociales y las personas que viven ahí son las responsables de cuidar los espacios.

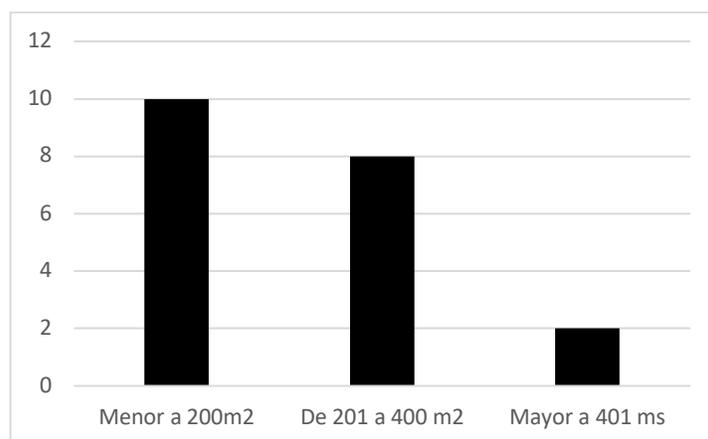


Figura 52. Cantidad de terrenos por vivienda respecto a su área.

Se omitieron los dos terrenos de mayor superficie porque eran espacios comunitarios. Con la información del censo, el promedio de área de cada predio de las viviendas urbanas es de 214 metros cuadrados.

Área disponible en la azotea

Este dato es un aproximado, debido a que las personas desconocían con certeza cual era el área libre en la azotea, porque en varias se utilizan para colocar materiales u objetos que no requieren, eso afecta la disponibilidad de la superficie totalmente libre. En la Tabla 41 se condensa la información.

Tabla 41. Área disponible en la azotea respecto al número de viviendas.

Área disponible en la azotea (m2)	No. de viviendas
30 a 60	4
61 a 120	14
121 a más	2

La mayoría de las viviendas tiene una disponibilidad en sus azoteas de 61 a 120 metros cuadrados. La mínima área en la azotea la reportó una vivienda con 30 metros cuadrados y la mayor de 300 metros cuadrados. La moda que se presentó fue con 5 viviendas con 100 metros cuadrados.

Omitiendo los dos terrenos de mayor superficie, el promedio de área disponible en la azotea de cada predio de las viviendas urbanas es de 88 metros cuadrados.

Área disponible en la planta baja

El área disponible en la planta baja es considerar algún espacio en el cual se pueda colocar un contenedor de mayor capacidad volumétrica, para almacenar el agua o para construir una primera o segunda cisterna. En la Tabla 42 se condensa la información.

Tabla 42. Área disponible en la planta baja respecto al número de viviendas.

Área disponible en la planta baja (m2)	No. de viviendas
0 a 100	12
101 a 250	7
251 a más	1

La mayoría de las personas que participaron en el Censo Hídrico disponen de menos de 100 metros cuadrados en la planta baja para facilitar lo necesario en el almacenamiento del agua.

Omitiendo los dos terrenos de mayor superficie, el promedio de área disponible en la azotea de cada predio de las viviendas urbanas es de 85 metros cuadrados.

Número de baños

Las viviendas urbanas del Censo Hídrico disponen de un baño y máximo 4. Se muestra la información en la Tabla 43 y en la gráfica.

Tabla 43. Número de baños en relación con las viviendas urbanas.

No. de baños	No. de viviendas
1	8
2	8
3	2
3.5	1
4	1

La gráfica, la Figura 53, indica el porcentaje de las viviendas que disponen: 1, 2, 3, 3.5 y 4 baños.

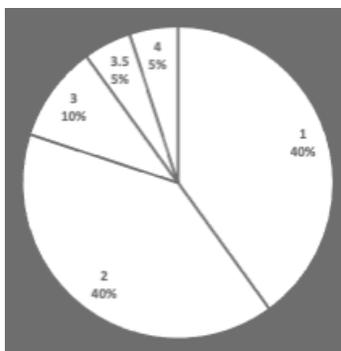


Figura 53. Porcentaje de viviendas respecto al número de baños.

4.1.2 Análisis de la información del Censo Hídrico

Se analizará la información obtenida del Censo Hídrico por partes.

Consumo personal

Se presentan la Tabla 44, indicando el consumo por persona y los colores indican si su consumo es alto o bajo, entre mayor intensidad de rojo la persona tiene un consumo mayor, si el color es más azul su consumo es menor.

Tabla 44. Consumo de agua por persona de cada vivienda en litros al día.

No. de vivienda	Consumo (l/día/h)
1	413.6
2	110.7
3	74.9
4	39.45
5	117.65
6	56.1
7	198.32
8	98.1
9	94.73
10	83.1
11	78
12	87.54
13	109.94
14	79.69
15	71.75
16	95.84
17	94.74
18	40.654
19	71.43
20	88.38

Se puede observar visualmente el consumo por persona al día en la Figura 54.

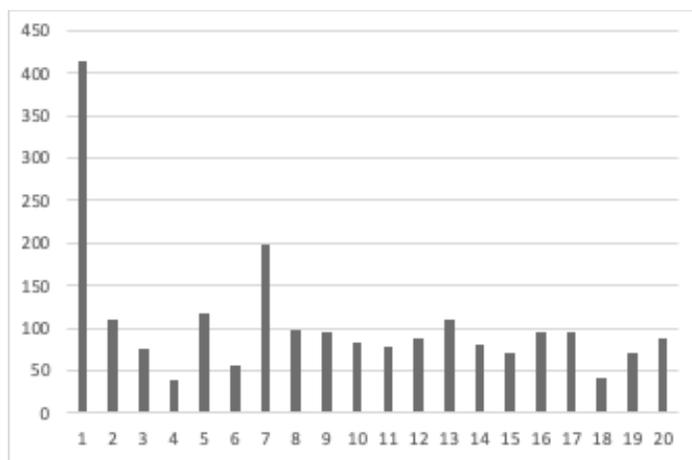


Figura 54. Consumo de agua por persona de cada vivienda en litros al día.

De las 20 personas el mayor consumo fue de la vivienda 1 con 413.6 litros al día, el consumo promedio es de 106.7 litros al día por personas y el consumo mínimo fue en la vivienda 4. Como dato adicional, la persona que consumió mayor cantidad de agua tiene problemas de salud, por lo cual necesitaba mayor líquido.

La mayoría consumió menos de 100 litros al día. En la Tabla 45 y la Figura 55 se muestran las viviendas en los rangos de consumo y los porcentajes de consumo.

Tabla 45. Rango del consumo de litros al día en las viviendas.

Consumo de litros (l) al día	
Menor a 100	15
100 a 250	4
Mayor a 250	1

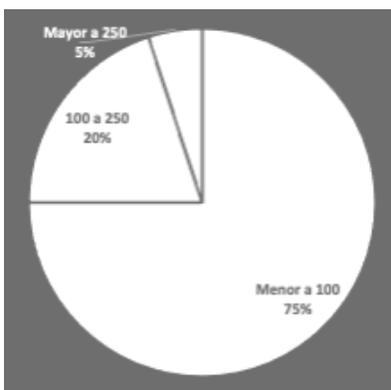


Figura 55. Porcentaje del rango del consumo de litros al día en las viviendas.

Hombres

De los 5 hombres que participaron en el Censo Hídrico el que generó mayor consumo fue de la vivienda 1 con la cantidad de 413.6 litros por día y el de menor consumo 56.1 litros por día. En promedio fueron 147.5 litros por día y el 60% consumió menos de 100 litros por día. El 20%, 109.9 litros por día, en el rango de 100 a 250 litros por día, y el 20% mayor a 250 litros por día con el consumo que se había indicado de 413.6 litros por día.

En las Tablas 46 y 47 y las Figura 56 se muestran las viviendas con sus consumos, los rangos de consumo y los porcentajes de consumo de los hombres.

Tabla 46. Consumo de agua por persona de cada vivienda en litros al día de los hombres.

No. de vivienda	Consumo (l/día/h)
1	413.6
6	56.1
11	78
13	109.94
14	79.69

Tabla 47. Rango del consumo de litros al día en las viviendas de hombres.

Consumo de litros al día	
Menor a 100	3
100 a 250	1
Mayor a 250	1

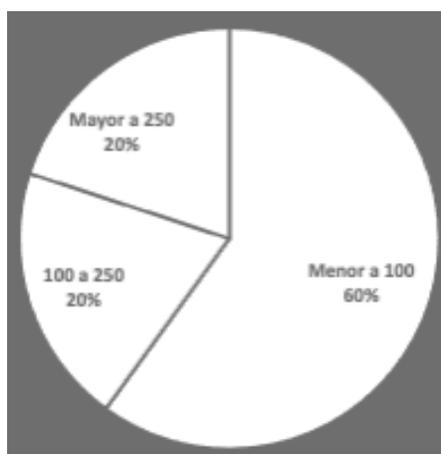


Figura 56. Rango del consumo de litros al día en las viviendas de hombres.

Mujeres

De las 15 mujeres que participaron en el Censo Hídrico la que generó mayor consumo fue de la vivienda 7 con la cantidad de 198.32 litros por día y la de menor consumo 39.45 litros por día. En promedio fueron 93.1 litros por día y el 80% consumió menos de 100 litros por día. El 40% en el rango de 100 a 250 litros por día.

En las siguientes Tablas 48 y 49 y la Figura 57 se muestran las viviendas con sus consumos, los rangos de consumo y los porcentajes de consumo de las mujeres.

Tabla 48. Consumo de agua por persona de cada vivienda en litros al día de las mujeres.

No. de vivienda	Consumo (l/día/h)
2	110.7
3	74.9
4	39.45
5	117.65
7	198.32
8	98.1
9	94.73
10	83.1
12	87.54
15	71.75
16	95.84
17	94.74
18	40.65
19	71.43
20	88.38

Tabla 49. Rango del consumo de litros al día en las viviendas de mujeres.

Consumo de litros al día	
Menor a 100	12
100 a 250	3
Mayor a 250	0

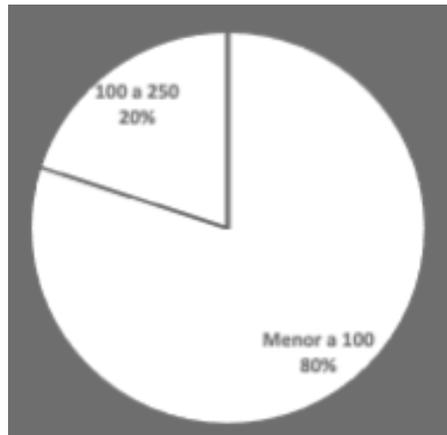


Figura 57. Rango del consumo de litros al día en las viviendas de mujeres.

Consumo en general

De los 10 aspectos que se preguntó acerca del consumo en el Censo Hídrico, los que van de manera conjunta son respecto al lavado de la ropa y los puntos 5 y 6, para las tendencias de consumo se considerarán como en el punto 5' de Lavadora y cubetas para lavar ropa. El 7 y 8 respecto al riego del jardín y plantas como el 6'. Por último, los puntos 9 y 10 del lavado del carro como el 7'. Realizando el ajuste, la Tabla 50 actualiza la información con lo mencionado.

El consumo promedio general de agua del Censo Hídrico fue de 105.23 litros al día por persona.

Tabla 50. Información concentrada del Censo Hídrico con ajuste a 7 aspectos en San Pedro Mártir, Tlalpan, Ciudad de México. Elaboración propia.

Folio	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Consumo de agua en litros por día por persona																				
1.Lavado de manos	75.6	17.4	10.4	3.6	8.7	0.5	13.7	0.78	11.25	2.63	6	3.56	8.44	5	3.8	3.76	14.99	1.2	0.77	3.15
2.Regadera	119.9	13.2	20	10	29.4	20	104	25	24	20	40	37.5	54	26.64	13.37	24.08	17.28	10	10.7	20
3.Retrete	60	36	12	12	12	12	18	12	12	24	18	30	16	24	32	30	30	18	36	42
4.Lavado de trastes	115.2	23.2	16.8	10	25.2	6	18.5	31.3	34.1	24.7	6	5.08	6.4	5.49	2.76	17.5	21.45	5.71	9.68	10.8
5'.Lavadora y cubetas para lavar ropa	14.3	15.2	10.7	2.9	7.85	4.3	31.4	22.9	8.98	8.6	6.86	9.5	14.28	17.14	18.3	19.55	8.16	5.5	13.71	11.4
6'.Riego del jardín y plantas	25.7	5.7	5	0.95	31.7	13.3	11.3	6.12	1.96	2.6	1.14	1.9	10.11	0.71	1.52	0	2.04	0.244	0.57	0.46
7'.Lavado del carro	2.9	0	0	0	2.85	0	1.42	0	2.44	0.57	0	0	0.71	0.71	0	0.95	0.82	0	0	0.57
TOTAL	413.6	111	74.9	39.5	118	56.1	198	98.1	94.73	83.1	78	87.5	109.94	79.69	71.75	95.84	94.74	40.654	71.43	88.4

Se realiza la suma y el promedio del consumo de agua por rubro por persona al día. De esta manera se obtiene la Tabla 51 y la Figura 58, las cuales señalan el porcentaje por rubro.

Tabla 51. Consumo promedio de agua por rubro.

Consumo de agua en litros por día por persona	Folio	Consumo (l/día)
	1.Lavado de manos	9.76
	2.Regadera	31.95
	3.Retrete	24.30
	4.Lavado de trastes	19.79
	5'. Lavadora y cubetas para lavar ropa	12.58
	6'. Riego del jardín y plantas	6.15
	7'. Lavado del carro	0.70

El porcentaje de los consumos se muestra en la Figura 58.

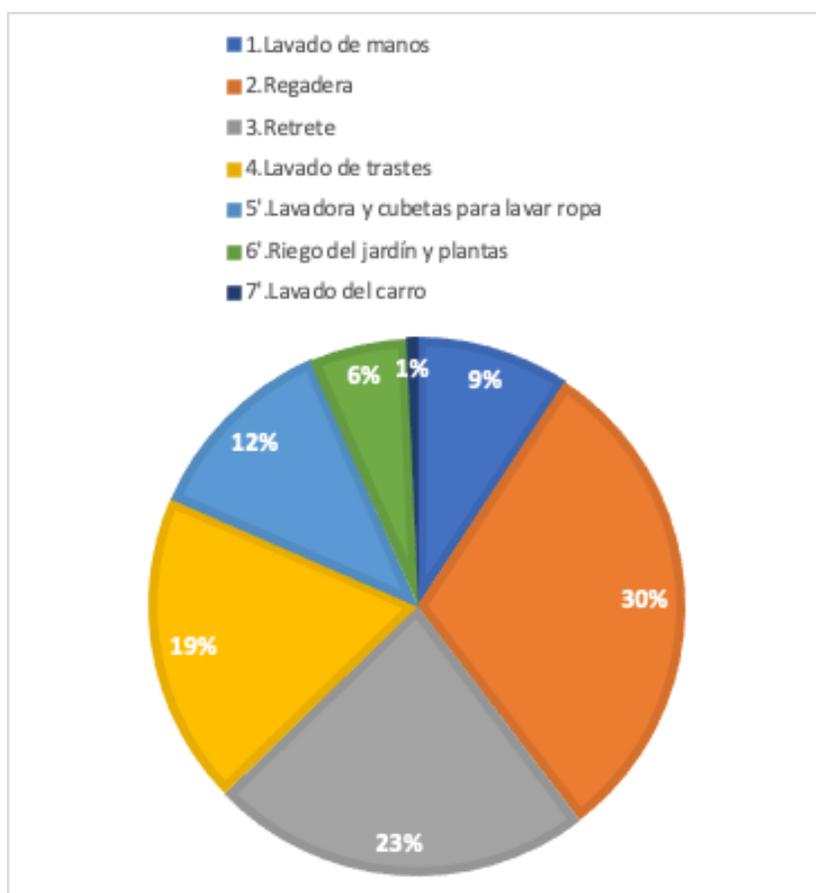


Figura 58. Porcentajes de consumos de agua en litros al día por persona del Censo Hídrico. Elaboración propia.

Al ordenar considerando el primer lugar en el cual se genera mayor consumo y el último lugar en el cual el consumo es menor, se genera la Tabla 52.

Tabla 52. Consumo por rubro de agua, ordenado de mayor a menor con porcentajes.
Elaboración propia.

Lugar	Rubro	Consumo (l/día)	%
1	2.Regadera	31.950	30
2	3.Retrete	24.300	23
3	4.Lavado de trastes	19.790	19
4	5'. Lavadora y cubetas para lavar ropa	12.580	12
5	1.Lavado de manos	9.762	9
6	6'. Riego del jardín y plantas	6.149	6
7	7'. Lavado del carro	0.697	1

Se aprecia que donde se consume la mayor cantidad de agua es en la regadera, representando casi la tercera parte del consumo total al día por una persona con 31.95 litros. Si continuamos con las demás secciones, en segundo lugar, es el agua que se consume en el retrete con 24.3 litros

Se buscó información de otras fuentes sobre el consumo de agua, a continuación, se presenta lo siguiente.

Del artículo “Consumo de agua en actividades domésticas. Caso de estudio: estudiantes de la asignatura saneamiento ambiental de la UCV” publicado en el año de 2014, (Blanco, Lara de Williams, Velezmoro, & Aguilar, 2013) se presentan 4 gráficas de pastel con información que interesa a este trabajo porque especifica el porcentaje de consumo en 6 y 7 rubros, algunos son semejantes a los resultados de este capítulo. Se muestra en la Tabla 53 la información para que se pueda comparar.

Tabla 53. Distribución de consumo de agua de 4 fuentes distintas (Blanco, Lara de Williams, Velezmoro, & Aguilar, 2013).

Estudiantes, UCV, Venezuela	Según la Organización Mundial de la Salud (OMS)	Aguas de Mérida, C.A Venezuela	Barcelona, España según Universitat Autònoma de Barcelona (Gómez et al. 2009)
Ducha	Ducha	Higiene corporal	Ducha
Lavado de cara, manos, afeitada y cepillado de dientes	Lavado de cara y manos		Lavado
Arrastre de excretas y orina	Arrastre de excretas y orina	Arrastre de excretas y orina	Arrastre de excretas y orina
Lavado de ropa	Lavado de ropa	Lavado de ropa	Lavado de ropa
Limpieza de casa	Limpieza de casa	Limpieza de casa	
Lavado de utensilios empleados en la comida	Lavado de utensilios empleados en la comida	Lavado de utensilios empleados en la comida	Lavado de utensilios empleados en la comida
Bebida y preparación de alimentos		Bebida y preparación de alimentos	Preparación de alimentos

Respecto a esta tesis, con el ajuste a los 7 rubros del Censo Hídrico se presenta la Tabla 54 en orden de consumo de mayor a menor desde la propuesta de esta tesis.

Tabla 54. Comparativa de los porcentajes del consumo de agua.

Fuente	Porcentajes						
	Regadera	Retrete	Lavado de trastes	Lavadora y cubetas para lavar ropa	Lavado de manos	Riego del jardín y plantas	Lavado del carro
1 Trabajo de Diego Contreras. Facultad de Ingeniería, UNAM	30	23	19	12	9	6	1
2 Estudiantes, UCV, Venezuela	42	20	10	7	12	0	0
3 Según la Organización Mundial de la Salud (OMS)	20	40	0	24	4	0	0
4 Aguas de Mérida, C.A Venezuela	31	36	7	14	0	0	0
5 Barcelona, España según Universitat Autònoma de Barcelona (Gómez et al. 2009)	35	23	5	10	25	0	0

Para la revisión y su respectiva comparación desde lo visual se muestra la Figura 59.

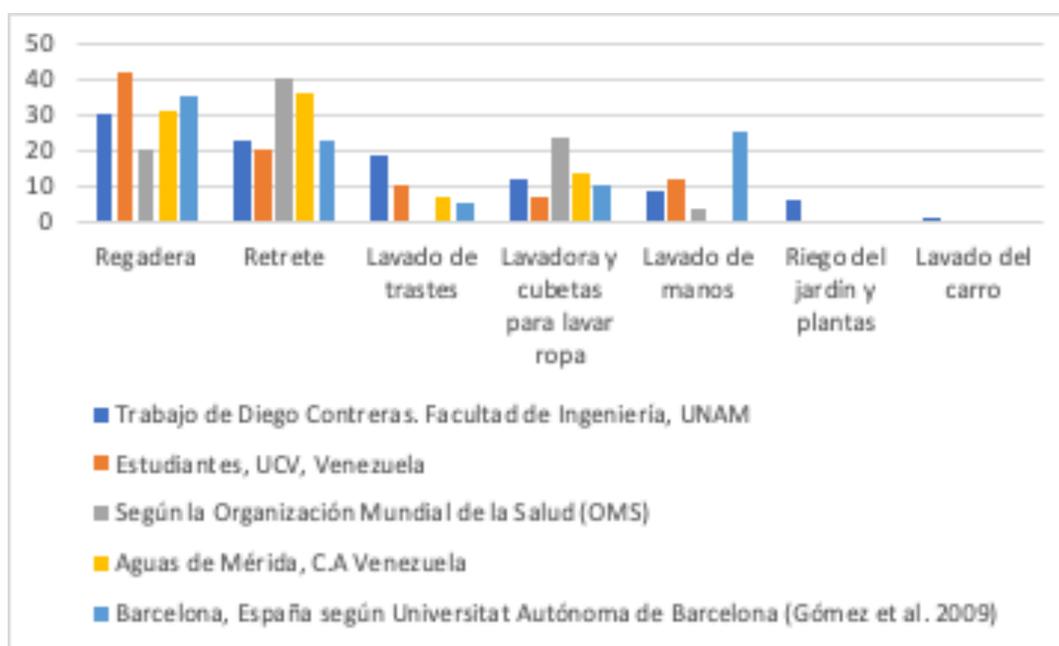


Figura 59. Porcentajes de consumo de agua de los diferentes rubros y de las 5 fuentes de información.

De los 5 rubros comunes, se realiza el siguiente balance.

Regadera

El porcentaje mayor fue de 42% y el menor del 20%. Los dos porcentajes extremos son los que se diferencian porque de las otras tres fuentes de información están en: 30%, 31% y 35%.

Retrete

El porcentaje mayor fue de 40% y el menor del 20%. De la información recopilada se concentran en dos rangos, el primero de 20%, 23% y 23%, el segundo de 36% y 40%.

Lavado de trastes

El porcentaje mayor fue de 19% y el menor del 5%. De la información recopilada se concentran en dos rangos, el primero con sólo un valor de 19 y el segundo con varios valores: 5%, 7% y 10%.

Lavadora y cubetas para lavar la ropa

El porcentaje mayor fue de 24% y el menor del 7%. De la información recopilada se concentran en dos rangos, el primero con sólo un valor de 24% y el segundo con varios valores: 7%, 10%, 12% y 14%.

Lavado de manos

El porcentaje mayor fue de 25% y el menor del 4%. De la información recopilada se concentran en dos rangos, el primero con sólo un valor de 25% y el segundo con varios valores: 4%, 9% y 12%.

Tabla 55. Distribución de consumo de agua con la propuesta de este trabajo y las 4 fuentes distintas

Trabajo de Diego Contreras. Facultad de Ingeniería, UNAM	Estudiantes, UCV, Venezuela	Según la Organización Mundial de la Salud (OMS)	Aguas de Mérida, C.A Venezuela	Barcelona, España según Universitat Autònoma de Barcelona (Gómez et al. 2009)
2.Regadera	Ducha	Ducha	Higiene corporal	Ducha
3.Retrete	Arrastre de excretas y orina	Arrastre de excretas y orina	Arrastre de excretas y orina	Arrastre de excretas y orina
4.Lavado de trastes	Lavado de utensilios empleados en la comida	Lavado de utensilios empleados en la comida	Lavado de utensilios empleados en la comida	Lavado de utensilios empleados en la comida
5'.Lavadora y cubetas para lavar ropa	Lavado de ropa	Lavado de ropa	Lavado de ropa	Lavado de ropa
1.Lavado de manos	Lavado de cara, manos, afeitada y cepillado de dientes	Lavado de cara y manos		Lavado
6'.Riego del jardín y plantas				
7'.Lavado del carro				

Al realizar el comparativo en la Tabla 55, de las 5 fuentes bibliográficas distintas, lo más significativo es que en el Censo Hídrico de este trabajo considera el consumo del riego del jardín y plantas y el lavado del carro. El otro aspecto es la diferencia de lavado de manos

y en las otras fuentes se agrega lavado de cara y afeitada. Estos dos aspectos si afectarán una variación en el consumo de agua al día.

Las otras diferencias son sólo terminológicas y para el Censo Hídrico no se adoptaron las señaladas en el artículo debido a que en el lenguaje coloquial del pueblo de San Pedro Mártir sería extraño preguntar sobre la ducha, el arrastre de orina y excretas, higiene corporal, lavado de utensilios, etc. Cuando se realizó el diálogo con las personas no hubo dudas respecto a los términos empleados.

Anteriormente, la Tabla 54 mostró el comparativo del porcentaje en la distribución del consumo de agua de las 5 fuentes bibliográficas, incluida la que se generó en este trabajo.

El artículo mencionado anteriormente también señala el consumo de agua en litros al día por persona, como se muestra en la Tabla 56 y se visualiza, para realizar la comparación, respecto a las otras fuentes bibliográficas.

Tabla 56. Consumo de agua en litros por día por persona en varios países. (Blanco, Lara de Williams, Velezmoro, & Aguilar, 2013)

Fuente	Consumo de agua Litros al día por persona
Trabajo de Diego Contreras. Facultad de Ingeniería, UNAM	105.23
Estudiantes, UCV, Venezuela	275
Hidroven (1993)	153 – 215
Reporte en Chile y Barcelona, España (Gómez et al. 2009)	133 - 148
Ciudades de Colombia: Bogotá, Cali, Medellín, Valledupar y Bucaramanga. (Hidroven, 1993)	153 - 209

El consumo de agua fue menor desde un 62% (con el valor de 275) a un 21% (con el valor de 133) en la población de San Pedro Mártir, Tlalpan, Ciudad de México. Estos resultados pueden ser ya otros debido a que cada década se agudiza el problema del agua en las grandes ciudades y se han impulsado campañas para disminuir el consumo.

Dispositivos de agua y su gasto

Previo a calcular la cantidad de agua que se consume en cada dispositivo de agua, se obtuvo el gasto en litros por minuto del lavado de manos, lavado de trastes, llave para riego del jardín y plantas, y la llave para el lavado del carro, así como los litros por descarga

del retrete y los litros de agua por el ciclo completo de la lavadora. La información se aprecia en la Tabla 57.

Tabla 57. Gasto y consumo de los dispositivos de agua.

Folio	Unidad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
		Consumo de agua en litros por día por persona																			
1.Lavado de manos	litros/minuto	5.4	5.8	2.6	0.6	2.9		4.1	3.13	4.49	2.06		3.05	4.22	2.5	0.92	3.69	4.49		0.77	1.8
2.Regadera	litros/minuto	10.9	2.2			4.9		20	5	3			2.5	5.4	3.33	1.94	3.44	2.88		2.14	
3.Retrete	litros	6	6	6	6	6	6	6	6	4	6	6	6	4	6	4	6	6	6	6	6
4.Lavado de trastes	litros/minuto	12.8	5.8	5.6		2.1		3.7	3.13	5.3	2.06		3.05	5.1	1.22	0.92	5.25	4.29		1.21	1.8
5.Lavadora	litros	100		100		140		218	160	110	120		160	100	120		100	100	180	160	100
7.Llave para el riego del jardín y plantas	litros/minuto					4.8		7.9						9.44		3.55	13	2.5			
9.Llave para el lavado del carro	litros/minuto																				

Cabe señalar que los valores de 0 son debido a que no tienen instalación hidráulica en el baño para lavarse las manos o la regadera, en la cocina para el lavado de trastes, no tienen lavadora ni usan la llave con manguera para regar el jardín o el carro.

La Tabla 58 muestra el porcentaje con lo que cuentan con instalaciones hidráulicas y lavadora en las viviendas respecto a los rubros donde se consume el agua.

Tabla 58. Porcentaje con lo que disponen las viviendas.

Rubro	No. de viviendas	%
1.Lavado de manos	17	85
2.Regadera	13	65
3.Retrete	20	100
4.Lavado de trastes	16	80
5.Lavadora	15	75
7.Llave para el riego del jardín y plantas	7	35
9.Llave para el lavado del carro	0	0

Las Tablas 59, 60, 62 y 64 muestran el gasto en litros por minuto en el lavado de manos, en la regadera, el lavado de trastes y llave para el riego del jardín y plantas. Las Tablas 61

y 63 muestran el consumo en litros de las descargas en el retrete y el uso de agua para la lavar la ropa.

Tabla 59. Gasto en litros por minuto en lavado de manos en el número de viviendas.

1. Lavado de manos	
Gasto (litros/minuto)	No. de viviendas
0.5 - 2.0	4
2.1 - 3.9	7
4.0 - 6.0	6

El gasto mínimo fue de 0.6 (litros/minuto). El gasto máximo fue de 5.8 (litros/minuto). El gasto promedio fue de 3.09 (litros/minuto).

Tabla 60. Gasto en litros por minuto en la regadera en el número de viviendas.

2. Regadera	
Gasto (litros/minuto)	No. de viviendas
Menor a 6	11
Mayor de 6	2

El gasto mínimo fue de 1.94 (litros/minuto). El gasto máximo fue de 20 (litros/minuto). El gasto promedio fue de 5.20 (litros/minuto).

Tabla 61. Litros por descarga del retrete.

3. Retrete	
Litros por descarga	No. de viviendas
Menor a 6	20
Mayor de 6	0

Los litros por descarga mínima fueron de 4. Los litros por descarga máxima fueron de 6.

Los litros por descarga promedio fueron de 5.7.

Tabla 62. Gasto en litros por minuto en lavado de trastes en el número de viviendas.

4. Lavado de trastes	
Gasto (litros/minuto)	No. de viviendas
0.5 - 3.9	9
4.0 - 7.9	6
8.0 o más	1

El gasto mínimo fue de 0.92 (litros/minuto). El gasto máximo fue de 12.8 (litros/minuto). El gasto promedio fue de 3.96 (litros/minuto).

Tabla 63. Litros de agua por ciclo de la lavadora.

5.Lavadora	
Litros por ciclo	No. de viviendas
De 100 a 199	14
Mayor a 200	1

Los litros por ciclo mínimo fueron de 100. Los litros por ciclo máximo fueron de 218. Los litros por ciclo promedio fueron de 131.20.

Tabla 64. Gasto en litros por minuto en la llave para el riego del jardín y plantas en el número de viviendas.

7.Llave para el riego del jardín y plantas	
Gasto (litros/minuto)	No. de viviendas
0.5 - 3.9	2
4.0 - 7.9	1
8.0 o más	3

El gasto mínimo fue de 2.5 (litros/minuto). El gasto máximo fue de 13 (litros/minuto). El gasto promedio fue de 6.87 (litros/minuto).

Se omitirán los consumos generados por el riego de jardín y plantas, y lavado de carro. Para hacer el cálculo actualizado con el perfil ahorrador se agregará el promedio y,

posteriormente, se determinará el porcentaje de ahorro al implementar las ecotecias hídricas en la vivienda.

4.2 Propuesta de captación de agua de lluvia con sistema de filtración para consumo humano

4.2.1 Determinación de la cantidad de agua de lluvia que se podría captar en la vivienda urbana

La empresa Isla Urbana realizó una Calculadora para el aprovechamiento de lluvia, la cual se puede consultar en el siguiente enlace:
<https://capitalsustentable.shinyapps.io/calculadora/>

“Esta herramienta está diseñada para asistir en las etapas de planeación y diseño de sistemas de cosecha de lluvia en México. Su objetivo es fungir como soporte en el análisis técnico y de cálculos básicos de estos sistemas. Para iniciar, selecciona una ubicación en el mapa. Puedes buscar por el nombre de la localidad o por latitud longitud. Registra las características de tu sistema y la herramienta realizará los cálculos del sistema seleccionado. Recuerda que los cálculos de esta herramienta hacen supuestos en cuanto al tipo de almacenamiento, días hábiles, coeficientes de pérdida por escurrimiento y separación de primera lluvia y factores de uso. Los cálculos toman en consideración promedios de precipitación, por lo que podrías encontrar diferencias significativas entre lo modelado en la herramienta y lo observado en tu edificación durante años extremadamente lluviosos o secos. Si requieres de más información al respecto, por favor ve al menú de 'Ayuda' o 'Supuestos'.” (Fundación Cántaro Azul, 2017)

Es una herramienta digital la cual sólo requiere ingresar la siguiente información: la localidad, días hábiles por semana, número de usuarios, uso diario por usuario en litros (L), calidad requerida (para WC, riego u otros; para higiene y uso personal; para consumo humano), entorno (rural o urbano), área de captación en metros cuadrados, tipo de almacenamiento (plástico rotomoldeado, ferrocemento, capuchino, bloques de concreto, geomembrana, volumen de almacenamiento en litros (a partir de 450 hasta 30 mil litros) y datos de precipitación (World Clim 1970-2000; World Clim 2015- 2039). En la Figura 60 se puede apreciar la página web.

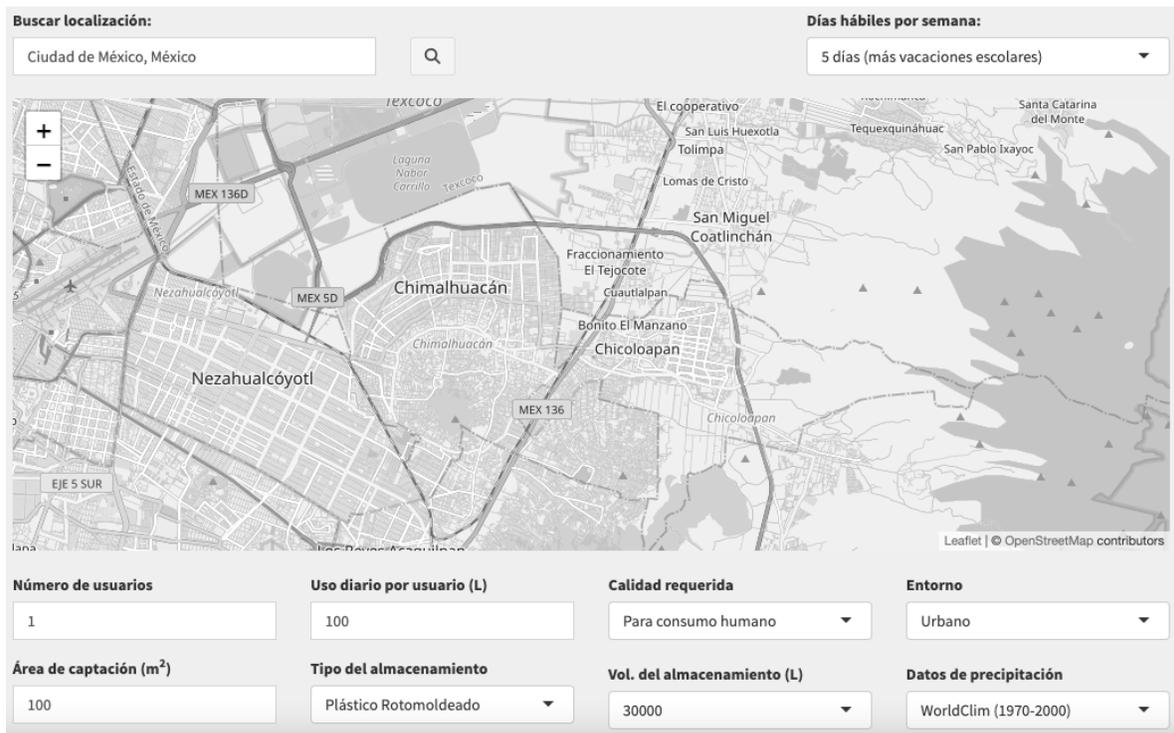


Figura 60. Herramienta de Isla Urbana para determinar la cantidad de agua de lluvia que se puede captar.

Al brindar la información la herramienta brinda resultados para el diseño, los cuales son:

- Suministro de agua de lluvia
- Uso de agua de lluvia
- Costo esperado
- Gráfica de precipitación mensual (mm/mes)
- Gráfica de captura de lluvia (L/día)
- Gráfica de demanda total y satisfecha (L/mes)
- Gráfica del volumen almacenado en el tanque al final del día (L)
- Gráfica del volumen aprovechado con diferentes tanques (L/año)
- Gráfica de distribución esperada de los costos en pesos (MXN)

Los resultados se visualizan, como ejemplo, en la Figura 61.



Figura 61. Resultados de la calculadora para el aprovechamiento de lluvia.

Se realizará, un ejemplo, con la siguiente información que se presenta en la Figura 62 se hace uso de la herramienta digital.

The screenshot shows a digital tool for selecting a location and filling in information. The interface includes a search bar with 'Tlalpan' entered, a dropdown menu for 'Días hábiles por semana' set to '7 días', and a map showing the location of Tlalpan with a callout box indicating 'Precipitación media anual 768 mm/a'. Below the map, there are several input fields and dropdown menus for configuring the calculator:

- Número de usuarios:** Input field with '1'.
- Uso diario por usuario (L):** Input field with '100'.
- Calidad requerida:** Dropdown menu with 'Para consumo humano' selected.
- Entorno:** Dropdown menu with 'Urbano' selected.
- Área de captación (m²):** Input field with '100'.
- Tipo del almacenamiento:** Dropdown menu with 'Plástico Rotomoldeado' selected.
- Vol. del almacenamiento (L):** Input field with '15000'.
- Datos de precipitación:** Dropdown menu with 'WorldClim (2015-2039)' selected.

Figura 62. Selección de la localización y llenado de información.

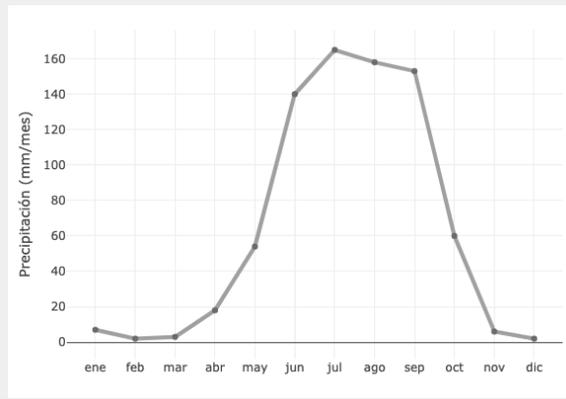
Con lo anterior se obtienen los siguientes resultados que se aprecian en la Figura 63.

Resultados

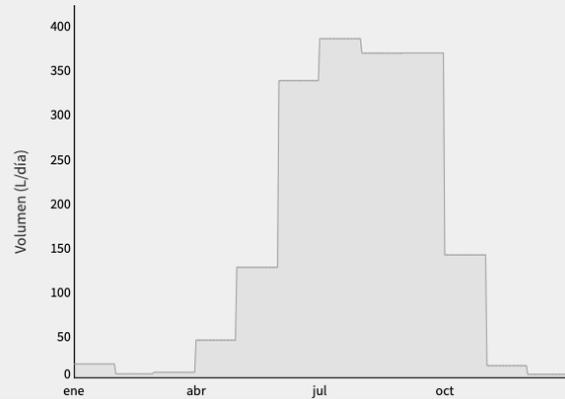
La siguiente sección resume los principales resultados del diseño seleccionado. En cada gráfica, puedes acercarte a los valores haciendo un recuadro sobre la gráfica. También puedes regresar a la vista original dando doble clic sobre la gráfica. Si lo requieres, puedes encender o apagar capas de información, dando clic en la leyenda de cada gráfica o descargarlas usando el pequeño menú que aparece en la parte superior derecha de cada gráfica.



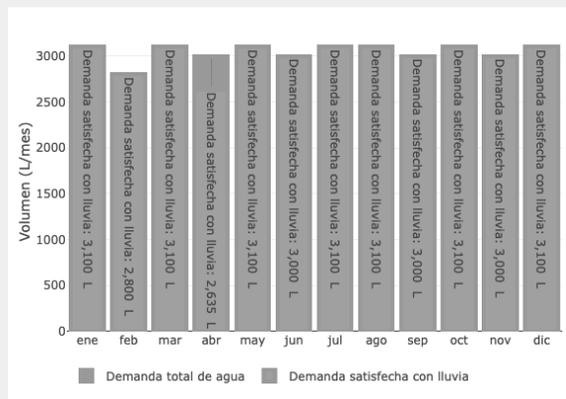
Precipitación mensual



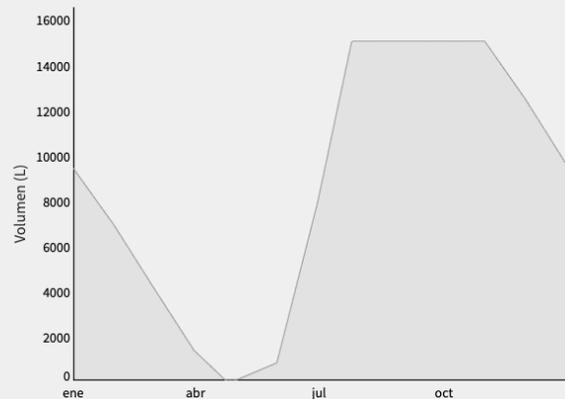
Captura de lluvia



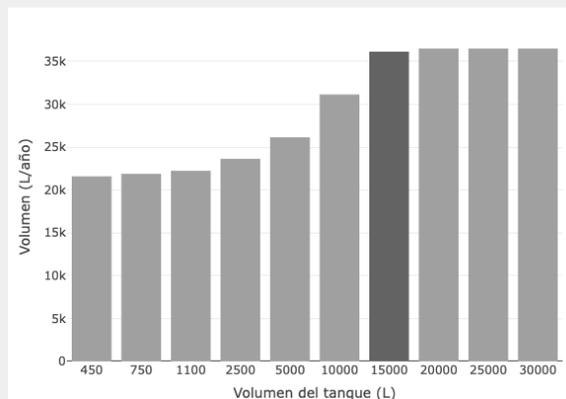
Demanda total y satisfecha



Volumen almacenado en el tanque al final del día



Volumen aprovechado con diferentes tanques



Distribución esperada de los costos en pesos (MXN)



Figura 63. Resultados con la información proporcionada.

4.2.2 Aplicar la determinación de la cantidad de agua de lluvia que se podría captar en la vivienda urbana en San Pedro Mártir, Tlalpan, Ciudad de México

Para determinar este punto se usarán los valores promedios del número de usuarios por vivienda, el uso diario por personal en litros el área promedio de captación en metros cuadrados como la cantidad disponible de la azotea resultado del Censo Hídrico.

El volumen de almacenamiento se considera de 15,000 litros de capacidad por ser el promedio de los sugeridos en esta calculadora.

Los datos que se proporcionan serán los de la Tabla 65.

Tabla 65. Datos a utilizar para calcular el aprovechamiento de lluvia.

Dato	Información
Localidad	Tlalpan
Días hábiles por semana	7
Número de usuarios	5
Uso diario por usuario (L)	106.7
Calidad requerida	Consumo Humano
Entorno	Urbano
Área de captación (m ²)	88
Tipo de almacenamiento	Plástico rotomoldeado
Volumen del almacenamiento (L)	15,000
Datos de precipitación	WorldClim (2015-2039)

Con esta información se obtienen los resultados que contiene la Figura 64 y se presenta como la genera la herramienta digital en la web.



Figura 64. Resultados con los datos de la Tabla 64.

Con los resultados que genera la calculadora se aprecia que tener un SCALL no garantiza en su totalidad el agua que se requiere para el consumo de las personas de la vivienda.

Con los datos promedios de habitantes y área disponible en la azotea, sólo se estaría garantizando el 25% del consumo al día durante el año. Habría meses que se dependería totalmente de la red de abastecimiento de agua potable u otras como pipas. Otro dato relevante es el costo promedio para instalar el SCALL y se podrían realizar la comparación de costo – beneficio, y de manera más amplia el beneficio que implicaría dejar de extraer más agua de las fuentes subterráneas a través de los pozos. Por último, resaltamos datos promedio respecto al suministro de agua de 48,660 litros al año, por cada metro cuadrado al año se capturan 553 litros.

Se agregan dos escenarios para determinar que se garantiza el consumo total de la persona o de quienes habitan la vivienda. El primer dato relevante es que se tiene que realizar con la máxima capacidad sugerida de 30,000 litros. El primero busca garantizar el abastecimiento total a través de la captación de agua de lluvia con el área de la captación promedio de las azoteas. Sólo se logra al considerar que en la vivienda habita sólo una persona. El segundo escenario se consideran las 5 personas promedio por vivienda y se buscará el área necesaria para garantizar su consumo total por todo el año.

Primer escenario



Figura 65. Escenario 1 de la calculadora para el aprovechamiento de lluvia.

Aumentando la capacidad de almacenamiento se logra retener mayor cantidad del agua captada de la lluvia, pero sólo se considera el consumo de una persona y se vuelve factible garantizar el consumo de todo el año por las relaciones del volumen almacenado – consumo – precipitación mensual.

El segundo escenario, se vuelve inviable ya que para garantizar el consumo total de las 5 personas se requiere un área de captación de 3,500 metros cuadrados, lo cual en un área urbana totalmente poblada y ya con las viviendas construidas es imposible.

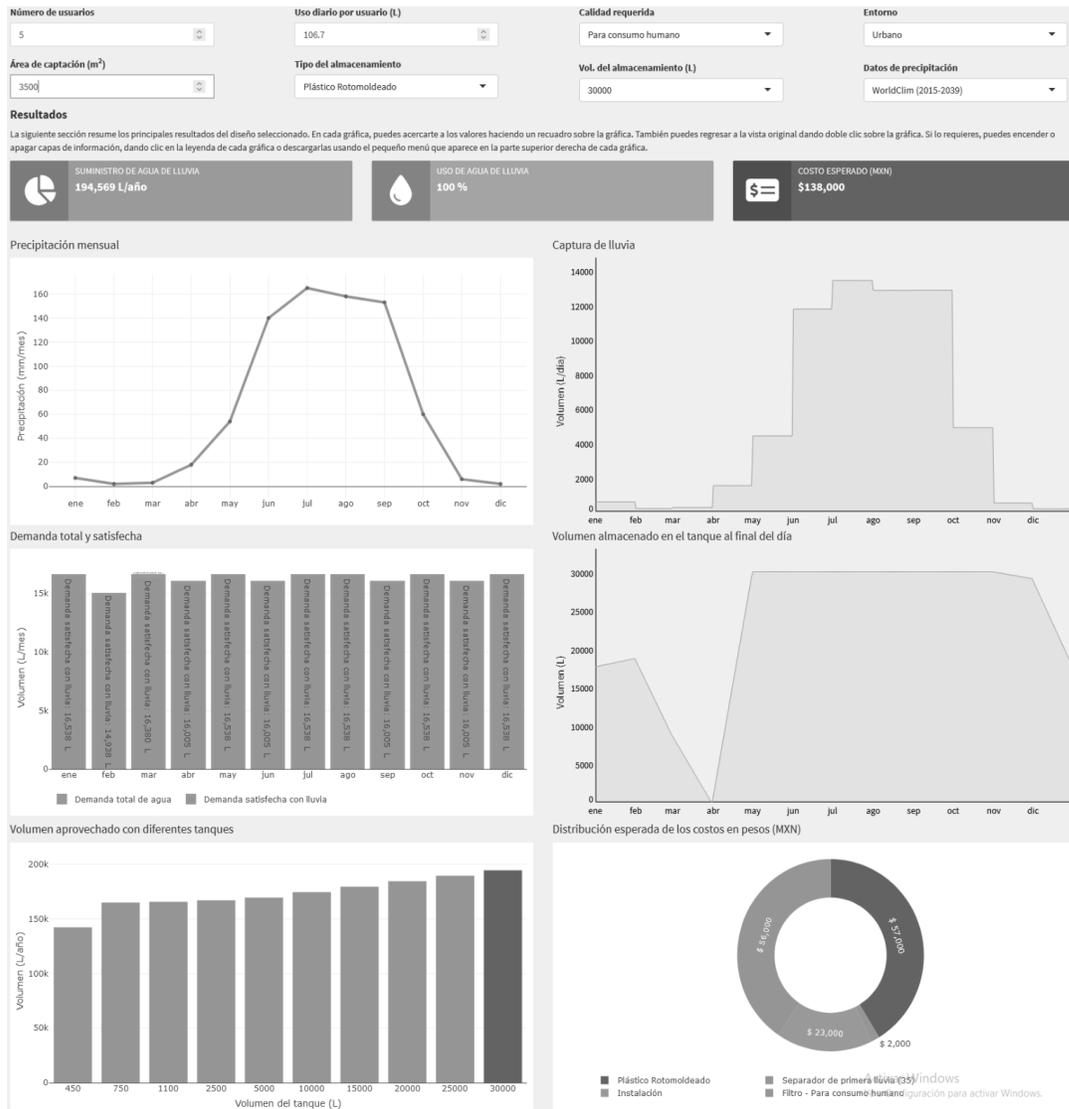


Figura 66. Escenario 2 de la calculadora para el aprovechamiento de lluvia.

4.3 Balance hídrico de reducción del consumo de agua con la implementación de ecotecnias hídricas para la vivienda urbana

4.3.1 Reducción del consumo de agua en la vivienda urbana

Se realizará una propuesta de perfil de reducción de consumo, utilizando las ecotecnias hídricas en la vivienda urbana las cuales implican instalarse o hacer cambios de lo que ya se tenía. En esta primera parte, se va a señalar cuál se va a implementar para lograr un ahorro. Posteriormente, se aplicará a la persona censada que generó el mayor consumo y al perfil promedio de consumo de agua de las viviendas.

Los consumos de agua que se buscará reducir son:

1. Lavado de manos
2. Regadera
3. Retrete
4. Lavado de trastes
5. Lavadora

Se usará la propuesta elaborada por Yerko Castillo-Ávalos y Adriano Rovira-Pinto de la Universidad Austral de Chile, quienes en su artículo Eficiencia Hídrica en la vivienda (Castillo Ávalos & Rovira Pinto, 2012) elaboraron un cuadro del perfil tradicional y el perfil ahorrador respecto al consumo, para fines de consulta se pone la referencia y para este trabajo se hacen los cambios necesarios, el ajuste de los términos y la diferencia de ambos perfiles con lo cual se obtiene el ahorro. Otra nota importante es que se puede utilizar el consumo de agua de cada persona u obtener información promedio de varias personas de una vivienda y/o localidad. Para lo anterior se tiene que obtener los promedios del número de las personas a considerar. Para realizar lo anterior se establece la Tabla 66.

Tabla 66. Perfiles: tradicional versus ahorrador, respecto a los gastos y litros necesarios para el retrete y la lavadora.

Consumo (1)	Unidad (2)	Perfil tradicional de la persona o promedio (3)	Perfil ahorrador* (Castillo Ávalos & Rovira Pinto, 2012) (4)	Ahorro Perfil tradicional – Perfil ahorrador (5)
1.Lavado de manos	Litros por minuto		1.7 ²	
2.Regadera	Litros por minuto		6 ³	
3.Retrete	Litros por descarga		4.8 / 3.8 ⁴	
4.Lavado de trastes	Litros por minuto		2 ⁵	
5.Lavadora	Litros por ciclo completo		121	

*Esta información se sugiere con los valores de menor consumo, para mostrar que es posible generar el mayor ahorro con los productos disponibles en el mercado.

Con los valores obtenidos en la quinta columna del ahorro se copian en la Tabla 67, para determinar el valor total del ahorro del consumo de agua, ya sea de una persona o el promedio al día

Tabla 67. Calcular el ahorro total de litros al día

Consumo (1)	Unidad (2)	Ahorro Perfil tradicional – Perfil ahorrador (3)	Tiempo o número de descargas o ciclos. (4)	Ahorro de consumo en litros (multiplicar las columnas 3 y 4) (litros)
1.Lavado de manos	Litros por minuto		Número de minutos: _____	
2.Regadera	Litros por minuto		Número de minutos: _____	
3.Retrete	Litros por descarga		Número de descargas al día: _____	
4.Lavado de trastes	Litros por minuto		Número de minutos: _____	
5.Lavadora	Litros por ciclo completo		Número de ciclos completos: _____	
Ahorro total de litros al día				

² Revisar la Tabla 22.

³ Revisar la Tabla 23.

⁴ Revisar la Tabla 24.

⁵ Revisar la Tabla 25.

Con la Tabla 67 se ha determinado el ahorro al día promedio al implementar ecotecnias hídricas que reducen el consumo de agua.

Si se realiza el cálculo con los valores promedios del Censo Hídrico se obtienen las Tablas 68 y 69 y el ahorro total de litros al día.

Tabla 68. Cálculo del ahorro con los datos promedios del Censo Hídrico de la diferencia de los perfiles.

Consumo (1)	Unidad (2)	Perfil tradicional de la persona o promedio (3)	Perfil ahorrador* (4)	Ahorro Perfil tradicional – Perfil ahorrador (5)
1.Lavado de manos	Litros por minuto	3.09	1.7 ⁶	1.39
2.Regadera	Litros por minuto	5.20	6 ⁷	-0.80*= 0
3.Retrete	Litros por descarga	5.7	4.8 / 3.8 ⁸	0.90/1.90
4.Lavado de trastes	Litros por minuto	3.96	2 ⁹	1.96
5.Lavadora	Litros por ciclo completo	131.20	121	10.20

*Se utilizará el valor menor del perfil tradicional y en ahorro si es negativo será igual a 0.

⁶ Revisar la Tabla 18.

⁷ Revisar la Tabla 19.

⁸ Revisar la Tabla 20.

⁹ Revisar la Tabla 21.

Tabla 69. Cálculo con los datos promedios del Censo Hídrico del ahorro total de litros al día.

Consumo (1)	Unidad (2)	Ahorro Perfil tradicional – Perfil ahorrador (3)	Tiempo o número de descargas o ciclos. (4) Promedios*	Ahorro de consumo en litros (multiplicar las columnas 3 y 4)
1.Lavado de manos	Litros por minuto	1.39	Número de minutos: 3.18	4.42
2.Regadera	Litros por minuto	0	Número de minutos: 7.63	0
3.Retrete	Litros por descarga	0.90 / 1.90	Número de descargas al día: 4.50	4.05 / 8.55
4.Lavado de trastes	Litros por minuto	1.96	Número de minutos: 2.00	3.92
5.Lavadora	Litros por ciclo completo	10.20	Número de ciclos completos: 0.28	2.856
Ahorro total de litros al día				15.25 / 19.75

Para esta información se puede consultar la tabla que se realizó y está en el Anexo 4. En este apartado se agregan los resultados promedios.

Los resultados promedios de los tiempos y número de descargas y ciclos de la lavadora se aprecian en la Tabla 70.

Tabla 70. Resultados promedios de los tiempos y número de descargas y ciclos de la lavadora.

Rubro	Tiempo (min) o número de descargas o ciclos de la lavadora
1. Lavado de manos	3.18
2. Regadera	7.63
3. Retrete	4.50
4. Lavado de trastes	2.00
5. Lavadora	0.28

Con la instalación de los diversos productos ahorradores de agua se podría disminuir el consumo por persona al día hasta de 15.25 a 19.75 litros. En términos porcentuales se logra alcanzar de un 14.3% al 18.5%, considerando el consumo promedio de 106.7 litros.

4.3.3 Balance actualizado por la reducción del consumo de agua y captación de agua a través del SCALL

Al determinar una cantidad de litros promedio de reducción del consumo de agua en una vivienda urbana por la instalación de productos ahorradores, en este trabajo se propone que el consumo promedio con el perfil tradicional tiene que disminuir el valor a considerar del uso diario por usuario que se pide en la Calculadora para el aprovechamiento de lluvia.

El valor a considerar será el de menor porcentaje de 14.3%, debido a que el valor de 18.5% dependerá del retrete y su mecanismo. En el mercado se ofrecen con el mecanismo de doble descarga o no, pero también en el uso puede no utilizarse el botón para la menor descarga.

Con la consideración anterior el dato del uso diario por usuario es de 91.45 litros. Con este valor se realizará el análisis en la Calculadora y se comparará con el análisis sin productos ahorradores de agua.

Se introduce la información en la calculadora y proporciona los siguientes resultados, como se muestran en la Figura 67.

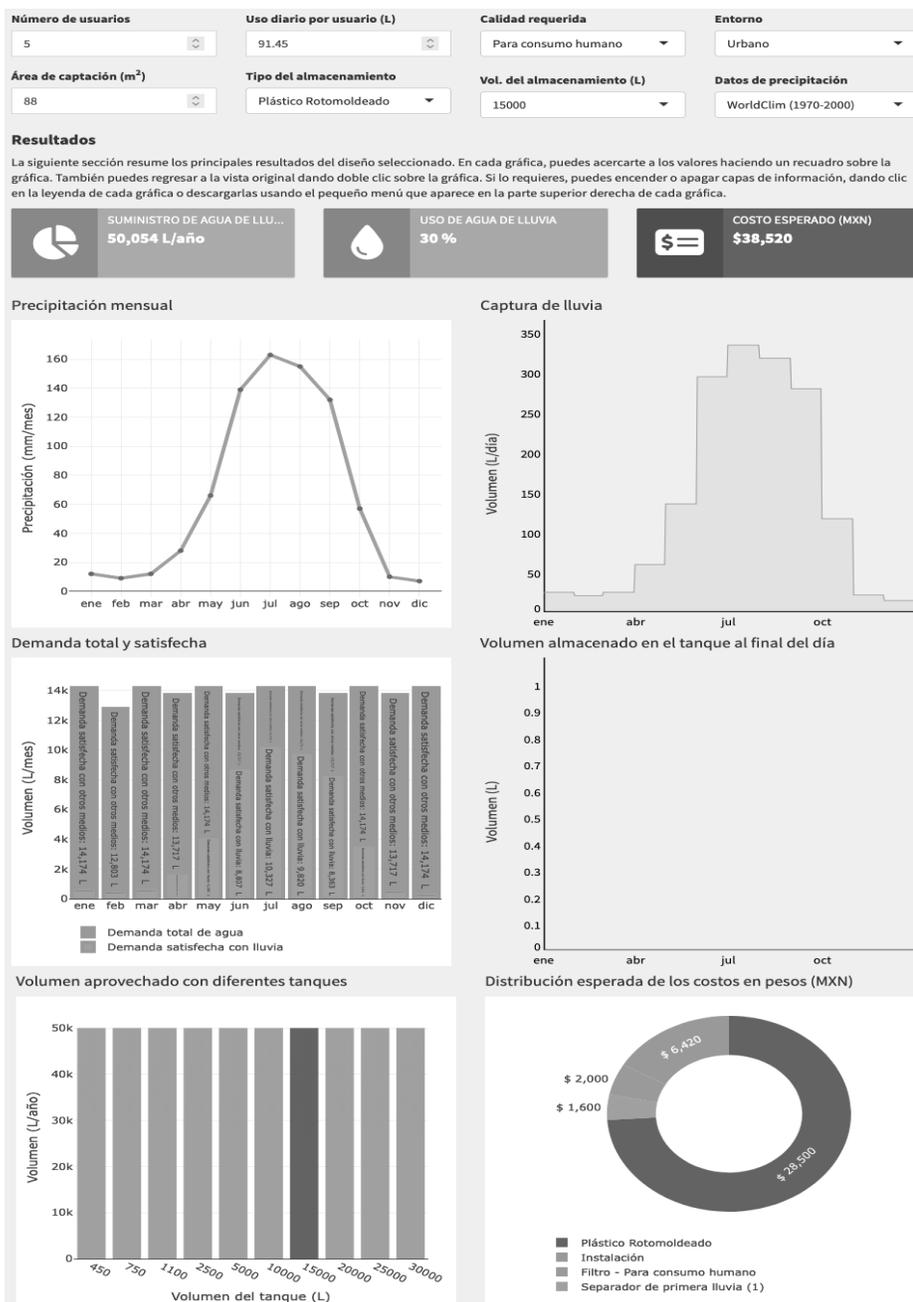


Figura 67. Cálculo del aprovechamiento del agua de lluvia con valores promedio del Censo Hídrico con la incorporación de los productos ahorradores.

Con los resultados obtenidos se generó un aumento en la cantidad de litros que se capturan por metro cuadrado y que se almacenan en el tanque. De esta manera se

optimiza el SCALL al brindar 568.8 litros por metro cuadrado ante la cantidad anterior de 553 litros, lo cual representa un aumento de 15.8 litros o casi un 3%.

Al reducir el consumo de agua en la vivienda, como se determinó anteriormente, en un 14.3 %, el SCALL aumentó en un 5% el uso de agua de lluvia logrando abastecer con un 30% y el restante 70% por otra fuente como la red o a través de pipas. El costo esperado se mantuvo igual.

A continuación, se muestra el balance con las Figura 68, 69 y 70.



Figura 68. Consumo de agua en litros con perfil tradicional en litros.



Figura 69. Cantidad de agua en litros de ahorro y captación por ecotecnias hídricas.

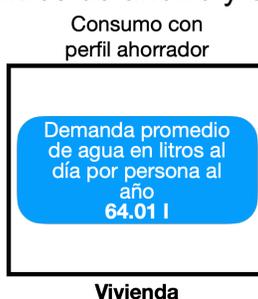


Figura 70. Consumo de agua en litros con perfil ahorrador.

Por lo tanto, se logra reducir el consumo de la red de agua en un 40 % al implementar ecotecnias hídricas en la vivienda urbana.

Capítulo V. Conclusiones

Se determinó que es viable la instalación de ecotecnias hídricas en la vivienda urbana en la Ciudad de México. Se establecieron como ecotecnias hídricas los productos ahorradores de consumo de agua y el sistema de captación de agua de lluvia (SCALL).

Los rasgos que relevantes a considerar para una ecotecnia es que sea una alternativa para la población, sea innovadora, responda a las necesidades de la vida del ser humano, da una solución a la problemática del agua, es una tecnología sustentable y su implementación es de accesible.

Se revisó la propuesta impulsada por el Gobierno de la Ciudad de México y la empresa Isla Urbana del SCALL, con sus elementos y permite conocer lo básico de esta ecotecnia hídrica.

Con el catálogo de productos ahorradores se apreció la gama, accesibilidad y asequibilidad que existen en el mercado y que se pueden instalar de manera inmediata, lo cual permite generar un ahorro inmediato en el consumo de agua de la vivienda.

Se determinó el balance hídrico en una vivienda urbana con la implementación de ecotecnias hídricas. Este se obtuvo con datos promedios del consumo de agua al día por habitante, ya que se utilizó el instrumento del Censo Hídrico en la localidad de San Pedro Mártir, Tlalpan. Asimismo, se calculó el ahorro al usar los productos ahorradores y la cantidad de agua captada por el SCALL. Por lo tanto, con las ecotecnias hídricas se satisface el consumo de agua para una persona y cubrir las diferentes necesidades que se requieren en la vivienda, pero se logra disminuir la cantidad del consumo de agua al día.

Bibliografía

Laclau, E. (2013). La razón populista. En E. Laclau. Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica .

- Castillo Ávalos, Y., & Rovira Pinto, A. (16 de Octubre de 2012). *SCIELO*. Obtenido de Eficiencia hídrica en la vivienda:
https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-24222013000400011
- Centro de Estudios Sociales Prometeo, AC. (2016). *INDESOL*. Obtenido de <http://indesol.gob.mx/cedoc/pdf/III.%20Desarrollo%20Social/Ecotecnias/ECOT%20C3%A9cnias.pdf>
- Comisión Nacional del Agua. (2020). *Comisión Nacional del Agua*. Obtenido de Servicio Meteorológico Nacional:
https://smn.conagua.gob.mx/tools/RESOURCES/Normales_Climatologicas/Normales9120/df/nor9120_09020.TXT
- Comisión Nacional del Agua. (Octubre de 2022). *Comisión Nacional del Agua*. Obtenido de Publicaciones:
<https://files.conagua.gob.mx/conagua/publicaciones/Publicaciones/EAM%202021.pdf>
- Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas. (2016). *Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas*. Obtenido de Eco/tecnias. Guía práctica para comunidades indígenas:
<https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/173389/ecotecnias-comunidades.indigenas-2016.pdf>
- Concha, M. (27 de 12 de 2014). *La Jornada*. Obtenido de Urbanización y violaciones a los derechos humanos : <https://www.jornada.com.mx/2014/12/27/opinion/016a2pol>
- Agua para tod@s. Agua para la vida. (2013). *Agua para todos | Agua para la Vida*. Obtenido de Materiales:
<https://aguaparatodos.org.mx/web/html/archivos/interiores%20manual.pdf>
- Agua.org.mx. (s.f.). *Agua.org.mx*. Obtenido de Tecnologías Alternativas o Ecotecnias* : <https://agua.org.mx/categoria/tecnologias-alternativas-o-ecotecnias/>
- Agua.org.mx. (s.f.). *Agua.org.mx*. Obtenido de Agua en el planeta: <https://agua.org.mx/en-el-planeta/>
- Aparicio Mijares, F. J. (2008). Fundamentos de Hidrología de Superficie. En F. J. Aparicio Mijares, *Fundamentos de Hidrología de Superficie* (pág. 19). DF: Limusa.
- Aparicio Mijares, F. J. (2008). Fundamentos de Hidrología de Superficie. En F. J. Aparicio Mijares, *Fundamentos de Hidrología de Superficie* (pág. 20). DF: Limusa.
- Aparicio Mijares, F. J. (2008). Fundamentos de Hidrología de Superficie. En F. J. Aparicio Mijares, *Fundamentos de Hidrología de Superficie* (pág. 25). DF: Limusa.
- Blanco, H., Lara de Williams, M., Velezmoro, A., & Aguilar, V. (Diciembre de 2013). *SCIELO*. Obtenido de Consumo de agua en actividades domésticas. Caso de estudio: estudiantes de la asignatura saneamiento ambiental de la UCV:
<https://ve.scielo.org/pdf/rfiucv/v29n1/art07.pdf>
- De Marsily, G. (2005). El agua: una explicación para comprender, un ensayo para reflexionar. En G. De Marsily, *El agua: una explicación para comprender, un ensayo para reflexionar* (pág. 22). DF: Siglo XXI.
- Dussel, E., & Karl, M. (1984). Cuaderno tecnológico-histórico.(Extractos de la lecturs B 56, Londres 1851). En E. Dussel, & M. Karl, *Cuaderno tecnológico-*

- histórico:(extracto B56, Londres 1851)* (págs. 31, 77). Puebla: Universidad Autónoma de Puebla.
- Ezcurra, E., Mazari-Hiriart, M., Pisanty, I., & Aguilar, A. G. (2005). La cuenca de México. Aspectos ambientales críticos y sustentabilidad. En E. Ezcurra, M. Mazari-Hiriart, I. Pisanty, & A. G. Aguilar, *La cuenca de México. Aspectos ambientales críticos y sustentabilidad* (pág. 117). DF: Fondo de Cultura Económica.
- Fundación Cántaro Azul. (2017). *Fundación Cántaro Azul*. Obtenido de Calculadora para el aprovechamiento de lluvia versión 1.0:
<https://capitalsustentable.shinyapps.io/calculadora/>
- Gaceta Oficial del Distrito Federal. (13 de Agosto de 2010). *Gaceta Oficial del Distrito Federal*. Obtenido de Decreto que contiene el Programa Delegacional de Desarrollo Urbano para la Delegación Tlalpan del Distrito Federal:
http://data.seduvi.cdmx.gob.mx/portal/docs/transparencia/articulo14/fraccion/decetos/2010ago13_DecretoPDDUTlalpan.pdf
- Google Maps. (2024). *Google Maps*. Obtenido de San Pedro Mártir :
<https://www.google.com/maps/place/San+Pedro+M%C3%A1rtir,+Ciudad+de+M%C3%A9xico,+CDMX/@19.2661198,-99.1752797,15z/data=!4m6!3m5!1s0x85ce00be2e1b10d1:0x2b1a790c49012e25!8m2!3d19.2636242!4d-99.1705253!16s%2Fg%2F11b90gfbn3?entry=ttu>
- Gutiérrez de MacGregor, M. T., & González Sánchez, J. (2010). *Instituto de Geografía - UNAM*. Obtenido de Publicaciones:
<http://www.publicaciones.igg.unam.mx/index.php/ig/catalog/download/21/21/62-1?inline=1>
- H2OZONI. (2023). *H2OZONI*. Obtenido de Productos: <https://www.h2ozoni.com/>
- Hoeskra, A., Chapagain, A. K., & Mekonnen, A. y. (2021). *Water Footprint Network*. Obtenido de Resources:
https://www.waterfootprint.org/resources/TheWaterFootprintAssessmentManual_Spanish.pdf
- Home Depot. (10 de Marzo de 2022). *Home Depot*. Obtenido de Cómo instalar Sanitario Nemesis Siberia : <https://youtu.be/brPMOTkjiuk>
- Home Depot. (2024). *Home Depot*. Obtenido de AIREADOR PARA MEZCLADORA DE COCINA 2.5 X 2.5 CM PLATA MOEN :
<https://www.homedepot.com.mx/plomeria/reparacion-y-reemplazo-de-plomeria/reparacion-de-grifos-y-regaderas/aireador-para-mezcladora-para-lavabocromado-con-rosca-interna-405936>
- Home Depot. (2024). *Home Depot*. Obtenido de AIREADOR DE GRIFO FLUJO ESTÁNDAR PLATA COFLEX :
<https://www.homedepot.com.mx/plomeria/reparacion-y-reemplazo-de-plomeria/reparacion-de-lavabos-y-fregaderos/aireador-rosca-flujo-std-externa-700388>
- Home Depot. (2024). *Home Depot*. Obtenido de AIREADOR CASCADA HEMBRA 2.4 X 1.8 CM PLATA URREA : <https://www.homedepot.com.mx/plomeria/reparacion-y-reemplazo-de-plomeria/reparacion-de-grifos-y-regaderas/aireador-urea-para-mezcladora-301562>

- Home Depot. (2024). *Home Depot*. Obtenido de AIREADOR CON CIERRE AUTOMÁTICO 2.8 X 2.5 CM PLATA COFLEX : <https://www.homedepot.com.mx/plomeria/reparacion-y-reemplazo-de-plomeria/reparacion-de-lavabos-y-fregaderos/aireador-para-grifo-con-timer-800679>
- Home Depot. (2024). *Home Depot*. Obtenido de CABEZAL DE REGADERA REDONDO 1 FUNCIÓN DE LLUVIA 6.8 CM ACERO : <https://www.homedepot.com.mx/banos/regaderas-y-accesorios/regaderas-33508-5/regadera-antisarro-cromo-1-funcion-377384>
- Home Depot. (2024). *Home Depot*. Obtenido de CABEZAL DE REGADERA CUADRADA 20.3 X 20.3 X 4 CM ACERO : <https://www.homedepot.com.mx/banos/regaderas-y-accesorios/regaderas-33508-5/regadera-cuadrada-cromo-de-8-glacier-bay-377420>
- Home Depot. (2024). *Home Depot*. Obtenido de SANITARIO ONE PIECE VIESCA : <https://www.homedepot.com.mx/banos/sanitarios-y-accesorios/sanitarios-de-una-pieza/sanitario-one-piece-viesca-148888>
- Home Depot. (2024). *Home Depot*. Obtenido de SANITARIO NEMESIS 1 PIEZA ALARGADO 3.8 Y 4.8 LTS B : <https://www.homedepot.com.mx/banos/sanitarios-y-accesorios/sanitarios-de-una-pieza/sanitario-nemesis-blanco-1-pieza-3-y-5-l-743021>
- Home Depot. (2024). *Home Depot*. Obtenido de SANITARIO VALENCA 2 PIEZAS ALARGADO 4.1 Y 5.8 L BLANCO ALTURA CONFORTABLE : <https://www.homedepot.com.mx/banos/sanitarios-y-accesorios/sanitarios-de-dos-piezas/sanitario-valenca-blanco-2-piezas-150454>
- Home Depot. (2024). *Home Depot*. Obtenido de SANITARIO VALENCA 2 PIEZAS ALARGADO 4.1 Y 5.8 L BLANCO ALTURA CONFORTABLE : <https://www.homedepot.com.mx/banos/sanitarios-y-accesorios/sanitarios-de-dos-piezas/sanitario-valenca-blanco-2-piezas-150454>
- Home Depot. (2024). *Home Depot*. Obtenido de LLAVE MEZCLADORA MONOMANDO PARA FREGADERO AL PISO RUGO: <https://www.homedepot.com.mx/linea-blanca-y-cocinas/cocinas/mezcladoras-de-cocina/mezcladora-para-cocina-4-cromo-391284>
- Home Depot. (2024). *Home Depot*. Obtenido de LLAVE MEZCLADORA PARA FREGADERO DE 8 PULGADAS BRILLANTE RUGO : <https://www.homedepot.com.mx/linea-blanca-y-cocinas/cocinas/mezcladoras-de-cocina/mezcladora-para-cocina-8-cromo-656775>
- Home Depot. (2024). *Home Depot*. Obtenido de MEZCLADORA SOPHIA PARA COCINA : <https://www.homedepot.com.mx/linea-blanca-y-cocinas/cocinas/mezcladoras-de-cocina/mezcladora-para-cocina-sophia-cromo-8-857762>
- Home Depot. (2024). *Home Depot*. Obtenido de Contenedor de Basura Rubbermaid Azul 121L con Tapa : <https://super.walmart.com.mx/ip/contenedor-de-basura-rubbermaid-azul-121l-con-tapa/00008687625529?from=/search>

- Home Depot. (s.f.). *Home Depot*. Obtenido de SANITARIO DICA 2 PIEZAS REDONDO 4.8 L BLANCO : <https://www.homedepot.com.mx/banos/sanitarios-y-accesorios/sanitarios-de-dos-piezas/paquete-sanitario-dica-rd-bco>
- INEGI. (2020). *INEGI*. Obtenido de Viviendas : <https://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/vivienda.aspx?tema=P>
- Instituto Mexicano de Tecnología del Agua . (01 de 09 de 2019). *Instituto Mexicano de Tecnología del Agua* . Obtenido de ¿Qué es una cuenca? : <https://www.gob.mx/imta/articulos/que-es-una-cuenca-211369>
- Martínez Guzmán, R. (2008). La experiencia de las mujeres vecindadas y su participación en la fundación de la colonia Ejidos de San Pedro Mártir, Tlalpan, D.F. 1970-1990. En R. Martínez Guzmán, *La experiencia de las mujeres vecindadas y su participación en la fundación de la colonia Ejidos de San Pedro Mártir, Tlalpan, D.F. 1970-1990*. (pág. 48). Distrito Federal: CONACYT - INAH - SEP.
- Moctezuma Barragán, P. (14 de 12 de 2023). *CONAHCYT*. Obtenido de CONAHCYT.
- Mora Vázquez, Teresa (coordinadora). (2007). Los pueblos originarios de la Ciudad de México: atlas etnográfico. En T. (. Mora Vázquez, *Los pueblos originarios de la Ciudad de México: atlas etnográfico* (pág. 24). Distrito Federal: Instituto Nacional de Antropología e Historia.
- National Geographic. (2019). *National Geographic*. Obtenido de Mind the water gap: <https://worldwatermap.nationalgeographic.org/>
- Organización de las Naciones Unidas. (25 de Septiembre de 2015). *Organización de las Naciones Unidas*. Obtenido de Objetivos de Desarrollo Sostenible: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/2015/09/la-asamblea-general-adopta-la-agenda-2030-para-el-desarrollo-sostenible/>
- Organización de las Naciones Unidas. (2022). *Organización de las Naciones Unidas*. Obtenido de Objetivo 6: Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/water-and-sanitation/>
- Organización de las Naciones Unidas. (2022). *Organización de las Naciones Unidas*. Obtenido de Objetivo 11: Lograr que las ciudades sean más inclusivas, seguras, resilientes y sostenibles : <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/cities/>
- Ortiz Moreno, J. A., Masera Cerutti, O. R., & Fuentes Gutiérrez, A. F. (2014). *Unidad de Ecotecnologías* . Obtenido de La ecotecnología en México: <https://ecotec.unam.mx/wp-content/uploads/La-Ecotecnolog--a-en-M--xico-ENE-2015-BR.pdf>
- Plomería Universal . (2024). *Plomería Universal* . Obtenido de Reductor de Flujo para Regadera RFR-01 : <https://plomeriauniversal.mx/products/reductor-de-flujo-para-regadera-rfr-01>
- Plomería Universal. (2024). *Plomería Universal*. Obtenido de Regadera Integra Proyecto REC-IN-01 : https://plomeriauniversal.mx/products/regadera-integra-proyecto-rec-in-01?_pos=7&_sid=86b64a66b&_ss=r
- Plomería Universal. (2024). *Plomería Universal*. Obtenido de Regadera Helvex H-500 : https://plomeriauniversal.mx/products/regadera-helvex-h-500?_pos=14&_sid=86b64a66b&_ss=r

- Pradilla Cobos, E. (2004). *Scielo*. Obtenido de LO CONOCIDO, LO IGNORADO Y LO QUE NECESITAMOS INVESTIGAR. DISTRITO FEDERAL, ZONA METROPOLITANA DEL VALLE DE MÉXICO, CIUDAD REGIÓN DEL CENTRO: <https://www.scielo.org.mx/pdf/anda/n1/n1a7.pdf>
- Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial. (Diciembre de 2010). *Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial*. Obtenido de Estudio: “Diagnósticos técnicos para determinar las condiciones de perturbación ambiental de barrancas en el Distrito Federal” : http://centro.paot.org.mx/documentos/paot/estudios/EsPA_08_2010_perturbacion%20barrancas.pdf
- Real Academia Española. (2001). *Diccionario de la lengua española (2001)*. Obtenido de Economía: <https://www.rae.es/drae2001/econom%C3%ADa>
- Real Academia Española. (2023). *Real Academia Española*. Obtenido de Agua: <https://dle.rae.es/agua>
- Romero Litvin, N. (2007). *Agua.org.mx*. Obtenido de Manual Básico de Ecotecnias. Un Acercamiento a las Ecotecnias y Buenos Hábitos: <https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2017/06/Manual-B%C3%A1sico-de-Ecotecnias.-Un-acercamiento-a-las-ecotecnias-y-buenos-h%C3%A1bitos.pdf>
- Salas-Salvadó, J., Maraver, F., Rodríguez-Mañas, L., Sáenz de Pipaon, M., Vitoria, I., & Moreno, L. A. (2021). *Scielo*. Obtenido de Nutrición Hospitalaria: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112020000700026#B1
- Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México. (2020). *Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México*. Obtenido de Biblioteca: <https://www.sedema.cdmx.gob.mx/storage/app/media/DGCPCA/ManualCosecharIalluvia.pdf>
- Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda. (2010). *Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda*. Obtenido de Programa Delegacional de Desarrollo Urbano: http://www.data.seduvi.cdmx.gob.mx/portal/docs/programas/programasdelegacionales/PLANO-DIVULGACI%C3%93N_PDDU_TLALPAN.pdf
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2014). *Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales*. Obtenido de Agua. Disponibilidad: https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe_resumen14/06_agua/6_1_1.html
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2020). *Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales*. Obtenido de Compendio de Estadísticas Ambientales 2020: https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/compendio_2020/dgeiawf.semarnat.gob.mx_8080/ibi_apps/WFServleta01c.html
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (01 de noviembre de 2021). *Día Mundial de la Ecología*. Obtenido de SEMARNAT: <https://www.gob.mx/semarnat/articulos/dia-mundial-de-la-ecologia-286942>
- SEMARNAT. (2010). *SEMARNAT*. Obtenido de Agua: https://gisviewer.semarnat.gob.mx/geointegrador/enlace/atlas2010/atlas_agua.pdf

- SIDESO. (Abril de 2003). Obtenido de http://www.sideso.cdmx.gob.mx/documentos/ut/TLP_12-115-1_C.pdf
- SODIMAC. (2024). SODIMAC. Obtenido de Aireador casc. m. 5.7 lpm cro. : <https://www.sodimac.com.mx/sodimac-mx/product/289329/aireador-casc-m-57-lpm-cro/289329/>
- Villanueva Manzo, J. (2008). Microcuencas. En J. Villanueva Manzo, *Microcuencas* (pág. 29). Texcoco de Mora: Universidad Chapingo.
- Villanueva Manzo, J. (2008). Microcuencas. En J. Villanueva Manzo, *Microcuencas* (págs. 103-104). Texcoco de Mora: Universidad Chapingo.
- Villanueva Manzo, J. (2008). Microcuencas. En J. Villanueva Manzo, *Microcuencas* (pág. 109). Texcoco de Mora: Universidad Chapingo.
- Zambrano, L. (2019). Planeta (in)sostenible. En L. Zambrano, *Planeta (in)sostenible* (pág. 174). Coyoacán: Turner.

Anexos

Anexo 1. Formato de censo hídrico.

Censo hídrico. Folio ____

Consumo al día por persona en litros

Este instrumento es para conocer el consumo de agua diario por una persona en una vivienda urbana.

Datos generales de la persona censada	
Nombre: Edad: Sexo:	Contacto (correo electrónico y/o celular)
Ubicación (calle, número, colonia, C.P. alcaldía):	
Número de habitantes (nh):	Fecha: año 2019
Cuenta con carro: () Sí Número de carros (nc): ____ () No	

Datos generales de la vivienda	
Vivienda: () Niveles ____ m2 terreno, ____ m2 azotea, ____ m2 de área libre en la planta baja	Número de
Número de baños:	Cuenta con cisterna: () Sí () No

CONSUMOS

Sanitario				
Nota: se usará un recipiente de 1 litro para determinar el gasto.	Número de veces al día	Tiempo (min)	Gasto (litros/min)	Consumo promedio litros por día
1.Lavado de manos				
2.Regadera				

	Número de descargas	Capacidad del tanque (litros)	Consumo promedio litros por día
3.Retrete			

Cocina				
Nota: se usará un recipiente de 1 litro para determinar el gasto.	Número de veces al día	Tiempo (min)	Gasto (litros/min)	Consumo promedio litros por día /nh
4.Lavado de trastes				

Lavado de ropa			
	Número de cargas por semana (A)	Capacidad promedio de agua (B) (litros)	Consumo promedio * Litros por día $A \times B / nh \times 7$
5.Lavadora *De dividirá entre el número de personas (nh) y entre 7, por los días de la semana.			
6.Cubetas para lavar ropa		20 x ____ (Número de cubetas de 20 litros)	

Jardín y plantas				
Nota: se usará un recipiente de 1 litro para determinar el gasto.	Número de veces a la semana (a)	Tiempo (min) (b)	Gasto (litros/min) (c)	Consumo promedio* Litros por día $a \times b \times c / nh \times 7$
7.Llave para el riego del jardín y plantas *De dividirá entre el número de personas (nh) y entre 7, por los días de la semana.				
8.Recipientes para el riego del jardín y plantas *De dividirá entre el número de personas (nh) y entre 7, por los días de la semana.	Número de veces a la semana (x)	Capacidad de recipiente (litros) (y)	Cantidad de recipientes (z)	Consumo promedio* Litros por día $x + y + z / nh \times 7$

Lavado de carro				
Nota: se usará un recipiente de 1 litro para determinar el gasto.	Número de veces a la semana (m)	Tiempo (min) (n)	Gasto (litros/min) (o)	Consumo promedio* Litros por día $nc \times m \times n \times o / nh \times 7$
9.Llave para el lavado del carro *De dividirá entre el número de personas (nh) y entre 7, por los días de la semana.				
10.Recipientes para el lavado del carro *De dividirá entre el número de personas (nh) y entre 7, por los días de la semana.	Número de veces a la semana (r)	Capacidad (litros) (t)	Cantidad de recipientes (s)	Consumo promedio* Litros por día $nc \times r + t + s / nh \times 7$

Consumo de agua por persona en litro al día	
Concepto	Subtotal (litros)
1.Lavado de manos	
2.Regadera	
3.Retrete	
4.Lavado de trastes	
5.Lavadora	
6.Cubetas para lavar la ropa	
7.Llave para el riego del jardín y plantas	
8.Recipientes para el riego del jardín y plantas	
9.Llave para el lavado del carro	
10.Recipientes para el lavado del auto	
TOTAL	

Anexo 2. Resultados del Censo Hídrico aplicado a 20 personas de San Pedro Mártir, Tlalpan, Ciudad de México, en el año 2019.

Consenso hídrico. Folio 1

Consumo al día por persona en litros

Este instrumento es para conocer el consumo de agua diario por una persona en una vivienda urbana.

Datos generales de la persona censada	
Edad: persona de la tercera edad, más de 60 años. Sexo: hombre	Contacto (correo electrónico y/o celular)
Ubicación (calle, número, colonia, C.P. alcaldía): Enseñanza 22B, San Pedro Mártir, 14650, Tlalpan	
Número de habitantes (nh): 1	Fecha: año 2019
Cuenta con carro: (x) Sí Número de carros (nc): __1__ () No	

Datos generales de la vivienda	
Vivienda: (2) Niveles 228 m2 terreno, 100 m2 azotea, 50 m2 de área libre en la planta baja	Número de
Número de baños: 2	Cuenta con cisterna: (x) Sí () No

CONSUMOS

Sanitario				
Nota: se usará un recipiente de 1 litro para determinar el gasto.	Número de veces al día	Tiempo (min)	Gasto (litros/min)	Consumo promedio litros por día
1.Lavado de manos	14	1	5.4	75.6
2.Regadera	1	11	10.9	119.9

	Número de descargas	Capacidad del tanque (litros)	Consumo promedio litros por día
3.Retrete	10	6	60

Cocina				
Nota: se usará un recipiente de 1 litro para determinar el gasto.	Número de veces al día	Tiempo (min)	Gasto (litros/min)	Consumo promedio litros por día /nh
4.Lavado de trastes	3	3	12.8	115.2

Lavado de ropa			
	Número de cargas por semana (A)	Capacidad promedio de agua (litros) (B)	Consumo promedio * Litros por día A x B / nh x 7
5.Lavadora *De dividirá entre el número de personas (nh) y entre 7, por los días de la semana.	1	100	14.3
6.Cubetas para lavar ropa		20 x ____ (Número de cubetas de 20 litros)	

Jardín y plantas				
Nota: se usará un recipiente de 1 litro para determinar el gasto.	Número de veces a la semana (a)	Tiempo (min) (b)	Gasto (litros/min) (c)	Consumo promedio* Litros por día a x b x c / nh x 7
7.Llave para el riego del jardín y plantas *De dividirá entre el número de personas (nh) y entre 7, por los días de la semana.				
8.Recipientes para el riego del jardín y plantas *De dividirá entre el número de personas (nh) y entre 7, por los días de la semana.	Número de veces a la semana (x)	Capacidad (litros) (y)	Cantidad de recipientes (z)	Consumo promedio* Litros por día x + y + z / nh x 7
	3	20	3	25.7

Lavado de carro				
Nota: se usará un recipiente de 1 litro para determinar el gasto.	Número de veces a la semana (m)	Tiempo (min) (n)	Gasto (litros/min) (o)	Consumo promedio* Litros por día nc x m x n x o / nh x 7
9.Llave para el lavado del carro *De dividirá entre el número de personas (nh) y entre 7, por los días de la semana.				
10.Recipientes para el lavado del carro *De dividirá entre el número de personas (nh) y entre 7, por los días de la semana.	Número de veces a la semana (r)	Capacidad (litros) (t)	Cantidad de recipientes (s)	Consumo promedio* Litros por día nc x r + t + s / nh x 7
	1	20	1	2.9

Consumo de agua por persona en litro al día	
Concepto	Subtotal (litros)
1.Lavado de manos	75.6
2.Regadera	119.9
3.Retrete	60
4.Lavado de trastes	115.2
5.Lavadora	14.3
6.Cubetas	0
7.Llave para el riego del jardín y plantas	0
8.Recipientes para el riego del jardín y plantas	25.7
9.Llave para el lavado del carro	0
10.Recipientes para el lavado del auto	2.9
TOTAL	413.6

censo hídrico. Folio 2

Consumo al día por persona en litros

Este instrumento es para conocer el consumo de agua diario por una persona en una vivienda urbana.

Datos generales de la persona censada	
Edad: persona de la tercera edad, más de 60 años. Sexo: mujer	Contacto (correo electrónico y/o celular)
Ubicación (calle, número, colonia, C.P. alcaldía): Enseñanza 6, San Pedro Mártir, 14650, Tlalpan	
Número de habitantes (nh): 3	Fecha: año 2019
Cuenta con carro: () Sí Número de carros (nc): ____ (x) No	

Datos generales de la vivienda	
Vivienda: (1) Niveles 325 m2 terreno, 80 m2 azotea, 200 m2 de área libre en la planta baja	Número de
Número de baños: 2	Cuenta con cisterna: (x) Sí () No

CONSUMOS

Sanitario				
Nota: se usará un recipiente de 1 litro para determinar el gasto.	Número de veces al día	Tiempo (min)	Gasto (litros/min)	Consumo promedio litros por día
1.Lavado de manos	3	1	5.5	17.4
2.Regadera	1	6	2.2	13.2

	Número de descargas	Capacidad del tanque (litros)	Consumo promedio litros por día
3.Retrete	6	6	36

Cocina				
Nota: se usará un recipiente de 1 litro para determinar el gasto.	Número de veces al día	Tiempo (min)	Gasto (litros/min)	Consumo promedio litros por día /nh
4.Lavado de trastes	3	4	5.8	23.2

Lavado de ropa			
	Número de cargas por semana (A)	Capacidad promedio de agua (litros) (B)	Consumo promedio * Litros por día A x B / nh x 7
5.Lavadora *De dividirá entre el número de personas (nh) y entre 7, por los días de la semana.			
6.Cubetas para lavar ropa	1	20 x 16 (Número de cubetas de 20 litros)	15.2

Jardín y plantas				
Nota: se usará un recipiente de 1 litro para determinar el gasto.	Número de veces a la semana (a)	Tiempo (min) (b)	Gasto (litros/min) (c)	Consumo promedio* Litros por día a x b x c / nh x 7
7.Llave para el riego del jardín y plantas *De dividirá entre el número de personas (nh) y entre 7, por los días de la semana.				
8.Recipientes para el riego del jardín y plantas *De dividirá entre el número de personas (nh) y entre 7, por los días de la semana.	Número de veces a la semana (x)	Capacidad (litros) (y)	Cantidad de recipientes (z)	Consumo promedio* Litros por día x + y + z / nh x 7
	2	20	3	5.7

Lavado de carro				
Nota: se usará un recipiente de 1 litro para determinar el gasto.	Número de veces a la semana (m)	Tiempo (min) (n)	Gasto (litros/min) (o)	Consumo promedio* Litros por día nc x m x n x o / nh x 7
9.Llave para el lavado del carro *De dividirá entre el número de personas (nh) y entre 7, por los días de la semana.				
10.Recipientes para el lavado del carro *De dividirá entre el número de personas (nh) y entre 7, por los días de la semana.	Número de veces a la semana (r)	Capacidad (litros) (t)	Cantidad de recipientes (s)	Consumo promedio* Litros por día nc x r + t + s / nh x 7

Consumo de agua por persona en litro al día	
Concepto	Subtotal (litros)
1.Lavado de manos	17.4
2.Regadera	13.2
3.Retrete	36
4.Lavado de trastes	87
5.Lavadora	0
6.Cubetas	15.2
7.Llave para el riego del jardín y plantas	0
8.Recipientes para el riego del jardín y plantas	5.7
9.Llave para el lavado del carro	0
10.Recipientes para el lavado del auto	0
TOTAL	174.5

Censo hídrico. Folio 3

Consumo al día por persona en litros

Este instrumento es para conocer el consumo de agua diario por una persona en una vivienda urbana.

Datos generales de la persona censada	
Edad: adulta en rango de 40 a 59 años. Sexo: mujer	Contacto (correo electrónico y/o celular)
Ubicación (calle, número, colonia, C.P. alcaldía): Carretera México – Cuernavaca s/n, casi esquina Violeta, San Pedro Mártir, 14650, Tlalpan	
Número de habitantes (nh): 4	Fecha: año 2019
Cuenta con carro: () Sí Número de carros (nc): ____ (x) No	

Datos generales de la vivienda	
Vivienda: (1) Niveles 3976 m2 terreno, 75 m2 azotea, 1,500 m2 de área libre en la planta baja	Número de
Número de baños: 2	Cuenta con cisterna: () Sí (x) No

CONSUMOS

Sanitario				
Nota: se usará un recipiente de 1 litro para determinar el gasto.	Número de veces al día	Tiempo (min)	Gasto (litros/min)	Consumo promedio litros por día
1.Lavado de manos	4	1	2.6	10.4
2.Regadera				20 (baño con cubeta)

	Número de descargas	Capacidad del tanque (litros)	Consumo promedio litros por día
3.Retrete	2	6	12

Cocina				
Nota: se usará un recipiente de 1 litro para determinar el gasto.	Número de veces al día	Tiempo (min)	Gasto (litros/min)	Consumo promedio litros por día /nh
4.Lavado de trastes	1	5	5.6	7

Lavado de ropa			
	Número de cargas por semana (A)	Capacidad promedio de agua (litros) (B)	Consumo promedio * Litros por día A x B / nh x 7
5.Lavadora *De dividirá entre el número de personas (nh) y entre 7, por los días de la semana.	3	100	10.7
6.Cubetas para lavar ropa		20 x ____ (Número de cubetas de 20 litros)	

Jardín y plantas				
Nota: se usará un recipiente de 1 litro para determinar el gasto.	Número de veces a la semana (a)	Tiempo (min) (b)	Gasto (litros/min) (c)	Consumo promedio* Litros por día a x b x c / nh x 7
7.Llave para el riego del jardín y plantas *De dividirá entre el número de personas (nh) y entre 7, por los días de la semana.				
8.Recipientes para el riego del jardín y plantas *De dividirá entre el número de personas (nh) y entre 7, por los días de la semana.	Número de veces a la semana (x)	Capacidad (litros) (y)	Cantidad de recipientes (z)	Consumo promedio* Litros por día x + y + z / nh x 7
	1	20	7	5

Lavado de carro				
Nota: se usará un recipiente de 1 litro para determinar el gasto.	Número de veces a la semana (m)	Tiempo (min) (n)	Gasto (litros/min) (o)	Consumo promedio* Litros por día nc x m x n x o / nh x 7
9.Llave para el lavado del carro *De dividirá entre el número de personas (nh) y entre 7, por los días de la semana.				
10.Recipientes para el lavado del carro *De dividirá entre el número de personas (nh) y entre 7, por los días de la semana.	Número de veces a la semana (r)	Capacidad (litros) (t)	Cantidad de recipientes (s)	Consumo promedio* Litros por día nc x r + t + s / nh x 7

Consumo de agua por persona en litro al día	
Concepto	Subtotal (litros)
1.Lavado de manos	10.4
2.Regadera	20
3.Retrete	12
4.Lavado de trastes	7
5.Lavadora	10.7
6.Cubetas	0
7.Llave para el riego del jardín y plantas	0
8.Recipientes para el riego del jardín y plantas	5
9.Llave para el lavado del carro	0
10.Recipientes para el lavado del auto	0
TOTAL	65.1

Censo hídrico. Folio 4

Consumo al día por persona en litros

Este instrumento es para conocer el consumo de agua diario por una persona en una vivienda urbana.

Datos generales de la persona censada	
Edad: adulta, de 40 a 59 años Sexo: mujer	Contacto (correo electrónico y/o celular)
Ubicación (calle, número, colonia, C.P. alcaldía): Laurel 140, San Pedro Mártir, 14650, Tlalpan	
Número de habitantes (nh): 6	Fecha: año 2019
Cuenta con carro: () Sí Número de carros (nc): ____ (x) No	

Datos generales de la vivienda	
Vivienda: (2) Niveles 547 m2 terreno, 300 m2 azotea, 147 m2 de área libre en la planta baja	Número de
Número de baños: 1	Cuenta con cisterna: (x) Sí () No

CONSUMOS

Sanitario				
Nota: se usará un recipiente de 1 litro para determinar el gasto.	Número de veces al día	Tiempo (min)	Gasto (litros/min)	Consumo promedio litros por día
1.Lavado de manos	6	1	0.6	3.6 (lavado de manos con bandeja de 600 ml)
2.Regadera	1	1	10	10 (baño con cubeta)

	Número de descargas	Capacidad del tanque (litros)	Consumo promedio litros por día
3.Retrete	2	6	12

Cocina				
Nota: se usará un recipiente de 1 litro para determinar el gasto.	Número de veces al día	Tiempo (min)	Gasto (litros/min)	Consumo promedio litros por día /nh
4.Lavado de trastes	3	3	12.8	115.2

Lavado de ropa			
	Número de cargas por semana (A)	Capacidad promedio de agua (litros) (B)	Consumo promedio * Litros por día A x B / nh x 7
5.Lavadora *De dividirá entre el número de personas (nh) y entre 7, por los días de la semana.			
6.Cubetas para lavar ropa	2	20 x 3 (Número de cubetas de 20 litros)	2.9

Jardín y plantas				
Nota: se usará un recipiente de 1 litro para determinar el gasto.	Número de veces a la semana (a)	Tiempo (min) (b)	Gasto (litros/min) (c)	Consumo promedio* Litros por día a x b x c / nh x 7
7.Llave para el riego del jardín y plantas *De dividirá entre el número de personas (nh) y entre 7, por los días de la semana.				
8.Recipientes para el riego del jardín y plantas *De dividirá entre el número de personas (nh) y entre 7, por los días de la semana.	Número de veces a la semana (x)	Capacidad (litros) (y)	Cantidad de recipientes (z)	Consumo promedio* Litros por día x + y + z / nh x 7
	2	20	1	0.95

Lavado de carro				
Nota: se usará un recipiente de 1 litro para determinar el gasto.	Número de veces a la semana (m)	Tiempo (min) (n)	Gasto (litros/min) (o)	Consumo promedio* Litros por día nc x m x n x o / nh x 7
9.Llave para el lavado del carro *De dividirá entre el número de personas (nh) y entre 7, por los días de la semana.				
10.Recipientes para el lavado del carro *De dividirá entre el número de personas (nh) y entre 7, por los días de la semana.	Número de veces a la semana (r)	Capacidad (litros) (t)	Cantidad de recipientes (s)	Consumo promedio* Litros por día nc x r + t + s / nh x 7

Consumo de agua por persona en litro al día	
Concepto	Subtotal (litros)
1.Lavado de manos	3.6
2.Regadera	10
3.Retrete	12
4.Lavado de trastes	10
5.Lavadora	0
6.Cubetas	2.9
7.Llave para el riego del jardín y plantas	0
8.Recipientes para el riego del jardín y plantas	0.95
9.Llave para el lavado del carro	0
10.Recipientes para el lavado del auto	0
TOTAL	39.45

Censo hídrico. Folio 5

Consumo al día por persona en litros

Este instrumento es para conocer el consumo de agua diario por una persona en una vivienda urbana.

Datos generales de la persona censada	
Edad: persona de la tercera edad, más de 60 años. Sexo: mujer	Contacto (correo electrónico y/o celular)
Ubicación (calle, número, colonia, C.P. alcaldía): Cerrada 05 de mayo 4, San Pedro Mártir, 14650, Tlalpan	
Número de habitantes (nh): 1	Fecha: año 2019
Cuenta con carro: (x) Sí Número de carros (nc): __1__ () No	

Datos generales de la vivienda	
Vivienda: (3) Niveles 376 m2 terreno, 250 m2 azotea, 126 m2 de área libre en la planta baja	Número de
Número de baños: 2	Cuenta con cisterna: (x) Sí () No

CONSUMOS

Sanitario				
Nota: se usará un recipiente de 1 litro para determinar el gasto.	Número de veces al día	Tiempo (min)	Gasto (litros/min)	Consumo promedio litros por día
1.Lavado de manos	3	1	2.9	8.7
2.Regadera	1	6	4.9	29.4

	Número de descargas	Capacidad del tanque (litros)	Consumo promedio litros por día
3.Retrete	2	6	12

Cocina				
Nota: se usará un recipiente de 1 litro para determinar el gasto.	Número de veces al día	Tiempo (min)	Gasto (litros/min)	Consumo promedio litros por día /nh
4.Lavado de trastes	3	3	12.8	115.2

Lavado de ropa			
	Número de cargas por semana (A)	Capacidad promedio de agua (litros) (B)	Consumo promedio * Litros por día A x B / nh x 7
5.Lavadora *De dividirá entre el número de personas (nh) y entre 7, por los días de la semana.	1	70	5
6.Cubetas para lavar ropa	1	20 x 1 (Número de cubetas de 20 litros)	2.85

Jardín y plantas				
Nota: se usará un recipiente de 1 litro para determinar el gasto.	Número de veces a la semana (a)	Tiempo (min) (b)	Gasto (litros/min) (c)	Consumo promedio* Litros por día a x b x c / nh x 7
7.Llave para el riego del jardín y plantas *De dividirá entre el número de personas (nh) y entre 7, por los días de la semana.	1	6	4.8	28.8
	Número de veces a la semana (x)	Capacidad (litros) (y)	Cantidad de recipientes (z)	Consumo promedio* Litros por día x + y + z / nh x 7
8.Recipientes para el riego del jardín y plantas *De dividirá entre el número de personas (nh) y entre 7, por los días de la semana.	1	20	1	2.85

Lavado de carro				
Nota: se usará un recipiente de 1 litro para determinar el gasto.	Número de veces a la semana (m)	Tiempo (min) (n)	Gasto (litros/min) (o)	Consumo promedio* Litros por día nc x m x n x o / nh x 7
9.Llave para el lavado del carro *De dividirá entre el número de personas (nh) y entre 7, por los días de la semana.				
	Número de veces a la semana (r)	Capacidad (litros) (t)	Cantidad de recipientes (s)	Consumo promedio* Litros por día nc x r + t + s / nh x 7
10.Recipientes para el lavado del carro *De dividirá entre el número de personas (nh) y entre 7, por los días de la semana.	1	20	1	2.85

Consumo de agua por persona en litro al día	
Concepto	Subtotal (litros)
1.Lavado de manos	8.7
2.Regadera	29.4
3.Retrete	12
4.Lavado de trastes	25.2
5.Lavadora	5
6.Cubetas	2.85
7.Llave para el riego del jardín y plantas	28.8
8.Recipientes para el riego del jardín y plantas	2.85
9.Llave para el lavado del carro	0
10.Recipientes para el lavado del auto	2.85
TOTAL	117.65

Censo hídrico. Folio 6

Consumo al día por persona en litros

Este instrumento es para conocer el consumo de agua diario por una persona en una vivienda urbana.

Datos generales de la persona censada	
Edad: adulto de 40 a 59 años. Sexo: hombre	Contacto (correo electrónico y/o celular)
Ubicación (calle, número, colonia, C.P. alcaldía): Cerrada Cuauhtémoc, s/n, San Pedro Mártir, 14650, Tlalpan	
Número de habitantes (nh): 3	Fecha: año 2019
Cuenta con carro: () Sí Número de carros (nc): ____ (x) No	

Datos generales de la vivienda	
Vivienda: (2) Niveles	Número de
66 m2 terreno, 60 m2 azotea, 10 m2 de área libre en la planta baja	
Número de baños: 1	Cuenta con cisterna: () Sí (x) No

CONSUMOS

Sanitario				
Nota: se usará un recipiente de 1 litro para determinar el gasto.	Número de veces al día	Tiempo (min)	Gasto (litros/min)	Consumo promedio litros por día
1.Lavado de manos	4	1	0.5	2 (lavado de manos con bandeja de 600 ml)
2.Regadera	1	1	20	20 (baño con cubeta)

	Número de descargas	Capacidad del tanque (litros)	Consumo promedio litros por día
3.Retrete	2	6	12

Cocina				
Nota: se usará un recipiente de 1 litro para determinar el gasto.	Número de veces al día	Tiempo (min)	Gasto (litros/min)	Consumo promedio litros por día /nh
4.Lavado de trastes	3	1	6	6

Lavado de ropa			
	Número de cargas por semana (A)	Capacidad promedio de agua (litros) (B)	Consumo promedio * Litros por día A x B / nh x 7
5.Lavadora *De dividirá entre el número de personas (nh) y entre 7, por los días de la semana.			
6.Cubetas para lavar ropa	1	20 x 4.5(Número de cubetas de 20 litros)	4.3

Jardín y plantas				
Nota: se usará un recipiente de 1 litro para determinar el gasto.	Número de veces a la semana (a)	Tiempo (min) (b)	Gasto (litros/min) (c)	Consumo promedio* Litros por día a x b x c / nh x 7
7.Llave para el riego del jardín y plantas *De dividirá entre el número de personas (nh) y entre 7, por los días de la semana.				
8.Recipientes para el riego del jardín y plantas *De dividirá entre el número de personas (nh) y entre 7, por los días de la semana.	Número de veces a la semana (x)	Capacidad (litros) (y)	Cantidad de recipientes (z)	Consumo promedio* Litros por día x + y + z / nh x 7
	7	20	2	13.3

Lavado de carro				
Nota: se usará un recipiente de 1 litro para determinar el gasto.	Número de veces a la semana (m)	Tiempo (min) (n)	Gasto (litros/min) (o)	Consumo promedio* Litros por día nc x m x n x o / nh x 7
9.Llave para el lavado del carro *De dividirá entre el número de personas (nh) y entre 7, por los días de la semana.				
10.Recipientes para el lavado del carro *De dividirá entre el número de personas (nh) y entre 7, por los días de la semana.	Número de veces a la semana (r)	Capacidad (litros) (t)	Cantidad de recipientes (s)	Consumo promedio* Litros por día nc x r + t + s / nh x 7

Consumo de agua por persona en litro al día	
Concepto	Subtotal (litros)
1.Lavado de manos	2
2.Regadera	20
3.Retrete	2
4.Lavado de trastes	16
5.Lavadora	0
6.Cubetas	4.3
7.Llave para el riego del jardín y plantas	0
8.Recipientes para el riego del jardín y plantas	13.3
9.Llave para el lavado del carro	0
10.Recipientes para el lavado del auto	0
TOTAL	57.6

Censo hídrico. Folio 7

Consumo al día por persona en litros

Este instrumento es para conocer el consumo de agua diario por una persona en una vivienda urbana.

Datos generales de la persona censada	
Edad: adulta de 40 a 59 años. Sexo: mujer	Contacto (correo electrónico y/o celular)
Ubicación (calle, número, colonia, C.P. alcaldía): Cerrada de la Mora s/n, San Pedro Mártir, 14650, Tlalpan	
Número de habitantes (nh): 6	Fecha: año 2019
Cuenta con carro: (x) Sí Número de carros (nc): __1__ () No	

Datos generales de la vivienda	
Vivienda: (2) Niveles 155 m2 terreno, 100 m2 azotea, 15 m2 de área libre en la planta baja	Número de
Número de baños: 2	Cuenta con cisterna: (x) Sí () No

CONSUMOS

Sanitario				
Nota: se usará un recipiente de 1 litro para determinar el gasto.	Número de veces al día	Tiempo (min)	Gasto (litros/min)	Consumo promedio litros por día
1.Lavado de manos	20	0.167	4.1	13.7
2.Regadera	1	5.2	20	104

	Número de descargas	Capacidad del tanque (litros)	Consumo promedio litros por día
3.Retrete	3	6	18

Cocina				
Nota: se usará un recipiente de 1 litro para determinar el gasto.	Número de veces al día	Tiempo (min)	Gasto (litros/min)	Consumo promedio litros por día /nh
4.Lavado de trastes	1	30	3.7	18.5

Lavado de ropa			
	Número de cargas por semana (A)	Capacidad promedio de agua (litros) (B)	Consumo promedio * Litros por día A x B / nh x 7
5.Lavadora *De dividirá entre el número de personas (nh) y entre 7, por los días de la semana.	6	218	31.14
6.Cubetas para lavar ropa		20 x ____ (Número de cubetas de 20 litros)	

Jardín y plantas				
Nota: se usará un recipiente de 1 litro para determinar el gasto.	Número de veces a la semana (a)	Tiempo (min) (b)	Gasto (litros/min) (c)	Consumo promedio* Litros por día a x b x c / nh x 7
7.Llave para el riego del jardín y plantas *De dividirá entre el número de personas (nh) y entre 7, por los días de la semana.	3	20	7.9	11.3
8.Recipientes para el riego del jardín y plantas *De dividirá entre el número de personas (nh) y entre 7, por los días de la semana.	Número de veces a la semana (x)	Capacidad (litros) (y)	Cantidad de recipientes (z)	Consumo promedio* Litros por día x + y + z / nh x 7

Lavado de carro				
Nota: se usará un recipiente de 1 litro para determinar el gasto.	Número de veces a la semana (m)	Tiempo (min) (n)	Gasto (litros/min) (o)	Consumo promedio* Litros por día nc x m x n x o / nh x 7
9.Llave para el lavado del carro *De dividirá entre el número de personas (nh) y entre 7, por los días de la semana.				
10.Recipientes para el lavado del carro *De dividirá entre el número de personas (nh) y entre 7, por los días de la semana.	Número de veces a la semana (r)	Capacidad (litros) (t)	Cantidad de recipientes (s)	Consumo promedio* Litros por día nc x r + t + s / nh x 7
	3	20	1	1.42

Consumo de agua por persona en litro al día	
Concepto	Subtotal (litros)
1.Lavado de manos	13.7
2.Regadera	104
3.Retrete	18
4.Lavado de trastes	18.5
5.Lavadora	31.4
6.Cubetas	0
7.Llave para el riego del jardín y plantas	11.3
8.Recipientes para el riego del jardín y plantas	0
9.Llave para el lavado del carro	0
10.Recipientes para el lavado del auto	1.42
TOTAL	198.32

Censo hídrico. Folio 8

Consumo al día por persona en litros

Este instrumento es para conocer el consumo de agua diario por una persona en una vivienda urbana.

Datos generales de la persona censada	
Edad: joven de 30 a 40 años Sexo: mujer	Contacto (correo electrónico y/o celular)
Ubicación (calle, número, colonia, C.P. alcaldía): Violeta 6H, San Pedro Mártir, 14650, Tlalpan	
Número de habitantes (nh): 7	Fecha: año 2019
Cuenta con carro: () Sí Número de carros (nc): <u> 1 </u> (x) No	

Datos generales de la vivienda	
Vivienda: (3) Niveles 151 m2 terreno, 115 m2 azotea, <u> 36 </u> m2 de área libre en la planta baja	Número de
Número de baños: 2	Cuenta con cisterna: (x) Sí () No

CONSUMOS

Sanitario				
Nota: se usará un recipiente de 1 litro para determinar el gasto.	Número de veces al día	Tiempo (min)	Gasto (litros/min)	Consumo promedio litros por día
1.Lavado de manos	3	0.83	3.13	0.78
2.Regadera	1	5	5	25

	Número de descargas	Capacidad del tanque (litros)	Consumo promedio litros por día
3.Retrete	2	6	12

Cocina				
Nota: se usará un recipiente de 1 litro para determinar el gasto.	Número de veces al día	Tiempo (min)	Gasto (litros/min)	Consumo promedio litros por día /nh
4.Lavado de trastes	1	10	3.13	31.3

Lavado de ropa			
	Número de cargas por semana (A)	Capacidad promedio de agua (litros) (B)	Consumo promedio * Litros por día A x B / nh x 7
5.Lavadora *De dividirá entre el número de personas (nh) y entre 7, por los días de la semana.	14	80 (el ciclo completo es de 160 litros, pero reciclan el agua al 50%)	22.9
6.Cubetas para lavar ropa		20 x _____(Número de cubetas de 20 litros)	

Jardín y plantas				
Nota: se usará un recipiente de 1 litro para determinar el gasto.	Número de veces a la semana (a)	Tiempo (min) (b)	Gasto (litros/min) (c)	Consumo promedio* Litros por día a x b x c / nh x 7
7.Llave para el riego del jardín y plantas *De dividirá entre el número de personas (nh) y entre 7, por los días de la semana.				
8.Recipientes para el riego del jardín y plantas *De dividirá entre el número de personas (nh) y entre 7, por los días de la semana.	Número de veces a la semana (x)	Capacidad (litros) (y)	Cantidad de recipientes (z)	Consumo promedio* Litros por día x + y + z / nh x 7
	3	10	10	6.12

Lavado de carro				
Nota: se usará un recipiente de 1 litro para determinar el gasto.	Número de veces a la semana (m)	Tiempo (min) (n)	Gasto (litros/min) (o)	Consumo promedio* Litros por día nc x m x n x o / nh x 7
9.Llave para el lavado del carro *De dividirá entre el número de personas (nh) y entre 7, por los días de la semana.				
10.Recipientes para el lavado del carro *De dividirá entre el número de personas (nh) y entre 7, por los días de la semana.	Número de veces a la semana (r)	Capacidad (litros) (t)	Cantidad de recipientes (s)	Consumo promedio* Litros por día nc x r + t + s / nh x 7

Consumo de agua por persona en litro al día	
Concepto	Subtotal (litros)
1.Lavado de manos	0.78
2.Regadera	25
3.Retrete	12
4.Lavado de trastes	31.3
5.Lavadora	22.9
6.Cubetas	0
7.Llave para el riego del jardín y plantas	0
8.Recipientes para el riego del jardín y plantas	6.12
9.Llave para el lavado del carro	0
10.Recipientes para el lavado del auto	0
TOTAL	98.1

Censo hídrico. Folio 9

Consumo al día por persona en litros

Este instrumento es para conocer el consumo de agua diario por una persona en una vivienda urbana.

Datos generales de la persona censada	
Edad: adulta de 40 a 59 años Sexo: mujer	Contacto (correo electrónico y/o celular)
Ubicación (calle, número, colonia, C.P. alcaldía): Cerrada 5 de Mayo s/n, San Pedro Mártir, 14650, Tlalpan	
Número de habitantes (nh): 7	Fecha: año 2019
Cuenta con carro: (x) Sí Número de carros (nc): __1__ () No	

Datos generales de la vivienda	
Vivienda: (1) Niveles 250 m2 terreno, 80 m2 azotea, 150 m2 de área libre en la planta baja	Número de
Número de baños: 1	Cuenta con cisterna: (x) Sí () No

CONSUMOS

Sanitario				
Nota: se usará un recipiente de 1 litro para determinar el gasto.	Número de veces al día	Tiempo (min)	Gasto (litros/min)	Consumo promedio litros por día
1.Lavado de manos	15	0.167	4.49	11.25
2.Regadera	1	8	3	24

	Número de descargas	Capacidad del tanque (litros)	Consumo promedio litros por día
3.Retrete	3	4	12

Cocina				
Nota: se usará un recipiente de 1 litro para determinar el gasto.	Número de veces al día	Tiempo (min)	Gasto (litros/min)	Consumo promedio litros por día /nh
4.Lavado de trastes	3	15	5.3	34.1

Lavado de ropa			
	Número de cargas por semana (A)	Capacidad promedio de agua (litros) (B)	Consumo promedio * Litros por día A x B / nh x 7
5.Lavadora *De dividirá entre el número de personas (nh) y entre 7, por los días de la semana.	4	110	8.98
6.Cubetas para lavar ropa		20 x ____ (Número de cubetas de 20 litros)	

Jardín y plantas				
Nota: se usará un recipiente de 1 litro para determinar el gasto.	Número de veces a la semana (a)	Tiempo (min) (b)	Gasto (litros/min) (c)	Consumo promedio* Litros por día a x b x c / nh x 7
7.Llave para el riego del jardín y plantas *De dividirá entre el número de personas (nh) y entre 7, por los días de la semana.				
8.Recipientes para el riego del jardín y plantas *De dividirá entre el número de personas (nh) y entre 7, por los días de la semana.	Número de veces a la semana (x)	Capacidad (litros) (y)	Cantidad de recipientes (z)	Consumo promedio* Litros por día x + y + z / nh x 7
	3	8	4	1.96

Lavado de carro				
Nota: se usará un recipiente de 1 litro para determinar el gasto.	Número de veces a la semana (m)	Tiempo (min) (n)	Gasto (litros/min) (o)	Consumo promedio* Litros por día nc x m x n x o / nh x 7
9.Llave para el lavado del carro *De dividirá entre el número de personas (nh) y entre 7, por los días de la semana.				
10.Recipientes para el lavado del carro *De dividirá entre el número de personas (nh) y entre 7, por los días de la semana.	Número de veces a la semana (r)	Capacidad (litros) (t)	Cantidad de recipientes (s)	Consumo promedio* Litros por día nc x r + t + s / nh x 7
	3	20	2	2.44

Consumo de agua por persona en litro al día	
Concepto	Subtotal (litros)
1.Lavado de manos	11.25
2.Regadera	24
3.Retrete	12
4.Lavado de trastes	34.1
5.Lavadora	8.98
6.Cubetas	0
7.Llave para el riego del jardín y plantas	0
8.Recipientes para el riego del jardín y plantas	1.96
9.Llave para el lavado del carro	0
10.Recipientes para el lavado del auto	2.44
TOTAL	94.73

Censo hídrico. Folio 10

Consumo al día por persona en litros

Este instrumento es para conocer el consumo de agua diario por una persona en una vivienda urbana.

Datos generales de la persona censada	
Edad: adulta de 40 a 59 años Sexo: mujer	Contacto (correo electrónico y/o celular)
Ubicación (calle, número, colonia, C.P. alcaldía): Cerrada de la Mora, s/n, San Pedro Mártir, 14650, Tlalpan.	
Número de habitantes (nh): 5	Fecha: año 2019
Cuenta con carro: (x) Sí Número de carros (nc): __1__ () No	

Datos generales de la vivienda	
Vivienda: (2) Niveles 150 m2 terreno, 75 m2 azotea, 50 m2 de área libre en la planta baja	Número de
Número de baños: 2	Cuenta con cisterna: (x) Sí () No

CONSUMOS

Sanitario				
Nota: se usará un recipiente de 1 litro para determinar el gasto.	Número de veces al día	Tiempo (min)	Gasto (litros/min)	Consumo promedio litros por día
1.Lavado de manos	8	0.167	2.06	2.63
2.Regadera	1	1	20	20 (baño con cubeta)

	Número de descargas	Capacidad del tanque (litros)	Consumo promedio litros por día
3.Retrete	4	6	24

Cocina				
Nota: se usará un recipiente de 1 litro para determinar el gasto.	Número de veces al día	Tiempo (min)	Gasto (litros/min)	Consumo promedio litros por día /nh
4.Lavado de trastes	1	60	2.06	24.7

Lavado de ropa			
	Número de cargas por semana (A)	Capacidad promedio de agua (litros) (B)	Consumo promedio * Litros por día A x B / nh x 7
5.Lavadora *De dividirá entre el número de personas (nh) y entre 7, por los días de la semana.	5	60 (El ciclo completo es de 120 litros, pero reciclan el agua al 50%)	8.6
6.Cubetas para lavar ropa		20 x __ (Número de cubetas de 20 litros)	

Jardín y plantas				
Nota: se usará un recipiente de 1 litro para determinar el gasto.	Número de veces a la semana (a)	Tiempo (min) (b)	Gasto (litros/min) (c)	Consumo promedio* Litros por día a x b x c / nh x 7
7.Llave para el riego del jardín y plantas *De dividirá entre el número de personas (nh) y entre 7, por los días de la semana.				
8.Recipientes para el riego del jardín y plantas *De dividirá entre el número de personas (nh) y entre 7, por los días de la semana.	Número de veces a la semana (x) 3	Capacidad (litros) (y) 6	Cantidad de recipientes (z) 5	Consumo promedio* Litros por día x + y + z / nh x 7 2.6

Lavado de carro				
Nota: se usará un recipiente de 1 litro para determinar el gasto.	Número de veces a la semana (m)	Tiempo (min) (n)	Gasto (litros/min) (o)	Consumo promedio* Litros por día nc x m x n x o / nh x 7
9.Llave para el lavado del carro *De dividirá entre el número de personas (nh) y entre 7, por los días de la semana.				
10.Recipientes para el lavado del carro *De dividirá entre el número de personas (nh) y entre 7, por los días de la semana.	Número de veces a la semana (r) 1	Capacidad (litros) (t) 20	Cantidad de recipientes (s) 1	Consumo promedio* Litros por día nc x r + t + s / nh x 7 0.57

Consumo de agua por persona en litro al día	
Concepto	Subtotal (litros)
1.Lavado de manos	2.63
2.Regadera	20
3.Retrete	24
4.Lavado de trastes	24.7
5.Lavadora	8.6
6.Cubetas	0
7.Llave para el riego del jardín y plantas	0
8.Recipientes para el riego del jardín y plantas	2.6
9.Llave para el lavado del carro	0
10.Recipientes para el lavado del auto	0.57
TOTAL	83.1

censo hídrico. Folio 11

Consumo al día por persona en litros

Este instrumento es para conocer el consumo de agua diario por una persona en una vivienda urbana.

Datos generales de la persona censada	
Edad: persona de la tercera edad, más de 60 años. Sexo: hombre	Contacto (correo electrónico y/o celular)
Ubicación (calle, número, colonia, C.P. alcaldía): Lateral de la Autopista México – Cuernavaca 47, San Pedro Mártir, 14650, Tlalpan	
Número de habitantes (nh): 10	Fecha: año 2019
Cuenta con carro: () Sí Número de carros (nc): ____ (x) No	

Datos generales de la vivienda	
Vivienda: (2) Niveles 200 m2 terreno, 100 m2 azotea, 50 m2 de área libre en la planta baja	Número de
Número de baños: 4	Cuenta con cisterna: (x) Sí () No

CONSUMOS

Sanitario				
Nota: se usará un recipiente de 1 litro para determinar el gasto.	Número de veces al día	Tiempo (min)	Gasto (litros/min)	Consumo promedio litros por día
1.Lavado de manos	6	1	1	6 (lavado de manos con bandeja de 1 l)
2.Regadera	2	1	20	40 (baño con cubeta)

	Número de descargas	Capacidad del tanque (litros)	Consumo promedio litros por día
3.Retrete	3	6	18

Cocina				
Nota: se usará un recipiente de 1 litro para determinar el gasto.	Número de veces al día	Tiempo (min)	Gasto (litros/min)	Consumo promedio litros por día /nh
4.Lavado de trastes	3	1	20 (uso de cubeta)	6

Lavado de ropa			
	Número de cargas por semana (A)	Capacidad promedio de agua (litros) (B)	Consumo promedio * Litros por día A x B / nh x 7
5.Lavadora *De dividirá entre el número de personas (nh) y entre 7, por los días de la semana.			
6.Cubetas para lavar ropa	6	20 x 4 (Número de cubetas de 20 litros)	6.86

Jardín y plantas				
Nota: se usará un recipiente de 1 litro para determinar el gasto.	Número de veces a la semana (a)	Tiempo (min) (b)	Gasto (litros/min) (c)	Consumo promedio* Litros por día a x b x c / nh x 7
7.Llave para el riego del jardín y plantas *De dividirá entre el número de personas (nh) y entre 7, por los días de la semana.				
8.Recipientes para el riego del jardín y plantas *De dividirá entre el número de personas (nh) y entre 7, por los días de la semana.	Número de veces a la semana (x) 2	Capacidad (litros) (y) 20	Cantidad de recipientes (z) 2	Consumo promedio* Litros por día x + y + z / nh x 7 1.14

Lavado de carro				
Nota: se usará un recipiente de 1 litro para determinar el gasto.	Número de veces a la semana (m)	Tiempo (min) (n)	Gasto (litros/min) (o)	Consumo promedio* Litros por día nc x m x n x o / nh x 7
9.Llave para el lavado del carro *De dividirá entre el número de personas (nh) y entre 7, por los días de la semana.				
10.Recipientes para el lavado del carro *De dividirá entre el número de personas (nh) y entre 7, por los días de la semana.	Número de veces a la semana (r)	Capacidad (litros) (t)	Cantidad de recipientes (s)	Consumo promedio* Litros por día nc x r + t + s / nh x 7

Consumo de agua por persona en litro al día	
Concepto	Subtotal (litros)
1.Lavado de manos	6
2.Regadera	40
3.Retrete	18
4.Lavado de trastes	6
5.Lavadora	0
6.Cubetas	6.86
7.Llave para el riego del jardín y plantas	0
8.Recipientes para el riego del jardín y plantas	1.14
9.Llave para el lavado del carro	0
10.Recipientes para el lavado del auto	0
TOTAL	78

Censo hídrico. Folio 12

Consumo al día por persona en litros

Este instrumento es para conocer el consumo de agua diario por una persona en una vivienda urbana.

Datos generales de la persona censada	
Edad: adulta de 40 a 59 años. Sexo: mujer	Contacto (correo electrónico y/o celular)
Ubicación (calle, número, colonia, C.P. alcaldía): Camino Real a Xicalco lote 6, San Pedro Mártir-Tecorral, 14650, Tlalpan	
Número de habitantes (nh): 6	Fecha: año 2019
Cuenta con carro: () Sí Número de carros (nc): ____ (x) No	

Datos generales de la vivienda	
Vivienda: (2) Niveles 400 m2 terreno, 70 m2 azotea, 200 m2 de área libre en la planta baja	Número de
Número de baños: 1	Cuenta con cisterna: (x) Sí () No

CONSUMOS

Sanitario				
Nota: se usará un recipiente de 1 litro para determinar el gasto.	Número de veces al día	Tiempo (min)	Gasto (litros/min)	Consumo promedio litros por día
1.Lavado de manos	7	0.167	3.05	3.56
2.Regadera	1	15	2.5	37.5

	Número de descargas	Capacidad del tanque (litros)	Consumo promedio litros por día
3.Retrete	5	6	30

Cocina				
Nota: se usará un recipiente de 1 litro para determinar el gasto.	Número de veces al día	Tiempo (min)	Gasto (litros/min)	Consumo promedio litros por día /nh
4.Lavado de trastes	1	10	3.05	5.08

Lavado de ropa			
	Número de cargas por semana (A)	Capacidad promedio de agua (litros) (B)	Consumo promedio * Litros por día A x B / nh x 7
5.Lavadora *De dividirá entre el número de personas (nh) y entre 7, por los días de la semana.	5	80 (el ciclo completo es de 160 litros pero reciclan el agua en 50%)	9.5
6.Cubetas para lavar ropa		20 x __ (Número de cubetas de 20 litros)	

Jardín y plantas				
Nota: se usará un recipiente de 1 litro para determinar el gasto.	Número de veces a la semana (a)	Tiempo (min) (b)	Gasto (litros/min) (c)	Consumo promedio* Litros por día a x b x c / nh x 7
7.Llave para el riego del jardín y plantas *De dividirá entre el número de personas (nh) y entre 7, por los días de la semana.				
8.Recipientes para el riego del jardín y plantas *De dividirá entre el número de personas (nh) y entre 7, por los días de la semana.	Número de veces a la semana (x)	Capacidad (litros) (y)	Cantidad de recipientes (z)	Consumo promedio* Litros por día x + y + z / nh x 7
	2	20	2	1.9

Lavado de carro				
Nota: se usará un recipiente de 1 litro para determinar el gasto.	Número de veces a la semana (m)	Tiempo (min) (n)	Gasto (litros/min) (o)	Consumo promedio* Litros por día nc x m x n x o / nh x 7
9.Llave para el lavado del carro *De dividirá entre el número de personas (nh) y entre 7, por los días de la semana.				
10.Recipientes para el lavado del carro *De dividirá entre el número de personas (nh) y entre 7, por los días de la semana.	Número de veces a la semana (r)	Capacidad (litros) (t)	Cantidad de recipientes (s)	Consumo promedio* Litros por día nc x r + t + s / nh x 7

Consumo de agua por persona en litro al día	
Concepto	Subtotal (litros)
1.Lavado de manos	3.56
2.Regadera	37.5
3.Retrete	30
4.Lavado de trastes	5.08
5.Lavadora	9.5
6.Cubetas	0
7.Llave para el riego del jardín y plantas	0
8.Recipientes para el riego del jardín y plantas	1.9
9.Llave para el lavado del carro	0
10.Recipientes para el lavado del auto	0
TOTAL	87.54

Censo hídrico. Folio 13

Consumo al día por persona en litros

Este instrumento es para conocer el consumo de agua diario por una persona en una vivienda urbana.

Datos generales de la persona censada	
Edad: adulto de 40 a 59 años. Sexo: hombre	Contacto (correo electrónico y/o celular)
Ubicación (calle, número, colonia, C.P. alcaldía): Privada Tehuistatl 7, San Pedro Mártir, 14650, Tlalpan	
Número de habitantes (nh): 4	Fecha: año 2019
Cuenta con carro: (x) Sí Número de carros (nc): __1__ () No	

Datos generales de la vivienda	
Vivienda: (2) Niveles 120 m2 terreno, 50 m2 azotea, 50 m2 de área libre en la planta baja	Número de
Número de baños: 2	Cuenta con cisterna: (x) Sí () No

CONSUMOS

Sanitario				
Nota: se usará un recipiente de 1 litro para determinar el gasto.	Número de veces al día	Tiempo (min)	Gasto (litros/min)	Consumo promedio litros por día
1.Lavado de manos	4	0.5	4.22	8.44
2.Regadera	1	10	5.4	54

	Número de descargas	Capacidad del tanque (litros)	Consumo promedio litros por día
3.Retrete	4	4	16

Cocina				
Nota: se usará un recipiente de 1 litro para determinar el gasto.	Número de veces al día	Tiempo (min)	Gasto (litros/min)	Consumo promedio litros por día /nh
4.Lavado de trastes	1	5	5.1	6.4

Lavado de ropa			
	Número de cargas por semana (A)	Capacidad promedio de agua (litros) (B)	Consumo promedio * Litros por día A x B / nh x 7
5.Lavadora *De dividirá entre el número de personas (nh) y entre 7, por los días de la semana.	4	100 (el ciclo de lavado es de 100 litros y reciclan el agua al 50%)	14.28
6.Cubetas para lavar ropa		20 x ____ (Número de cubetas de 20 litros)	

Jardín y plantas				
Nota: se usará un recipiente de 1 litro para determinar el gasto.	Número de veces a la semana (a)	Tiempo (min) (b)	Gasto (litros/min) (c)	Consumo promedio* Litros por día a x b x c / nh x 7
7.Llave para el riego del jardín y plantas *De dividirá entre el número de personas (nh) y entre 7, por los días de la semana.	3	10	9.44	10.11
8.Recipientes para el riego del jardín y plantas *De dividirá entre el número de personas (nh) y entre 7, por los días de la semana.	Número de veces a la semana (x)	Capacidad (litros) (y)	Cantidad de recipientes (z)	Consumo promedio* Litros por día x + y + z / nh x 7

Lavado de carro				
Nota: se usará un recipiente de 1 litro para determinar el gasto.	Número de veces a la semana (m)	Tiempo (min) (n)	Gasto (litros/min) (o)	Consumo promedio* Litros por día nc x m x n x o / nh x 7
9.Llave para el lavado del carro *De dividirá entre el número de personas (nh) y entre 7, por los días de la semana.				
10.Recipientes para el lavado del carro *De dividirá entre el número de personas (nh) y entre 7, por los días de la semana.	Número de veces a la semana (r)	Capacidad (litros) (t)	Cantidad de recipientes (s)	Consumo promedio* Litros por día nc x r + t + s / nh x 7
	1	20	1	0.71

Consumo de agua por persona en litro al día	
Concepto	Subtotal (litros)
1.Lavado de manos	8.44
2.Regadera	54
3.Retrete	16
4.Lavado de trastes	6.4
5.Lavadora	14.28
6.Cubetas	0
7.Llave para el riego del jardín y plantas	10.11
8.Recipientes para el riego del jardín y plantas	0
9.Llave para el lavado del carro	0
10.Recipientes para el lavado del auto	0.71
TOTAL	109.94

Censo hídrico. Folio 14

Consumo al día por persona en litros

Este instrumento es para conocer el consumo de agua diario por una persona en una vivienda urbana.

Datos generales de la persona censada	
Edad: joven de 18 a 30 años. Sexo: hombre	Contacto (correo electrónico y/o celular)
Ubicación (calle, número, colonia, C.P. alcaldía): Cerrada Clavel Sur Mz. 1 Lote 22, San Pedro Mártir, 14650, Tlalpan	
Número de habitantes (nh): 4	Fecha: año 2019
Cuenta con carro: (x) Sí Número de carros (nc): __1__ () No	

Datos generales de la vivienda	
Vivienda: (1) Niveles 70 m2 terreno, 70 m2 azotea, 50 m2 de área libre en la planta baja	Número de
Número de baños: 1	Cuenta con cisterna: (x) Sí () No

CONSUMOS

Sanitario				
Nota: se usará un recipiente de 1 litro para determinar el gasto.	Número de veces al día	Tiempo (min)	Gasto (litros/min)	Consumo promedio litros por día
1.Lavado de manos	4	0.5	2.5	5
2.Regadera	1	8	3.33	26.64

	Número de descargas	Capacidad del tanque (litros)	Consumo promedio litros por día
3.Retrete	4	6	24

Cocina				
Nota: se usará un recipiente de 1 litro para determinar el gasto.	Número de veces al día	Tiempo (min)	Gasto (litros/min)	Consumo promedio litros por día /nh
4.Lavado de trastes	3	6	1.22	5.49

Lavado de ropa			
	Número de cargas por semana (A)	Capacidad promedio de agua (litros) (B)	Consumo promedio * Litros por día A x B / nh x 7
5.Lavadora *De dividirá entre el número de personas (nh) y entre 7, por los días de la semana.	4	120	17.14
6.Cubetas para lavar ropa		20 x ____ (Número de cubetas de 20 litros)	

Jardín y plantas				
Nota: se usará un recipiente de 1 litro para determinar el gasto.	Número de veces a la semana (a)	Tiempo (min) (b)	Gasto (litros/min) (c)	Consumo promedio* Litros por día a x b x c / nh x 7
7.Llave para el riego del jardín y plantas *De dividirá entre el número de personas (nh) y entre 7, por los días de la semana.				
8.Recipientes para el riego del jardín y plantas *De dividirá entre el número de personas (nh) y entre 7, por los días de la semana.	Número de veces a la semana (x)	Capacidad (litros) (y)	Cantidad de recipientes (z)	Consumo promedio* Litros por día x + y + z / nh x 7
	1	20	1	0.71

Lavado de carro				
Nota: se usará un recipiente de 1 litro para determinar el gasto.	Número de veces a la semana (m)	Tiempo (min) (n)	Gasto (litros/min) (o)	Consumo promedio* Litros por día nc x m x n x o / nh x 7
9.Llave para el lavado del carro *De dividirá entre el número de personas (nh) y entre 7, por los días de la semana.				
10.Recipientes para el lavado del carro *De dividirá entre el número de personas (nh) y entre 7, por los días de la semana.	Número de veces a la semana (r)	Capacidad (litros) (t)	Cantidad de recipientes (s)	Consumo promedio* Litros por día nc x r + t + s / nh x 7
	1	20	1	0.71

Consumo de agua por persona en litro al día	
Concepto	Subtotal (litros)
1.Lavado de manos	5
2.Regadera	26.64
3.Retrete	24
4.Lavado de trastes	5.49
5.Lavadora	17.14
6.Cubetas	0
7.Llave para el riego del jardín y plantas	0
8.Recipientes para el riego del jardín y plantas	0.71
9.Llave para el lavado del carro	0
10.Recipientes para el lavado del auto	0.71
TOTAL	79.69

Censo hídrico. Folio 15

Consumo al día por persona en litros

Este instrumento es para conocer el consumo de agua diario por una persona en una vivienda urbana.

Datos generales de la persona censada	
Edad: adulta de 40 a 59 años Sexo: mujer	Contacto (correo electrónico y/o celular)
Ubicación (calle, número, colonia, C.P. alcaldía): Clavel Sur 2, San Pedro Mártir, 14650, Tlalpan	
Número de habitantes (nh): 5	Fecha: año 2019
Cuenta con carro: () Sí Número de carros (nc): ____ (x) No	

Datos generales de la vivienda	
Vivienda: (2) Niveles 300 m2 terreno, 70 m2 azotea, 150 m2 de área libre en la planta baja	Número de
Número de baños: 3	Cuenta con cisterna: (x) Sí () No

CONSUMOS

Sanitario				
Nota: se usará un recipiente de 1 litro para determinar el gasto.	Número de veces al día	Tiempo (min)	Gasto (litros/min)	Consumo promedio litros por día
1.Lavado de manos	5	0.083	0.92	3.8
2.Regadera	1	7	1.49	13.37

	Número de descargas	Capacidad del tanque (litros)	Consumo promedio litros por día
3.Retrete	8	4	32

Cocina				
Nota: se usará un recipiente de 1 litro para determinar el gasto.	Número de veces al día	Tiempo (min)	Gasto (litros/min)	Consumo promedio litros por día /nh
4.Lavado de trastes	1	15	0.92	2.76

Lavado de ropa			
	Número de cargas por semana (A)	Capacidad promedio de agua (litros) (B)	Consumo promedio * Litros por día A x B / nh x 7
5.Lavadora *De dividirá entre el número de personas (nh) y entre 7, por los días de la semana.			
6.Cubetas para lavar ropa	4	20 x 8 (Número de cubetas de 20 litros)	18.3

Jardín y plantas				
Nota: se usará un recipiente de 1 litro para determinar el gasto.	Número de veces a la semana (a)	Tiempo (min) (b)	Gasto (litros/min) (c)	Consumo promedio* Litros por día a x b x c / nh x 7
7.Llave para el riego del jardín y plantas *De dividirá entre el número de personas (nh) y entre 7, por los días de la semana.	1	15	3.55	1.52
8.Recipientes para el riego del jardín y plantas *De dividirá entre el número de personas (nh) y entre 7, por los días de la semana.	Número de veces a la semana (x)	Capacidad (litros) (y)	Cantidad de recipientes (z)	Consumo promedio* Litros por día x + y + z / nh x 7

Lavado de carro				
Nota: se usará un recipiente de 1 litro para determinar el gasto.	Número de veces a la semana (m)	Tiempo (min) (n)	Gasto (litros/min) (o)	Consumo promedio* Litros por día nc x m x n x o / nh x 7
9.Llave para el lavado del carro *De dividirá entre el número de personas (nh) y entre 7, por los días de la semana.				
10.Recipientes para el lavado del carro *De dividirá entre el número de personas (nh) y entre 7, por los días de la semana.	Número de veces a la semana (r)	Capacidad (litros) (t)	Cantidad de recipientes (s)	Consumo promedio* Litros por día nc x r + t + s / nh x 7

Consumo de agua por persona en litro al día	
Concepto	Subtotal (litros)
1.Lavado de manos	3.8
2.Regadera	13.37
3.Retrete	32
4.Lavado de trastes	2.76
5.Lavadora	0
6.Cubetas	18.3
7.Llave para el riego del jardín y plantas	1.52
8.Recipientes para el riego del jardín y plantas	0
9.Llave para el lavado del carro	0
10.Recipientes para el lavado del auto	0
TOTAL	71.75

censo hídrico. Folio 16

Consumo al día por persona en litros

Este instrumento es para conocer el consumo de agua diario por una persona en una vivienda urbana.

Datos generales de la persona censada	
Edad: persona de la tercera edad, más de 60 años. Sexo: mujer	Contacto (correo electrónico y/o celular)
Ubicación (calle, número, colonia, C.P. alcaldía): Violeta 30, San Pedro Mártir, 14650, Tlalpan	
Número de habitantes (nh): 3	Fecha: año 2019
Cuenta con carro: (x) Sí Número de carros (nc): <u> 1 </u> () No	

Datos generales de la vivienda	
Vivienda: (2) Niveles 260 m2 terreno, 100 m2 azotea, <u> 70 </u> m2 de área libre en la planta baja	Número de
Número de baños: 3.5	Cuenta con cisterna: (x) Sí () No

CONSUMOS

Sanitario				
Nota: se usará un recipiente de 1 litro para determinar el gasto.	Número de veces al día	Tiempo (min)	Gasto (litros/min)	Consumo promedio litros por día
1.Lavado de manos	6	0.117	3.69	3.76
2.Regadera	1	7	3.44	24.08

	Número de descargas	Capacidad del tanque (litros)	Consumo promedio litros por día
3.Retrete	5	6	30

Cocina				
Nota: se usará un recipiente de 1 litro para determinar el gasto.	Número de veces al día	Tiempo (min)	Gasto (litros/min)	Consumo promedio litros por día /nh
4.Lavado de trastes	2	5	5.25	17.5

Lavado de ropa			
	Número de cargas por semana (A)	Capacidad promedio de agua (litros) (B)	Consumo promedio * Litros por día A x B / nh x 7
5.Lavadora *De dividirá entre el número de personas (nh) y entre 7, por los días de la semana.	1.5	100 (el ciclo de lavado es de 100 litros y reciclan el agua al 50%)	7.14
6.Cubetas para lavar ropa		20 x _____(Número de cubetas de 20 litros)	

Jardín y plantas				
Nota: se usará un recipiente de 1 litro para determinar el gasto.	Número de veces a la semana (a)	Tiempo (min) (b)	Gasto (litros/min) (c)	Consumo promedio* Litros por día a x b x c / nh x 7
7.Llave para el riego del jardín y plantas *De dividirá entre el número de personas (nh) y entre 7, por los días de la semana.	2	10	13.04	12.41
	Número de veces a la semana (x)	Capacidad (litros) (y)	Cantidad de recipientes (z)	Consumo promedio* Litros por día x + y + z / nh x 7
8.Recipientes para el riego del jardín y plantas *De dividirá entre el número de personas (nh) y entre 7, por los días de la semana.				

Lavado de carro				
Nota: se usará un recipiente de 1 litro para determinar el gasto.	Número de veces a la semana (m)	Tiempo (min) (n)	Gasto (litros/min) (o)	Consumo promedio* Litros por día nc x m x n x o / nh x 7
9.Llave para el lavado del carro *De dividirá entre el número de personas (nh) y entre 7, por los días de la semana.				
	Número de veces a la semana (r)	Capacidad (litros) (t)	Cantidad de recipientes (s)	Consumo promedio* Litros por día nc x r + t + s / nh x 7
10.Recipientes para el lavado del carro *De dividirá entre el número de personas (nh) y entre 7, por los días de la semana.	1	20	1	0.95

Consumo de agua por persona en litro al día	
Concepto	Subtotal (litros)
1.Lavado de manos	3.76
2.Regadera	24.08
3.Retrete	30
4.Lavado de trastes	17.5
5.Lavadora	7.14
6.Cubetas	12.41
7.Llave para el riego del jardín y plantas	0
8.Recipientes para el riego del jardín y plantas	0
9.Llave para el lavado del carro	0
10.Recipientes para el lavado del auto	0.95
TOTAL	95.84

Consenso hídrico. Folio 17

Consumo al día por persona en litros

Este instrumento es para conocer el consumo de agua diario por una persona en una vivienda urbana.

Datos generales de la persona censada	
Edad: persona de la tercera edad, más de 60 años. Sexo: mujer	Contacto (correo electrónico y/o celular)
Ubicación (calle, número, colonia, C.P. alcaldía): Violeta 29, San Pedro Mártir, 14650, Tlalpan	
Número de habitantes (nh): 7	Fecha: año 2019
Cuenta con carro: (x) Sí Número de carros (nc): <u> 1 </u> () No	

Datos generales de la vivienda	
Vivienda: (2) Niveles 400 m2 terreno, 100 m2 azotea, <u> 250 </u> m2 de área libre en la planta baja	Número de
Número de baños: 3	Cuenta con cisterna: (x) Sí () No

CONSUMOS

Sanitario				
Nota: se usará un recipiente de 1 litro para determinar el gasto.	Número de veces al día	Tiempo (min)	Gasto (litros/min)	Consumo promedio litros por día
1.Lavado de manos	20	0.167	4.49	14.99
2.Regadera	1	6	2.88	17.28

	Número de descargas	Capacidad del tanque (litros)	Consumo promedio litros por día
3.Retrete	5	6	30

Cocina				
Nota: se usará un recipiente de 1 litro para determinar el gasto.	Número de veces al día	Tiempo (min)	Gasto (litros/min)	Consumo promedio litros por día /nh
4.Lavado de trastes	1	35	4.29	21.45

Lavado de ropa			
	Número de cargas por semana (A)	Capacidad promedio de agua (litros) (B)	Consumo promedio * Litros por día A x B / nh x 7
5.Lavadora *De dividirá entre el número de personas (nh) y entre 7, por los días de la semana.	4	100 (el ciclo de lavado es de 100 litros y reciclan el agua al 50%)	8.16
6.Cubetas para lavar ropa		20 x _____(Número de cubetas de 20 litros)	

Jardín y plantas				
Nota: se usará un recipiente de 1 litro para determinar el gasto.	Número de veces a la semana (a)	Tiempo (min) (b)	Gasto (litros/min) (c)	Consumo promedio* Litros por día a x b x c / nh x 7
7.Llave para el riego del jardín y plantas *De dividirá entre el número de personas (nh) y entre 7, por los días de la semana.	2	20	2.5	2.04
8.Recipientes para el riego del jardín y plantas *De dividirá entre el número de personas (nh) y entre 7, por los días de la semana.	Número de veces a la semana (x)	Capacidad (litros) (y)	Cantidad de recipientes (z)	Consumo promedio* Litros por día x + y + z / nh x 7

Lavado de carro				
Nota: se usará un recipiente de 1 litro para determinar el gasto.	Número de veces a la semana (m)	Tiempo (min) (n)	Gasto (litros/min) (o)	Consumo promedio* Litros por día nc x m x n x o / nh x 7
9.Llave para el lavado del carro *De dividirá entre el número de personas (nh) y entre 7, por los días de la semana.				
10.Recipientes para el lavado del carro *De dividirá entre el número de personas (nh) y entre 7, por los días de la semana.	Número de veces a la semana (r)	Capacidad (litros) (t)	Cantidad de recipientes (s)	Consumo promedio* Litros por día nc x r + t + s / nh x 7
	2	20	1	0.82

Consumo de agua por persona en litro al día	
Concepto	Subtotal (litros)
1.Lavado de manos	14.99
2.Regadera	17.28
3.Retrete	30
4.Lavado de trastes	21.45
5.Lavadora	8.16
6.Cubetas	0
7.Llave para el riego del jardín y plantas	2.04
8.Recipientes para el riego del jardín y plantas	0
9.Llave para el lavado del carro	0
10.Recipientes para el lavado del auto	0.82
TOTAL	94.74

Censo hídrico. Folio 18

Consumo al día por persona en litros

Este instrumento es para conocer el consumo de agua diario por una persona en una vivienda urbana.

Datos generales de la persona censada	
Edad: adulta de 40 a 59 años. Sexo: mujer	Contacto (correo electrónico y/o celular)
Ubicación (calle, número, colonia, C.P. alcaldía): Cerrada Laurel s/n, San Pedro Mártir, 14650, Tlalpan	
Número de habitantes (nh): 7	Fecha: año 2019
Cuenta con carro: () Sí Número de carros (nc): ____ (x) No	

Datos generales de la vivienda	
Vivienda: (2) Niveles	Número de
200 m2 terreno, 60 m2 azotea, 30 m2 de área libre en la planta baja	
Número de baños: 1	Cuenta con cisterna: (x) Sí () No

CONSUMOS

Sanitario				
Nota: se usará un recipiente de 1 litro para determinar el gasto.	Número de veces al día	Tiempo (min)	Gasto (litros/min)	Consumo promedio litros por día
1.Lavado de manos	6	1	0.200 (uso de recipiente de 200 ml)	1.20
2.Regadera	1	1	10 (uso de cubeta de 10 litros)	10

	Número de descargas	Capacidad del tanque (litros)	Consumo promedio litros por día
3.Retrete	3	6	18

Cocina				
Nota: se usará un recipiente de 1 litro para determinar el gasto.	Número de veces al día	Tiempo (min)	Gasto (litros/min)	Consumo promedio litros por día /nh
4.Lavado de trastes	2	1	20 (uso de cubeta de 10 litros)	5.71

Lavado de ropa			
	Número de cargas por semana (A)	Capacidad promedio de agua (litros) (B)	Consumo promedio * Litros por día A x B / nh x 7
5.Lavadora *De dividirá entre el número de personas (nh) y entre 7, por los días de la semana.	3	90 (el ciclo de lavado es de 100 litros y reciclan el agua al 50%)	5.5
6.Cubetas para lavar ropa		20 x ____ (Número de cubetas de 20 litros)	

Jardín y plantas				
Nota: se usará un recipiente de 1 litro para determinar el gasto.	Número de veces a la semana (a)	Tiempo (min) (b)	Gasto (litros/min) (c)	Consumo promedio* Litros por día a x b x c / nh x 7
7.Llave para el riego del jardín y plantas *De dividirá entre el número de personas (nh) y entre 7, por los días de la semana.				
8.Recipientes para el riego del jardín y plantas *De dividirá entre el número de personas (nh) y entre 7, por los días de la semana.	Número de veces a la semana (x) 3	Capacidad (litros) (y) 4	Cantidad de recipientes (z) 1	Consumo promedio* Litros por día x + y + z / nh x 7 0.244

Lavado de carro				
Nota: se usará un recipiente de 1 litro para determinar el gasto.	Número de veces a la semana (m)	Tiempo (min) (n)	Gasto (litros/min) (o)	Consumo promedio* Litros por día nc x m x n x o / nh x 7
9.Llave para el lavado del carro *De dividirá entre el número de personas (nh) y entre 7, por los días de la semana.				
10.Recipientes para el lavado del carro *De dividirá entre el número de personas (nh) y entre 7, por los días de la semana.	Número de veces a la semana (r)	Capacidad (litros) (t)	Cantidad de recipientes (s)	Consumo promedio* Litros por día nc x r + t + s / nh x 7

Consumo de agua por persona en litro al día	
Concepto	Subtotal (litros)
1.Lavado de manos	1.2
2.Regadera	10
3.Retrete	18
4.Lavado de trastes	5.71
5.Lavadora	5.5
6.Cubetas	0
7.Llave para el riego del jardín y plantas	0
8.Recipientes para el riego del jardín y plantas	0.244
9.Llave para el lavado del carro	0
10.Recipientes para el lavado del auto	0
TOTAL	40.65

Censo hídrico. Folio 19

Consumo al día por persona en litros

Este instrumento es para conocer el consumo de agua diario por una persona en una vivienda urbana.

Datos generales de la persona censada	
Edad: persona de la tercera edad, más de 60 años. Sexo: mujer	Contacto (correo electrónico y/o celular)
Ubicación (calle, número, colonia, C.P. alcaldía): Rosal 63, San Pedro Mártir, 14650, Tlalpan	
Número de habitantes (nh): 5	Fecha: año 2019
Cuenta con carro: () Sí Número de carros (nc): ____ (x) No	

Datos generales de la vivienda	
Vivienda: (2) Niveles 80 m2 terreno, 70 m2 azotea, 5 m2 de área libre en la planta baja	Número de
Número de baños: 1	Cuenta con cisterna: (x) Sí () No

CONSUMOS

Sanitario				
Nota: se usará un recipiente de 1 litro para determinar el gasto.	Número de veces al día	Tiempo (min)	Gasto (litros/min)	Consumo promedio litros por día
1.Lavado de manos	4	0.25	0.77	0.77
2.Regadera	1	5	2.14	10.7

	Número de descargas	Capacidad del tanque (litros)	Consumo promedio litros por día
3.Retrete	6	6	36

Cocina				
Nota: se usará un recipiente de 1 litro para determinar el gasto.	Número de veces al día	Tiempo (min)	Gasto (litros/min)	Consumo promedio litros por día /nh
4.Lavado de trastes	2	20	1.21	9.68

Lavado de ropa			
	Número de cargas por semana (A)	Capacidad promedio de agua (litros) (B)	Consumo promedio * Litros por día A x B / nh x 7
5.Lavadora *De dividirá entre el número de personas (nh) y entre 7, por los días de la semana.	3	160	13.71
6.Cubetas para lavar ropa		20 x ____ (Número de cubetas de 20 litros)	

Jardín y plantas				
Nota: se usará un recipiente de 1 litro para determinar el gasto.	Número de veces a la semana (a)	Tiempo (min) (b)	Gasto (litros/min) (c)	Consumo promedio* Litros por día a x b x c / nh x 7
7.Llave para el riego del jardín y plantas *De dividirá entre el número de personas (nh) y entre 7, por los días de la semana.				
8.Recipientes para el riego del jardín y plantas *De dividirá entre el número de personas (nh) y entre 7, por los días de la semana.	Número de veces a la semana (x)	Capacidad (litros) (y)	Cantidad de recipientes (z)	Consumo promedio* Litros por día x + y + z / nh x 7
	2	10	1	0.57

Lavado de carro				
Nota: se usará un recipiente de 1 litro para determinar el gasto.	Número de veces a la semana (m)	Tiempo (min) (n)	Gasto (litros/min) (o)	Consumo promedio* Litros por día nc x m x n x o / nh x 7
9.Llave para el lavado del carro *De dividirá entre el número de personas (nh) y entre 7, por los días de la semana.				
10.Recipientes para el lavado del carro *De dividirá entre el número de personas (nh) y entre 7, por los días de la semana.	Número de veces a la semana (r)	Capacidad (litros) (t)	Cantidad de recipientes (s)	Consumo promedio* Litros por día nc x r + t + s / nh x 7

Consumo de agua por persona en litro al día	
Concepto	Subtotal (litros)
1.Lavado de manos	0.77
2.Regadera	10.7
3.Retrete	36
4.Lavado de trastes	9.68
5.Lavadora	13.71
6.Cubetas	0
7.Llave para el riego del jardín y plantas	0
8.Recipientes para el riego del jardín y plantas	0.57
9.Llave para el lavado del carro	0
10.Recipientes para el lavado del auto	0
TOTAL	71.43

Censo hídrico. Folio 20

Consumo al día por persona en litros

Este instrumento es para conocer el consumo de agua diario por una persona en una vivienda urbana.

Datos generales de la persona censada	
Edad: persona de la tercera edad, más de 60 años. Sexo: mujer	Contacto (correo electrónico y/o celular)
Ubicación (calle, número, colonia, C.P. alcaldía): Laurel 17, San Pedro Mártir, 14650, Tlalpan	
Número de habitantes (nh): 5	Fecha: año 2019
Cuenta con carro: (x) Sí Número de carros (nc): __1__ () No	

Datos generales de la vivienda	
Vivienda: (2) Niveles 120 m2 terreno, 30 m2 azotea, 40 m2 de área libre en la planta baja	Número de
Número de baños: 1	Cuenta con cisterna: (x) Sí () No

CONSUMOS

Sanitario				
Nota: se usará un recipiente de 1 litro para determinar el gasto.	Número de veces al día	Tiempo (min)	Gasto (litros/min)	Consumo promedio litros por día
1.Lavado de manos	7	0.25	1.8	3.15
2.Regadera	1	1	20 (usa cubeta de 20 litros)	20

	Número de descargas	Capacidad del tanque (litros)	Consumo promedio litros por día
3.Retrete	7	6	42

Cocina				
Nota: se usará un recipiente de 1 litro para determinar el gasto.	Número de veces al día	Tiempo (min)	Gasto (litros/min)	Consumo promedio litros por día /nh
4.Lavado de trastes	2	15	1.8	10.8

Lavado de ropa			
	Número de cargas por semana (A)	Capacidad promedio de agua (litros) (B)	Consumo promedio * Litros por día A x B / nh x 7
5.Lavadora *De dividirá entre el número de personas (nh) y entre 7, por los días de la semana.	4	100	11.4
6.Cubetas para lavar ropa		20 x ____ (Número de cubetas de 20 litros)	

Jardín y plantas				
Nota: se usará un recipiente de 1 litro para determinar el gasto.	Número de veces a la semana (a)	Tiempo (min) (b)	Gasto (litros/min) (c)	Consumo promedio* Litros por día a x b x c / nh x 7
7.Llave para el riego del jardín y plantas *De dividirá entre el número de personas (nh) y entre 7, por los días de la semana.				
8.Recipientes para el riego del jardín y plantas *De dividirá entre el número de personas (nh) y entre 7, por los días de la semana.	Número de veces a la semana (x)	Capacidad (litros) (y)	Cantidad de recipientes (z)	Consumo promedio* Litros por día x + y + z / nh x 7
	2	4	2	0.46

Lavado de carro				
Nota: se usará un recipiente de 1 litro para determinar el gasto.	Número de veces a la semana (m)	Tiempo (min) (n)	Gasto (litros/min) (o)	Consumo promedio* Litros por día nc x m x n x o / nh x 7
9.Llave para el lavado del carro *De dividirá entre el número de personas (nh) y entre 7, por los días de la semana.				
10.Recipientes para el lavado del carro *De dividirá entre el número de personas (nh) y entre 7, por los días de la semana.	Número de veces a la semana (r)	Capacidad (litros) (t)	Cantidad de recipientes (s)	Consumo promedio* Litros por día nc x r + t + s / nh x 7
	2	10	1	0.57

Consumo de agua por persona en litro al día	
Concepto	Subtotal (litros)
1.Lavado de manos	3.15
2.Regadera	20
3.Retrete	42
4.Lavado de trastes	10.8
5.Lavadora	11.4
6.Cubetas	0
7.Llave para el riego del jardín y plantas	0
8.Recipientes para el riego del jardín y plantas	0.46
9.Llave para el lavado del carro	0
10.Recipientes para el lavado del auto	0.57
TOTAL	88.38

Anexo 3. Tabla de flujo de agua respecto a un litro por el tiempo en segundo.

	Folio	Unidad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Consumo de agua en litros por día por persona	1.Lavado de manos	1 litro en segundos	11.11	10.34	23.08	100.00	20.69		14.63	19.17	13.36	29.13		19.67	14.22	24.00	65.22	16.26	13.36		77.92	33.33
	2.Regadera	1 litro en segundos	5.50	27.27			12.24		3.00	12.00	20.00			24.00	11.11	18.02	30.93	17.44	20.83		28.04	
	4.Lavado de trastes	1 litro en segundos	4.69	10.34	10.71		28.57		16.22	19.17	11.32	29.13		19.67	11.76	49.18	65.22	11.43	13.99		49.59	33.33
	7.Llave para el riego del jardín y plantas	1 litro en segundos					12.50		7.59						6.36		16.90	4.60	24.00			

Anexo 4. Tabla del tiempo y número de descargas y ciclos por persona.

	Folio	Unidad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Tiempos y número de descargas y de ciclos de la lavadora	1.Lavado de manos	minutos	14	3	4	6	3		3.34	2.49	2.51	1.34		1.17	2	2	0.42	1.02	3.34		1	3.5
	2.Regadera	minutos	11	6			6		5.2	5	8			15	10	8	7	7	6		5	
	3.Retrete	Número de descargas	10	6	2	2	2	6	3	2	3	4	3	5	4	4	8	5	5	3	6	7
	4.Lavado de trastes (se tiene que dividir entre el número de habitantes)	minutos	9	1.333	0.313		12		0.833	0.204	0.918	2.4		0.278	0.313	1.125	0.6	1.111	0.714	0	1.6	1.2
	5.Lavadora (se tiene que dividir entre el número de habitantes)	Número de ciclos	1		0.188		1		0.167	0.286	0.082	0.2		0.139	0.25	0.25		0.167	0.082	0.061	0.12	0.16