



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

POSGRADO EN CIENCIAS DE LA SOSTENIBILIDAD

INSTITUTO DE INGENIERÍA

ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA SOCIAL DEL SISTEMA DE AGUA DE LA CIUDAD

DE MÉXICO

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

MAESTRA EN CIENCIAS DE LA SOSTENIBILIDAD

PRESENTA:

MARIBEL GARCÍA SÁNCHEZ

**TUTOR PRINCIPAL: Dra. Leonor Patricia Güereca Hernández
INSTITUTO DE INGENIERÍA, UNAM**

**COMITÉ TUTOR: Dra. María Perevochtchikova
EL COLEGIO DE MÉXICO**

**Dr. Oscar Armando Monroy Hermosillo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA-IZTAPALAPA**

Ciudad Universitaria, CD. MX., enero de 2018



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Coordinación de Estudios de Posgrado
Ciencias de la Sostenibilidad
Oficio: CEP/PCS/387/17
Asunto: Asignación de Jurado

Lic. Ivonne Ramírez Wence
Directora General de Administración Escolar
Universidad Nacional Autónoma de México
Presente

Me permito informar a usted, que el Comité Académico del Programa de Posgrado en Ciencias de la Sostenibilidad, en su cuarta sesión extraordinaria del 7 de noviembre del presente año, aprobó el jurado para la presentación del examen para obtener el grado de **MAESTRA EN CIENCIAS DE LA SOSTENIBILIDAD**, de la alumna **GARCÍA SÁNCHEZ MARIBEL** con número de cuenta **516016706** con la tesis titulada "Análisis de ciclo de vida social del sistema de agua de la Ciudad de México", bajo la dirección de la Dra. Leonor Patricia Güereca Hernández.

PRESIDENTE:	DR. OSCAR ARMANDO MONROY HERMOSILLO
VOCAL:	DR. ALEJANDRO DE JESÚS PADILLA RIVERA
SECRETARIO:	DR. JUAN MANUEL MORGAN SAGASTUME
SUPLENTE 1:	DRA. MARÍA PEREVOCHTCHIKOVA
SUPLENTE 2:	DRA. LEONOR PATRICIA GÜERECA HERNÁNDEZ

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cd. Universitaria, Cd. Mx., 8 de enero de 2018.


Dra. Marisa Mazari Hirriart
Coordinadora
Posgrado en Ciencias de la Sostenibilidad, UNAM

Dedicatoria

Al pueblo de México que engrandece este país con su carisma, comida, tradiciones, cultura y trabajo.

Para todos los investigadores que trabajan en la mejora del bienestar humano, el medio ambiente y desarrollo de este país.

Agradecimientos

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el apoyo económico brindado.

A la Universidad Nacional Autónoma de México por la maravillosa experiencia de continuar mi desarrollo humano, profesional y personal a través del estudio y la adquisición de nuevos conocimientos y capacidades para continuar con la mejora de nuestro país.

Al Posgrado en Ciencias de la Sostenibilidad

Al Instituto de Ingeniería de la UNAM que a través del Proyecto ACUA, brindó el apoyo material y económico para la elaboración de esta tesis.

Al Sistema de Aguas de la Ciudad de México por su amplio apoyo para la obtención de información y desarrollo de esta tesis. Particularmente a:

Los trabajadores de operación entrevistados.

Al Lic. Raúl Romero González. Jefe de la Oficina Administrativa de la Dirección de agua potable y potabilización.

Ing. Tomas Antonio Aguilar Chávez. Residente del Emisor Central.

Ing. José Galván Gómez. Jefe de la Subdirección de Tratamiento y reúso.

También al Organismo de Cuencas Aguas del Valle de México en especial al

Lic. Abdías Montoya Ayala. Residente General de Operación del Sistema Cutzamala.

A la Dra. Leonor Patricia Güereca Hernández mi agradecimiento especial por su apoyo incondicional, guía y paciencia no solo en el desarrollo de esta tesis, sino también en mi desarrollo como investigadora.

Al maravilloso equipo del Análisis de Ciclo de Vida, especialmente a los biólogos que me acompañaron y apoyaron durante el trabajo de campo.

Al comité tutor por sus comentarios y observaciones pertinentes para el mejor desarrollo de esta investigación.

A mi familia, mamá, hermano y amigos cercanos por estar al pendiente de este importante proyecto de vida.

Contenido

Resumen

Introducción	1
1. Marco teórico.....	5
1.1. El desarrollo sostenible en las ciencias de la sostenibilidad.	5
1.2. Desarrollo sostenible y trabajo en sistemas de agua urbana.	10
1.3. Problemas de sostenibilidad en el sistema de agua de la Ciudad de México.	15
1.4. Evaluaciones de impacto social y el ACV-S.....	23
1.5. El Análisis de Ciclo de Vida Social.....	24
2. Metodología	30
2.1. Fase 1. Definición de alcance, unidad funcional y límites del sistema.....	30
2.2. Fase 2 Análisis de Inventario.....	34
2.3. Fase 3. Evaluación	36
2.3.1. Clasificación de la información.....	37
2.3.2. Normalización.....	37
2.3.3. Ponderación o asignación de pesos	37
2.3.4. Valoración de nivel de impacto o desempeño.....	38
2.4. Fase 4. Interpretación.	39
3. Resultados	41
3.1. Fase 2. Análisis de Inventario.....	41
3.2. Fase 3. Evaluación	52
3.2.1. Clasificación.....	52
3.2.2. Normalización.....	53
3.2.3. Ponderación	54
3.2.4. Valoración del nivel de impacto.....	54
3.3. Fase 4. Interpretación de resultados	56
3.3.1. Horario de trabajo.....	56
3.3.2. Salario justo.....	59
3.3.3. Salud y seguridad laboral	61
3.3.4. Seguridad social.....	63
3.3.5. Desarrollo profesional.....	65
4. Conclusiones.....	69
Referencias.....	71

Anexos.....	83
I. Tabla de datos generales sobre los trabajadores y las condiciones laborales del SACM.	83
II. Calendario de visitas al SACM y OCAVM.....	85
III. Formato de entrevista realizada	89
IV. Criterios de normalización.	92
V. Resultados de los indicadores normalizados.	97
VI. Resultados por etapa e instalación en formato de escala de color.	102

Índice de tablas

Tabla 1.1 Diferencias entre ciencia para la sostenibilidad y de la sostenibilidad.	8
Tabla 1.2. Descripción general de los procesos que integran un sistema de agua urbana.	11
Tabla 1.3. Definiciones básicas para un empleo digno.	14
Tabla 1.4 Datos socioeconómicos de la Ciudad de México y el Estado de México.	16
Tabla 2.1 Instalaciones evaluadas en las etapas del sistema de agua urbana.....	33
Tabla 3.1 Subcategoría horario de trabajo.....	42
Tabla 3.2 Subcategoría de salario justo.	43
Tabla 3.3 Subcategoría de salud y seguridad laboral.....	44
Tabla 3.4 Requisitos básicos de la instalación. Subcategoría de Salud y seguridad laboral.	46
Tabla 3.5 Requisitos de planes de emergencia y salud. Subcategoría de salud y seguridad laboral.	47
Tabla 3.6 Subcategoría de seguridad social (prestaciones).	49
Tabla 3.7 Subcategoría desarrollo profesional.....	50
Tabla 3.8 Categorías de impacto con subcategorías e indicadores para el inventario de datos.	52
Tabla 3.9 Criterios de normalización para los indicadores de la categoría correspondiente a horario de trabajo.	53
Tabla 3.10 Pesos global y local de las subcategorías de impacto	54

Índice de figuras

Figura 1.1 Cuadro sobre las cuestiones principales en el dilema del desarrollo sostenible.....	7
Figura 1.2 Sistema de agua urbana y sus procesos.....	10
Figura 1.3 Diagrama de las distintas fuentes de abastecimiento de la Ciudad de México, infraestructura, cantidad de metros cúbicos que procesa y operaciones principales.	19
Figura 1.4 Mapa del Sistema Cutzamala.	20
Figura 1.5 Tipos de evaluaciones de impacto social.	24
Figura 1.6 Categorías y subcategorías clasificación por área de impacto.....	26
Figura 2.1 Fases y procedimientos principales para la evaluación de impacto social.	30
Figura 2.2 Diagrama del sistema producto.	32
Figura 2.3 Etapas del análisis de inventario.	34
Figura 2.4 Diagrama de pasos realizados en la elaboración de entrevista.	36
Figura 2.5. Diagrama de las fases que integran la evaluación.	37
Figura 2.6 Ejemplo de la ponderación de subcategorías.	38
Figura 2.7 Ejemplos de escalas de referencia para la evaluación.	41
Figura 3.1. Ejemplo de aplicación de cuatro etapas de valoración para la etapa de Captación y potabilización.	55
Figura 3.2 Desempeño social por subcategoría en todo el sistema.	56
Figura 3.3. Desempeño social del sistema en horario de trabajo.....	57
Figura 3.4. Desempeño social del sistema en salario justo.....	59
Figura 3.5. Desempeño social del sistema en salud y seguridad laboral.	62
Figura 3.6. Desempeño social del sistema en seguridad social.	64
Figura 3.7 Desempeño social del sistema en desarrollo profesional.....	65
Figura 3.8 Desempeño social por etapas del sistema de agua urbana.	67

Resumen

Uno de los principales elementos a considerar para la sustentabilidad de los sistemas de agua en las ciudades, es garantizar un empleo digno que promueva el bienestar de los trabajadores de acuerdo con el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP) y los Objetivos del Desarrollo Sostenible establecidos en la Agenda 2030. El objetivo de este estudio es evaluar los impactos sociales de los trabajadores en el sistema de agua de la Ciudad de México, con enfoque de Análisis de Ciclo de Vida Social (ACV-S).

Esta metodología estudia los impactos sociales causados por el ciclo de vida de un producto o servicio y ha sido ampliamente utilizada para el estudio de los impactos ambientales de los sistemas de agua urbana a nivel mundial. Ahora en su metodología para los aspectos sociales, esta investigación realizó las cuatro fases de este enfoque según la norma ISO 14040/44.

Se consideraron cinco etapas del sistema hídrico: captación y potabilización, distribución por bombeo, almacenamiento, drenaje y tratamiento de agua residual. Así como un conjunto de 16 infraestructuras y 22 entrevistas analizadas. Se utilizó el método de evaluación del desempeño social como modelo de caracterización del impacto y la categoría de condiciones laborales, así como el grupo interés de los trabajadores de operación. También un método de valoración de impacto con escala nominal entre 0 y 1, dividido en cinco rangos de desempeño social: Sin información, Malo, Medio, Bueno y Muy bueno.

Entre los resultados obtenidos destaca el desempeño social de “Bueno” para todo el sistema y una valoración de 0.6. Se debe principalmente por las subcategorías de prestaciones sociales, horario de trabajo y salario justo, que por el buen desempeño social podrían representar impactos positivos al bienestar. Mientras que no obtuvo la calificación máxima de 1 debido al bajo desempeño en seguridad social y desarrollo profesional.

Se concluye que ante una evaluación positiva del sistema analizado, es necesario considerar la disminución de las horas extra en plantas con mayor cantidad de metros cúbicos; capacitar al personal de manera constante y acorde a las necesidades de trabajo; monitorear constantemente la salud de los trabajadores; aportar un salario que cubra las necesidades de los trabajadores sin compensar esto con horas extra y mejorar las condiciones de seguridad en las instalaciones con el fin de disminuir los riesgos a la salud.

Estos puntos son necesarios para proveer un empleo digno y con ello alcanzar el objetivo 8 sobre el crecimiento económico y trabajo decente de la Agenda 2030. Como futuras líneas de investigación, se tiene la necesidad de ampliar el estudio de los impactos en otros actores sociales involucrados y afectados por los procesos y gestión del sistema de agua en la Ciudad de México. Lo cual, también apoyaría a la toma de decisiones mejor informadas sobre los impactos que ocasiona el sistema hídrico de la ciudad y que forman parte del estudio de la dimensión social de la sustentabilidad.

Introducción

Dentro del ámbito de estudio de las ciencias de la sostenibilidad se encuentra la crisis hídrica a nivel mundial, con una estrecha relación entre las ciudades y los sistemas de agua utilizados. Para el 2050 se espera que los grandes centros urbanos resguarden más de 65% de la población y con ello se aumente la demanda de agua en un 55% (UNDESA, 2014; OCDE, 2012). Esto a su vez ha sido parte de conflictos sociales, riesgos a la salud y seguridad hídrica para las personas, así como problemas de recursos humanos y de gestión en los sistemas de agua urbana (Bahri, 2012; WWAP, 2015). Es en este sentido, que un estudio sobre las interacciones de estos sistemas hidráulicos y la dimensión social de la sostenibilidad ante dicho escenario, forme parte importante y primordial para la implementación de los principios de desarrollo sostenible.

Todas las modificaciones que han hecho los seres humanos al ciclo hidrológico natural con fines urbanos se definen como el ciclo urbano del agua (Marsalek et al. 2006). La gestión y operación de los sistemas que lo componen es parte de los grandes retos del desarrollo sostenible, debido las interacciones y modificaciones al socio-ambiente que causan los procesos tecnológicos; y que no solo incluyen la degradación ambiental, sino también las afectaciones a diferentes actores sociales (Marlow et al., 2013; Ma et al., 2015). La creciente urbanización ha obligado a que las ciudades busquen cada vez, más fuentes de agua potable en otras regiones y con ello la construcción de la infraestructura necesaria para llevar el agua a la ciudad. El abastecimiento de los servicios de agua potable, drenaje y tratamiento de agua residual en las ciudades se compone de diferentes etapas y procesos, que en conjunto forman un sistema hidráulico o sistema de agua urbana (Loucks et al. 2005; Spellman, 2014; IWA, 2017).

La Ciudad de México es de las urbes más importantes del mundo y es considerada como el principal centro político, económico y cultural del país (ONU-HABITAT, 2011; SEDECO, 2016). La ciudad en conjunto con su zona metropolitana ha tenido varios problemas de sostenibilidad hídrica ya de manera histórica. Parte de esta problemática se debe a la compleja interacción entre los sistemas hidráulicos construidos, los procesos de urbanización, la modificación irreversible en sus recursos naturales de agua y los problemas sociales (Izazola, 2001; Perló y González, 2005; Perevotchkova, 2010; González, 2016). El sistema hídrico de la ciudad lo forman las plantas potabilizadoras, la red de tuberías para distribuir y transportar el agua; los sistemas de bombeo, las plantas de tratamiento, y una red de drenaje con un sistema de túneles profundos para llevar el agua residual fuera de los límites políticos y geográficos de la ciudad (NRC, 1995; Legorreta, 2006; SACMEX, 2012).

Parte de los problemas de sostenibilidad del sistema hídrico de la ciudad, en el aspecto social, se relacionan con las afectaciones al bienestar que propician los continuos problemas de todas las infraestructuras hídricas que lo componen. Tales como los problemas de distribución de agua potable por fugas y baja presión en tuberías, mala calidad del agua e incluso por las obras de trasvase para llevar agua a la ciudad (Jiménez, 2009; Jiménez et al., 2011; Peña, 2012; López, 2016). También por las inundaciones debido a las deficiencias del sistema de drenaje y la falta de tratamiento de aguas residuales (Bazán, 2009; Jiménez, 2010; Peña, 2012; López, 2016). Estos problemas han afectado continuamente a ciudadanos y otros actores sociales involucrados de

forma directa o indirecta con estos procesos como los trabajadores (Martínez, 2005, citado en Hurtado, 2006).

Las políticas hídricas y los indicadores de desempeño hasta ahora utilizadas han sido parciales y aún enfrentan el reto de solucionar estos problemas de forma integral (Tortajada, 2006, 2008). Por ejemplo, solo han contemplado la cobertura de infraestructura de agua potable y saneamiento, así como el planteamiento de programas de mantenimiento y construcción de nuevas infraestructuras para cubrir la demanda (PGIH, 2012; PSGSH, 2016). Sin embargo, los problemas sociales con enfoque de desarrollo sostenible, implican otras variables y actores, como los relacionados con los recursos humanos y la necesidad de brindar un trabajo digno.

De acuerdo con el último informe de la ONU-AGUA se menciona que la necesidad de la creciente demanda de agua ha representado dificultades de recursos humanos en los servicios públicos agua potable, saneamiento y la mejora del manejo de aguas residuales, debido a la construcción y actualización de infraestructuras para cumplir con los objetivos del desarrollo sostenible en materia de cobertura de servicios de agua potable y saneamiento (WWAP, 2015). Algunos de estos problemas son la pérdida de personal con experiencia (Wehn y Alaerts, 2013), el envejecimiento de la fuerza laboral (Snow y Mutschler, 2012), la falta de personal calificado para la provisión de los servicios públicos de agua, las dificultades para atraer personal cualificado para trabajar y vivir en áreas rurales y la escasez de personal que trabaje en agua y saneamiento (IWA, 2014).

Es así, que la Ciudad de México también comparte los problemas anteriores. Ejemplo de ello es que la gestión y operación del Sistema de Agua de la Ciudad de México (SACM) tuvo en 2012 una reducción del personal (2.57%) principalmente por jubilaciones. Lo cual representó una pérdida de conocimiento técnico del sistema debido a que el 80 % del personal era operativo. Se sumó a ello, la falta de sistemas de automatización adecuados o suficientes en la operación de la infraestructura, con lo que el sistema quedó en dependencia a este personal (PGIH, 2012; PSGSH, 2016).

Los problemas con estos actores sociales también se encuentran desde las etapas de captación de agua hasta el manejo de aguas residuales. En la etapa de captación de agua potable, de forma oficial no se ha documentado algún tipo de problema con las instalaciones que abastecen a la ciudad. Sin embargo, en otras regiones del país, ha habido huelgas debido a los despidos masivos por el cambio en la gestión pública de las plantas potabilizadoras. Donde las funciones de los organismos operadores dejaron de ser públicas, para funcionar en una gestión privada, y con ello el contrato de nuevo personal (Martínez, 2005 citado en Hurtado, 2006). Aunque, por otra parte, los trabajadores también pueden presentar dificultades en su integridad física, al no cumplirse las condiciones adecuadas de operación por cuestiones de falta de presupuesto, actualización de la infraestructura y falta de personal (Campos, 2015).

Mientras que, en las etapas de drenaje y tratamiento de agua residual, los problemas de funcionamiento son los de mayor frecuencia. En temporada de lluvias, los sistemas de alcantarillado resultan en taponamiento de alcantarillas, encharcamientos, inundaciones y desbordamientos de canales. Los trabajadores en estos sistemas incluyen operadores y cuadrillas de azolve, mantenimiento y revisión de los diferentes colectores (SUTGCDMX, 2016; SACMEX, 2016). Incluso se cuenta con el único buzo de aguas negras, que realiza actividades de limpieza, retira los desechos sólidos acumulados en coladeras, presas, vasos reguladores y del drenaje profundo. Esta actividad del sistema de drenaje ha costado incluso la vida de quienes lo realizan (Gómez, 2011; Reza, 2016).

En cuanto a los problemas de tratamiento de agua residual, la ciudad procesa en promedio el 13.6% del agua residual generada (CONAGUA, 2016; SEDEMA, 2017). En la ciudad, la mayoría de estas plantas son operadas de forma manual de acuerdo con los procesos en que fueron diseñadas originalmente. No obstante, en algunos casos se han modificado para mejorar la calidad del agua tratada mediante la optimización del proceso. El sistema de tratamiento de aguas residuales de la ciudad funciona las 24 horas del día los 365 días del año. Requiere cerca de 536 personas entre ellas, operadores, personal de mantenimiento, y personal administrativo. Todos distribuidos en tres turnos de trabajo y días festivos (Riveros, 2013). Los riesgos más frecuentes de estos trabajadores se deben a la exposición de bacterias, patógenos, enfermedades gastrointestinales y cutáneas (OIT, 2012; OEL, 2016).

Por lo anterior, se vuelve necesario conocer los impactos o afectaciones al bienestar de los trabajadores ante el estado actual de los procesos tecnológicos de operación y de las decisiones de gestión; ya que también están inmersos en la falta de sustentabilidad que enfrenta el sistema. El objetivo de la presente investigación es realizar una evaluación de las afectaciones al bienestar de los trabajadores, mediante un enfoque sistémico y holístico para evaluar los impactos en cada uno de los procesos que integran el sistema de agua urbana. Este enfoque lo proporciona una herramienta de evaluación de impacto como el Análisis de Ciclo de Vida Social (ACV-S).

Dicho enfoque teórico-metodológico, identifica los impactos sociales asociados a todas las etapas del ciclo de vida de un producto o servicio. Analiza los cambios en el bienestar humano de los actores involucrados con las etapas y procesos del ciclo de vida y proporciona información de esto, para tener decisiones mejor informadas. El fin último del ACV-S es fomentar la mejora del bienestar de los actores sociales involucrados de los procesos del ciclo de vida de un producto o servicio (UNEP/SETAC, 2009, 2013).

De esta manera se pretende apoyar en las herramientas de medición de impactos dentro de la sustentabilidad de estos sistemas. Este estudio en los trabajadores, pretende ser un punto de partida para futuros estudios con otros grupos de actores, y con ello contribuir con información para que el sistema de agua de la Ciudad de México brinde el beneficio de un trabajo digno; es decir, mediante el cuidado del bienestar de los trabajadores y la provisión de condiciones laborales que mejoren su calidad de vida (WWAP, 2015; ONU, 2016).

Esta tesis está estructurada en cuatro capítulos. El capítulo 1 muestra las bases teóricas del estudio como el desarrollo sostenible y su contexto dentro de las ciencias de la sostenibilidad. Posteriormente se describe el significado de la sostenibilidad en sistemas de agua urbana, lo cual nos introduce a la sustentabilidad de la Ciudad de México y su sistema de agua. Se introduce a la teoría sobre las evaluaciones de impacto social como parte de las herramientas de evaluación para la sostenibilidad y la descripción del Análisis de Ciclo de Vida Social.

El capítulo dos describe las cuatro fases del Análisis de Ciclo de Vida Social, ya que fue la herramienta propuesta para resolver el objetivo de evaluar los impactos sociales en los trabajadores del sistema de agua de la Ciudad de México. La primera fase consistió en definir los alcances, la unidad funcional y el sistema de análisis. La fase dos consistió en describir las herramientas para hacer el análisis de inventario, como el uso de métodos cualitativos (entrevistas semi-estructuradas, observación directa). La fase tres describe las etapas contempladas para

evaluar los impactos sociales. La última fase consistió en describir las pautas principales para realizar la interpretación de los resultados obtenidos.

El capítulo tres contiene los resultados del estudio a partir del análisis de inventario y la evaluación, ya que son las principales fases del Análisis de Ciclo de Vida Social y que visualizan los resultados de todo el sistema. Con ello se integran en este capítulo las tablas del inventario que contienen los datos utilizados para el análisis. La fase de evaluación muestra los resultados en las categorías de impacto mediante gráficas e indicadores. La fase cuatro muestra la interpretación de los resultados por subcategoría de impacto y de todo el sistema. Con ello los principales resultados arrojaron una evaluación de 0.6 con nivel de desempeño social de Bueno. El capítulo cuatro presenta las principales conclusiones obtenidas a partir de los resultados obtenidos y de otros estudios.

1. Marco teórico

El acelerado proceso de urbanización, el conjunto deterioro de los recursos naturales y la crisis de agua en el mundo, han sido parte de los grandes problemas del desarrollo económico actual (ONU-Habitat, 2016; PNUD, 2016). Para las ciudades y sus sistemas hidráulicos, los problemas de falta de presupuesto, la modificación irreversible de los recursos hídricos y los conflictos con diferentes actores sociales, han llevado a la necesidad de buscar estrategias para incluir los principios del desarrollo sostenible tanto en las políticas de gestión como en los procesos tecnológicos de estos sistemas (WWDR3, 2009; Marlow et al., 2013; Ma et al., 2015). Por ello, con la finalidad de introducir al proceso de evaluación de impacto social del sistema hídrico de la Ciudad de México, se expone a continuación sobre las ciencias de la sostenibilidad; las evaluaciones de sostenibilidad y el Análisis de Ciclo de Vida. Así como también el concepto de sistemas de agua urbana y los problemas relacionados con los trabajadores, uno de los grupos directamente involucrados con los procesos de este sistema.

1.1. El desarrollo sostenible en las ciencias de la sostenibilidad.

El surgimiento del desarrollo sostenible estableció la base de un nuevo paradigma de desarrollo económico que respete los límites ambientales, disminuya la pobreza y promueva la igualdad social. A diez años del concepto en el Informe Brundtland y de esfuerzos para la implementación, surgió la necesidad de crear una ciencia enfocada en el estudio de las transiciones hacia este nuevo paradigma. No obstante, dado el proceso de maduración que aún enfrenta esta ciencia emergente, es importante continuar la aplicación y el rediseño de métodos o herramientas que midan la sostenibilidad.

La implementación del desarrollo sostenible ha variado a lo largo de 30 años, a través de distintos objetivos en las agendas de política internacional, particularmente a partir de su definición en el Informe Brundtland, llamado "Nuestro futuro común". Se definió como: *"aquella que responde a las necesidades del presente de forma igualitaria, pero sin comprometer las posibilidades de sobrevivencia y prosperidad de las generaciones futuras"* (Foladori y Tomasino, 2000; WCED, 1987). Dentro de las agendas de política internacional se tienen algunos documentos importantes como:

- La Agenda 21. Presentada en la Cumbre de la Tierra en 1992 como un plan de acción a nivel mundial, la cual abarca aspectos como las pautas del desarrollo que suponen una carga para el medio ambiente. Ejemplos de ello son la pobreza y las modalidades insostenibles de producción y consumo. También plantea la necesidad de atender y fortalecer los principales grupos de población como las mujeres, los sindicatos y las poblaciones indígenas (CINU, 2000).
- La Declaración del Milenio, realizada en el año 2000, con ocho objetivos integró las relaciones socioambientales en responsabilidad colectiva de los gobiernos del mundo, con el fin de lograr la dignidad humana, la igualdad y la equidad (Ayelén, 2017; ONU, 2000).

- El documento “El futuro que queremos” en la Cumbre Río + 20, celebrada en 2012. Este abordó las interconexiones del desarrollo sostenible en tres aspectos: el crecimiento económico, la inclusión social y la protección al medio ambiente. Se incluyó también un plan para avanzar hacia una “economía verde”, en cuya prioridad se centró la seguridad alimentaria, agricultura, energía, agua, empleos dignos y ciudades sustentables (ONU, 2012).
- La “Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible” compuesta por 17 nuevas metas a cumplir (ONU, 2015). Estas entraron en vigor el 1 de enero de 2016. De entre estos objetivos se encuentran: garantizar la disponibilidad de agua, la gestión sostenible y el saneamiento para todos; promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, así como garantizar el empleo pleno, productivo y el trabajo decente para todos (PNUD, 2017).

De esta manera, los documentos internacionales anteriores han ampliado gradualmente las metas para definir un desarrollo sostenible en integridad con los problemas más relevantes y acuciantes del mundo actual. Sin embargo, estas metas también han enfrentado diferentes problemáticas como la falta de integración entre las dimensiones sociales, ambientales y económicas; el distanciamiento de las investigaciones científicas con el ambiente político y socioeconómico en los países desarrollados y subdesarrollados; y el cuestionamiento sobre la definición de sostenibilidad (Pierri, 2005; Kates, 2001; Foladori, 2000). Lo anterior enfrentó a la comunidad científica a problemas para medir el desarrollo sostenible, con lo que surgió la necesidad de crear una ciencia de la sostenibilidad.

La ciencia de la sostenibilidad fue una propuesta de las organizaciones científicas internacionales y regionales a finales de 1999, con el fin de abordar los problemas y las implicaciones de la transición a un desarrollo sostenible (NCR, 1999). La Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos, la definió como:

“un campo emergente de investigación para el estudio de las interacciones entre los sistemas sociales y naturales; y de cómo estas interacciones afectan el reto de la sostenibilidad: satisfacer las necesidades de las generaciones presentes y futuras, reduciendo sustancialmente la pobreza y conservando los sistemas de soporte de vida en el planeta” (Kates et al., 2011).

Dentro del ámbito de investigación para esta ciencia se encuentran los problemas del desarrollo sostenible definidos como síndromes de cambio global. Estos representan los problemas globales más urgentes del planeta y se manifiestan como una condición negativa de los sistemas sociales y de soporte de la vida en la Tierra. Entre ellos se encuentra la expansión urbana, los sistemas productivos y el uso insustentable del agua (Lüdeke et al., 2004; Kajikawa, 2008; Bettencourt y Kaur, 2011).

Otros aspectos que intervienen en la definición de esta ciencia son los dilemas del desarrollo sostenible. Estos están definidos principalmente por las cuestiones sobre lo que ha de ser sostenido, lo que ha de ser desarrollado, la relación entre lo sostenido y desarrollado; y la influencia de las escalas en el espacio y tiempo. La figura 1.1 muestra un resumen de cómo se relacionan estas cuestiones, así como las diferencias comunes y fundamentales sobre este dilema.

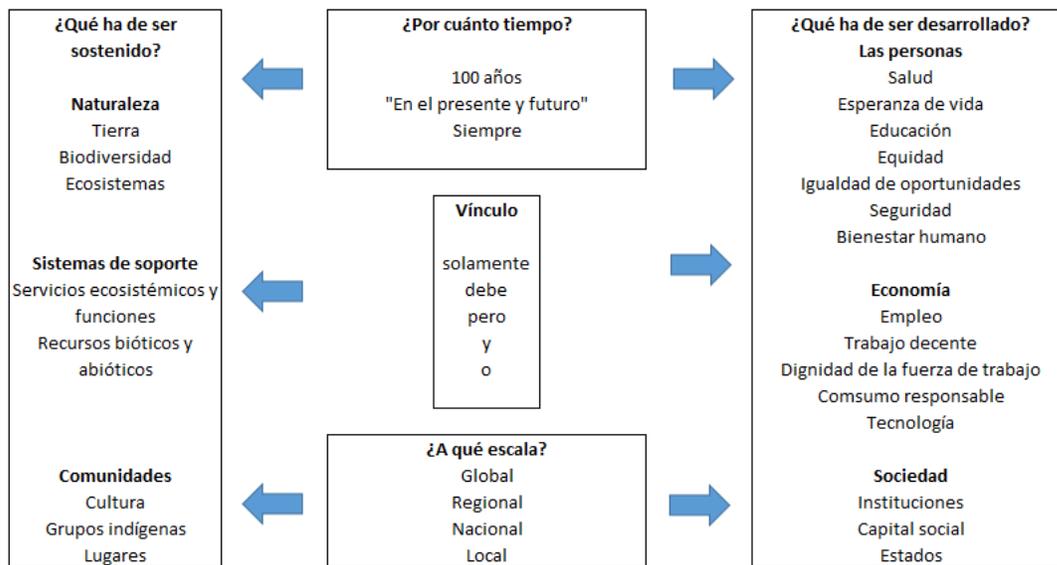


Figura 1.1 Cuadro sobre las cuestiones principales en el dilema del desarrollo sostenible. Fuente: Sala et al. 2012.

Un ejemplo en referencia a lo que ha de ser sostenido, es mantener los ecosistemas como un fin en sí mismo (ecocentrismo) o como un medio para asegurar los servicios que brindan a la humanidad (antropocentrismo) (Pierri, 2005). En cuanto a lo que ha de ser desarrollado, un ejemplo es la perspectiva de lograr un desarrollo económico con base en la innovación tecnológica, el incremento de empleos verdes y el consumo responsable (UNEP, 2004; Vos RO, 2007; ILO, 2013); o con el desarrollo humano como base principal y con la perspectiva del bienestar, el desarrollo de capacidades y la equidad social (Sen y Anand, 1994; Nussbaum, 2012).

En cuanto a la influencia en el espacio y tiempo de estas relaciones, esta ciencia considera múltiples escalas y las generaciones presentes y futuras (Martens, 2006). Ejemplo de ello es la propuesta del espacio seguro para la humanidad formulado por Rokstrom et al., 2009 y Raworth 2012, definido por límites biofísicos y sociales a nivel global que pueden abarcar más de una generación humana, es decir de 25 a 100 años.

Otro aspecto que ha formado parte de este dilema son las dificultades en la medición de los capitales. Estos generalmente se han manejado como natural, social y económico (Elkington, 1998 citado en Alhaddi, 2015). Algunos están definidos tanto por un valor instrumental como por un valor intrínseco. Por ejemplo, la medición del valor del trabajo podría ser por la productividad económica (valor instrumental) a la par del nivel de bienestar y dignidad que brinda a la fuerza laboral (valor intrínseco).

Por otro parte estas ciencias también plantean dos formas de generar el conocimiento dentro del ámbito de investigación. De acuerdo con Spangenberg (2011) se tienen dos modalidades. El Modo 1 como conocimiento para la sostenibilidad y el Modo 2 como el conocimiento de la sostenibilidad. Las características principales del modo 1 son: la generación del conocimiento a través de la monodisciplina, desde el grupo de expertos como la academia y sin involucrar a los

interesados (tecnocrático) (Martens, 2006). Mientras que el modo 2, se caracteriza por el uso de la multi, inter y transdisciplina.

Esta última implica reunir a los diferentes niveles de conocimiento de la realidad, bajo una visión holística. Pretende dar solución al problema de sostenibilidad, mediante la colaboración y la participación de diferentes actores interesados (empresas, trabajadores, organizaciones civiles, pueblos indígenas). También se caracteriza por el fuerte vínculo con las necesidades sociales y el contexto local e institucional donde se origina el problema (Gibbons et al. 1994; Lang et al. 2012). La tabla 1.1 Resume las características principales de estos enfoques.

Tabla 1.1 Diferencias entre ciencia para la sostenibilidad y de la sostenibilidad.

Ciencia para la sostenibilidad	Ciencia de la sostenibilidad
<p>Modo 1 Académico Mono-Disciplinario Tecnocrático Certidumbre Predictivo</p>	<p>Modo 2 Académico y social Multi, Inter- y transdisciplinario Participativo Incertidumbre Exploratorio</p>

Fuente: Martens (2006) y Spangerberg (2008).

Esta ciencia, aunque se ha desarrollado por más de diez años, aún se encuentra en proceso de maduración (Ostrom et al, 2007). La mayoría de los países del mundo, aunque cuentan con estrategias de desarrollo sostenible, estas tienen diferentes prioridades y enfoques conceptuales (Spangerberg, 2008). Esto puede deberse a que no todos los capitales tienen la misma escala de reconocimiento científico (Sala et al., 2012). Por ejemplo, el capital natural definido con los límites ambientales del planeta, tuvo un amplio reconocimiento desde los inicios del desarrollo sostenible en la agenda internacional (Foladori y Tomassino, 2000). Mientras que el capital social, es mayormente reconocido a nivel regional o local y aún con problemas en su consenso (Foladori, 2006; Raworth, 2012).

Lo anterior dio una amplia discusión sobre dos criterios básicos para definir la sostenibilidad: la sustentabilidad fuerte y débil. Cuya definición se basa principalmente en la medida que puede sustituirse el capital natural (Pierrri, 2005). Mientras que un tercer enfoque basado en el desarrollo humano, ha sido el menos estudiado y con mayores dificultades para la implementación (Foladori, 2006; Fabio, 2006).

En cuanto a la generación del conocimiento, el modo 2, es el más recomendado para estas ciencias. No obstante, el uso de la transdisciplina aún es poco documentada en herramientas como las evaluaciones de sostenibilidad. Los modelos, indicadores y herramientas siguen trabajando desde la monodisciplina, es decir en el modo 1 (Sala et al. 2012).

Por estas razones la ciencia de la sostenibilidad requiere de una constante aplicación y desarrollo de métodos y herramientas para analizar el estado actual de los sistemas ambientales, económicos, sociales y políticos. Cuya finalidad sea definir escenarios futuros y evaluar la capacidad de las políticas, planes y acciones que permitan transitar hacia el desarrollo sostenible. Es en este sentido que las evaluaciones de sostenibilidad sean parte de estos métodos (Sala et al., 2012).

De acuerdo con Ness et al. 2007, una evaluación de sostenibilidad ayuda a los responsables de tomar decisiones, a determinar qué acciones deben o no realizar en el proceso de transitar a sociedades sostenibles. Algunas consideraciones de estas evaluaciones dentro de las ciencias de la sostenibilidad son:

- Permitir la integración del aspecto normativo, es decir la capacidad para guiar una visión o meta por medio de un conjunto de valores éticos y morales. Lo cual también implica la importancia en la responsabilidad sobre el uso del conocimiento y el reconocimiento de la trascendencia en el espacio y tiempo de las decisiones (Kates, 2001; Wiek et al. 2012).
- Considerar enfoques integrales y holísticos que analicen las interacciones entre los subsistemas de cada dimensión.
- Fomentar el involucramiento de los actores en cada etapa de la evaluación, como la definición de indicadores.

La ciencia de la sostenibilidad puede y debe proporcionar espacio para diferentes disciplinas y metodologías, siempre y cuando compartan la necesidad y urgencia de una transición de las estructuras sociales, instituciones y modos de regulación hacia la sostenibilidad (Spangerberg, 2011).

La presente investigación es un aporte a los estudios para medir los impactos o daños al bienestar de diferentes actores sociales involucrados en los sistemas y procesos tecnológicos que brindan agua potable, saneamiento y drenaje en las ciudades. Ya que estos sistemas son parte importante del desarrollo económico y la mejora de la calidad de vida en las grandes ciudades del mundo, por lo que pertenecen al ámbito de investigación en las ciencias de la sostenibilidad (Kajikawa, 2008; Marlow, 2013).

Se utiliza el enfoque del Pensamiento de ciclo de vida y la herramienta de Análisis de Ciclo de Vida Social como parte de las herramientas para una evaluación de sostenibilidad. Principalmente por las características sistémicas y holísticas de medir los daños al bienestar en los grupos de interés. Los cuales a su vez están relacionados con los procesos tecnológicos y de gestión de estos sistemas hídricos (Singh et al., 2009; Finkbeiner et al., 2010).

1.2. Desarrollo sostenible y trabajo en sistemas de agua urbana.

El ciclo urbano del agua está definido por todas las modificaciones que han hecho los seres humanos al ciclo hidrológico natural con fines urbanos (Marsalek et al. 2006). La gestión y operación de los sistemas que lo componen es parte de los grandes retos del desarrollo sostenible, debido a las interacciones y modificaciones al socio-ambiente que causan los procesos tecnológicos; y que no solo incluyen la degradación ambiental, sino también las afectaciones a diferentes actores sociales, los que trabajan en la operación y gestión del sistema (Van, 2007; Marlow, 2013).

El abastecimiento de los servicios de agua potable, drenaje y tratamiento de agua residual en las ciudades se compone de diferentes etapas y procesos, que en conjunto forman un sistema hidráulico o sistema de agua urbana. La Figura 1.2. Muestra un diagrama general de este sistema formado por las etapas de captación, purificación, distribución, uso, recolección de agua residual, tratamiento, reúso y la descarga en un cuerpo receptor.

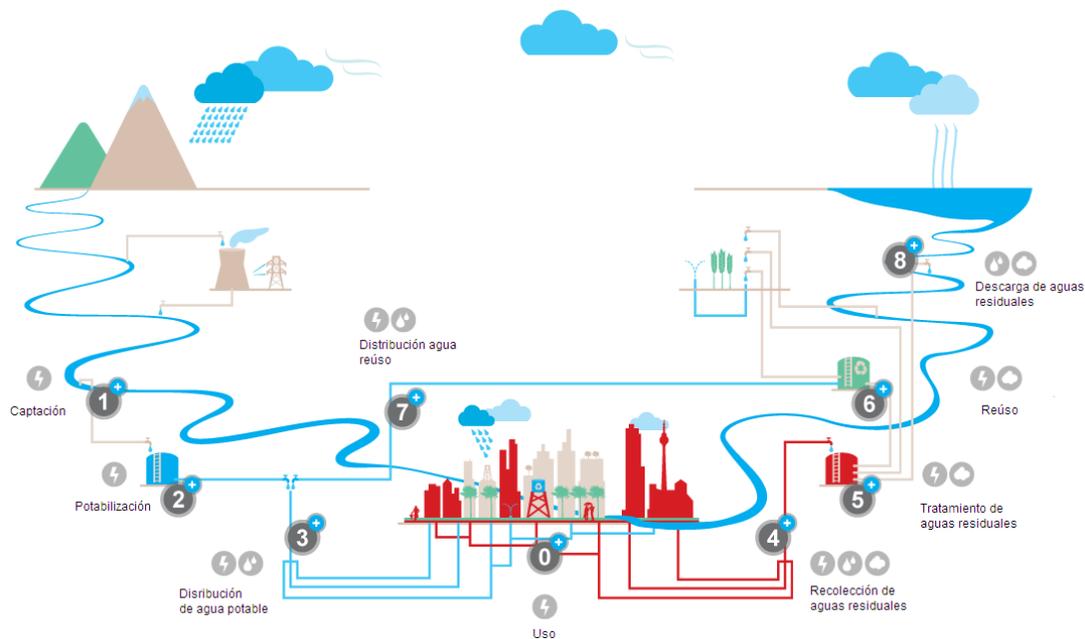


Figura 1.2 Sistema de agua urbana y sus procesos. Fuente: Adaptado de <http://www.iwa-network.org/water-climate-energy-solutions/public/>. Consultado en mayo 2016.

Una breve descripción de las etapas que componen estos sistemas se muestra en la tabla 1.2.

Tabla 1.2. Descripción general de los procesos que integran un sistema de agua urbana.

Procesos de un sistema de agua urbana	
Proceso	Descripción
1. Captación de agua.	En la mayoría de las ciudades, el abastecimiento de agua potable necesita de la importación de agua fuera de la ciudad e incluso fuera de la cuenca hidrográfica, lo cual requiere de instalaciones de recolección y almacenamiento de agua en los sitios de origen (Marsalek et al. 2006).
2. Tratamiento de agua potable.	Este proceso consiste en potabilizar el agua para remover los contaminantes dañinos a la salud humana. Algunos de estos contaminantes son los microorganismos como <i>Cryptosporidium</i> y <i>Giardia lamblia</i> , y sustancias químicas cancerígenas inorgánicas, orgánicas y de materiales radiactivos (Loucks et al. 2005).
3. Distribución del agua potable.	Una vez potabilizada el agua, los sistemas de distribución de agua incluyen estaciones de bombeo, almacenamiento de distribución y tuberías. La principal función del personal técnico que trabaja en la infraestructura de distribución es cuidar que no haya fugas de agua, pérdidas de presión y asegurar la calidad del agua en todo el trayecto (Loucks et al, 2005).
4. Uso.	Una vez que ha sido captada potabilizada y distribuida, el agua es utilizada en distintos usos tales como: el doméstico, industrial y comercial (Loucks et al, 2015). Los principales problemas por atender en esta etapa son la calidad del agua, el abasto constante y la equidad en el acceso. Una deficiencia en ello tiene consecuencias en la salud de los usuarios, afectaciones de sus formas de vida e incluso en su poder adquisitivo (ONU, 2006).
5. Recolección de aguas residuales (Drenaje)	Las aguas residuales suelen estar compuestas por agua de desechos de los hogares, industrias, comercios y escorrentía o infiltración de aguas subterráneas. Su recolección requiere de redes de alcantarillado, canales a cielo abierto y sistemas de bombeo para transportarlas a las plantas de tratamiento. Las aguas residuales también contienen organismos patógenos causantes de enfermedades, por ello los problemas a la salud y los daños de inundaciones, son los que más se le relacionan (EDS, 2012).
6. Tratamiento de agua residual.	El objetivo de las plantas de tratamiento es reducir o eliminar la materia orgánica, sólidos, nutrientes, organismos causantes de enfermedades y otros contaminantes de las aguas residuales antes de ser reutilizada. El tratamiento preliminar separa los sólidos suspendidos y grasas de agua residual. Una segunda etapa consiste en que el agua residual clarificada se lleva generalmente a un tratamiento biológico para eliminar la materia orgánica disuelta. El tratamiento final, se centra en la eliminación de los organismos causantes de enfermedades (Loucks et al. 2005; Spellman, 2014).
7. Distribución de agua para el reúso.	El agua residual que fue tratada es enviada a parques, sistemas de agricultura urbana o para el reúso en industrias (IWA, 2017).
8. Descarga de aguas residuales.	La descarga de aguas residuales implica la interceptación y descarga en lugares receptores. En la mayoría de las ciudades, estos lugares se encuentran fuera de la ciudad (IWA, 2017).

El funcionamiento de cada una de las etapas descritas en la tabla anterior, requiere de recursos humanos, divididos en tres áreas de trabajo:

1. La gestión. Esta requiere de gerentes, planificadores, profesionistas especializados y técnicos. Las actividades que realizan consisten en el desarrollo, implementación y monitoreo de las acciones de las políticas y formulación de estrategias hídricas para la gestión del recurso.
2. La construcción de infraestructura. Esta actividad requiere de igual manera planificadores, ingenieros, técnicos y especialistas ambientales y operadores. Realizan las actividades de construcción y mantenimiento de la infraestructura hídrica para la gestión del recurso, así como para el suministro de los servicios de agua, incluyendo el manejo de inundaciones y sequías.
3. La prestación del servicio. Esta actividad requiere de ingenieros especializados, técnicos y operadores para atender las necesidades de provisión de agua potable, saneamiento y tratamiento de aguas residuales. Sus actividades incluyen gestión, operación y mantenimiento de las infraestructuras desde la captación de agua, la potabilización y el tratamiento de agua residual. Además, realizan actividades del monitoreo de la calidad de agua tanto potable como residual.

Parte de los problemas de sostenibilidad en estos sistemas se deben a la relación entre la fuerza laboral y la necesidad de estos sistemas para proveer un empleo digno. Por ejemplo, el Informe de la ONU-AGUA (2016), menciona que la necesidad de la creciente demanda de agua ha representado dificultades de recursos humanos en los servicios públicos agua potable, saneamiento y la mejora del manejo de aguas residuales, debido principalmente a la construcción y actualización de infraestructuras para cumplir con los Objetivos del Desarrollo del Milenio (ODM).

Este informe y con base a estudios realizados en distintos países en materia de agua y saneamiento identifica los siguientes problemas:

1. Pérdida de personal con experiencia (Wehn y Alaerts, 2013).
2. Envejecimiento de la fuerza laboral (Snow y Mutschler, 2012).
3. Falta de personal calificado para la provisión de los servicios públicos de agua (IWA, 2014).
4. Dificultades para atraer personal cualificado para trabajar y vivir en áreas rurales (IWA, 2014).
5. Escasez de personal que trabaje en agua y saneamiento (IWA, 2014).
6. Ausencia de desarrollo profesional y aprendizaje continuo.
7. Falta de recursos financieros para contratar y retener a los empleados.

De igual manera, aunque la construcción de infraestructuras incentiva la generación de empleos en el sector; en materia del desarrollo sostenible y el empleo, se tienen los retos de cumplir con la generación de empleos dignos, que garanticen el bienestar de los trabajadores en el sector hídrico (WWAP, 2016). Parte de ello se refiere a los riesgos laborales como la exposición de sustancias químicas utilizadas en la mayoría de los procesos (Marsaleck et al. 2006; Marlow, 2013; Spellman, 2014), la exposición constante a las aguas residuales y los patógenos que las componen (OEL, 2017).

Dado lo anterior, la UNEP en conjunto con la Organización Internacional del Trabajo (OIT), han participado en el incentivo de la promoción e inclusión social de las condiciones esenciales para la reducción de la pobreza y el respeto a los principios y derechos fundamentales en el trabajo. Fomentan a que los organismos e instituciones encargadas de la provisión de los servicios de agua potable y saneamiento, proporcionen un empleo digno en concordancia con los objetivos del desarrollo sostenible. Por ello las definiciones de la Tabla 1.3, presentan el contexto sobre los elementos a considerar para la generación de un empleo digno en el sector del agua ante un entorno de crisis hídrica en las ciudades.

El bienestar de los trabajadores en los sistemas de agua urbana y de todas las etapas que lo componen, debe ser considerado y cuidado, a la par de no comprometer el deterioro y agotamiento de los recursos hídricos. La solución de sostenibilidad basada en la gestión integral del agua ha sido una metodología ampliamente aceptada para resolver estos problemas; puesto que ha planteado la necesidad de analizar los problemas del agua urbana con soluciones integrales y las interacciones con el socio-ambiente. No obstante, a 15 años de su implementación, aún sigue enfrentando los retos de la disminución de pobreza y conflictos sociales de los actores involucrados (Bahri, 2012).

Para el caso de los trabajadores en la prestación del servicio, la importancia de sus actividades radica en la operación de los procesos de potabilización, saneamiento y drenaje. Este grupo de actores cumple con la constante provisión de los servicios públicos de agua, y por ello las condiciones laborales se incluyen como parte de un empleo digno. Para efectos de esta tesis, se hace énfasis en los problemas a los trabajadores como parte del estudio de las interacciones entre la dimensión social y económica de la sostenibilidad. En donde parte de la sostenibilidad social de estos sistemas está determinado por proporcionar un trabajo en cumplimiento con el objetivo número 8 de los Objetivos del Desarrollo Sostenible en la Agenda 2030.

Estos objetivos implican así, una meta más para los sistemas de agua en México, es decir, cumplir con el compromiso de proveer un empleo digno. El uso de herramientas como las evaluaciones de impacto social podría ayudar a contribuir con la mejora de la información sobre los impactos al bienestar de este grupo social y de otros. Su aplicación en distintos casos de estudio, como el caso de los trabajadores para prestar el servicio, podría formar una base de conocimiento para el manejo sostenible de las grandes ciudades con crisis de agua como la Ciudad de México.

Tabla 1.3. Definiciones básicas para un empleo digno.

1. Trabajo.	2. Trabajo formal e informal.	3. Salario Justo.	4. Horario de trabajo
<p>La Conferencia Internacional de Estadísticos del Trabajo (CIET) es la autoridad encargada de establecer normas internacionales. Define al empleo como: “el conjunto de tareas que lleva a cabo un individuo dentro de una empresa, comunidad, hogar u otra unidad de producción, incluido el trabajo diurno” (WWAP, 2016).</p>	<p>El trabajo formal se refiere a un trabajo que, según la ley y la práctica, se rige por la legislación laboral nacional, está sujeto a impuestos, goza de beneficios sociales o de ciertos beneficios laborales (preaviso de despido, indemnización por despido, vacaciones anuales pagadas, bajas por enfermedad pagadas). En cuanto a trabajo informal no se rige por la legislación laboral nacional, no está sujeto a impuestos ni goza de protección social, ni tiene derecho a otros beneficios laborales (OIT, 2003a).</p>	<p>Este significa que los trabajadores son remunerados en proporción razonable al valor del servicio prestado, y también con base al salario mínimo establecido para tal servicio. Propone como “salario digno” como aquel que permite a los trabajadores y a sus familias satisfacer sus necesidades de alimentos nutritivos, agua, vivienda, ropa, educación, salud y transporte, así como proporcionar un ingreso discrecional (UNEP, 2009).</p>	<p>El número de horas de trabajo está definido de acuerdo con las leyes aplicables y los estándares de la industria. Los trabajadores no están regularmente obligados a trabajar más de 48 horas por semana y tienen por lo menos un día libre por cada período de 7 días. Las horas extraordinarias deben ser voluntarias, no se exigen de manera regular y se compensan con una tarifa especial. De igual manera el límite de horas está sujeto a la ley nacional o estándar industrial (UNEP, 2013).</p>
5. Salud y seguridad	6. Seguridad social (Beneficios sociales).	7. Desarrollo profesional	
<p>Incluye las medidas de seguridad en el lugar de trabajo para salvaguardar la salud física y mental de los trabajadores. La relevancia para el Desarrollo Sostenible en este rubro es que este no puede lograrse sin garantizar unas condiciones de trabajo sanas y seguras de cualquier actividad económica (UNEP, 2013).</p>	<p>Los beneficios sociales se refieren a la remuneración no monetaria del empleo. Ejemplos de ellos son un seguro médico, permiso de maternidad y paternidad remuneradas, licencia por enfermedad pagada, educación y capacitación.</p>	<p>Labuschagne (2005) considera este rubro como parte de los indicadores de sostenibilidad social dentro de una empresa pública o privada. Se considera que el desarrollo profesional depende de la capacitación que reciben los empleados para desempeñarse en puestos futuros para la empresa o para beneficiarlo en la adquisición de más habilidades y poder utilizarlas en otras futuras fuentes de trabajo.</p>	

Fuente (OIT, 2003a; Labuschagne (2005); WWAP, 2016; UNEP/SETAC, 2009, 2013)

1.3. Problemas de sostenibilidad en el sistema de agua de la Ciudad de México.

La Ciudad de México es de las urbes más importantes del mundo y es considerada como el principal centro político, económico y cultural del país. La ciudad en conjunto con su zona metropolitana ha tenido varios problemas de sostenibilidad hídrica ya de manera histórica. Parte de esta problemática se debe a la compleja interacción entre los sistemas hídricos construidos, los procesos de urbanización, la modificación irreversible en sus recursos hídricos y los problemas sociales.

La ciudad se ubica entre la parte sur y el fondo de la cuenca de México, a una altura de 2240 metros sobre el nivel del mar. El clima actualmente, en la mayoría del territorio, es templado subhúmedo (87%) con una temperatura media de 20 grados centígrados. La precipitación pluvial, en la región seca es de 600 milímetros y en la parte templada húmeda de 1,200 milímetros anuales, con un periodo de concentración de mayo a octubre (INEGI, 2017).

Es de las ciudades con mayor concentración de personas dado el crecimiento económico. La población de la ciudad corresponde con 8, 798, 672 millones de habitantes y junto con la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM), forma la tercera megaciudad más importante del mundo con más de 20.1 millones de habitantes (ONU-HABITAT, 2011). Además, se considera como el principal motor económico del país. De acuerdo con el informe económico de 2016, la ciudad tuvo un tercio del total de crecimiento económico nacional (32%) y produjo el 17% del empleo formal (SEDECODF, 2016). En conjunto con el Estado de México y congruentes con el tamaño de su población, constituyeron los mercados de trabajo más grandes del país (7.1 y 4.2 millones de personas ocupadas respectivamente que representaron el 21.7% del total nacional) (INEGI, 2016).

De acuerdo con el último informe del Programa de las Naciones Unidas para Desarrollo, la ciudad tuvo el índice de desarrollo humano más alto a nivel nacional (0.83), comparable con el nivel de desarrollo de países como Barbados y Portugal (PNUD, 2014). A nivel delegación, la Benito Juárez tuvo el índice de desarrollo más alto con 0.92, mientras que el más bajo fue para Milpa Alta (0.74), seguido por Tláhuac e Iztapalapa (ambos con 0.78). Los datos socioeconómicos de la ciudad se muestran en la tabla 1.4. Se incluyen algunos municipios del Estado de México, debido a la relación con el Sistema Cutzamala, proveedor principal de agua potable para la ZMVM.

La cuenca donde se encuentra la ciudad antes era caracterizada por una gran riqueza biótica, propia de la topografía, clima y diversidad de suelos. Sin embargo, los recursos naturales de esta cuenca actualmente enfrentan el reto de conservar lo que queda (Pisanty et al., 2009). Parte de ello aplica a los recursos hídricos, los cuales han recibido un impacto ambiental en la medida que se ha expandido la ciudad y se ha incrementado la demanda de agua para el consumo de sus habitantes. Lo anterior, ha sido parte de la histórica relación humano-agua en la Ciudad de México, y que Conolly (2007) la llamó "Historia de ingeniería y desplazamiento ambiental" (citado en Peña, 2012).

Esta transformación ambiental ocasionada por los fenómenos antropogénicos de la urbanización y la sobreexplotación de los mantos acuíferos durante los últimos siglos se ha realizado a través de obras de ingeniería necesarias para la provisión de los servicios de agua potable, drenaje y saneamiento en la ciudad. Ejemplo de ello ha sido la apertura de la cuenca por diferentes obras de ingeniería construidas para lidiar con los problemas de inundaciones y que de alguna forma impedían el crecimiento y estabilidad de la ciudad (Legorreta 2006, Ezcurra et al, 2006). A causa de ello, el sistema de lagos formado en la cuenca durante el periodo neovolcánico, fue desecado

gradualmente. Parte de los remanentes que hoy quedan son el lago de Xochimilco, Zumpango y Texcoco, los cuales pertenecen ahora a un sistema de lagunas reguladoras para retener el agua pluvial excedente en los sistemas de drenaje. Con ello se formó así una interacción ambiental entre las obras de ingeniería y los recursos hídricos de la cuenca que dieron como resultado la formación del ciclo urbano del agua para la ZMVM (Toledo, 2012).

Tabla 1.4 Datos socioeconómicos de la Ciudad de México y el Estado de México.

Delegación	Población (2010)	Índice de desarrollo humano (2010)	Población económicamente ocupada (2017)	% PEA respecto a la delegacional	% Población en pobreza (2010)
Azcapotzalco	386,510	0.83	248,400	94.5	20.6
Coyoacán	584,701	0.87	339,831	94.4	20.0
Cuajimalpa de Morelos	182,455	0.83	97,880	97.6	19.7
Gustavo A. Madero	1,161,453	0.81	449,169	95.9	30.7
Iztacalco	405,630	0.82	200,063	96.5	25.5
Iztapalapa	1,945,806	0.78	815,114	96.3	37.4
La Magdalena Contreras	226,358	0.82	98,115	97.3	30.3
Milpa Alta	101,063	0.74	50,606	97.9	48.6
Álvaro Obregón	698,815	0.81	358,880	96.7	31.3
Tláhuac	394,516	0.78	176,777	91.6	38.5
Tlalpan	697,897	0.83	393,146	98.3	26.8
Xochimilco	433,975	0.81	155,182	96.8	28.4
Benito Juárez	327,643	0.92	241,472	97.0	8.7
Cuauhtémoc	465,521	0.85	345,245	96.7	23.7
Miguel Hidalgo	355,940	0.88	115,600	96.3	14.3
Venustiano Carranza	430,389	0.82	220,853	96.3	27.4
<hr/>					
Estado de México*	15,220,850	0.75	7 655 997	14.2	42.9
<hr/>					
Municipios					
Almoloya de Juárez	141,927	0.70			50.2
Villa de Allende	40,351	0.57			74.4
Valle de Bravo	56,425	0.68			58.3
Luvianos	18,992	0.58			81.9

Fuente: Elaborado con base en http://www.inafed.gob.mx/es/inafed/Socioeconomico_Municipal;
<http://igecem.edomex.gob.mx/sites/igecem.edomex.gob.mx>; <http://www.coneval.org.mx>;
<http://reporteeconomico.sedecodf.gob.mx/index.php/site/main/87>

Este ciclo urbano contiene un conjunto de sistemas tecnológicos que proveen los servicios de agua potable, drenaje y saneamiento conocido como sistema hidráulico de la Ciudad de México (Legorreta, 2006; SACMEX, 2012). Lo forman las plantas potabilizadoras, la red de tuberías para distribuir y transportar el agua; los sistemas de bombeo, las plantas de tratamiento, y una red de drenaje con un sistema de túneles profundos para llevar el agua residual fuera de los límites políticos y geográficos de la ciudad.

La operación y gestión del sistema hidráulico a nivel federal, es realizado por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) y los Organismos de Cuenca. En la ZMVM se realiza por el Organismo de Cuenca Aguas del Valle de México (OCAVM). Estas instituciones son responsables de establecer las políticas para la administración, disponibilidad y calidad del agua en el país. También apoyan a los organismos operadores para realizar sus funciones en las zonas urbanas y rurales y promover el uso sustentable del agua (IMCO, 2014).

A nivel estatal, en la Ciudad de México, la operación de las infraestructuras del sistema hídrico está a cargo del Sistema de Aguas de la Ciudad de México (SACM). El SACM es el Organismo Público Descentralizado que, a partir del 1 de enero de 2003, surgió de la unión de la Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica (DGCOH) y la Comisión de Aguas del Distrito Federal (CADF). La Dirección General de Operación coordina, controla y supervisa, la operación del sistema hidráulico. A su vez se divide en: Dirección general de agua potable y potabilización; y la Dirección de drenaje, tratamiento y agua residual (GDF, 2008).

Los impactos ambientales, las políticas de gestión, el déficit económico y los problemas con distintos actores sociales envuelven a este sistema hidráulico en una problemática compleja y de difícil solución para la implementación de los principios del desarrollo sostenible. Por un lado, mantener la eficiencia y estabilidad del sistema para dar continuidad al desarrollo económico de la ciudad a través de los servicios públicos que brinda; y por otro, por las afectaciones en los recursos naturales de otras cuencas y sus actores sociales. Mismos que a su vez por su complejidad de solución permanecen invisibles tanto para la toma de decisiones como para los consumidores finales. Por ello las instituciones encargadas de la gestión enfrentan problemas de sustentabilidad en todo el sistema hídrico (Perevotchkova, 2010; Torregosa, 2006, 2008).

La falta de sostenibilidad del sistema hídrico de la ciudad, en el aspecto social, se relaciona con las afectaciones al bienestar que propician los continuos problemas de inundaciones, las deficiencias del sistema de drenaje y la falta de tratamiento de aguas residuales; los problemas de distribución de agua potable por fugas y baja presión en tuberías, e incluso por las obras de trasvase para llevar agua a la ciudad. Dichos problemas han afectado continuamente a ciudadanos y otros actores sociales involucrados de forma directa o indirecta con estos procesos (Bazán, 2009; Jiménez, 2010; Peña, 2012; Flor, 2016). Las políticas hídricas y los indicadores de desempeño hasta ahora utilizadas no han reflejado la visualización y solución de estos problemas. Por ejemplo, solo han contemplado la cobertura de infraestructura de agua potable y saneamiento, así como programas de mantenimiento y construcción de nuevas infraestructuras (PGIH, 2012; PSGHS, 2016). Sin embargo, los problemas sociales implican más variables y actores. Como los ciudadanos de delegaciones con mayores índices de pobreza, los actores de comunidades locales fuera de la ciudad y los trabajadores de estos sistemas.

Ante ello varios autores han realizado una visión holística desde el aspecto político, institucional y social de estos sistemas (González, 2016). Ejemplo de ello lo plantea Peña (2012) con el concepto de ciudad-cuenca:

“Esta ciudad-cuenca, hace correr el agua hacia ella mediante las grandes obras hidráulicas y la tecnología; a la vez expulsa el agua excedentaria y residual hacia otras cuencas. En paralelo, sobreexplota su recurso hídrico internamente con efectos negativos sobre la propia urbe. Así, la contaminación del agua y su expulsión hacia otros confines, sobreexplotación de los recursos internos (manantiales, ríos, acuíferos, entre otros) y el despojo del agua de otras cuencas, conforman las características básicas de la ciudad-cuenca”.

Para enfatizar la relación del sistema hídrico de la ciudad y algunos de los problemas sociales se describen a continuación las etapas, procesos y actores, desde la captación hasta el reúso de agua residual. Cuya finalidad es visualizar que las interacciones sociales de estos sistemas requieren una forma de medirse, cuantificarse y modelarse como impactos sociales. Esta información es necesaria para los tomadores de decisiones y los grupos de interés. A su vez también pretende integrar información invisible a las estrategias del desarrollo sostenible actuales (Motevallian y Tabesh, 2011; Marlow et al., 2013).

Captación de agua y potabilización. La ciudad se abastece de diferentes fuentes, principalmente de las aguas subterráneas del acuífero local. Extrae en promedio un total de 24.6 metros cúbicos por segundo. Para ello, utiliza un sistema de pozos con procesos de bombeo ubicados en distintas zonas de la ciudad y la ZMVM. Pertenecen a esta infraestructura cerca de 504 pozos del acuífero local; 38 pozos del sistema Barrientos. Forman parte también, el Sistema Chiconautla cuya extracción se realiza del acuífero Cuautitlán-Pachuca y los 395 pozos del Sistema Lerma, todos gestionados por el SACM. Otros sistemas son los 182 pozos del Plan de Acción Inmediata (pozos PAI), gestionados por la CONAGUA y los sistemas que captan el agua superficial de ríos y manantiales; principalmente el trasvase del Sistema Cutzamala con un promedio de captación de 14 metros cúbicos por segundo (Escolero et al, 2010).

El subsistema de potabilización de agua para la ciudad cuenta con un total de 51 plantas y procesan un total de 3.6 metros cúbicos por segundo. Los procesos de potabilización más utilizados son por filtración directa, ósmosis inversa y absorción (CONAGUA, 2015). Para la Ciudad de México, son significativas las plantas Río Magdalena 1 y 2, ya que aprovechan el agua del único río vivo de la ciudad. También la potabilizadora “Los Berros” del Sistema Cutzamala puesto que potabiliza el 36% del agua para la ciudad.

En cuanto a problemas relacionados con los trabajadores a estas etapas no se tienen documentados oficialmente algún tipo de problema con las instalaciones. Sin embargo, en otras regiones del país, ha habido huelgas debido a los despidos masivos por el cambio en la gestión pública de las plantas potabilizadoras. Donde las funciones de los organismos operadores dejaron de ser públicas, para funcionar en una gestión privada, y con ello el contrato de nuevo personal (Martínez 2005 citado en Hurtado, 2006). Sin embargo, de forma general los trabajadores también pueden presentar dificultades en su integridad física, al no cumplirse las condiciones adecuadas de operación por cuestiones de falta de presupuesto, actualización de la infraestructura y falta de personal (Campos ,2015).

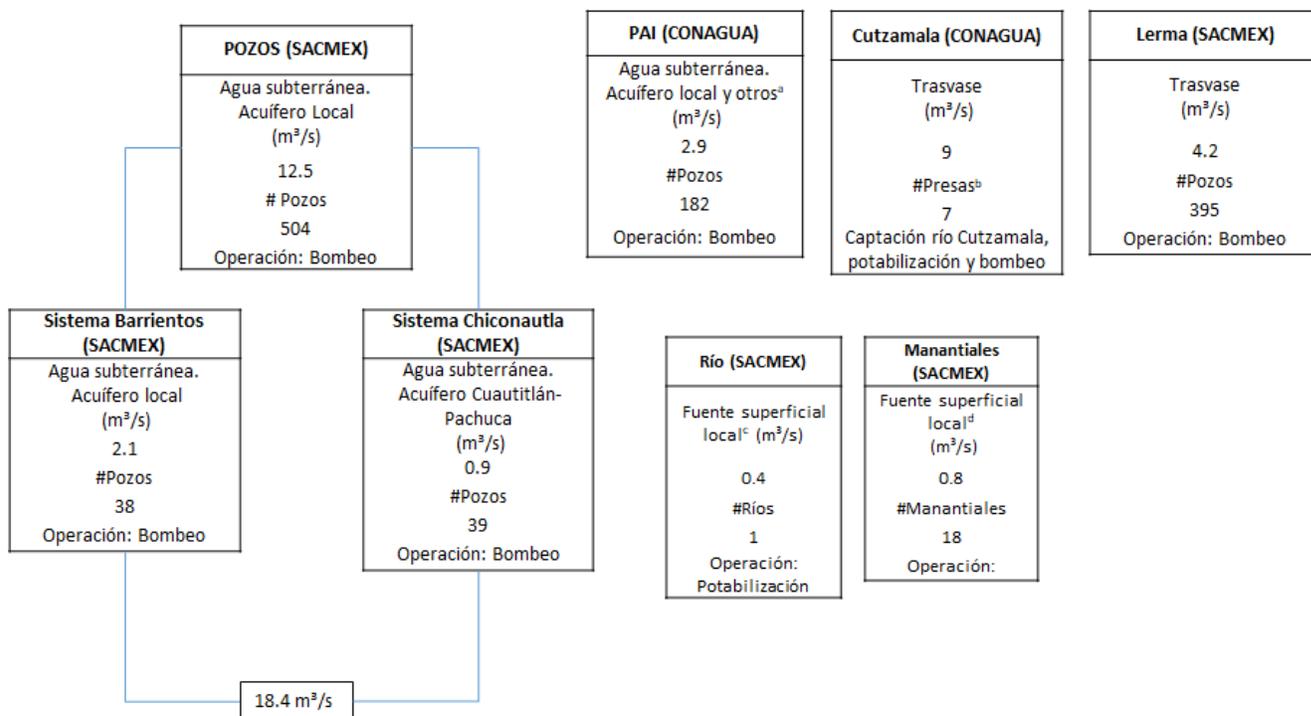


Figura 1.3 Diagrama de las distintas fuentes de abastecimiento de la Ciudad de México, infraestructura, cantidad de metros cúbicos que procesa y operaciones principales. Fuente: Elaborado con base en Escolero et al. 2010, e información del SACM.

Los primeros actores involucrados en estos sistemas de agua son los trabajadores. En el caso del Sistema Cutzamala, a cargo de la Dirección de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento del OCVM. Este sistema cuenta con personal de operación para trabajar las 24 horas del día en dos grupos con turnos de 12 horas y un grupo más que cubre los descansos (Banco Mundial, 2015).

La infraestructura del sistema Cutzamala tuvo conflictos sociales desde su construcción. Este sistema se ubica fuera de la ciudad, en el municipio Villa de Allende, Estado de México. La causa principal del conflicto fueron los daños de tierras de cultivo de los campesinos de Villa de Allende, por el desbordamiento de una de las presas. Posteriormente, el conflicto derivó en quejas por falta de agua potable en sus municipios (Perló y González, 2005). En una de las etapas de cambio del conflicto, las mujeres indígenas mazahuas, tomaron la planta potabilizadora y cerraron las llaves, en símbolo de protesta, por incumplimiento de los acuerdos sobre el daño a sus cultivos. Este sistema aún sigue con problemas debido a los recientes proyectos para llevar agua a la ciudad, los cuales se encuentran detenidos por conflictos sociales (Escolero et al., 2016; González, 2016).

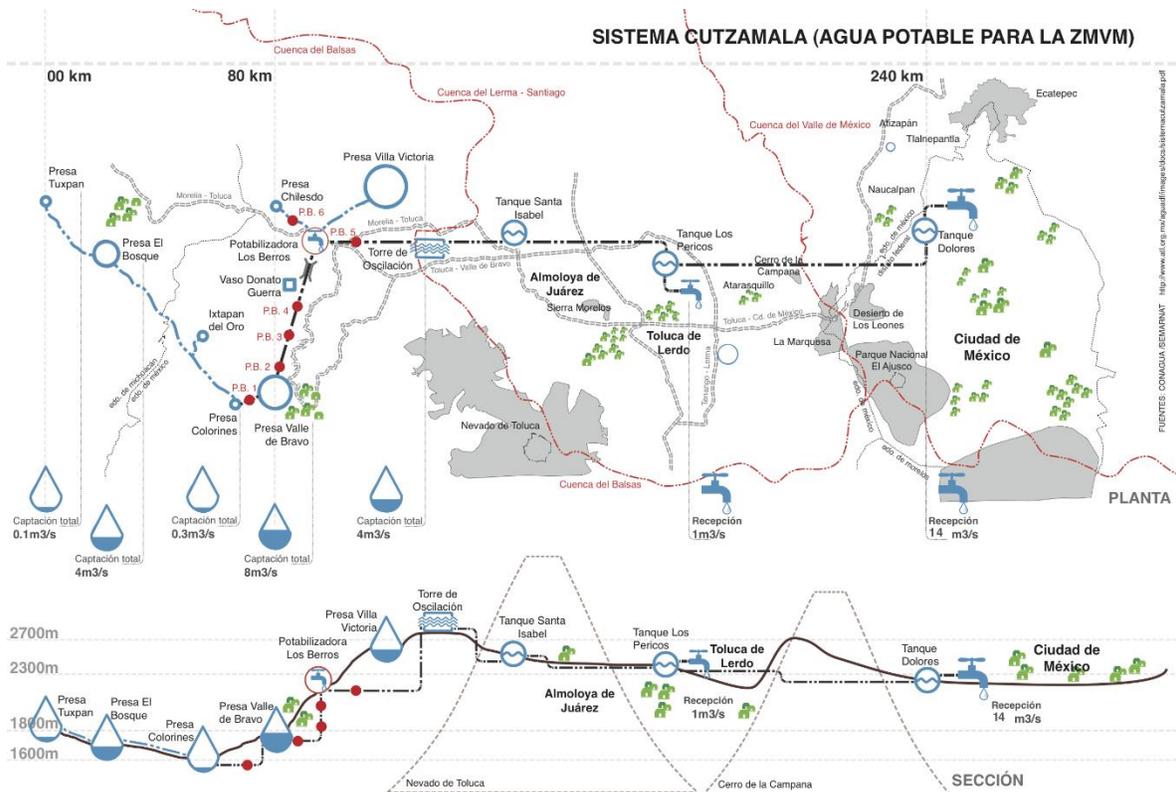


Figura 1.4 Mapa del Sistema Cutzamala. Fuente: <http://www.alma-mexico.info/nuevas/sistema-cutzamala>

Almacenamiento y distribución. El abastecimiento de agua a la ciudad requiere alrededor de 361 tanques de almacenamiento y 190 plantas de bombeo. Además de ello cuenta con 1031.2 kilómetros de red primaria conectada directamente a los ductos del sistema de distribución y 12287.4 kilómetros de red secundaria (con tuberías de menor diámetro) conectadas directamente a las tomas domiciliarias. Algunas plantas de bombeo y distribución para la ciudad se encuentran en los principales puntos de entrada de agua como son: Cerro de la Estrella y Xotepingo; el caudal de bombeo en cada planta es aproximadamente en 2000 metros cúbicos por segundo (NRC ,1995; SACM, 2016). Estos lugares también han sido objeto de problemas con los habitantes de la colonia donde se ubican las plantas, principalmente por falta de agua. El cierre de calles para manifestarse por la escasez es una de las medidas para evidenciar su necesidad, como sucedió en la planta de bombeo “Peñón de los Baños” (Hernández, 2017).

Uso. El punto final de la distribución de agua potable es el uso doméstico, industrial y comercial en la ciudad. Este proceso ha presentado problemas principalmente con los consumidores domésticos debido a distintas fallas en la infraestructura y escasez en la disponibilidad de agua. Ejemplo de ello, es que, a nivel de hogar, con el fin de garantizar la disponibilidad de agua potable, una familia de cuatro personas con ingresos de 4 veces el salario mínimo pasa de 6 a 10% de sus ingresos en comprar agua embotellada o en la potabilización del agua del grifo, con sistemas de desinfección individuales (Jiménez, 2009). Por otro lado, también se ha demostrado que la calidad del agua potable se deteriora durante la distribución. En conjunto con otros estudios informa de la presencia

de coliformes, estreptococos fecales y otras bacterias patógenas antes y después de la cloración. Lo que incide directamente sobre la salud de los usuarios domésticos por la exposición a enfermedades como úlceras gástricas y cáncer. Esta es una de las etapas que más se ha estudiado en asuntos de sustentabilidad del agua (Soto, 2006; Torregosa, 2006; González y Ziccardi, 2010; Banco mundial 2015; López, 2016); ya que, dentro de los objetivos del milenio, y en la gestión local y nacional, los indicadores de cobertura de abastecimiento de agua potable son los que han servido para mostrar la eficiencia en la dimensión social de sustentabilidad de estos sistemas. No obstante, la constancia de las problemáticas visualiza que aún queda trabajo por realizar en esta etapa del sistema.

Recolección de agua residual con sistemas de drenaje. Por otra parte, en cuanto a la recolección y expulsión de las aguas residuales, la ciudad al estar en una cuenca endorreica (sin salidas naturales de agua), ha desarrollado un sistema de drenaje que evite la constante frecuencia de inundaciones. Para ello el sistema actual no solo es para captar las aguas residuales, sino también para transportarlas fuera de la ciudad. La infraestructura hídrica incluye cauces a cielo abierto como el Gran Canal de desagüe, el río de los Remedios, Canal de Chalco y Canal Nacional; así como los cauces entubados río Churubusco, la Piedad y Consulado (SACMEX, 2012). También salidas artificiales como el Emisor del Poniente y el Emisor Central.

Como parte de estas salidas se construye desde 2008, el Túnel Emisor Oriente (TEO). Una obra de drenaje profundo cuyo objetivo principal será llevar el desalojo de las aguas residuales del oriente de la ciudad a la planta de tratamiento más grande de América Latina (CONAGUA, 2015). El TEO Iniciaré en la segunda lumbrera del túnel Interceptor del Río de los Remedios y continuará hasta su descarga total en el río El Salto, cerca del actual portal de salida del Emisor Central, en Tula Hidalgo. En temporada de lluvias, funcionará de manera simultánea con el actual drenaje profundo y, en época de sequía, lo hará alternadamente para facilitar su mantenimiento (SACMEX, 2017).

Los problemas sociales que más aquejan a esta etapa se relacionan con los problemas de funcionamiento. En temporada de lluvias, los sistemas de alcantarillado resultan en taponamiento de alcantarillas, encharcamientos, inundaciones y desbordamientos de canales. Las consecuencias van desde daños materiales hasta pérdidas humanas.

Los trabajadores en estos sistemas incluyen operadores y cuadrillas de azolve, mantenimiento y revisión de los diferentes colectores (STUGDF, 2016; SACM, 2016). Incluso se cuenta con el único buzo de aguas negras, que realiza actividades de limpieza, retira los desechos sólidos acumulados en coladeras, presas, vasos reguladores y del drenaje profundo. Cabe mencionar que esta actividad del sistema de drenaje ha costado incluso la vida de quienes lo realizan (Gómez, 2011; Reza, 2016).

Sobre daños a la comunidad local se tienen reportados las afectaciones por los vecinos que colindan con las infraestructuras de agua residual. Las afectaciones por fallas de infraestructura y operación han provocado inundaciones con daños materiales. Los apoyos y costos de recuperación no han resultado equitativos para los afectados, principalmente por la diferencia en capacidades de respuesta para la recuperación ante el siniestro (González y Ziccardi, 2010; Peña, 2012; López, 2016).

Tratamiento de agua residual. El agua que no sale por las vías artificiales es bombeada a las plantas de tratamiento de agua residual. Las plantas de tratamiento en su mayoría utilizan procesos de lodos activados y lagunas de regulación. La ciudad procesa en promedio el 13.6% del agua residual generada (CONAGUA, 2016; SEDEMA, 2014). En la ciudad, la mayoría de estas plantas son operadas de forma manual de acuerdo a los procesos en que fueron diseñadas originalmente. No obstante, en algunos casos se han modificado para mejorar la calidad del agua tratada mediante la optimización del proceso. El sistema de tratamiento de aguas residuales de la ciudad funciona las 24 horas del día los 365 días del año. Requiere cerca de 536 personas entre ellas, operadores, personal de mantenimiento, y personal administrativo. Todos distribuidos en tres turnos de trabajo y días festivos (Riveros, 2013). Los riesgos más frecuentes de estos trabajadores se deben a la exposición de bacterias, patógenos enfermedades gastrointestinales y cutáneas (ILO, 2015; OEL, 2016).

Reúso y vertido en cuerpo receptor. En la Ciudad de México el 86% de agua residual no se trata, y ésta se ha vertido por más de 100 años en el Valle de Mezquital perteneciente al estado de Hidalgo (Jiménez, 2009; 2004). También ha servido para las actividades agrícolas de la región desde 1896 y debido a que el agua residual es rica en nutrientes, se logró un aumento de la producción de los cultivos (Marsalek et al. 2006). Esto aparentemente activó una economía que se encontraba en condiciones extremadamente precarias. Sin embargo, su uso generó conflictos entre distintos grupos sociales de la región, sobre todo con relación a los derechos de uso sobre el agua (Perló y González, 2005).

Los conflictos por el uso del agua residual no son el único problema, también se registraron daños a la salud en las comunidades locales debido al aumento de las enfermedades diarreicas causadas por helmintos (gusanos) y por los riesgos asociados con el consumo del agua proveniente del acuífero local. Esta recarga incidental con agua residual presupone un alto contenido de nitritos y nitratos, así como de coliformes fecales (Jiménez, 2009).

Actualmente para resolver estos problemas el Gobierno Federal a través de la CONAGUA construye la planta Atotonilco en Tula Hidalgo. Es la mayor planta de tratamiento de agua residual de América Latina (SEMARNAT, 2007). No obstante, al igual que con las fuentes de abastecimiento, la creación de infraestructura para la mejora de los servicios de saneamiento tuvo en un inicio implicaciones para las comunidades locales. Algunos medios de comunicación en la región han mencionado la inconformidad de los habitantes cercanos a la planta, por afectaciones en las vías de comunicación, modos de alimentación, contaminación por los residuos y nulos beneficios económicos (s.a, 2016).

En resumen, de acuerdo con lo descrito en cada etapa del sistema hidráulico, la operación y gestión de un sistema con estas magnitudes requiere de distintas metodologías que cumplan con la cuantificación de daños al bienestar de los actores sociales. Hasta ahora los principios de sustentabilidad implementados, se ha realizado a través de políticas hídricas, como el Programa General de Desarrollo 2007- 2012 de la Ciudad de México, el Plan Verde, el Programa de la Gestión Integral de los Recursos Hídricos, el Programa de Sustentabilidad Hídrica de la Zona Metropolitana del Valle de México y recientemente la estrategia de Resiliencia de la Ciudad de México, como parte del programa de 100 Ciudades Resilientes (SACMEX, 2012; PSGSH, 2016; SEDEMA, 2016).

Con el fin de apoyar en las herramientas de medición de impactos dentro de la sustentabilidad de estos sistemas, la presente investigación propone realizar una evaluación de las afectaciones al

bienestar humano de los trabajadores. Grupo directamente involucrado en los procesos del sistema, puesto que recibe los impactos de forma directa tanto de las consecuencias de la operación como de las decisiones de gestión. Cabe recordar que la relevancia para el Desarrollo Sostenible es que los sistemas de agua urbana brinden el beneficio de un trabajo digno, mediante el cuidado del bienestar de los trabajadores y la provisión de condiciones laborales que mejoren su calidad de vida (UNEP, 2013).

1.4. Evaluaciones de impacto social y el ACV-S.

Las soluciones a los problemas del desarrollo sustentable necesitan herramientas para modelar y medir el grado y la forma de los efectos que tienen las actividades antropogénicas actuales sobre la dimensión social, económica y ambiental; y con ello proporcionar información sobre la manera en que son insustentables (Bebbington et al. 2007). De acuerdo con Singh et al., (2012) las evaluaciones de sustentabilidad han sido un área de amplio desarrollo. Así como también un conjunto de herramientas para realizarlas. Tal y como son la familia de herramientas de evaluación de impacto. En donde, una de las metodologías más completas para evaluar los efectos de los sistemas de producción es el Análisis de Ciclo de Vida Social, el cual estudia los impactos sociales causados por el ciclo de vida de un producto o servicio (UNEP-SETAC, 2009).

Dada la naturaleza sobre las preocupaciones ambientales que dieron origen al concepto del desarrollo sustentable, las evaluaciones de impacto ambiental (EIA) actualmente son una herramienta bien desarrollada y definida para solucionar o mitigar los efectos negativos en el ambiente a causa de las acciones humanas (Perevotchkova, 2013). También los análisis costo-beneficio lo han sido para la dimensión económica (Bebbington et al., 2007). No obstante, en el aspecto social, las evaluaciones de impacto no han sido del todo unificadas, principalmente por la complejidad de los problemas sociales, ya que, desde los inicios de la definición del desarrollo sustentable, se ha tenido un debate sobre la falta de definición en los problemas a resolver de esta dimensión y la forma de solucionarlos (Foladori, 2006).

Los diferentes tipos de evaluaciones de impacto social con el enfoque de sustentabilidad comprenden metodologías como la Global Reporting Initiative (GRI), la Social Accounting International (SAI) y Social Impact Assessment (SIA), antecesor del Análisis del Ciclo de Vida Social. Cada una de ellas está enfocada a evaluar los impactos sociales dentro del marco de la sustentabilidad, con la evaluación de las consecuencias que implican los proyectos del desarrollo económico actual, como los sistemas de producción, y con ello encaminar las acciones hacia la mitigación de los impactos. Una descripción breve de estas evaluaciones se muestra en la figura 1.5.

La presente investigación utilizó el Análisis de Ciclo de Vida Social, con la finalidad de indagar en los impactos a la esfera social provocados por los sistemas de agua urbana y con ello contribuir con información para futuras evaluaciones de sustentabilidad en estos sistemas. Esta metodología se considera como una extensión al aspecto social del Análisis de Ciclo de Vida. Este marco teórico metodológico, se utiliza para evaluar las cargas ambientales del ciclo de vida de un producto que

en complemento con el ACV-S y del Análisis de Costos del Ciclo de Vida; se plantean como parte de los análisis de sustentabilidad basados en el concepto de la triple línea base PPP (Planet, Profit y Prosperity) (Elkington, 1998). El objetivo final del ACV-S es fomentar la mejora del bienestar de los actores sociales involucrados de los procesos del ciclo de vida de un producto o servicio (UNEP/SETAC LCI, 2013).

Global Reporting Initiative (GRI)	SAI (Social Accountability International)	SIA (Social Impact Assessment)
<ul style="list-style-type: none"> • El GRI es una organización internacional e independiente fundada en 1997. • Comunica el impacto de los negocios en temas críticos de sostenibilidad como el cambio climático, los derechos humanos y la corrupción. • Está orientado a trabajar con empresas, gobiernos y otras organizaciones 	<ul style="list-style-type: none"> • Social Accountability International es una organización no gubernamental mundial fundada en 1997. • Trabaja junto con grupos diversos de partes interesadas, incluyendo marcas, proveedores, gobiernos, sindicatos, sin fines de lucro y el mundo académico. • Es el propietario de la norma SA8000® que ayuda a lograr y mantener la más alta calidad de desempeño social. 	<ul style="list-style-type: none"> • La International Association for Impact Assessment (IAIA) es una red mundial para la implementación de mejores prácticas en el uso de la evaluación de impacto. • Desarrolló el documento básico sobre los principios Internacionales para las Evaluación del Impacto Social o SIA. • Se enfoca a la toma de decisiones informadas sobre políticas, programas, planes y proyectos. • Evalúa los impactos de planes, políticas, programas y procesos de cambio social provocados por estas intervenciones.

Figura 1.5 Tipos de evaluaciones de impacto social. Fuente: elaboración con base en www.globalreporting.org; <http://www.sai-intl.org> y www.iaia.org.

1.5. El Análisis de Ciclo de Vida Social

El Análisis de Ciclo de Vida Social, es un marco de reciente aplicación para calcular los impactos sociales. Su metodología fue desarrollada por la UNEP en colaboración con la Sociedad de Toxicología Química y Ambiental (SETAC por sus siglas en inglés). Realiza una evaluación de impacto basado en las cuatro fases metodológicas de la norma ISO 14040 e ISO 14044 dedicadas a la evaluación de las cargas ambientales. También incluye por tanto el concepto de pensamiento de ciclo de vida.

El concepto de ciclo de vida de un producto, se formula a partir de las fases que este requiere para ser fabricado (incluyendo desde extracción de materias primas), el uso y reúso o disposición final. Estas fases en detalle pueden comprender desde la extracción y procesamiento de materias primas, la producción, el transporte, distribución, uso, reutilización y el reciclado o disposición final. Las fases anteriores forman así un “sistema producto”. La norma ISO 14040 (2006), define al ACV como “la recopilación y evaluación de las entradas y salidas de los posibles impactos potenciales ambientales de un sistema producto a través de su ciclo de vida”. Este análisis de impacto es realizado a un nivel operativo y estratégico del sistema producto en estudio (Guinée et al., 2004).

El ACV considera que los ciclos de vida de productos en el marco del desarrollo sustentable y la responsabilidad social deben proteger tanto el valor instrumental como el valor intrínseco de los ecosistemas y los seres humanos. Dentro de los valores instrumentales se consideran la productividad de los seres humanos y la que proviene de los ecosistemas. Mientras que en los valores intrínsecos se considera a la vida humana, la naturaleza y los valores culturales (Dreyer et al. 2006).

Las cargas ambientales abarcan todos los impactos sobre el medio ambiente. Las cuales se analizan y evalúan con la consideración de las entradas y salidas al sistema producto. Tales como: las materias primas, los recursos naturales, y la energía utilizadas. Las salidas incluyen las emisiones a la atmósfera, al agua y al suelo, los residuos y los subproductos.

El ACV que evalúa los impactos ambientales, definió tres áreas de protección (AP) en el sistema producto. Estos son la salud humana (dañada por los impactos ambientales), el agotamiento de los recursos naturales y la calidad del ecosistema (Jolliet et al, 2004). Por tanto, surge aquí el concepto de **área de protección** como concepto normativo, esto es que los valores intrínsecos deben guiar las acciones de quienes intervienen en el ciclo de vida.

Para el Análisis de Ciclo de Vida Social, el área a protección se extiende más allá de la salud humana del ACV-ambiental. Las directrices del ACV-S muestran un consenso entre investigadores (Weidema 2006; Dreyer et al. 2006; Jørgensen et al. 2008, 2010; Hauschild et al. 2008), para considerar “la dignidad humana y el bienestar” como nueva área de protección. Con ello se define a los impactos sociales **como los cambios en el bienestar humano de los grupos de interés involucrados en los procesos del ciclo de vida de un producto**. Estos impactos pueden ser en el capital humano, el patrimonio cultural, el comportamiento social y en el aspecto socioeconómico (Weidema 2006). Otros autores como Reitinger et al., (2011) agregan el concepto de capacidad, es decir, aquella que proporciona autonomía, bienestar, libertad y equidad a los seres humanos.

El fin último de hacer un ACV-S es promover el mejoramiento de las condiciones sociales de los actores afectados, en donde el bienestar humano es el concepto central (UNEP, 2009). Esto puede ser por medio de las mejoras en el rendimiento socioeconómico y global del producto o a través del apoyo en la toma de decisiones para elegir la alternativa con las consecuencias más favorables para el bienestar de las partes interesadas (Jørgensen et al. 2010).

La evaluación de los impactos sociales depende principalmente de la información que relacione los procesos de su ciclo de vida con los grupos de interés seleccionados. La recopilación de estos datos utiliza indicadores de inventario acordes con los temas sociales de mayor relevancia para los tomadores de decisiones y también para las partes afectadas. Entre los temas sociales incluidos se encuentran: los derechos humanos, las condiciones de trabajo, el patrimonio cultural, la pobreza, las enfermedades, los conflictos políticos y los derechos indígenas. Tanto las categorías y subcategorías sociales y socioeconómicas del impacto, se han definido con base en los acuerdos internacionales y las mejores prácticas a nivel internacional (Benoît y Vickery-Niederman, 2011). Estos se muestran en la Figura 1.6

Derechos humanos	Condiciones de Trabajo	Salud y seguridad	Gobernanza	Repercusiones socioeconómicas
<ul style="list-style-type: none"> • Acceso a los recursos materiales • Acceso a los recursos inmateriales • Deslocalización y migración • Respeto por los derechos indígenas 	<ul style="list-style-type: none"> • Libertad de asociación • Trabajo infantil • Salario justo • Horas de trabajo • Trabajo forzoso • Igualdad de oportunidades • Discriminación • Beneficios sociales 	<ul style="list-style-type: none"> • Prevención y mitigación de los conflictos armados • Asegurar condiciones de vida • Condiciones de vida saludables y seguras 	<ul style="list-style-type: none"> • Participación de la comunidad • Corrupción • Compromiso público con la sostenibilidad 	<ul style="list-style-type: none"> • Empleo local • Contribución al desarrollo económico • Desarrollo tecnológico

Figura 1.6 Categorías y subcategorías clasificación por área de impacto. Fuente: UNEP/SETAC (2009).

Por otra parte, los grupos de interés se definen como aquellos potencialmente afectados por uno o más procesos del ciclo de vida de un producto; ya sea por la extracción de recursos, el procesamiento, la fabricación, el uso o el reciclaje. Los grupos se pueden identificar desde que se construyen las infraestructuras de estos procesos. Algunos de estos tienen distintas ubicaciones geográficas y por ello los impactos sociales también están relacionados con los aspectos socioeconómicos de la región en estudio. Las categorías de grupos de interés propuestos de acuerdo con la UNEP/SETAC/LCI (2009) son:

- Trabajadores
- Comunidad local
- Sociedad (nacional y global)
- Consumidores
- Actores de la cadena de valor

Una vez definidas las categorías de partes interesadas y las subcategorías de impacto, es necesario definir los indicadores de inventario. Estos pueden ser del tipo cualitativo, cuantitativo o semicuantitativo. Las fichas metodológicas de la UNEP/SETAC/LCI (2013), proporcionan ejemplos de indicadores de inventario para cada subcategoría.

Para ir más allá de la subjetividad o de la orientación política, las categorías, subcategorías e indicadores de inventario se han definido, en la medida de lo posible, con referencias a instrumentos internacionales. Ejemplo de ello son, las convenciones sobre los derechos humanos y los derechos de los trabajadores, consideradas como el mejor conjunto universal de criterios sociales (Dreyer et al. 2006). No obstante, hasta ahora no se han unificado los criterios sociales tal y como están definidos en el ACV (ambiental). La evaluación de impacto del ACV-S actualmente

sigue en progreso, y a medida que se sigan implementando las metodologías con más casos de estudio, se llegará a un desarrollo metodológico más robusto (Benoît et al., 2010).

Por tanto, dado lo anterior, las fases del ACV-S de acuerdo con la UNEP/SETAC/LCI (2009) son cuatro y se definen a continuación:

- Fase 1. Definición de objetivo, alcance y unidad funcional.

El primer paso en el ACV-S es definir el objetivo. Este dependerá principalmente del uso que se dará a los resultados de la evaluación. En las normas ISO 1440/44, estos pueden tener el uso de comparación de productos, detección de puntos de mejora o definición de escenarios futuros (Dreyer et al., 2006). Un ejemplo de objetivo y uso es la identificación de los impactos potenciales en todos o algunos de procesos unitarios para la disminución o mejora de dichos impactos.

En cuanto a definir el alcance, su propósito es especificar la profundidad y amplitud de la evaluación. Esto requiere la descripción del sistema producto y la unidad funcional. El sistema producto debe especificar qué procesos serán incluidos y los grupos de interés. En cuanto a la unidad funcional, se debe describir la unidad de medida que representa la utilidad del producto. Un ejemplo de ello puede ser la utilidad a los consumidores cuando usan determinada cantidad de un producto. La definición de la unidad funcional del ACV-S a diferencia del ACV (ambiental), es que ésta trabaja con información cualitativa utilizada para describir atributos o características de los procesos. Esta característica puede depender del modelo de impacto de ACV-S a seguir, ya sea por ruta de impacto (cuantitativo) o por desempeño social (cualitativo) (UNEP/SETAC/LCI, 2009; Kumar et al., 2014).

Otro aspecto que se incluye en la delimitación del estudio son los criterios de corte. Estos colocan un límite de acuerdo con el nivel de significancia de los procesos del sistema producto. De acuerdo con esta definición, Weidema (2005) sugiere aplicar el marco ISO 14044 y, por lo tanto, está permitida la exclusión de ciertas etapas del ciclo de vida o algunos subprocesos. Aunque en la práctica, la delimitación también podría estar definida por la disponibilidad de los datos (Paragahawewa et al., 2009).

- Fase 2. Análisis de inventario

El objetivo de esta etapa es recopilar y analizar la información relevante para los alcances del estudio. Las directrices de la UNEP (2009), proponen una guía sobre las posibles fuentes y métodos cualitativos o cuantitativos para obtener los datos del inventario que permitan evaluar el impacto social. Algunos de estos métodos incluyen el uso de bases de datos a nivel global o nacional. Mientras que, a un nivel más local, se incluyen la recolección de datos de sitio y específicos con el uso de entrevistas o encuestas.

La ventaja o desventaja del uso de cada método, depende de las aportaciones a los alcances y objetivos de la evaluación. Por ejemplo, el uso de bases de datos proporciona datos a un nivel general con la ventaja de que se invierte poco tiempo y recursos en la investigación. La desventaja de esto es que hay mayor incertidumbre ante la información real del sistema producto (Spillemaeckers et al. 2004).

De acuerdo con Fontes (2016) y Parent et al. (2009), una etapa previa al inventario es definir el **tipo de evaluación a realizar**. Esta puede ser de dos formas, por *ruta de impacto* o por *evaluación de desempeño*. La *ruta de impacto* es mediante un análisis causa-efecto, cuyos indicadores están formados por indicadores cuantitativos y por tanto asociado de la misma manera a la unidad funcional. Un ejemplo es medir las afectaciones en la seguridad laboral por la cantidad de accidentes laborales en un año por metro cúbico de agua para consumo humano.

Mientras que la evaluación de desempeño se puede realizar con datos semicuantitativos o cualitativos. Donde a través de una escala nominal, se obtienen niveles de desempeño, definidos con el cumplimiento o incumplimiento de determinados criterios. La subjetividad en esta evaluación puede ser reducida al comparar los datos con normativas o estándares nacionales e internacionales (Franz y Citroth, 2011). La unidad funcional en este método no está vinculada de forma cuantitativa a los indicadores de inventario (Parent et al., 2009).

Por otra parte, la UNEP/SECTAC/LCI (2009) considera que el manejo de los datos subjetivos es lo más apropiado para el inventario, además de implicar necesariamente la participación de los interesados tanto para la definición de indicadores como para la recolección de datos. Esta participación de los interesados permite usar un enfoque ascendente para la definición de indicadores, a diferencia del ACV, ya que generalmente el indicador se determina por expertos, con un enfoque de arriba-abajo. El uso del enfoque ascendente en los indicadores sociales es una ventaja para incluir en la evaluación las normas culturales y sociales específicas del sitio (Spillemaeckers, 2001). La desventaja es que estos procesos participativos aumentan los costos en términos de tiempo y recursos financieros. Además de que, la recopilación de este tipo de datos requiere de métodos como las visitas en sitio y entrevistas con los actores, así la desventaja es que podría representar dificultades para recopilar la mayor cantidad posible de datos específicos del sitio y de los procesos para todo el ciclo de vida (Jørgensen et al. 2008).

Por otro lado, en cuanto a los indicadores, las guías metodológicas, mencionan que los indicadores de inventario pueden ser de tres tipos, cualitativos, cuantitativos y semi-cuantitativos. Los indicadores cualitativos pueden ser del tipo nominativo, es decir, que usen un atributo para describir ciertas medidas adoptadas por la organización. Los indicadores cuantitativos describen con números una cuestión a evaluar, como el número de accidentes o el porcentaje de trabajadores con prestaciones sociales. El formato semi-cuantitativo, mezcla descripciones de texto con escalas numéricas. Una de ellas puede ser el formato de “si” que da valor de 1 o un “no” con valor de 0 (UNEP/SETAC/LCI, 2013).

- Fase 3. Evaluación del impacto

Este punto del análisis, aún se encuentra en etapa de investigación. El objetivo principal es traducir los datos de inventario a una valoración de impacto mediante tres pasos: la clasificación, caracterización y normalización. La clasificación consiste en asignar qué indicadores del inventario pertenecen a alguna de las categorías o subcategorías de impacto que proponen las directrices de la UNEP (Benoît et al., 2010). Un ejemplo de ello es que, si se observan condiciones inseguras en las instalaciones, el indicador sea la presencia o ausencia de estas condiciones y esto se clasifique en la categoría de salud y seguridad para los trabajadores.

Una vez que se clasifican los indicadores, el siguiente paso es la caracterización. Esta consiste en agregar y ponderar los indicadores del inventario, con el fin de determinar la relevancia de una categoría de impacto. Los indicadores se agregan de acuerdo con una sola categoría (ISO 14044, 2006). Para ello, es necesario convertir los datos de inventario en métrica común. Un ejemplo de ello lo mencionan las directrices con la metodología de puntos de referencia de rendimiento. El cual establece como puntos de referencia el desempeño en umbrales internacionales como confirmación de las mejores prácticas. Estas referencias deben ser transparentes y documentadas (UNEP/SETAC/LCI, 2009).

- Fase 4. Interpretación de resultados

Esta fase analiza los resultados, realiza conclusiones, explica las imitaciones del estudio y formula recomendaciones (Benoît-Norris et al., 2011). La ISO 14044 (2006) establece identificar los aspectos relevantes, realizar las conclusiones y recomendaciones, así como añadir el nivel de compromiso con las partes interesadas. Así, se definen tres pasos para ayudar a alcanzar estos objetivos:

1. Evaluación del estudio en términos de exhaustividad con respecto a todas las cuestiones cruciales relevantes, y consistencia e idoneidad de la metodología con respecto a la meta y alcance definidos.
2. Conclusiones y recomendaciones basadas en el objetivo y el alcance del estudio.
3. Informar sobre la participación de las partes interesadas en el estudio de caso en particular.

Como se apreció en resumen el ACV-S comparte las cuatro fases metodológicas del ACV establecidos en las normas ISO 14040/44. Las aplicaciones de esta metodología han sido diversas y van desde la aplicación a productos alimenticios hasta sistemas de agua urbana. Los estudios de ACV en estos sistemas, se han realizado ampliamente para conocer los impactos al ambiente en otras ciudades del mundo mediante una evaluación de las cargas ambientales de los sistemas que lo componen. Sin embargo, aún no se han abordado los impactos en el aspecto social en todo el sistema. En ello la mayoría de estos estudios, han recomendado como un aspecto clave para la sostenibilidad, el desarrollo de un ACV Social con la consideración de más etapas (Loubet et al., 2014).

Hasta el momento solo se han publicado dos trabajos de ACV-S relacionados con sistemas de agua urbana. La primera realizó una comparación de sustentabilidad de dos tipos de tecnología en agua potable. Incluyó el análisis en trabajadores y comunidad local (Lehmann et al. 2013). La segunda implementación fue realizada por Padilla et al. (2016), con un análisis de sustentabilidad en plantas de tratamiento de agua residual. Se compararon plantas de tratamiento de agua residual urbana y rural con indicadores sociales, ambientales y económicos. Consideró a comunidad local, trabajadores y sociedad. Sin embargo, ninguno de estos estudios realizó un ACV Social en más procesos del sistema. Por lo anterior el trabajo desarrollado en esta tesis es novedoso y contribuye al desarrollo metodológico de ACV-S y a la propuesta de mejoras sociales en el sistema que componen el sistema de agua en la Ciudad de México.

2. Metodología

La evaluación de los impactos sociales del sistema hidráulico de la Ciudad de México se realizará con base en las cuatro fases metodológicas del ACV-S. Se utilizarán las guías de la UNEP/SETAC/LCI (2009 y 2013) y otros instrumentos de evaluación de impactos sociales como la norma SA 8000, el Manual de impactos sociales para productos de Fontes (2016) y diferentes casos de estudio de ACV-S. La evaluación de forma general se compone por los procedimientos de la figura 2.1.

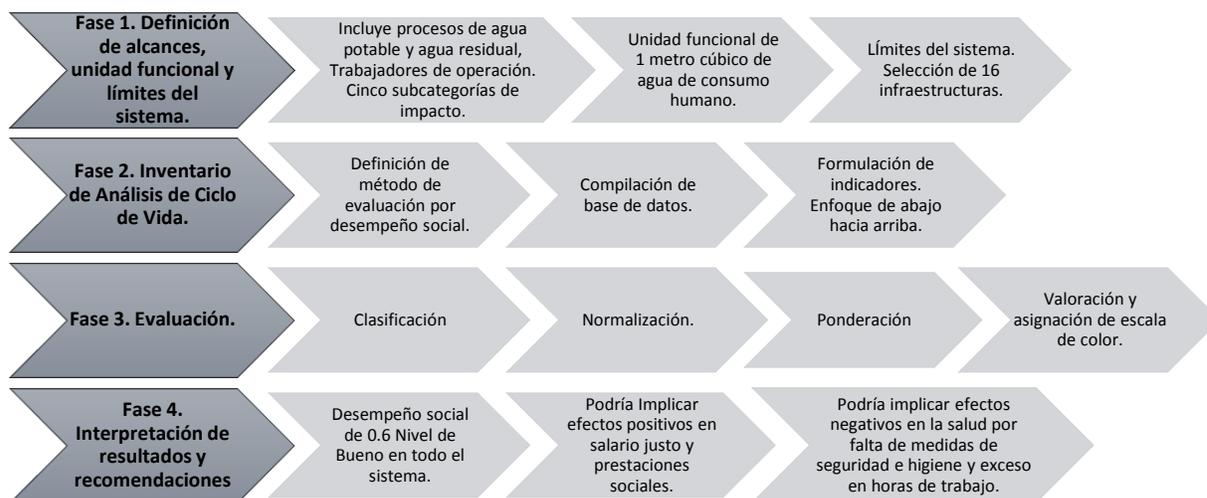


Figura 2.1 Fases y procedimientos principales para la evaluación de impacto social.

2.1. Fase 1. Definición de alcance, unidad funcional y límites del sistema.

La definición de objetivos y alcance del ACV-S, se estableció a partir de los resultados obtenidos del método de criterios de corte mencionado en la norma ISO 14044 (2006) de ACV. Para tal efecto se realizó una investigación documental de datos generales y específicos de los trabajadores del SACM y del Sistema Cutzamala a cargo de la OCAVM.

Para lo anterior se realizaron solicitudes de información en el Sistema Nacional de Transparencia, Acceso a la Información Pública y Protección de datos personales, en donde las instancias como el SACM y del OCAVM forman parte de este sistema a nivel estatal y federal (SNT, 2017; SACMEX, 2017). De igual manera se utilizaron informes electrónicos o estudios editados por estas dependencias; artículos científicos sobre el sistema de agua de la Ciudad de México, las fuentes de

abastecimiento, drenaje y plantas de tratamiento de agua residual en un periodo del 2005 al 2016. Así como análisis bibliográfico de publicaciones científicas.

La definición del sistema producto, se basó en los procesos unitarios de agua potable y de agua residual que conforman el sistema de agua en las ciudades. Para ello se tomó como referencia el ciclo de vida de un sistema de agua urbana según Lundin y Morrison (2002) y Loubet et al. (2014). Dicho sistema de referencia, considera entonces desde las etapas de captación hasta la disposición final del agua tratada o residual. En la definición de este sistema para el presente estudio, se incluyó a los actores sociales involucrados, como los trabajadores. Este grupo, ha sido el de mayor estudio en otras evaluaciones de ACV-S; ya que son considerados como el grupo de interés en recibir los impactos directos de los procesos del ciclo de vida de un producto o servicio (Dreyer et al. 2006; Weidema, 2006; Kumar et al., 2014).

Cabe mencionar que los trabajadores en los organismos operadores de agua, tienen categorías de empleados administrativos, operadores, trabajadores de campo y ayudantes generales (INEGI, 2009). Por ello el estudio también se limitó a los trabajadores de operación, quienes normalmente realizan trabajos las 24 horas del día. Además, se encargan de los procesos para potabilizar el agua, operar los equipos de bombeo o realizar el tratamiento de agua residual (Spellman, 2014; OEL, 2015).

El objetivo de evaluar los impactos sociales del sistema de agua urbana de la Ciudad de México tuvo un alcance de evaluar cinco etapas del sistema de agua de la ciudad y los trabajadores de operación. También se incluyó el análisis de cinco subcategorías de impacto para condiciones laborales, de acuerdo con lo definido por la UNEP/SETAC/LCI (2009 y 2013). La unidad funcional definida para referenciar la cantidad de agua y el estado de las condiciones laborales, se estableció como un metro cúbico de agua para consumo humano. El sistema producto analizado se muestra en la figura 2.2.

La primera etapa se unió en una sola, dado que los procesos, son realizados por los mismos trabajadores. Le sigue la etapa de distribución por bombeo, no incluyó los procesos relacionados con la tubería de distribución (como mantenimiento y reparaciones por fugas). Mientras que, para el almacenamiento, se consideraron aquellos en los puntos de distribución final para los consumidores.

Para los procesos del manejo de aguas residuales se incluyó la etapa de recolección y el tratamiento. La recolección incluyó las etapas de bombeo y la apertura de compuertas en los puntos de descarga a cuerpo receptor. Estos procesos no son realizados por los mismos operadores, pero tienen en común el manejo de agua residual proveniente de los colectores sin tratamiento alguno, y por ello se incluyeron en una sola etapa.

No se tomó en cuenta la etapa de uso de agua potable y la etapa de reúso de agua residual. La mayoría de los trabajadores en la etapa de uso, son trabajadores de campo y pertenecen a los organismos operadores de agua. Realizan actividades sobre revisión y reparaciones de tomas domiciliarias. Mientras que en la etapa de reúso no se incluyó por limitaciones temporales de la investigación.

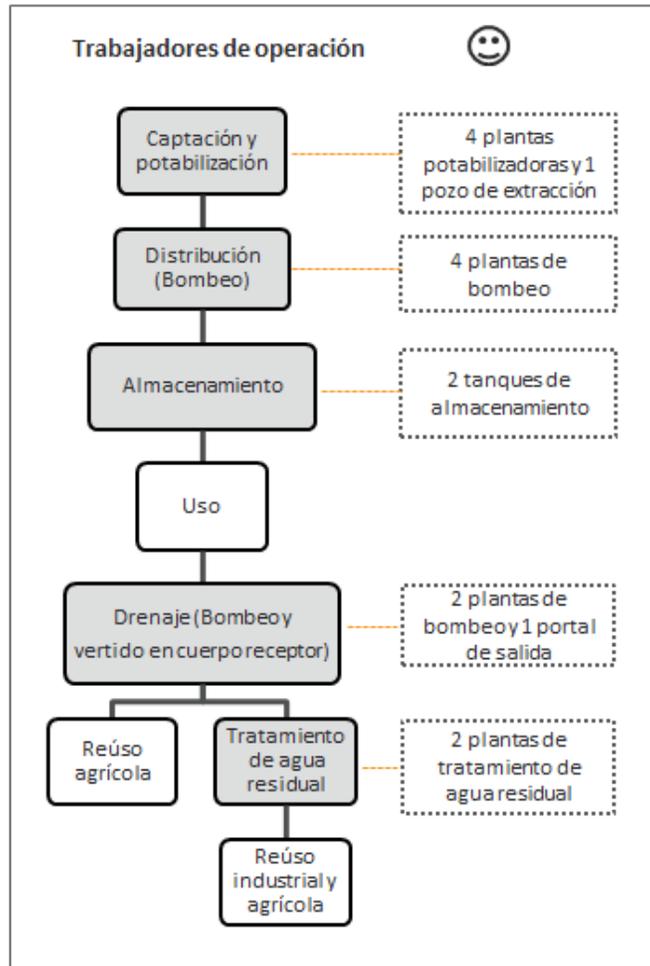


Figura 2.2 Diagrama del sistema productivo.

Los criterios utilizados para definir los lugares de estudio y recolección de información fueron:

- ✓ Ubicación dentro de la Ciudad de México, debido a que algunas instalaciones del SACM y CONAGUA funcionales para el sistema, se encuentran en el Estado de México. No obstante, se hizo una excepción en agua potable para el Sistema Cutzamala, debido a la relevancia de esta fuente para la ciudad. Lo mismo para el portal de salida del Emisor Central (punto final para el nuevo Túnel Emisor y la planta de tratamiento Atotonilco).
- ✓ Mayor cantidad de metros cúbicos en comparación con todas las infraestructuras que pertenecen a una etapa.
- ✓ Sitios con acceso permitido. Este quedó a criterio del organismo operador y las reglamentaciones internas.

A partir de lo anterior, las instalaciones evaluadas se muestran en Tabla 2.1.

Tabla 2.1 Instalaciones evaluadas en las etapas del sistema de agua urbana.

No.	Etapas del sistema de agua	Proceso	Número de entrevistas	Instalación	Capacidad m ³ /h	
1	Captación y potabilización	Trasvase. Sistema Cutzamala. Planta potabilizadora los Berros		Laboratorio fisicoquímico del agua	14400	
			4	Edificio Dosificación 1	14400	
				Edificio de cloración	14400	
				Módulos de filtración	14400	
			Extracción del acuífero local		Pozo San Juan Tlihuaca	180
		2		Acueducto Tláhuac	216	
			Captación de río		Río Magdalena 1	720
2	Distribución	Trasvase. Sistema Cutzamala Bombeo	2	Río Magdalena 2	540	
				PB5	90000	
			Bombeo dentro de la ciudad		El Cartero	1260
		3		La Estrella	72000	
				El Peñón	1800	
3	Almacenamiento	Almacenamiento	2	Zaragoza	63000	
				Lienzo	63000	
4	Drenaje	Bombeo	2	El Salado	72000	
				Renovación	39600	
			Drenaje profundo	3	Portal de salida	7200
5	Tratamiento	Tratamiento agua residual	2	Cerro de la Estrella	702	
				San Juan de Aragón	720	

Nota: El pozo San Juan Tlihuaca es base de operación para 38 pozos que tiene la Oficina regional Azcapotzalco-Cuauhtepic. La cuadrilla de operación en todos los pozos de esa zona se encuentra en ese lugar y por ello solo se seleccionó una sola instalación.

2.2. Fase 2 Análisis de Inventario

El Inventario requirió de la recolección y clasificación de información para realizar una base de datos. Se utilizaron datos generales de todo el sistema de agua de la Ciudad de México. Entre los datos requeridos estuvieron: la cantidad de infraestructuras por proceso, los metros cúbicos que trabajan, la ubicación geográfica, datos socioeconómicos de la ciudad, el número total de trabajadores, prestaciones sociales, número de accidentes laborales e información de los reglamentos generales de trabajo nacionales y locales.

Con ello la información se recabó de acuerdo con las categorías y subcategorías sugeridas en las guías metodológicas de la UNEP/SETAC/LCI (2013). De acuerdo con la información obtenida, se revisó la conveniencia en el método de evaluación, ya sea por ruta de impacto o evaluación de desempeño.

El método de recolección de información se realizó a partir de los cuestionarios utilizados en el ACV-S implementado en las plantas de tratamiento de agua residual de Padilla et al. (2015). Los cuestionarios incluyeron preguntas sobre las condiciones laborales, salud y seguridad laboral, salario Justo, horario de trabajo, y beneficios sociales.

El inventario se realizó con base a los procedimientos de la figura 2.3. Comprendió **la selección del método de evaluación**, recopilación, transcripción y agrupación de la información.

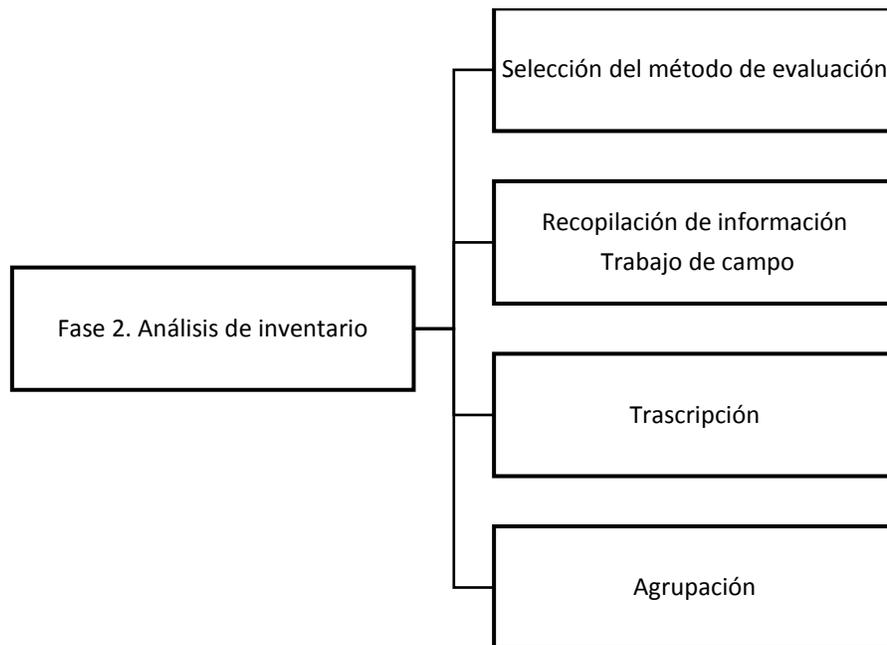


Figura 2.3 Etapas del análisis de inventario.

Dada la cantidad de infraestructuras a visitar y la reducida información general de datos cuantitativos sobre los trabajadores de todo el sistema, el ACV-S implementado para evaluar el impacto, fue el de **Evaluación de Desempeño**. Se utilizó el modelo de impacto de desempeño

social en la categoría de condiciones laborales según las guías metodológicas de la UNEP/SETAC/LCI (2009 y 2013). La ventaja para la evaluación, a diferencia de los ACV-S documentados en sistemas de agua urbana, es que una evaluación con datos de sitio proporciona información complementaria al uso de datos generales o proxy (Spillemaeckers et al. 2001). Por ejemplo, el indicador de presencia de prestaciones sociales estaría limitado si solo se evalúa la presencia o ausencia de prestaciones sociales, pero si se agregan variables como cuántas y de qué tipo, especificaría más información sobre la relevancia en el bienestar de los trabajadores y el tipo de prestaciones otorgadas.

La recopilación de información se realizó con trabajo de campo, definido por un calendario de visitas. Este fue realizado en coordinación con cada uno de los ingenieros residentes de operación y los jefes de área, tanto del SACM como y el OCAVM. Este calendario se puede consultar en el apartado de anexos.

Debido a las características las condiciones de visita a una muestra reducida, la obtención de información con cuestionarios de preguntas cerradas de si y no, limitaría la información específica de datos. Por ello, se seleccionó el método de entrevista semiestructurada, con enfoque sujeto-objeto. Una entrevista de este tipo es definida como "la comunicación interpersonal establecida entre el investigador y el sujeto de estudio, a fin de obtener respuestas verbales a las interrogantes planteadas sobre el problema propuesto" (Díaz-Bravo, 2013). También, la entrevista semiestructurada ofreció un grado de flexibilidad aceptable, y mantuvo suficiente uniformidad para alcanzar interpretaciones acordes con los objetivos del estudio. Una entrevista con enfoque sujeto-objeto, en donde el entrevistador se coloca a distancia del entrevistado. Esta técnica, aportó información para entender el contexto de los trabajadores, en sus lugares de trabajo y con variables más a detalle de las subcategorías de impacto.

La estructura principal de la entrevista se formó por: una sección de datos generales de la instalación y el operador, una descripción del recorrido inicial en la planta, y cinco apartados de preguntas, uno por subcategoría. El formato de la entrevista utilizada se colocó en el apartado de anexos. Las entrevistas se realizaron con base en las sugerencias de Martínez (2000). Se realizaron un total de 22 entrevistas a operadores en su turno de trabajo, dentro de la instalación y bajo autorización previa de la administración. La temporalidad de dichas entrevistas fue del mes de septiembre y octubre del 2016 para las infraestructuras del Sistema de Agua de la Ciudad de México (SACM). Mientras que para el sistema Cutzamala y portal de salida del túnel Emisor Central, se realizaron en el mes de febrero y abril del 2017. El procedimiento de ejecución de la entrevista se muestra en la figura 2.4.

También se utilizó la observación directa como un método para observar y recoger datos mediante la propia observación del investigador. Tuvo el fin de obtener datos sobre las instalaciones, condiciones de seguridad, iluminación y personal que supervisa. Se realizaron diarios de campo para anotar otros datos relevantes en la visita, como la descripción detallada de los recorridos en las instalaciones y temas fuera de la estructura de entrevista. Se apoyó con material fotográfico para visualizar las condiciones de las instalaciones. De esta manera una entrevista semiestructurada y el método de observación directa, complementaron la información de manera más específica para las subcategorías de impacto a evaluar.

Una vez terminado el trabajo de campo. Se procedió a transcribir la información de las entrevistas, los diarios de campo y el material fotográfico. Se utilizó una hoja de cálculo electrónica. Posterior a ello se agrupó la información de los diarios de campo con los datos de entrevista en una hoja de cálculo de acuerdo con cada etapa del sistema urbano del agua. Para ello se tomaron como guía las subcategorías de impacto sugeridas por la UNEP/SETAC/LCI (2013). Tanto la información agrupada de las entrevistas como de algunos indicadores propuestos fueron resultado de la información recabada desde los trabajadores y no desde un grupo de expertos.

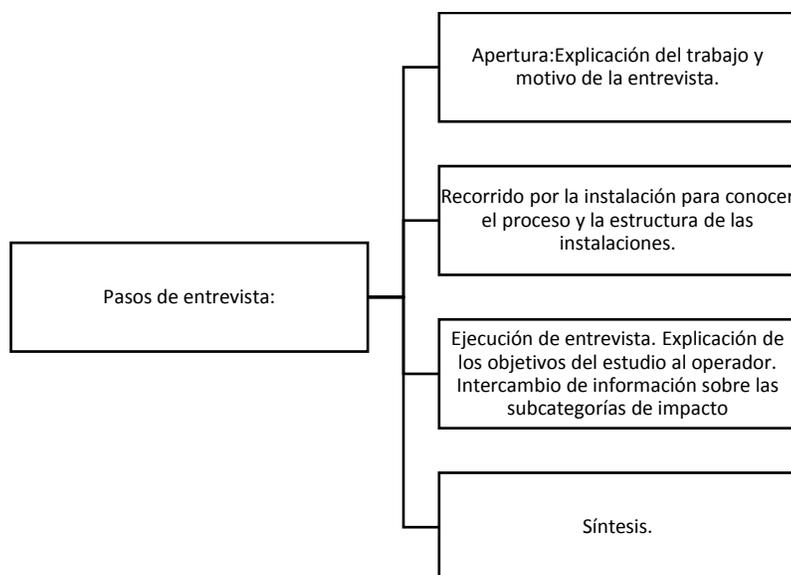


Figura 2.4 Diagrama de pasos realizados en la elaboración de entrevista.

Con base a las técnicas anteriormente descritas, la representatividad de los datos obtenidos para la evaluación, fue del tipo interno. Debido a que se utilizó la triangulación de métodos y técnicas, así como también la triangulación de los datos obtenidos en cada uno de ellos. Martínez (2015), menciona que, para reforzar la validez y confiabilidad en técnicas cualitativas, es necesario la categorización de información, estructuración y contrastación de los resultados. Aunque dada las características del ACV-S, estas actividades se realizaron en la etapa de evaluación e interpretación de resultados, con técnicas propias del ACV según la norma ISO 14044 (2006).

2.3. Fase 3. Evaluación

La evaluación consistió en traducir la información del inventario a una valoración de impacto. Dado que no existen métodos estandarizados para esta etapa del ACV-S (Benoit, 2009; Kumar et al, 2014), se propone la siguiente estructura de evaluación de la figura 2.5.

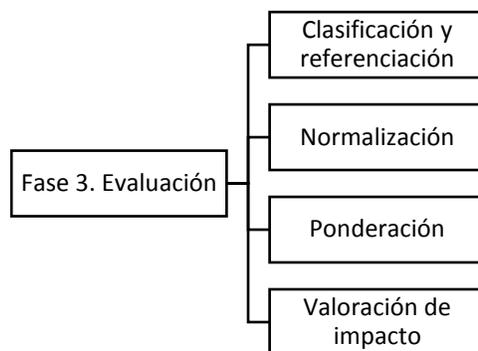


Figura 2.5. Diagrama de las fases que integran la evaluación.

2.3.1. Clasificación de la información

Esta fase consistió en la definición de los indicadores a evaluar a partir de la información obtenida en el inventario. Estos indicadores, de acuerdo con la metodología de ACV-S, se definieron con un enfoque de abajo-hacia arriba. El objetivo de utilizar este enfoque fue inducir la participación de las partes interesadas en la evaluación del impacto. Esto con el supuesto de aportar información en el inventario desde el grupo que acumula la construcción y acumulación de conocimiento, y que está diariamente en contacto con los procesos (Spillemaeckers et al. 2001; Motevallian y Tabesh, 2011).

Se clasificaron los datos en categorías comunes, de acuerdo con las definiciones de las subcategorías de impacto de las Directrices para ACV-S editadas por la UNEP/SETAC/LCI (2009 y 2013) y el Manual de impactos sociales para productos de Fontes (2016). Después de la clasificación se utilizó el referenciado para definir los indicadores finales. Esta consistió en comparar los indicadores a utilizar con diferentes estándares internacionales de evaluación de impactos sociales, con lo cual se complementó la información de los actores.

2.3.2. Normalización

Esta etapa realizará la conversión de los datos del inventario a una forma cuantificable. Los métodos de Aparcana y Salhofer (2013) y Spillemaeckers et al., (2001) propusieron la aplicación de un sistema de puntuación para cada indicador. El cumplimiento de un criterio tuvo el valor de “1” y el incumplimiento “0”. Todas las respuestas obtenidas por cada actor entrevistado se transformaron en valores entre cero y uno.

2.3.3. Ponderación o asignación de pesos

Las subcategorías fueron ponderadas con un el mismo peso, es decir, con el mismo nivel de relevancia o importancia en la evaluación. El peso de cada subcategoría resultó de dividir el valor de uno (1) entre el número de subcategorías, ya que este valor es el máximo por obtener en la calificación. De la misma manera el peso de cada indicador se obtuvo con la división del valor de (1) entre el número de indicadores por subcategoría. La finalidad de asignar un peso a los indicadores fue para homogeneizar el nivel de importancia de cada subcategoría. Este fue un método empleado en evaluaciones multicriterio para ACV-S utilizadas por Dreyer et al. 2010a y 2010b.

La figura 2.6. Muestra que la suma global en cada nivel, es el valor máximo, es decir, valor ideal de la evaluación. Por ejemplo, en este caso el valor ideal fue uno (1), y al tener cinco categorías de evaluación, el peso de cada una fue de 0.2. Para el siguiente nivel, el peso de los indicadores se obtuvo por la división del valor uno entre el número de indicadores en cada subcategoría.

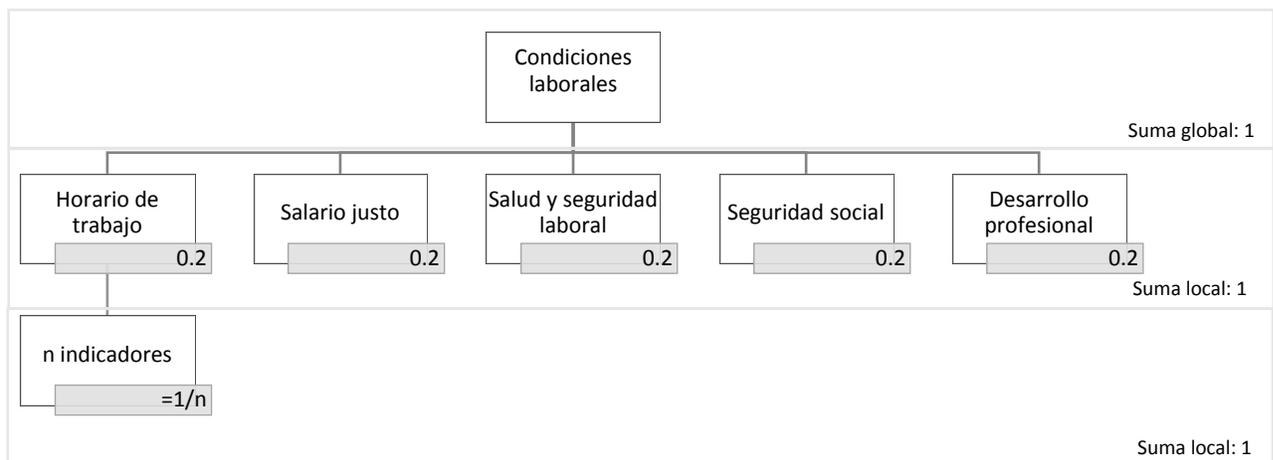


Figura 2.6 Ejemplo de la ponderación de subcategorías.

2.3.4. Valoración de nivel de impacto o desempeño.

La valoración final de impacto fue utilizada para obtener el promedio general de lo obtenido en las primeras etapas de cálculo, mientras que la cuarta etapa definió un atributo de impacto a través de una escala nominal y de color. La primera etapa se utilizó para obtener la calificación de impacto de cada instalación evaluada a nivel de subcategoría. Consistió en multiplicar los valores de cada indicador ya normalizado x_i , por el peso local del indicador w_j en cada subcategoría, como se muestra en la siguiente fórmula.

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k x_i * w_j = w_k \quad (1)$$

En donde:

x_i = valor normalizado de cada indicador i de la subcategoría j .

w_j = peso local del indicador en cada subcategoría.

De esta manera cada suma-producto w_k quedó en un rango de valores entre 0 y 1.

La segunda etapa, se utilizó para conocer la evaluación a nivel de subcategoría. Se realizó de nuevo la operación suma-producto. Con la diferencia de que ahora los pesos w_k de cada subcategoría se multiplicaron por el peso global W_i de estas.

$$\sum_{k=1}^5, \sum_{l=1}^5 w_k * W_l = W_i \quad (2)$$

De esta manera se agregaron todas las evaluaciones de las entrevistas de cada subcategoría, en una calificación W_i final.

La tercera etapa calificó cada etapa del sistema mediante el promedio de las ponderaciones W_i entre el número de instalaciones visitadas en cada etapa, como se muestra en la siguiente fórmula.

$$\frac{\sum_{i=1}^n W_i}{n} \quad (3)$$

En donde:

W_i = calificación individual de instalación para la subcategoría i .

n = número de instalaciones en la etapa del ciclo de vida.

Una cuarta etapa, consistió en asignar un atributo sobre el impacto. Se utilizó una escala nominal definida de acuerdo con el método de evaluación seleccionado (ruta de impacto o desempeño social). Para ello se utilizó como referencia la escala de evaluación de Franz y Ciroth (2011) y complementada con la de Fontes (2016). Esta escala sugirió que el nivel de calificación cercano a "1" implicaría un desempeño social con proporción de beneficios al bienestar de los trabajadores, mientras que una calificación menor, implicó un mal desempeño social. También se utilizó el criterio de Aparcana y Salhofer (2013) para la aprobación de la subcategoría. En el caso de una calificación mayor a 0.5 se consideró aprobatoria y reprobatoria para el caso contrario. De esta manera una calificación reprobatoria también se utilizó como indicador de posibles daños y por tanto menor cantidad de beneficios. Las escalas de la figura 2.7 son un ejemplo de las escalas de evaluación propuestas.

2.4. Fase 4. Interpretación.

Los resultados obtenidos de las fases anteriores permitieron establecer una relación entre el desempeño social de las condiciones laborales y los impactos en el bienestar de los trabajadores. Esto mediante la comparación de etapas y subcategorías, la identificación de las variables que

intervinieron en la calificación obtenida y la detección de puntos de mejora. Se realizaron algunas recomendaciones y definieron futuras líneas de investigación.

Valor	Nivel de desempeño	Puntuación	Impacto social
0	Sin información	1	Beneficios al bienestar
0.2-0.39	Malo	Menor a 0.5	Daños al bienestar
0.4-0.59	Medio		
0.6-0.79	Bueno	0	Falta de información
0.8-0.1	Muy bueno		

Figura 2.7 Ejemplos de escalas de referencia para la evaluación.

3. Resultados

Los resultados se muestran en tres partes, una que muestra el inventario realizado para comenzar la evaluación, otra que es la fase evaluación de impacto y la tercera como la fase de interpretación.

3.1. Fase 2. Análisis de Inventario

El inventario que se muestra a continuación fue resultado del procedimiento propuesto en la figura 2.3 de la metodología. Cada tabla correspondió con cinco subcategorías de impacto: horario de trabajo, salario justo, seguridad social, salud y seguridad laboral y desarrollo profesional.

Tabla 3.1 Subcategoría horario de trabajo.

Horario de trabajo								
Etapa	Nombre de la planta	1. Días de descanso	2. Horas totales establecidas a la semana en turno normal	3. Horas extra en promedio a la semana	4. Horas en jornada normal de trabajo con tiempo extra	5. Horas extra carácter voluntario	6. Días de descanso	7. Pago de horas extras con tarifa especial
Captación y Potabilización.	Laboratorio fisicoquímico del agua	2	60	50	90	si	2	no
	Edificio dosificación 1	2	60	35	75	si	2	no
	Edificio de cloración	2	60	49	89	si	2	no
	Módulos de filtración	2	60	25	65	si	2	no
	Pozo San Juan Tiihuaca	5	48	8	56	no	5	no
	Acueducto Tláhuac	2	40	8	48	si	2	si
	Río Magdalena 1	2	40	8	48	si	2	finf
Distribución.	Magdalena 2	5	48	no hay	48	si	5	no
	PB5	2	40	0	40	finf	2	no
	PB5	2	40	0	40	finf	2	si
	El Cartero	5	48	11	59	si	5	finf
	La Estrella	5	48	4	52	finf	5	finf
Almacenamiento	El Peñón	5	48	no hay	48	finf	5	finf
	Zaragoza	5	48	no hay	48	si	5	no
Drenaje	Lienzo	5	48	no hay	48	si	5	no
	El Salado	5	48	24	72	si	5	finf
	Renovación	5	48	6	54	si	5	finf
	Portal de salida	2	40	no hay	40	si	2	no
		2	40	17	57	si	2	no
Tratamiento agua residual	2	40	17	57	si	2	no	
	Cerro de la Estrella	2	40	8	48	finf	2	no
	San Juan de Aragón	2	40	15	55	si	2	no

La Tabla 3.2 Muestra la información clasificada para la subcategoría de salario justo. Se identificó la posibilidad de utilizar el salario total aproximado que reciben los trabajadores de operación, el nivel de cobertura de necesidades y si tuvieron otras actividades de trabajo para cubrir sus necesidades faltantes. En el caso del nivel de cobertura de necesidades, se utilizó una clasificación de escala nominal con cuatro clasificaciones: muy bajo, bajo, media, alta y muy alto. Esta clasificación solo se realizó para fines prácticos de la evaluación.

Tabla 3.2 Subcategoría de salario justo.

Etapa	Nombre de la planta	1. Salario total aproximado al mes.	2.Cobertura de necesidades	3. Toma otras opciones para cubrir necesidades porque no le alcanza.
Captación y potabilización	Pozo San Juan Tlihuaca	12222	MEDIA	si
	Laboratorio fisicoquímico del agua	17000	MUY ALTO	si
	Edificio dosificación 1	19600	MUY ALTO	si
	Edificio de cloración	18000	MUY ALTO	si
	Módulos de filtración	12411	ALTO	si
	Rio Magdalena 1	7250	BASICA	SI
	Río Magdalena 2	3200	MUY BAJO	SI
	Acueducto Tláhuac	12000	MEDIA	SI
Distribución	PB5	13000	MEDIA	no
	PB5	10000	BASICA	no
	El Cartero	9000	MEDIA	NO
	La Estrella	8800	MEDIA	SI
	El Peñón	10000	ALTO	NO
	Zaragoza	11000	ALTO	SI
Almacenamiento	Lienzo	7500	BASICA	SI
	El Salado	8494	BASICA	SI
Drenaje	Renovación	8000	BASICA	SI
		5000	BAJA	NO
	Portal de salida	14000	ALTO	si
		16000	ALTO	si
Tratamiento agua residual	Cerro de la Estrella	9000	MEDIA	no
	San Juan de Aragón	12400	ALTO	no

Tabla 3.3 Subcategoría de salud y seguridad laboral.

Categoría de impacto		Salud y Seguridad laboral					
Número y nombre del indicador		1. Exposición a riesgos en la instalación (dato por entrevista)					
		Riesgos físicos			Riesgos químicos		
		Riesgo	Tipo	Actividad de exposición	Riesgo	Tipo	Actividad de exposición
Captación y potabilización	Pozo San Juan Tlihuaca	MEDIO	Descarga eléctrica Caídas Asaltos	Tableros de arrancador en mal estado físico. Condiciones de seguridad de la zona	MEDIO	Uso de hipoclorito	Fugas de las tuberías
	Laboratorio fisicoquímico del agua	ALTO	Caídas, descargas eléctricas y golpes.	Resbalones y golpes por las lluvias cuando toman las muestras en los módulos, por arranque de equipos eléctricos.	ALTO	Exposición a gases de cloro, sulfato, se usa mascarilla. Quemaduras a causa de manejo de ácido	sin información
	Edificio dosificación 1	ALTO	Caídas, carga o manejo de objetos pesados. Lesiones por lumbalgias.	Manejo de los químicos y válvulas.	ALTO	Intoxicaciones por sulfato	sin información
	Edificio de cloración	ALTO	Lesiones por lumbalgias, caídas en temporada de lluvias, descargas eléctricas.	Manejo de equipos pesados por los contenedores, caídas en el área cuando llueve	ALTO	Malos olores y gases	por la llegada del agua, gases por fugas
	Módulos de filtración	ALTO	caídas, machucones	en las rejillas al realizar la limpieza, los machucones al calzar los clarivacs.	ALTO	Por el cloro	algunas válvulas ya están mal. Una vez las válvulas no cerraron, al hacerlo manual, no tiene apoyos en la noche, no hay doctores, y va a la clínica de su comunidad. Han solicitado chalecos salvavidas
	Río Magdalena 1	ALTO	Caídas, machucones, manejo de objetos pesados.	Zonas de captación del río, resbalosas y sin iluminación. Manejo de materiales en las escaleras. Subir a tuberías resbalosas. Manejo de costales de cal y sulfato.	MEDIO	Uso de hipoclorito	
	Río Magdalena 2	ALTO	Descargas eléctricas Caídas Daños al oído	Transformadores y bombas Abrir compuertas Ruido de bombas	ALTO	Hipoclorito	
	Acueducto Tiáhuac	MEDIO	Descarga eléctrica	Los tableros de potencia y control están en su cabina de operación	ALTO	Intoxicación por gases, manejo de hipoclorito	

Continuación de la Tabla 3.3 Subcategoría de salud y seguridad laboral.

Distribución	PB5	ALTO	ruido, caídas, descargas eléctricas, golpes y quemaduras	Por piso mojado, aceite, manejo de controles, libranzas, pruebas al equipo y atención a fallas	MEDIO	Hipoclorito y malos olores	sin información
	PB5	ALTO	caídas, descargas eléctricas, ruido y quemaduras	Se tropiezan con las estructuras, manejo de equipos y tableros eléctricos, ruido por funcionamiento de bombas, quemaduras por equipos calientes.	0	Sin información	sin información
	El Cartero	ALTO	Descargas eléctricas, arrastre en deslaves, aplastamiento, golpes. Asaltos. Picaduras de insectos	Subestaciones expuestas a daños por deslaves o caídas de árboles, manejo de alta presión en válvulas, motores en mal estado, falta de iluminación y rejas de seguridad. Fauna del lugar	ALTO	Manejo de gas cloro	En apertura de compuertas
	La Estrella	ALTO	Ruido por las bombas, caídas, descargas eléctricas	Por operación de bombas en el sitio de bombeo.	ALTO	Manejo de cloro	Área de dosificación de cloro.
	El Peñón	ALTO	Ruido por las bombas, machucones, caídas	Por operación de bombas en el sitio de bombeo. Hay fugas de agua.	ALTO	Manejo de cloro	Área ca dosificación de cloro.
Almacenamiento	Zaragoza	BAJO	Asaltos, caídas	Falta de iluminación en la instalación, fauna	ALTO	concentración de gases por hipoclorito	Tanque
	Lienzo	BAJO	Caídas, asaltos	Escaleras sin mantenimiento, falta de iluminación, inseguridad de la zona	BAJO	Ninguno	Ninguno
Drenaje	El Salado	ALTO	Golpes por equipo mecánico. Exposición a ruido. Descargas eléctricas	Encendido de equipos.	ALTO	Uso de bioxiclean	Área dosificación de bioxiclean.
	Renovación	ALTO	Caídas, fallas eléctricas, mecánicas, verificación de niveles con caídas, cortaduras por equipo oxidado, en la noche la falta de iluminación.	Verificación de lumbreras, recorridos nocturnos, apertura de compuertas.	ALTO	Intoxicación por gases del agua residual	Todo el tiempo huelen los gases tóxicos de la lumbrera, se contaminan alimentos. También si no se lavan las manos.

Continuación de la Tabla 3.3. Subcategoría de salud y seguridad laboral

Drenaje	Portal de salida	ALTO	Caídas	Por toma de niveles y por neblina, en la mañana cuando llegan no se ve el canal.	ALTO	Exposición a gases de agua negra y animales muertos	Por el canal, hay neblina en la mañana y lo respiran. Infecciones en la piel. Los primeros días salen granos en las manos. Con el sol el olor es más fuerte. También por animales muertos.
		ALTO	Caídas, cortaduras	Riesgo de caerse al canal, cuando pintan las escaleras, cortaduras por manejo de guadañas.	ALTO	Exposición a gases de agua negra.	Por el agua contaminada
		ALTO	Caídas, machucones, golpes	no utilizar escaleras, machucones en maniobras de compuertas	ALTO	Exposición a gases de agua negra.	Todo el tiempo huelen los gases tóxicos.
Tratamiento agua residual	Cerro de la Estrella	ALTO	Caídas, descargas eléctricas.	Cuando se lavan los vasos, cuando operan equipos	ALTO	Intoxicación por gases del agua residual. Manejo de clorogás	Enfermedades gastrointestinales por el manejo del agua residual. Contacto en el cambio de los cilindros.
	San Juan de Aragón	ALTO	Caídas, Descargas eléctricas, intoxicación por clorogás	Operación de válvulas, caminar cerca de los tanques, operación de equipos eléctricos, operación de equipo clorogás.	ALTO	Intoxicación por clorogás	Área de dosificación con clorogás.

Tabla 3.4 Requisitos básicos de la instalación. Subcategoría de Salud y seguridad laboral.

Subcategoría de impacto		Salud y Seguridad laboral				
Etapa	Nombre de la planta	2. Requisitos básicos de seguridad de la instalación		3. Uso de extintores	4. Iluminación adecuada	5. Uso de Señalamientos de seguridad.
		1. Botiquín presente y en buenas condiciones	2. Condición			
Captación y potabilización	Pozo San Juan Tlihuaca	NO	no tienen	SI	NO	NO
	Laboratorio fisicoquímico del agua	SI	se tardan en recargarlo	SI	SI	SI
	Edificio dosificación 1	SI	abastecimiento continuo	SI	SI	SI
	Edificio de cloración	SI	abastecimiento cada año	SI	SI	SI
	Módulos de filtración	SI	no tiene abastecimiento continuo	SI	SI	SI
	Río Magdalena 1	SI	No se recarga en lo que se necesita	SI	NO	NO
	Río Magdalena 2	NO	No se revisó	NO	NO	NO
Distribución	Acueducto Tláhuac	SI	Tiene lo básico, gasas y alcohol	SI	NO	NO
	PB5	SI	lo abastecen continuamente	SI	SI	SI
	PB5	SI	lo abastecen continuamente	SI	SI	SI
	El Cartero	NO	no se revisó	0	NO	NO
	La Estrella	NO	Sin abasto de equipo	SI	NO	NO
Almacenamiento	El Peñón	NO	no se revisó	0	NO	NO
	Zaragoza	SI	abastecido	NO	NO	NO
	Lienzo	NO	no hay	0	NO	NO
Drenaje	El Salado	NO	no hay	NO	NO	NO
	Renovación	NO	no hay	SI	NO	NO
	Portal de salida	SI	se renueva poco	no	no	no
Tratamiento agua residual		SI	se renueva poco	no	no	no
	Cerro de la Estrella	SI	se renueva poco	SI	NO	NO
	San Juan de Aragón	SI	no se revisó	SI	NO	NO

Tabla 3.5 Requisitos de planes de emergencia y salud. Subcategoría de salud y seguridad laboral.

Planes de emergencia	Salud
----------------------	-------

Etapa	Nombre de la planta	1.Conocimiento de planes de emergencia	2.Brigada de seguridad	1.Presencia de daños a la salud a causa de la operación	2. Padecimiento de Enfermedades	Tipo	3. Se realizan exámenes periódicamente
Captación y potabilización	Pozo San Juan Tlihuaca	NO	NO	NO	SI	diabetes	NO
	Laboratorio físicoquímico del agua	NO	NO	NO	NO		SI
	Edificio dosificación 1	NO	NO	NO	SI		NO
	Edificio de cloración	SI	NO	SI	SI		NO
	Módulos de filtración	SI	NO	NO	NO		NO
Distribución	Río Magdalena 1	NO	NO	SI	SI	Dolencia de rodilla	NO
	Río Magdalena 2	NO	NO	NO	NO		NO
	Acueducto Tláhuac	NO	NO	NO	NO		NO
	PB5	SI	NO	NO	NO		NO
	PB5	SI	NO	NO	NO		NO
	El Cartero	NO	NO	SI	SI	No percibe los olores, padece constantemente pulmonías, neumonías y de la garganta	NO
Almacenamiento	La Estrella	NO	NO	NO	NO		NO
	El Peñón	NO	NO	NO	NO		NO
	Zaragoza	NO	NO	SI	SI	Ya no huele bien debido a las concentraciones de cloro	NO
Drenaje	Lienzo	NO	NO	NO	NO		NO
	El Salado	NO	NO	NO	NO		NO
	Renovación	NO	NO	SI	SI	Si, se ha enfermado seguido de la garganta, es diabético	NO
Tratamiento agua residual	Portal de salida	NO	NO	SI	SI	Las enfermedades respiratorias son frecuentes, de garganta, bronquios, infecciones, no procuran que tengan vacunas	NO
		NO	NO	SI	SI	se tienen que desparasitar seguido, enfermedades de la garganta, más riesgos en la mañana	NO
		NO	NO	SI	SI	gastritis, y de vías respiratorias	NO
	Cerro de la Estrella San Juan de Aragón	NO	NO	NO	NO		NO
	San Juan de Aragón	NO	NO	NO	NO		NO

Tabla 3.6 Subcategoría de seguridad social (prestaciones).

Subcategoría de impacto		Prestaciones laborales (seguridad social)							
Etapa	Nombre de la planta	1.Días de vacaciones sin tiempo insalubre	2.Seguro social	3. Prima vacacional	4.Prima dominical	5.Aguinaldo	6.Prestaciones laborales extras a la ley		
							Vales de despensa al año	Tiempo insalubre (pago)	Premios de puntualidad
Captación y potabilización	Pozo San Juan Tlihuaca	20	si	si	no	si	si	si	si
	Laboratorio fisicoquímico del agua	20	si	si	si	si	si	no	si
	Edificio dosificación 1	20	si	si	si	si	si	no	si
	Edificio de cloración	30	si	si	si	si	si	no	si
	Módulos de filtración	30	si	si	si	si	si	no	si
Distribución	Rio Magdalena 1	20	si	si	si	si	si	si	si
	Río Magdalena 2	15	si	no	no	si	si	no	NO
	Acueducto Tláhuac	20	si	si	no	si	si	si	si
	PB5	12	si	si	no	si	no	no	si
	PB5	12	si	si	no	si	no	no	si
	El Cartero	30	si	si	si	si	si	si	si
	La Estrella	30	si	si	0	si	si	si	si
	El Peñón	30	si	si	si	si	si	si	si
Almacenamiento	Zaragoza	30	si	si	no	si	si	no	si
	Lienzo	20	si	si	0	si	si	no	si
Drenaje	El Salado	20	si	si	si	si	si	SI	si
	Renovación	20	si	si	si	si	si	SI	si
	Portal de salida	20	si	si	si	si	si	si	si
Tratamiento agua residual		20	si	si	si	si	si	si	si
	Cerro de la Estrella	20	si	si	si	si	si	SI	si
	San Juan de Aragón	20	si	si	si	si	si	SI	si
		20	si	si	si	si	si	SI	si

Tabla 3.7 Subcategoría desarrollo profesional.

Subcategoría de impacto		Desarrollo profesional								
Etapa	Nombre de la planta	1. Documentación disponible del equipo para revisar	2. Recibe capacitación laboral constante al menos una vez al año	Cursos que ha recibido	3. Presencia de Habilidades distintas a la operación	Habilidades distintas a la operación	Conocimiento de procedimientos de ascenso	Participación para subir de nivel	Puesto del operador	Nivel educativo
Captación y Potabilización.	Laboratorio fisicoquímico del agua	SI	SI	Sobre elementos físico-químicos del agua	SI	Cuando entró fue en mantenimiento mecánico, estuvo dos años. Anteriormente aprendió por una tortillería.	NO	NO	Técnico superior	Preparatoria
	Edificio dosificación 1	si	no	Seguridad y manejo de cloro, potabilización, tratamiento de aguas residuales.	SI	Estuvo en control supervisorio 10 años, se piden conocimientos en computación. Ha trabajado en todas las áreas.	no	no	Técnico superior	Secundaria
	Edificio de cloración	si	si	Primeros auxilios y todo lo referente al cloro	SI	Ha estado en otras áreas como del laboratorio, supervisión en el centro de información. Ha trabajado en otras plantas como las de aguas residuales en Valle de Bravo.	no	no	Técnico superior	Secundaria
	Módulos de filtración	SI	SI	Igualdad, equidad de género.	SI	Antes estuvo en cloración, supervisión y laboratorio.	si	no	Técnico superior	Preparatoria
	Pozo San Juan Tlilhuaca	no	no	Sobre elementos físico-químicos del agua	no	ninguna	si		Revisor técnico. Operador de pozo	Primaria
	Acueducto Tláhuac	si	si		si	Habilidades administrativas y técnicas	si	si	Operador	Preparatoria
	Río Magdalena 1	no	no		si	Habilidad para explicar el proceso a los visitantes de la planta	no	no	Operador	Primaria
	Río Magdalena 2	no	no		no		no	si	Operador	Primaria

Continuación tabla 3.7 Subcategoría de desarrollo profesional

Distribución.	PB5	si	si	Seguridad industrial, certificación de la empresa, el personal no. Tableros de control, trato de personal	SI	Si, electrónica y mecánica.	si	si	Ingeniero especializado	Universidad
	PB5	si	si	Manejo y cuidado de residuos peligrosos, seguridad en el trabajo.	SI	Si, arranque de quipos y movimientos en subestaciones	no	no	Operador	Preparatoria
	El Cartero	si	no		si	Conocimientos en electrónica	si	no	Operador de rebombeo	Universidad
	La Estrella	no	no		no	ninguna	si	no	Jefe de planta	Secundaria
	El Peñón	no	no		si	ninguna	no	no	Operador de alta capacidad	Secundaria
Almacenamiento	Zaragoza	no	no		no	ninguna	si	no	Radio operador	Secundaria
	Lienzo	no	no		si	ninguna	si	no	Operador de tanque	Preparatoria
Drenaje	El Salado	no	no		no	ninguna	si	no	Jefe de sección	Preparatoria
	Renovación	no	no		si	Conocimientos en electrónica	si	no	Jefe de Oficina	Universidad
	Portal de salida	no	no	Ningún curso, solo en oficinas centrales, no se dan cuenta de los programas que dan.	NO	no	NO	no	Limpieza	Preparatoria
		no	no	Si dan en la ciudad, si lo solicitan se los dan.	SI	Albañilería y conocimiento de instalaciones eléctricas en casas.	NO	si	Sobrestante	Primaria
		si	si		NO	no	SI	si	Técnico en telecomunicaciones	Licenciatura
Tratamiento agua residual	Cerro de la Estrella	no	no	Curso de aguas residuales.	si	Habilidades administrativas y técnicas	si	si	Encargado de Turno	Preparatoria
	San Juan de Aragón	no	no	Cursos de laboratorio.	si	Habilidades administrativas y técnicas	si	si	Encargado de Turno	Universidad

3.2. Fase 3. Evaluación

3.2.1. Clasificación

Los indicadores evaluados se muestran en la Tabla 3.8. Una vez definidos los indicadores, se comenzó con la fase 3 de evaluación.

Tabla 3.8 Categorías de impacto con subcategorías e indicadores para el inventario de datos.

Subcategoría de impacto	Indicadores		Referencias
Horario de trabajo		Días de descanso Horas totales establecidas a la semana en turno normal Horas extra en promedio a la semana Horas extra carácter voluntario Pago de horas extra con tarifa especial	SA 8000:2014. Horario de trabajo. Ley Federal del Trabajo. Handbook for Product Social Impact Assessment Ver.3.0 (2016)
Salario justo		Salario total aproximado al mes. Cobertura de necesidades Toma otras opciones para cubrir necesidades porque no le alcanza	SA 8000:2014 Remuneración. Ley Federal del Trabajo
Salud y Seguridad laboral	Exposición a riesgos en la instalación	Riesgos físicos Riesgos químicos	SA 8000:2014 Salud y seguridad. NOM-010-STPS-1994. Seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se produzcan, almacenen o manejen sustancias químicas capaces de generar contaminación en el medio ambiente labora. NOM-017-STPS-2008, Equipo de protección personal-Selección, uso y manejo en los centros de trabajo. NOM-001- STPS-1994, Condiciones de seguridad e higiene en los edificios, locales, instalaciones y áreas de los centros de trabajo.
	Requisitos básicos de seguridad de la instalación	Botiquín presente y en buenas condiciones Uso de extintores Iluminación adecuada Uso de Señalamientos de seguridad.	
	Equipo de seguridad personal	Entrega de equipo de seguridad. Uso de equipo de acuerdo a actividades de operación Equipo obligatorio sin usar	
	Accidentes laborales	Se ha accidentado en los años de trabajo En jornada de trabajo actual	
	Planes de emergencia	Conocimiento de planes de emergencia. Brigada de seguridad	
	Salud	Presencia de daños a la salud a causa de la operación Padecimiento de Enfermedades	
Seguridad social	Prestaciones sociales	Días de vacaciones Seguro Prima vacacional Prima dominical Aguinaldo Prestaciones laborales extras a la ley	Handbook for Product Social Impact Assessment Ver.3.0 (2016). Ley Federal del Trabajo
Desarrollo profesional	Capacitación	Documentación disponible del equipo para revisar Recibe capacitación laboral constante al menos una vez al año Presencia de habilidades distintas a la operación Conocimiento de procedimientos de ascenso Participación para subir de nivel	SA 8000:2014 Sistema de Gestión: Entrenamiento y Capacitación. Ley federal del trabajo. Handbook for Product Social Impact Assessment Ver.3.0 (2016)

3.2.2. Normalización

Se ponderó cada indicador del “0” al “1”, de acuerdo con el rango y criterios a cumplir de cada subcategoría. La tabla 3.9 es un ejemplo de los criterios de normalización utilizados para la subcategoría de Horario de trabajo.

Tabla 3.9 Criterios de normalización para los indicadores de la categoría correspondiente a horario de trabajo.

Horario de trabajo		
Indicadores y criterios de evaluación		
1. Las horas trabajadas en una semana normal de trabajo, sin incluir las horas extraordinarias, están por debajo de los límites establecidos por la ley.		Límite máximo de 48 horas a la semana
1	Menores o iguales a 48 horas	
0.2	Mayores a 48 horas	
0	Falta información	
2. Horas extraordinarias son de carácter voluntario.		Handbook for Product Social Impact Assessment Ver.3.0 (2016)
1	Si	
0.2	No	
0	Falta de información	
3. Horas extraordinarias no se exceden del límite legal a la semana.		Límite de 9 horas de tiempo extra, según lo estipulado en la Ley Federal del Trabajo.
1	Menores o iguales a 9 horas	
0.2	Mayores a 9 horas	
0	Sin información	
4. Las horas extraordinarias trabajadas se reembolsan a una tarifa especial		Handbook for Product Social Impact Assessment Ver.3.0 (2016)
1	Si	
0.2	No	
0	Falta de información	
5. Días de descanso mayor a 1.		Límite de 1 día como mínimo de descanso a la semana, según la Ley Federal del Trabajo.
1	Mayor a 1 día de descanso	
0.2	Menor a 1 día de descanso	
0	Falta información	

3.2.3. Ponderación

Esta se realizó de acuerdo con el número de subcategorías y la cantidad de indicadores en cada una de ellas. En este caso, resultaron del inventario cinco subcategorías. El peso de cada una resultó de dividir la calificación máxima del valor de 1 entre 5, con un resultado de 0.2. En el caso de los pesos por indicador, este se obtuvo de dividir nuevamente entre el valor de 1 y el número de indicadores en cada subcategoría. Por ejemplo, en la subcategoría de horario de trabajo se usaron 6 indicadores, y al dividir el valor uno entre seis se obtuvo el peso correspondiente de 0.166667. De esta manera, cada indicador tuvo la misma ponderación dentro de la subcategoría. La tabla 3.10, señala el peso global de las subcategorías y los pesos de los indicadores en cada una.

Tabla 3.10 Pesos global y local de las subcategorías de impacto

Subcategoría de impacto	Peso global	Peso de cada indicador por subcategoría.
Horario de trabajo	0.2	0.2
Salario justo		0.33
Salud y Seguridad laboral		0.08
Seguridad social		0.17
Desarrollo profesional		0.2

3.2.4. Valoración del nivel de impacto.

La valoración del nivel de impacto se realizó de acuerdo con las cuatro etapas definidas en la metodología. La figura 3.1 muestra la calificación de impacto para la etapa de captación y potabilización. La celda formada por horario de trabajo y laboratorio fisicoquímico del agua es la suma-producto obtenida de la primera etapa, es decir, de la multiplicación de los pesos de cada indicador y la calificación de cada uno. La segunda suma producto se muestra en la celda de Total por entrevista en la primera fila. La tercera etapa, promedió las entrevistas realizadas en cada módulo de potabilización y posteriormente se promediaron con las siguientes instalaciones, en el ejemplo corresponde a un valor de 0.6 para toda la etapa de Captación y potabilización. La cuarta etapa utilizó la escala nominal de color propuesta en la metodología para una evaluación de desempeño social. Todas las calificaciones se redondearon a dos decimales.

Etapa del ciclo urbano del agua	Instalación	Horario de trabajo	Salario justo	Salud y Seguridad laboral	Seguridad social	Desarrollo profesional	Total por entrevista	Total etapa de ciclo de vida	Nivel de desempeño
CAPTACIÓN Y POTABILIZACIÓN	Laboratorio fisicoquímico del agua	0.60	0.69	0.58	0.86	0.68	0.68	0.60	Bueno
	Edificio Dosificación 1	0.60	0.73	0.38	0.86	0.52	0.62		
	Edificio de cloración	0.60	0.71	0.32	0.90	0.68	0.64		
	Módulos de filtración	0.60	0.55	0.52	0.90	0.84	0.68		
	Promedio Cutzamala	0.60	0.67	0.45	0.88	0.68	0.66		
	Río Magdalena 1	0.83	0.33	0.25	0.92	0.36	0.54		
	Río Magdalena 2	0.73	0.20	0.52	0.54	0.36	0.47		
	Pozo San Juan Tlihuaca	0.73	0.48	0.45	0.78	0.52	0.59		
	Acueducto Tláhuac	1.00	0.48	0.45	0.78	1.00	0.74		

Valor	Nivel de desempeño
0	Sin información
0.2-0.39	Malo
0.4-0.59	Medio
0.6-0.79	Bueno
0.8-0.1	Muy bueno

Figura 3.1. Ejemplo de aplicación de cuatro etapas de valoración para la etapa de Captación y potabilización.

Una vez realizadas las etapas de evaluación para cada etapa del sistema, la calificación final en el desempeño social (obtenida también por el promedio de cada etapa), se clasificó como *Bueno* con un valor de 0.60 y un atributo de *aprobatorio*, es decir, que podría implicar más beneficios al bienestar de los trabajadores.

La siguiente gráfica muestra el desempeño social por subcategoría de todo el sistema. Se aprecia que las categorías con mejores calificaciones fueron la **Seguridad social** y el **Horario de trabajo** con desempeños de *Muy Bueno* y *Bueno* respectivamente. En un nivel *Medio* están las subcategorías de **Desarrollo profesional** y **Salario Justo** con un nivel aprobatorio. Mientras que la categoría de **Salud y Seguridad laboral** tuvo un nivel de desempeño *Medio*, más no aprobatorio (0.41).

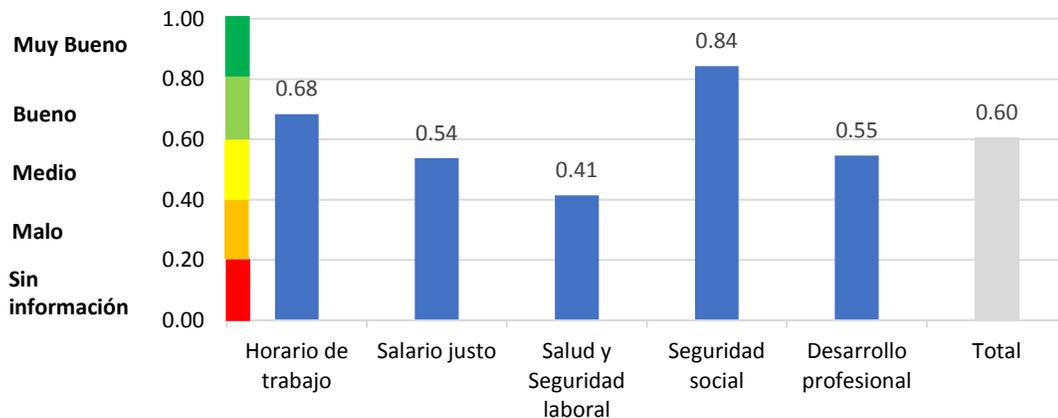


Figura 3.2 Desempeño social por subcategoría en todo el sistema.

A continuación, se realizó la interpretación de estos resultados de acuerdo con las cuestiones más relevantes que influyeron en la calificación del desempeño social por subcategoría, la identificación de posibles impactos negativos y algunas recomendaciones sobre puntos de mejora.

3.3. Fase 4. Interpretación de resultados

La interpretación se realizó con base en el desempeño social obtenido, la calificación y los factores con mayor influencia. Se discutió si algunos de los datos obtenidos en entrevistas coincidieron con otros estudios o datos generales, así como se presentó un resumen de lo encontrado los posibles impactos al bienestar de los trabajadores de acuerdo con el estado actual de las condiciones laborales requeridas para proporcionar un empleo digno, tal y como se definió en la guía metodológica de la UNEP/SETAC/LCI (2013).

3.3.1. Horario de trabajo

El ideal en esta etapa requirió el cumplimiento de los siguientes requisitos:

1. Las horas trabajadas en una semana normal de trabajo, sin incluir las horas extraordinarias, están por debajo de los límites establecidos por la ley (límite de 48 horas según la LFT (2015)).
2. Las horas extraordinarias son de carácter voluntario.

3. Las horas extraordinarias no exceden el límite de la LFT (2015). La cual establece como máximo nueve horas de tiempo extra).
4. Días de descanso mayor a uno.
5. Pago de horas extra con tarifa especial.

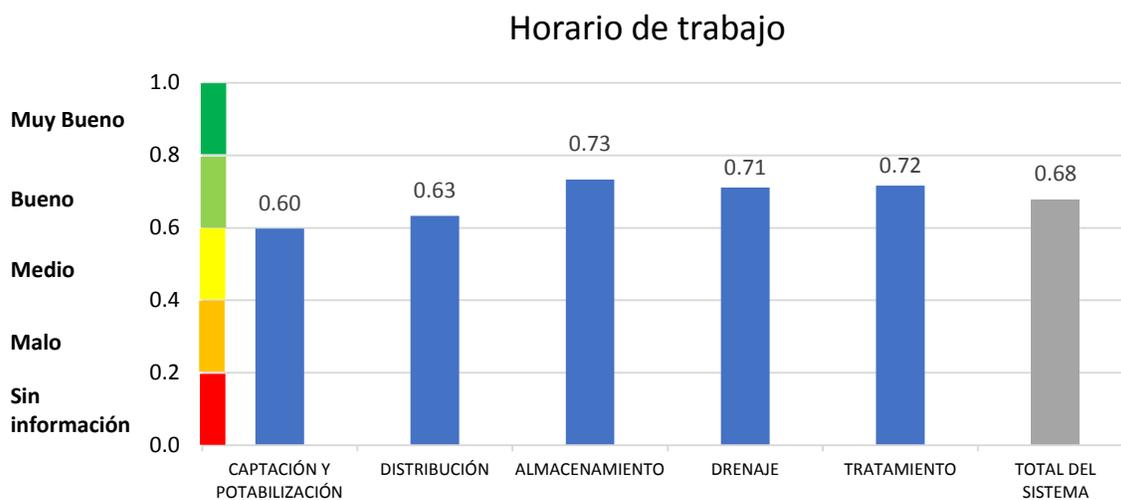


Figura 3.3. Desempeño social del sistema en horario de trabajo.

La etapa de captación y potabilización no alcanzó la calificación máxima principalmente por el desempeño en la planta potabilizadora “Los Berros”. Los entrevistados reportaron un horario de trabajo de más de 60 horas de trabajo a la semana y unas 30 horas en promedio de tiempo extra. Lo cual está fuera de los límites señalados en la Ley Federal del Trabajo (2015). En entrevistas esto se atribuyó principalmente a la necesidad de evitar afectaciones en la etapa de bombeo, retrasos en los tiempos de reinicio y principalmente por los problemas de desabasto que causan en la Ciudad de México. Esta planta aporta el 27% de agua potable a esta ciudad y su zona metropolitana, y las reparaciones por mantenimiento dejan sin agua a varias delegaciones y municipios del Estado de México, situación que agrava aún más la falta de disponibilidad de agua en la ciudad (Bunge et al., 2012; Banco Mundial, 2015).

En cuanto a las instalaciones del SACM, los entrevistados reportaron turnos de 48 horas continuas lo cual está dentro del límite nacional de 48 horas máximo de trabajo. En el rubro de horas extra, algunas plantas del SACM presentaron el problema de falta de pago. Sin embargo, en algunos casos no se tuvo esta información, dado que los trabajadores no pueden trabajar horas extra y por tanto ese indicador se clasificó con falta de información y una calificación de cero. Los argumentos principales para administrar las horas extra, de acuerdo con las entrevistas, se deben a un presupuesto restringido y a que solo se otorgan en casos de emergencia. Lo cual coincide con lo estipulado en la ley nacional sobre el pago de horas extra y los reglamentos generales de trabajo del SACM (GDF, 2007; LFT, 2015).

Por otro lado, la etapa de distribución por bombeo tuvo un desempeño de bueno con 0.63 de calificación, no alcanzó el máximo valor porque en la planta “El Cartero” se rebasó el número de horas extra superiores al límite de nueve horas estipulado en la LFT (2015). Los datos obtenidos en entrevista coincidieron con estudios realizados para realizar trabajos de actualización en esta planta (Castillo, 2013). Se reportó en entrevista que la cantidad de horas trabajadas son atribuidas a la importancia del sistema porque recibe agua del ramal Lerma y Cutzamala para distribuirlo a los habitantes y usuarios comerciales de la delegación Cuajimalpa. La calificación también disminuyó por falta de información sobre horas extra voluntarias y pagadas con tarifa especial, por ello se les asignó calificación de cero.

En cuanto a la etapa de almacenamiento, se calificó con 0.73 y un desempeño de Bueno, no alcanzó el máximo por baja calificación en horas extra. Los trabajadores reportaron que las actividades no las requieren, a excepción de casos de emergencia o relevo de un trabajador; de ser así, son pagadas con tarifa especial.

Por otra parte, en la etapa de drenaje se tuvo una calificación de 0.71 debido principalmente a horas extra a la semana fuera del límite establecido en la LFT (2015). En el portal de salida, aunque la jornada fue inferior a las 48 horas de trabajo, las horas extra fueron cerca de 17 horas a la semana, por lo que excedieron el límite de 9 horas. En entrevista, se atribuyó principalmente a la falta de personal, en donde los trabajadores a parte de las actividades en el portal de salida también realizan los trabajos de mantenimiento en las lumbreras del emisor central. Situación que es frecuente de acuerdo con los ingenieros residentes.

La situación es parecida en la planta de bombeo “el Salado”, donde se excedieron las horas de tiempo extra, con un promedio de 24 horas a la semana. El pago de horas extras no fue con tarifa especial, y por otra parte faltó información acerca de si estas son voluntarias. De acuerdo con las entrevistas y la observación directa, las actividades en estas plantas además de la operación del equipo eléctrico, requiere además actividades de limpieza de las lagunas de regulación, las cuales reciben constantemente desechos sólidos y provocan que las compuertas a los interceptores se tapen, por ello es importante dedicar tiempo extra a la operación.

La etapa de tratamiento tuvo calificación de 0.72, debido a las horas extra fuera del límite de 9 horas establecidas por la LFT (2015) y por falta de personal. Estos resultados coincidieron con los obtenidos por Padilla et al. (2016) para estudios de sustentabilidad social en plantas de tratamiento de aguas residuales, como la planta “Cerro de la Estrella”, en donde debido a convenios firmados entre trabajadores y la gestión, está permitido el trabajo de horas extra fuera de estos límites. Esto también se refleja en el salario percibido por el pago de horas extra con tarifa especial del 200% de acuerdo con lo establecido en la LFT (2015).

A manera general, los resultados también coincidieron con un estudio sobre el trabajo decente en América Latina (FLACSO, 2016), en donde México está entre los países que exceden las 48 horas de trabajo por semana, con un rango entre 49 y 69 horas semanales y donde el 46% de los trabajadores asalariados son hombres.

En lo que respecta a horas extra, y con base en el estudio anterior, los resultados coincidieron con un uso benéfico para los trabajadores, ya que son compensadas mediante salarios más altos o más días libres. Sin embargo, el estudio señala la importancia de colocar límites a esta práctica e

impedir el abuso; principalmente por las consecuencias negativas para la salud física y mental de los trabajadores, así como para la seguridad en el trabajo. Se señala que una falta de regulación de horas extra o un uso de forma imprevista, tiene efectos negativos sobre la vida personal y familiar como el estrés.

3.3.2. Salario justo

El ideal en salario justo comprendió:

- Salario normalizado igual al salario máximo reportado en todo el sistema, que fue de \$19,600.00 pesos mensuales.
- Nivel de cobertura Muy alto. Incluyó la cobertura de necesidades de alimentación, servicios de luz, agua, educación para hijos, vestimenta y transporte; uso de servicios como cable y teléfonos celulares; viajes de paseo y uso de automóvil.
- No requirió otras opciones para cubrir necesidades porque el sueldo es suficiente.

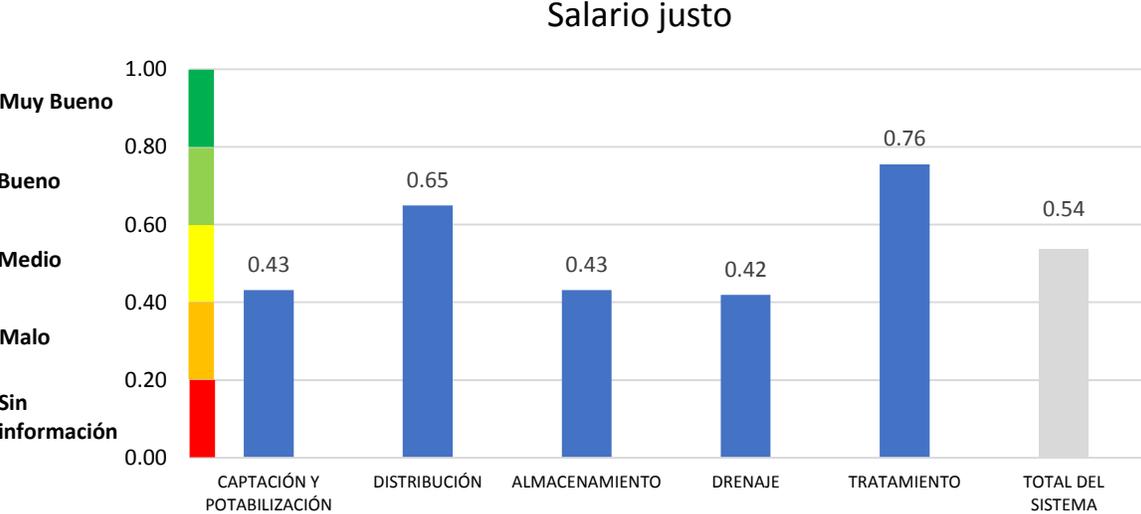


Figura 3.4. Desempeño social del sistema en salario justo.

El salario en la etapa de captación y potabilización tuvo una calificación reprobatoria de 0.43, principalmente por la diferencia en salarios de las plantas del SACM y el sistema Cutzamala. El salario de las potabilizadoras y el pozo del SACM fueron de 8,668 pesos mensuales en promedio. Las plantas Río Magdalena 1 y 2, tuvieron el salario más bajo en esta etapa, con un promedio de 5,225 pesos mensuales. Este último salario y como dato de referencia, se encuentra por debajo del promedio en los salarios base para plantas potabilizadoras de las ciudades de Monterrey y Jalisco, cuyo valor fue de 6,214 pesos. Sin embargo, es importante resaltar, que existe variación entre los salarios de operadores dentro de una misma región, debido a las percepciones como horas extra, prestaciones o préstamos. Para el caso de las ciudades anteriores ascendieron hasta 11,989.19 y

10,614.23 respectivamente (sueldos comparados de acuerdo con bases de datos de febrero de 2017 del SIAPA¹ y SADM²).

Con relación a lo anterior, el salario reportado por los trabajadores de la potabilizadora “Los Berros”, fue el más alto de todos los entrevistados con un valor aproximado de 19,600 pesos mensuales. Cabe resaltar que no todos tenían este salario como máximo debido a la variación en la cantidad de horas extra. También se visualizó, de acuerdo con los datos del talón de pago, que el salario base fue de 3,600 pesos quincenales (18% del salario percibido en ese periodo), es decir cerca del 80% del salario fue por tiempo extra. Este salario base está por debajo del promedio de las ciudades antes mencionadas, aunque con las horas extra fue casi el doble.

Dado que los salarios difieren por la cantidad de prestaciones extra, en entrevistas los trabajadores de las potabilizadoras río Magdalena 1 y 2, tuvieron una cobertura de baja a media. Mientras que los trabajadores de la potabilizadora “Los Berros” tuvieron una cobertura de media, alta y muy alta. Quienes, aun así, recurrieron a préstamos institucionales y actividades extras al trabajo para pagar universidad de hijos o hipotecas.

En la etapa de almacenamiento, la calificación fue menor a 0.43 debido a que recibieron cerca de la mitad del salario marcado como referencia, realizaron otras actividades para cubrir sus necesidades y tuvieron una clasificación en cobertura de media a alta.

En la etapa de drenaje la calificación fue reprobatoria con un valor de 0.42. Los trabajadores registraron en promedio cerca de la mitad del salario máximo de referencia, con un aproximado de 9300 pesos mensuales. No obstante, hubo marcadas diferencias en algunos salarios debido a la antigüedad laboral, el salario más bajo correspondió con un técnico de reciente contrato de base. En cuanto a las coberturas, la cobertura más alta correspondió con los salarios mayores a 12, 000 pesos mensuales de los trabajadores del portal de salida. Cabe recordar que este salario en parte fue cubierto con las horas extra trabajadas a la semana, las cuales fueron excedidas de acuerdo con el límite señalado en la LFT (2015).

Por otro lado, en la etapa de tratamiento la calificación fue de 0.76, los trabajadores ganaron en promedio 10,700 mensuales, el cual fue más de la mitad comparado con el salario de referencia de la potabilizadora los Berros. La cobertura fue de media a alta y no realizaron actividades extras para cubrir sus necesidades faltantes. En entrevistas se debió a que el trabajo lo realizan de lunes a sábado y con las horas extra no tienen tiempo de otras actividades.

Los resultados anteriores son considerados en el contexto nacional de bajo salario mínimo y una pérdida de capacidad adquisitiva, debido a que configuran escenarios desfavorables para acceder a un empleo digno. De acuerdo con la OCDE (2017), México tuvo el último lugar en el salario promedio de los 35 países que integran la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), con un promedio de 41 dólares por día, y por debajo de la media (107.6 dólares).

¹ Sistema Intermunicipal de los servicios de agua potable y alcantarillado de la Zona Metropolitana de Jalisco.

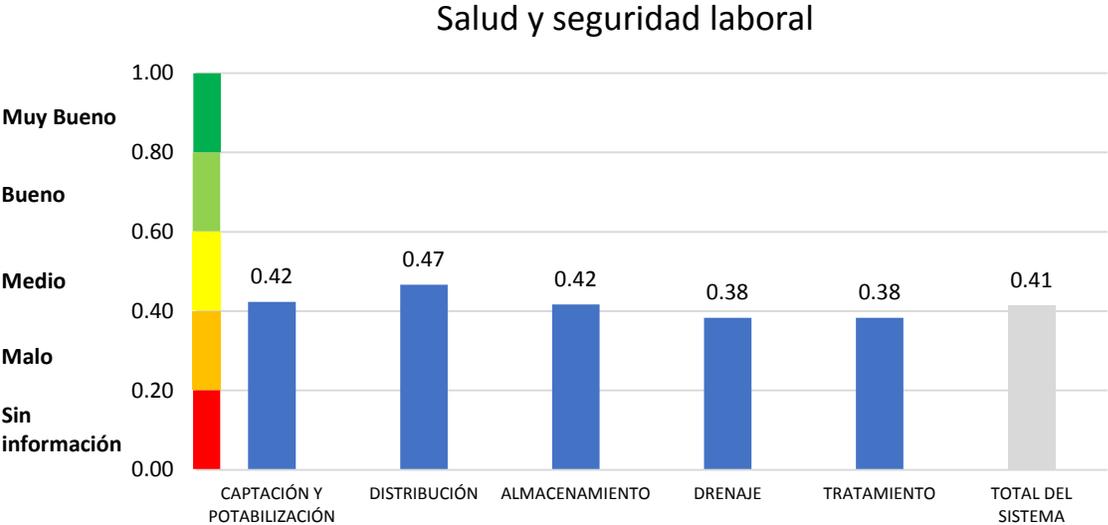
² Servicios de agua y drenaje de Monterrey.

En cuanto a la capacidad adquisitiva, de acuerdo con estudios del Centro de Análisis Multidisciplinario (2016), el salario mínimo del país ha perdido una capacidad adquisitiva del 79.5% desde diciembre de 1987 a octubre de 2016. Los 73.04 pesos del 2016 alcanzaron apenas a comprar el 82% de lo que compraban en 1994. Esto también se reflejó a nivel de América Latina. De acuerdo con el informe de OIT/CEPAL (2017) denominado Coyuntura Laboral en América Latina y el Caribe, el salario real³ en México disminuyó un 1% lo cual se sumó a una tendencia progresiva en la reducción que ha tenido este salario desde la implementación de la flexibilización laboral⁴ en el país durante los años 90 (Gálvez et al, 2011 y 2016).

3.3.3. Salud y seguridad laboral

El estado ideal en esta subcategoría comprendió:

- Baja exposición a riesgo físico y químico.
- Requisitos básicos cumplidos de seguridad en instalaciones (Botiquín, extintores, iluminación y señalamientos de seguridad).
- Planes de emergencia: Conocimiento de los planes y existencia de brigada de seguridad.
- Salud: sin presencia de daños a la salud a causa de la operación, sin padecimiento de enfermedades y si la institución realizó exámenes médicos periódicamente.
- Equipo de seguridad: entrega de equipo y uso adecuado de equipo.
- Accidentes laborales: ausencia de accidente en los años de trabajo y ausencia de accidente en jornada de trabajo actual.



³ De acuerdo con Larraín y Sachs (2002) definido en términos económicos, es a través del cual “las familias escogen entre trabajo y tiempo libre dependiendo de cuánto puede adquirir su salario en términos de bienes y servicios”, es decir, está relacionado con el poder adquisitivo del trabajador.

⁴ De acuerdo la OCDE, la flexibilidad laboral consiste en eliminar o desregular el mercado laboral con el objetivo de acabar con los altos índices de desempleo, así como de un sector informal creciente (Ibarra y González, 2010).

Figura 3.5. Desempeño social del sistema en salud y seguridad laboral.

Con lo que respecta a la salud y seguridad laboral, resalta de manera general, el bajo cumplimiento de requisitos básicos de seguridad de las instalaciones, la exposición a riesgos químicos y físicos, el desconocimiento en planes de emergencia y la presencia de accidentes laborales. En la potabilizadora los Berros, los trabajadores aseguraron la frecuente exposición a caídas, dadas las condiciones de humedad en la región y las actividades frecuentes en los tanques de sedimentación de sólidos. Las actividades de toma de muestras, ajustes mecánicos, cierre y apertura de válvulas son actividades realizadas con alta frecuencia para mantener la calidad de agua y la estabilidad de los procesos.

La exposición a riesgos químicos en esta planta fue alta, debido a las actividades de dosificación de sustancias en altas concentraciones como el sulfato de aluminio ($Al_2(SO_4)_3$) y el clorogas (Cl_2). Otro factor fueron los accidentes que tuvieron los trabajadores dentro de las instalaciones y los relacionados con sus actividades operativas. La planta los Berros es la que más cumplió con requisitos de instalaciones básicas de seguridad. No obstante, los accidentes, la falta de conocimiento de planes de seguridad, y la falta de supervisión médica frecuente fueron factores que disminuyeron su calificación.

En cuanto a las plantas del SACM, río Magdalena 1 y pozo San Juan Tlihuaca también presentaron accidentes laborales y la falta de incumplimiento en requisitos básicos de seguridad en instalaciones. De acuerdo con un estudio sobre el estado de las instalaciones de las plantas de agua potable de la Ciudad de México en 2015, la mayoría presentó deterioro a causa de la antigüedad y falta de mantenimiento (Campos, 2015).

Por otro lado, para la etapa de distribución, las plantas de bombeo a cargo del SACM, no cumplieron en su mayoría con los requisitos básicos de seguridad. La exposición más frecuente fue de riesgo físico debido al ruido constante de las bombas de alta capacidad. También por la presencia de afectaciones a la salud de algunos operadores y por la frecuencia de accidentes laborales, específicamente en la planta “el Cartero”, dadas las condiciones biofísicas del lugar, la cual se ubica en Lomas de Vista Hermosa, delegación Cuajimalpa.

En cuanto a las plantas de bombeo del Cutzamala, la exposición a ruido fue frecuente, debido a la operación continua las 24 horas del día. No obstante, estas instalaciones cumplieron con todos los requisitos de seguridad en las instalaciones y también sobre conocimientos de planes de emergencia, cuya documentación fue verificada con la documentación en el sitio de trabajo.

En la etapa de almacenamiento las instalaciones no cumplieron con los requisitos básicos de seguridad, ni cuentan con planes de emergencia. Tampoco la institución aplica exámenes médicos de forma frecuente. Uno de los trabajadores presentó problemas de salud en el sentido del olfato debido a la frecuente exposición con el cloro del agua almacenada, lo que también refirió a la falta de capacitación y monitoreo sobre los planes de seguridad y salud de los trabajadores.

En la etapa de drenaje solo se cumplió la entrega de equipo de seguridad. En el bombeo de agua residual, la exposición a los olores en toda la jornada laboral (48 horas seguidas), y la falta de requisitos básicos como señalamientos de seguridad, iluminación, brigada de seguridad, botiquín,

extintores disponibles, no fueron cumplidos. Los operadores percibieron una alta exposición tanto de riesgo físico como químico, debido al manejo de equipo eléctrico para el bombeo de agua residual, la exposición a gases o a equipo oxidado a causa de ello y el constante manejo de basura e incluso de animales muertos.

La situación es similar para el portal de salida, solo que la exposición no es por manejo eléctrico de alta capacidad, pero si por las actividades de estancia que realizan en el lugar, lo cual prolonga el tiempo de exposición al agua residual incluso en el horario de comida. Las consecuencias por la exposición a los malos olores del agua del portal, cuya capacidad de desalojo es de 200 metros cúbicos de agua por segundo, los operadores reportaron la frecuencia de enfermedades cutáneas, infección en ojos y estómago. La actividad de medición de la altura del agua residual en el canal, y que no es automática, es una actividad a que están expuestos dada la profundidad del canal. En nuestra visita, este dispositivo estaba por ser reinstalado.

Por otra parte, en la etapa de tratamiento, la antigüedad de las instalaciones es un factor visible e influye por tanto en el cumplimiento de los requisitos básicos de seguridad. También los trabajadores se enferman constantemente de infecciones estomacales y vías respiratorias. Por tanto, tuvieron un desempeño de 0.38. De acuerdo con los manuales de riesgo de la Organización Internacional del Trabajo, en esta etapa son frecuentes las caídas, resbalones, y traslados en pisos húmedos y resbaladizos durante el manejo del agua. También la exposición a sustancias peligrosas por fugas, fallas en el equipo o errores humanos en el manejo de materiales tóxicos durante la adición de productos químicos (OIT, 2015).

Cabe mencionar que los trabajadores en esta sección, se refirieron al Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE), como institución de salud para llevar a cabo las revisiones médicas. Si bien no es responsabilidad directa del SACM y la OCAVM, realizar los estudios de salud de los trabajadores; de acuerdo con la norma internacional SAI 8000, las organizaciones si son responsables de establecer mecanismos de monitoreo a la salud.

3.3.4. Seguridad social

El estado ideal en esta subcategoría correspondió con los siguientes requisitos:

- Días de vacaciones acordes con lo establecido en la ley y años de trabajo.
- Presencia de seguro social,
- Prima vacacional,
- Prima dominical,
- Aguinaldo,
- Prestaciones laborales extras a la ley (tiempo insalubre, vales de despensa, premios de puntualidad).

Seguridad social

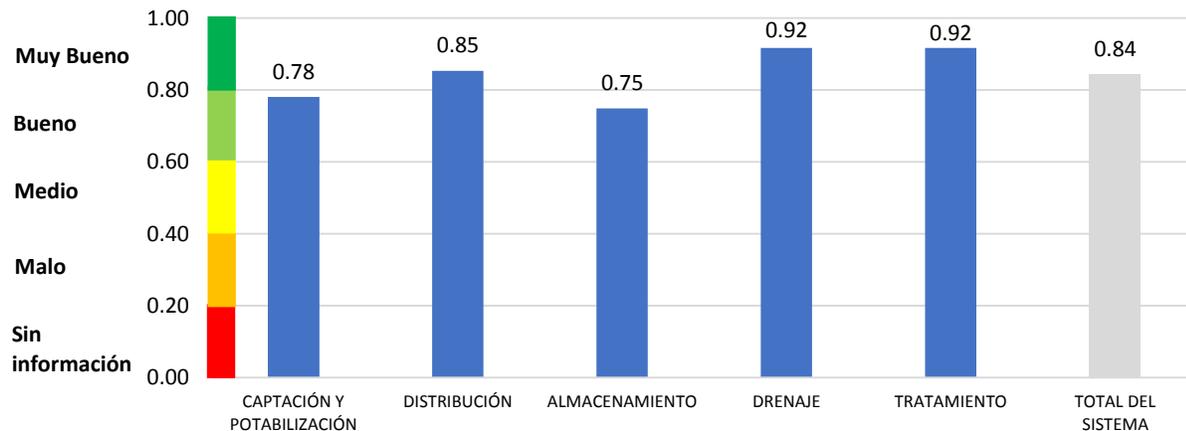


Figura 3.6. Desempeño social del sistema en seguridad social.

La etapa de captación y potabilización tuvo problemas con el criterio de días de vacaciones acordes con la LFT (2015). En el cálculo, no se consideró el periodo por tiempo insalubre, ya que esta es una prestación. Los días de vacaciones se calcularon de acuerdo con la antigüedad laboral de los trabajadores sin contar los años de trabajo como eventuales.

Otros criterios con problemas fueron el pago de prima dominical, y la prestación de tiempo insalubre. En el caso del Sistema Cutzamala, fue una prestación aún solicitada por los trabajadores entrevistados, debido a que no está estipulada en los convenios firmados.

Un aspecto por resaltar es que los trabajadores tanto del Cutzamala como del río Magdalena, presentaron dificultades de transporte al lugar de trabajo. Los entrevistados de la potabilizadora los Berros, utilizan auto particular, principalmente por la falta de transporte público acorde con los horarios de trabajo y por la ubicación de la planta. También para el caso de río Magdalena, comparten autos particulares, o taxi, dada la ubicación de la planta dentro del bosque “Los Dínamos” en la delegación Magdalena Contreras. En esto algunos trabajadores reciben una compensación de apoyo al traslado.

En la etapa de bombeo, los trabajadores del sistema Cutzamala tuvieron los días de vacaciones por debajo de lo que marca la ley. No reciben prima dominical ni las prestaciones extra que ofrece la ley para trabajadores en exposición a tiempo insalubre, en comparación a las plantas de bombeo del SACM, a cuyos trabajadores se les otorgan todas las prestaciones. Cabe resaltar que la planta de bombeo 5 del Cutzamala es la que mayor cantidad de metros cúbicos procesa y está concesionada a la iniciativa privada.

En la etapa de almacenamiento los trabajadores tuvieron todas las prestaciones que marca la LFT (2015). Solo los días de vacaciones sin considerar el tiempo insalubre estuvieron por debajo de la ley. Mientras que, para las etapas de drenaje y tratamiento de agua residual, las prestaciones sociales fueron mayores que en los procesos de agua potable. La mayoría de los criterios fueron cumplidos, incluso el pago de tiempo insalubre. Solo los días de vacaciones quedaron por debajo

de lo establecido en la ley. Aunque estas etapas tuvieron la calificación más alta en esta subcategoría (0.92) contrastó con la calificación de salud y seguridad.

3.3.5. Desarrollo profesional

El estado ideal en esta subcategoría se definió como:

- Documentación disponible para operación del equipo.
- Recibió capacitación laboral constante (al menos una vez al año).
- Reportó habilidades distintas a la operación.
- Conocimiento de procedimientos de ascenso.
- Participación en mecanismos de ascenso.

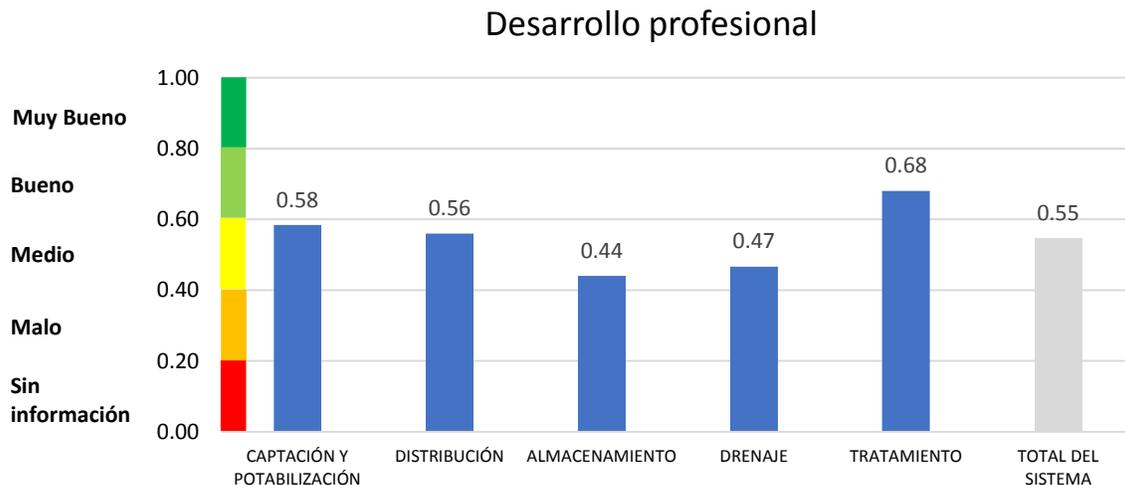


Figura 3.7 Desempeño social del sistema en desarrollo profesional.

En desarrollo profesional la potabilizadora los Berros ha recibido capacitación laboral constante y cursos acordes a las actividades que realizan. Los trabajadores también tuvieron otras habilidades diferentes a las que desempeñan actualmente. Esto debido a que han trabajado en todas las áreas de la planta. El Sistema Cutzamala actualmente cumple con estándares de calidad ISO 9001, lo que comprueba el cumplimiento de capacitación ya que también es evaluado en esta norma (Banco Mundial, 2015).

Dada la calificación baja en los criterios para ascender de nivel, se consideró de 0.2, debido a que no conocen el procedimiento para ascender de puesto, además de que requieren de más estudios y experiencia para ascender a un puesto administrativo. Esto de acuerdo con la definición de desarrollo profesional, el cual debe permitir a todos los trabajadores el avance en su preparación escolar para ascender a mejores puestos de trabajo.

El sistema Cutzamala, a pesar de la capacitación, los trabajadores enfrentaron problemas en el desempeño de sus actividades por la cantidad de agua que se procesa y que va en proporción con una necesidad tecnológica de actualización. Los trabajadores actuales ya llevan más de 30 años de trabajo y están cerca de la jubilación, realizan sus actividades en instalaciones poco actualizadas y deterioradas.

En cuanto a la etapa de distribución por bombeo, la planta No.5 del Cutzamala, se registró que los trabajadores recibieron capacitación laboral constante, al menos más de dos veces al año y con cursos relacionados con sus actividades. También contaron con la documentación necesaria para operar los equipos de control; caso contrario para las plantas de bombeo del SACM. En estas últimas plantas, es relevante que los trabajadores no conocen en su mayoría los procedimientos de ascenso o no han participado, a pesar de la antigüedad laboral. De entre las causas estuvieron la falta de plazas disponibles o la preferencia sobre actividades técnicas que administrativas, dado que las condiciones laborales actuales se ajustan a sus necesidades.

Las plantas de bombeo del Sistema Cutzamala son una muestra de la alta especialización técnica que debe tener el personal (Banco Mundial, 2015). Si se traslada esta situación a una futura actualización tecnológica a la potabilizadora, se afectaría a los trabajadores actuales, dadas las condiciones de preparación profesional que tienen (generalmente entre secundaria y preparatoria). Los trabajadores actuales quedarían excluidos para seguir con un crecimiento profesional en la institución ante un supuesto cambio tecnológico si no se atiende con un programa de actualización y capacitación. Por tanto, como señala Lehmann et al. (2015) es necesario considerar las habilidades, el conocimiento de personal y el empleo local para generar un proceso de transferencia de tecnología exitoso y de forma sustentable.

Por otra parte, en la etapa de almacenamiento, los trabajadores solo reportaron conocer los procedimientos de ascenso. No reciben capacitación laboral constante ni acorde a sus actividades, tampoco cuentan con documentación del equipo que operan, además no participaron en procedimientos de ascenso, debido a limitaciones en su educación escolar (preparatoria y secundaria).

En cuanto la etapa de drenaje, no contaron con la documentación de operación, como manuales de los dispositivos o instructivos; e igualmente carecen de capacitación constante. En entrevista comentan que los cursos actuales de capacitación no son acordes con sus actividades y al impartirse solo en oficinas centrales, requieren de un traslado mayor de tres horas. Cabe recordar que el portal de salida está en Tepeji del Río, Estado de México, e igualmente las plantas de bombeo se encuentran en el oriente de la ciudad. Por lo que después del trabajo, no les da tiempo de asistir hasta las oficinas ubicadas en el centro de la Ciudad de México.

En cuanto a la etapa de tratamiento, la capacitación no es constante, dado que la reciben cada dos años y no cumplen con la disponibilidad de documentación y procedimiento necesarios para sus actividades operativas. Los trabajadores entrevistados, conocen y han aprovechado los mecanismos de ascenso, dada la experiencia de trabajo y el nivel de estudios.

En resumen, la figura 3.8 muestra la evaluación por etapas del sistema. La **Captación y potabilización** tuvo un desempeño de *Bueno* al igual que la **Distribución**. El **Almacenamiento** resultó la etapa con el valor más bajo de desempeño social con un nivel de *Medio*. Mientras que,

en las etapas del manejo de aguas residuales, la etapa de **Drenaje** obtuvo un desempeño de *Medio* y la etapa de **Tratamiento** con un desempeño de *Bueno*. Ninguna etapa del sistema alcanzó el nivel *Muy bueno* en desempeño social.

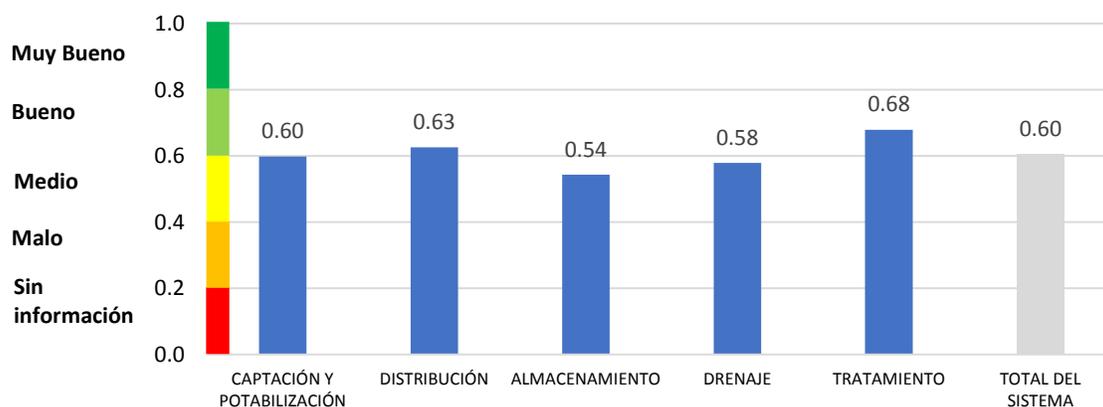


Figura 3.8 Desempeño social por etapas del sistema de agua urbana.

Ante los resultados anteriores, se detectaron algunos puntos de posibles efectos negativos y positivos en el bienestar de los trabajadores, tanto en corto como a largo plazo. Los cuales a su vez requieren de atención por parte de las instituciones encargadas de la gestión.

- Horario de trabajo. Esta categoría en general tuvo un desempeño bueno. No obstante, por un lado, resaltó el exceso en horas extra trabajadas en las plantas con mayor cantidad de metros cúbicos como en la potabilizadora “los Berros” del sistema Cutzamala, la planta de bombeo “el Cartero”, y las plantas de tratamiento de agua residual. En esta última etapa, como en las instalaciones de drenaje (portal de salida y plantas de bombeo); la cantidad de horas extra prolonga la jornada laboral y es posible que tenga efectos negativos tanto en la salud de los trabajadores como en la estabilidad familiar (Feo A., 2008).
- Salario justo. El desglose del salario es una parte importante a considerar, a parte de la cantidad que es percibida y la cobertura de necesidades. El salario del sistema Cutzamala podría parecer digno, pero tuvieron que trabajar más horas y pagadas al doble o triple, para obtener el salario de 19,600 pesos mensuales. Lo mismo sucedió para los trabajadores de drenaje y agua residual. La Coalición Global por Salario Decente de ISEAL y la iniciativa de Salario Decente, propone una metodología para establecer si un salario es decente o justo, en donde la forma de pago es un factor importante por considerar. Así para evaluar un salario decente, también es necesario no incluir la cantidad de horas extra (GLWC, 2013, OXFAM, 2014).
- Otro punto es sobre el nivel de cobertura, en caso de quitar las horas extra. En donde los trabajadores con los salarios más altos cubrían necesidades de automóvil y casa.

¿Entonces el salario de 7200 pesos cubriría dichas necesidades? De acuerdo con un estudio del Centro Multidisciplinario de Análisis (CAM) de la Universidad Autónoma de México (UNAM) en 2015 se requerían más de seis salarios mínimos diarios para adquirir una canasta básica. Lo cual equivale a 12,618 pesos mensuales (este consideró un salario mínimo de 70.10).

- Se añade a lo anterior y de acuerdo con la CAM que, para cubrir el costo de acceso a los alimentos, las personas actualmente, se ven obligadas a considerar cuatro alternativas para alcanzar una canasta básica como: buscar un doble empleo, que más miembros de la familia trabajen y obtengan un ingreso para contribuir al gasto de la familia; recurrir al mercado informal y emigrar a otra región del país o al extranjero (CAM, 2015). Factores que resaltaron en la mayoría de las entrevistas al reportar más de una actividad laboral.
- En salud y seguridad es necesario considerar la exposición de los trabajadores por el incumplimiento de las medidas de seguridad y la falta de revisiones médicas. Principalmente en los trabajadores de drenaje y tratamiento. De acuerdo con un estudio sobre la salud en trabajadores de drenaje de la ciudad de Kolkata, India; este grupo presentó deficiencias de nutrición por exposición a metales pesados en el agua residual (Basu et al., 2015).
- También es importante resaltar la cuestión sobre prevenir los riesgos de trabajo y evitar normalizarlo, de tal forma que tanto trabajadores como la institución, no acepten el riesgo laboral para cubrir sus necesidades y también minimizarlo con la cantidad de prestaciones otorgadas y el aumento en el sueldo percibido (Falagán et al., 2000).
- Prestaciones sociales. Esta etapa fue la de más alta calificación principalmente en las etapas con mayores riesgos a la salud, por lo que podría representar un efecto positivo al bienestar. Se observa también que su cobertura es amplia en las instalaciones del SACM en las etapas de drenaje y tratamiento. No obstante, es importante considerar si la compensación en prestaciones es suficiente para compensar los daños a la salud en un largo plazo.
- Lo anterior también proporciona estabilidad laboral a los trabajadores, debido a que en entrevistas coinciden en que las condiciones actuales de trabajo en la iniciativa privada se tiene un nivel de prestaciones mínimas y solo contratos temporales, tal como menciona Pacheco (2016) en el estudio de la precariedad laboral para la Ciudad de México.
- Desarrollo profesional. Esta categoría debido al mal desempeño obtenido podría significar un impacto negativo al bienestar desde el punto de vista del desarrollo de capacidades. Debido a que, al no realizar estudios como la universidad, durante los años de trabajo laborados en la institución, los trabajadores quedan vulnerables a no tener más conocimientos para laborar en otras actividades fuera de la empresa. Así como también en limitaciones al acceso en puestos de administración (Labuschagne, 2005).

4. Conclusiones

La evaluación del impacto social, mediante el enfoque de Análisis de Ciclo de Vida Social, permitió conocer el estado de las condiciones laborales de los trabajadores cuya labor es asociada a alguna de las etapas del ciclo de vida del sistema de agua de la Ciudad de México.

De acuerdo a la metodología utilizada, en la cual se adopta una escala de 0 a 1, donde 0 es lo peor y 1 lo mejor; se determinó una calificación de 0.6 para todo el sistema analizado, lo cual sitúa al sistema en buen desempeño social. Aunque, por otro lado, se identificaron como necesidades prioritarias las siguientes:

- Disminución de las horas extra en las instalaciones potabilizadoras y plantas de tratamiento.
- Capacitación del personal de manera constante y acorde a las necesidades de trabajo.
- Responsabilidad sobre un mecanismo de monitoreo constante en la salud de los trabajadores.
- Aportar un salario que cubra las necesidades de los trabajadores sin compensar esto con horas extra.
- Mejorar las condiciones de seguridad en las instalaciones con el fin de disminuir los riesgos a la salud y seguridad.

El bienestar de los trabajadores entonces, requiere atención en estos puntos para acercarse a la definición de trabajo digno de Naciones Unidas.

En general, las prestaciones sociales recibidas por los trabajadores, constituyeron una fortaleza en el análisis ya que se detectó un positivo en este indicador por contribuir con la estabilidad laboral.

En la etapa de captación y potabilización, tres de las cuatro instalaciones visitadas del SACM, requieren atender las categorías de salario justo, salud y seguridad laboral, y desarrollo profesional. Mientras que la potabilizadora “los Berros” del Sistema Cutzamala, solo requiere atención en salud y seguridad laboral.

En cuanto a la etapa de distribución por bombeo, la planta de Bombeo No.5 del Sistema Cutzamala obtuvo mejor desempeño social que las plantas de bombeo del SACM, principalmente por el desarrollo profesional que la institución (OCAVM) proporciona a sus trabajadores a través de una amplia capacitación especializada.

La etapa de mejor desempeño social fue la de tratamiento de agua residual, principalmente por la cantidad de prestaciones sociales y por el salario percibido. Las etapas de peor desempeño social fueron el almacenamiento y drenaje principalmente por los puntajes no aprobatorios en salario, salud y seguridad laboral y desarrollo profesional.

La instalación con el mejor desempeño fue la planta potabilizadora Acueducto Tláhuac debido al cumplimiento de requisitos básicos en desarrollo profesional, además del desempeño de “Muy bueno”, obtenido en horario de trabajo. Por otra parte, la instalación con el peor desempeño fue

la potabilizadora Río Magdalena 2, debido a la condición de trabajo temporal que prevalece, en donde obtuvo un desempeño de “Malo” en desarrollo profesional y salario justo, además de un desempeño “Medio” en Seguridad social, salud y seguridad laboral.

Si bien la evaluación realizada no es para generalizar las condiciones en todo el sistema, si se puede visualizar una posible relación entre las condiciones laborales y las afectaciones al bienestar de los trabajadores.

Como parte de las recomendaciones para las instalaciones estudiadas, se propone hacer análisis de riesgo en las instalaciones, dado el estado encontrado en los procedimientos y protocolos de seguridad. Tener responsabilidad sobre el monitoreo de evaluaciones médicas constantes con el fin de prevenir riesgos y afectaciones al bienestar de los trabajadores en un largo plazo.

En cuanto a la metodología de ACV-S, es una metodología con la capacidad de cuantificar aspectos sociales y representarlos mediante perfiles que muestren tanto el peor como el mejor desempeño social. Aunque, por otro lado, en México aún enfrenta el reto de la falta de información suficiente para considerar el ciclo de vida completo en los sistemas de agua urbana.

Esto a su vez está relacionado con las evaluaciones para la sostenibilidad, la evaluación con ACV-S contribuye en buena medida para evaluar la sostenibilidad de un sistema de agua, de manera dinámica y adaptable en otros contextos. No obstante, para las ciencias de la sostenibilidad aún requiere desarrollo metodológico para incluir aspectos como la transdisciplina, promover el aprendizaje y la participación social.

En cuanto a futuras líneas de investigación, se detectó la necesidad metodológica para evaluaciones cuantitativas y modelos de impacto causa-efecto representativas de todo el sistema. También del planteamiento de un marco teórico basado en medir los impactos sociales para otros actores como comunidades locales y usuarios, dada la heterogeneidad de los grupos sociales que se relacionan en cada etapa del sistema de agua de la Ciudad de México, y así complementar información de estos impactos para las futuras estrategias de sostenibilidad y para las ciencias de la sostenibilidad.

Referencias

- Aguilar M. (2016). La nueva transición urbana de la Ciudad de México en el siglo XXI. En: La Ciudad de México en el siglo XXI: Realidades y Retos. Compilado por Adrián Guillermo Aguilar M. Gobierno de la Ciudad de México; Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación (SECITI). Editorial Porrúa. México. 780 p.
- Alhaddi, H. (2015). Triple Bottom Line and Sustainability: A Literature Review. *Business and Management Studies*, 1(2), 6–10. <http://doi.org/10.11114/bms.v1i2.752>
- Aparcana, S., y Salhofer, S. (2013). Development of a social impact assessment methodology for recycling systems in low-income countries. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 18(5), 1–10. <http://doi.org/10.1007/s11367-013-0546-8>.
- Ayelén H. M. (2017). Construcción histórica del actual concepto de desarrollo sostenible. Antecedentes de problemáticas socioeconómicas y ambientales. *Ciencias Administrativas* | Año 5 | N° 10 Julio - diciembre 2017 ISSN 2314 – 3738 <http://revistas.unlp.edu.ar/CADM>.
- Bahri, A. (2012). Integrated Urban Water Management. TEC Background Papers. <http://doi.org/10.1080/09614520701469427>
- Banco Mundial (2015). Diagnóstico para el manejo integral de las subcuencas Tuxpan, El Bosque, Ixtapan del Ordo, Valle de Bravo, Colorines-Chilesdo y Villa Victoria pertenecientes al Sistema Cutzamala. Comisión Nacional del Agua. México.
- Basu R., Ram S.S., Biswas A., Ray S.S., Mukhopadhyay A., Chakraborty A, Mathummal S., Chakrabarti S. Investigation on the Trace Elemental Profile of Sewage Workers in Kolkata, an Indian Megacity. *J Public Health Res.* (2015). Jul 20;4(2):473. doi: 10.4081/jphr.2015.473. eCollection 2015 Jul 16.
- Bazán, P. C.I. 2009. Distribución geo-histórica del recurso agua en la cuenca de México. En: El Agua en la memoria: cambios y continuidades en la Ciudad de México, 1940-2000. Martínez Omaña, M. C. (2009), coord. México, D.F.: Instituto Mora,
- Bebbington, J., Brown, J., Frame, B., (2007). Accounting technologies and sustainability assessment models. *Ecological Economics* 61, 224–236
- Benoît, C., & Vickery-Niederman, G. (2011). Social Sustainability Assessment Literature Review. Sustainability Consortium White Paper, (December 2010), 1–34.
- Benoît-Norris, C., Vickery-Niederman, G., Valdivia, S., Franze, J., Traverso, M., Cirotto, A., & Mazijn, B. (2011). Introducing the UNEP/SETAC methodological sheets for subcategories of social LCA. *International Journal of Life Cycle Assessment*. <http://doi.org/10.1007/s11367-011-0301-y>

- Benoît, C., Norris, G. A., Valdivia, S., Ciroth, A., Moberg, A., Bos, U., ... Beck, T. (2010). The guidelines for social life cycle assessment of products: Just in time! *International Journal of Life Cycle Assessment*, 15(2), 156–163. <http://doi.org/10.1007/s11367-009-0147-8>
- Bettencourt L.M., Kaur J. (2011). Evolution and structure of sustainability science. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(49): 19540-19545.
- Bunge, V., Martínez, J. y Ruiz-Bedolla, K. (2012) “Escenarios de la dinámica hídrica de la región de aporte del sistema Cutzamala”. Documento de Trabajo de la Dirección General de Ordenamiento Ecológico y Conservación de Ecosistemas, Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, México. Disponible en: http://inecc.gob.mx/descargas/cuencas/doc_trabajo_dinamica_hidrica_cutzamala.pdf
- Campos L. A. (2015). Potabilización del agua para suministro en la Ciudad de México (tesina para el grado de Especialista en Ingeniería Sanitaria). Universidad Nacional Autónoma de México. México. D.F.
- Centro de información de Naciones Unidas (CINU), 2000. Programa 21. Recuperado de: http://www.cinu.org.mx/temas/des_sost/programa21.htm. Agosto 2017.
- Ciroth, A., Franze, J., 2011. LCA of an ecolabeled notebook: consideration of social and environmental impacts along the entire life cycle. Lulu.com.
- CONAGUA. Comisión Nacional Del Agua (2016). Estadísticas del Agua en México. México: Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- CONEVAL. Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social. (2017). Medición de la pobreza. Evolución de las Líneas de Bienestar y de la canasta alimentaria <http://www.coneval.org.mx/Medicion/MP/Paginas/Lineas-de-bienestar-y-canasta-basica.aspx>. Consultado en febrero de 2017.
- Díaz-Bravo, Laura, Torruco-García, Uri, Martínez-Hernández, Mildred, & Varela-Ruiz, Margarita. (2013). La entrevista, recurso flexible y dinámico. *Investigación en educación médica*, 2(7), 162-167. Recuperado en 08 de agosto de 2017, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-50572013000300009&lng=es&tlng=es.
- Dreyer, L. C., Hauschild, M. Z., & Schierbeck, J. (2006). Societal Assessment (Subject Editor: David Hunkeler) A Framework for Social Life Cycle Impact Assessment. *International Journal*, 11(2), 88–97. <http://doi.org/10.1065/lca2005.08.223>
- Dreyer, L. C., Hauschild, M. Z., & Schierbeck, J. (2010) a. Characterisation of social impacts in LCA: Part 1: Development of indicators for labour rights. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 15(3), 247–259. <http://doi.org/10.1007/s11367-009-0148-7>

-
- b. Characterisation of social impacts in LCA. Part 2: Implementation in six company case studies. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 15(4), 385–402. <http://doi.org/10.1007/s11367-010-0159-4>
- Ezcurra, E., M. Mazari-Hiriart, I. Pisanty y A. G. Aguilar. (2006). *La Cuenca de México*, Fondo de Cultura Económica, México. 286p.
- Fabio, A. (2006). Desarrollo sostenible y sus indicadores. *Revista Sociedad y Economía*, Numero 11, 200–229. Retrieved from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=99616177008>.
- Falagán R. J.M., Canga A. A., Ferrer, P. y José. M. (2000). *Manual de Prevención de Riesgos Laborales. Higiene industrial, Seguridad y Ergonomía*. Disponible en: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd49/otros12.pdf>
- Feo, A. M. J. (2008). *Influencia del trabajo por turnos en la salud y la vida cotidiana*. Tesis para el grado de Especialista en Salud Ocupacional. Universidad Javeriana.
- Finkbeiner, M., Schau, E. M., Lehmann, A., & Traverso, M. (2010). Towards life cycle sustainability assessment. *Sustainability*, 2(10), 3309–3322. <http://doi.org/10.3390/su2103309>
- Foladori G. y Tommasino H. (2000). El concepto del desarrollo sustentable treinta años después. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, n. 1, p. 41-56, jan. /jun. 2000. Editora da UFPR. Recuperado de: <http://revistas.ufpr.br/made/article/view/3056/2447>. Junio del 2017.
- Foladori, G. (2002). Avances y límites de la sustentabilidad social. *Economía, Sociedad y Territorio*, vol. III, núm. 12, julio-diciembre. El Colegio Mexiquense, A.C. Toluca, México. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/pdf/111/11112307.pdf>.
- Foladori, G. (2006). La Insostenibilidad Social Del Desarrollo Sostenible - The Social Unsustainability of Sustainable Development. *Portularia*, VI(2), 7–20. Retrieved from <http://rabida.uhu.es/dspace/bitstream/handle/10272/533/b1520038.pdf?sequence=4>
- Fontes, J. (2016). *Handbook of Product Social Impact Assessment*. Recuperado de: <https://product-social-impact-assessment.com/>
- Franze, J y Citroth A (2011) A comparison of cut roses from Ecuador and the Netherlands. *Int J Life Cycle Assess* 16:366–379.
- Gibbons, M., Limoges, C., Nowotny, H., Schwartzman, S., Scott, P., & Trow, M. (1994). The new production of knowledge: the dynamics of science and research in Ccontemporary societies, 179.
- Gómez, L. (23 de febrero de 2011). Sólo dos buzos ayudan a limpiar más de 12 mil kilómetros de drenaje. *La Jornada UNAM*. Recuperado de: <http://www.jornada.unam.mx/2011/02/23/capital/041n1cap>.

- GDF. Gobierno del Distrito Federal. (2010). Manual Administrativo del Sistema de Aguas de la Ciudad de México. Publicado en la Gaceta Oficial del Distrito Federal el 16 de junio de 2008.
- González, R A. (2016). La región hidropolitana de la Ciudad de México. Conflicto gubernamental y social por los trasvases Lerma y Cutzamala., México, Instituto de Investigaciones Dr. José María Luis Mora, Vol. 1, pp. 212, ISBN: 978-607-9475-35-2
- González, R. A., Jiménez-Cisneros, B., Gutiérrez, R. R., Marañón, P. B., Paredes, F. C., & Sosa-Rodríguez, F. S. (2010). Evaluación externa del diseño e implementación de la política de acceso al agua potable del Gobierno del Distrito Federal, 259 p.
- González R. A., y Ziccardi C. A., (2011). Pobreza, agua y cambio climático en la Ciudad de México. Centro de Ciencias de la Atmósfera, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Global Livig Wage Coalition (GLWC) (2013). Consultado en:
https://www.isealliance.org/sites/default/files/Global_Living_Wage_Coalition_Anker_Met_hodology.pdf
- IMCO. Instituto Mexicano para la Competitividad AC. (2014). Guía para la creación de organismos metropolitanos de agua y saneamiento en México. Embajada Británica de México, 82p.
- ILO. International Labour Organization. (2017). International Hazard Datasheets on Occupation. Wastewater Treatment Plant Operator. Recuperado de:
http://www.ilo.org/legacy/english/protection/safework/cis/products/hdo/htm/oper_waste_wtr.htm#measure01. Julio, 2017.
- IWA. The International Water Association. (2017). Consultado en <http://www.iwa-network.org/water-climate-energy-solutions/public/>.
- _____. (2014). An Avoidable Crisis: WASH Human Resource Capacity Gaps in 15 Developing Countries. Londres, IWA Publishing. Consultado en: <http://www.iwa-network.org/downloads/1422745887-an-avoidable-crisis-wash-gaps.pdf>.
- Izazola, H. (2001). Agua y sustentabilidad en la Ciudad de México. Recuperado de
<http://estudiosdemograficosyurbanos.colmex.mx/index.php/edu/article/view/1121/1114>
- Jiménez, Blanca (2009). "Risks and integrated management of the urban water cycle in megacities of the developing world: Mexico City". En Water and Urban Development Paradigms, compilado por Jan Feyen, Kelly Shannon y Matthew Neville, 387-396. Reino Unido: Taylor & Francis Group, London.
- Jimenez, B. (2010). The unintentional and intentional recharge of aquifers in the Tula and the Mexico Valley: The Megalopolis needs Mega-solutions. Paper Presented at the Rosenberg Symposium, Buenos Aires, Argentina, 1–24.

- Jiménez Cisneros, B. E., Gutiérrez Rivas, R., Marañón Pimentel, B., & González Reynoso, A. E. (2011). Evaluación de la política de acceso al agua potable en el Distrito Federal. México, D.F.: UNAM, Programa Universitario de Estudios sobre la Ciudad, c2011.
- Jørgensen, A., Bocq, A. Le, Nazarkina, L., & Hauschild, M. (2008). Methodologies for Social Life Cycle Assessment. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 13(2), 96–103. <http://doi.org/http://dx.doi.org/10.1065/lca2007.11.367>
- Kajikawa, Y. (2008). Research core and framework of sustainability science. *Sustainability Science*. <http://doi.org/10.1007/s11625-008-0053-1>
- Kates R.W. (2011). What kind of a science is sustainability science? *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(49):19449-19450.
- Kates R., Clark W.C., Hall J.M., et al. (2001). Sustainability Science. *Science*, 27 (292): 641-642.
- Labuschagne, C. (2005). Sustainable project lifecycle management: Development of social criteria for decision-making. Unpublished PhD, University of Pretoria, Pretoria.
- Lang, D. J., Wiek, A., Bergmann, M., Stauffacher, M., Martens, P., Moll, P., ... Thomas, C. J. (2012). Transdisciplinary research in sustainability science: Practice, principles, and challenges. *Sustainability Science*, 7(SUPPL. 1), 25–43. <http://doi.org/10.1007/s11625-011-0149-x>
- Ley Federal del Trabajo (LFT), (2015). https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/156203/1044_Ley_Federal_del_Trabajo.pdf
- Legorreta, J. (2006). El agua y la Ciudad de México: de Tenochtitlán a la megalópolis del siglo XXI. Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Azcapotzalco. Mexico. 259 p.
- Lehmann, A., Zschieschang, E., Traverso, M., Finkbeiner, M., & Schebek, L. (2013). Social aspects for sustainability assessment of technologies - Challenges for social life cycle assessment (SLCA). *International Journal of Life Cycle Assessment*, 18(8), 1581–1592. <http://doi.org/10.1007/s11367-013-0594-0>.
- López G. F.M, (2016) “Desigualdades territoriales en la dotación, cobertura y acceso al agua y drenaje en la Ciudad de México”. En: *La Ciudad de México en el siglo XXI: Realidades y Retos*. Compilado por Adrián Guillermo Aguilar M. Gobierno de la Ciudad de México; Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación (SECITI). Editorial Porrúa. México. 780 p.
- Loubet, P., Roux, P., Loiseau, E., & Bellon-Maurel, V. (2014). Life cycle assessments of urban water systems: A comparative analysis of selected peer-reviewed literature. *Water Research*, 67(0), 187–202. <http://doi.org/10.1016/j.watres.2014.08.048>
- Lundin M. y Morrison G.M. (2002) A life cycle assessment based procedure for development of environmental sustainability indicators for urban water systems. *Urban Water*, 4, pp. 145-152.

- Lüdeke, M. K. B., Petschel-held, G., & Schellnhuber, H. (2004). Syndromes of Global Change: The First Panoramic View. *Gaia*, 13(1), 42–49.
- Ma, X. (Cissy), Xue, X., González-Mejía, A., Garland, J., & Cashdollar, J. (2015). Sustainable water systems for the city of tomorrow-A conceptual framework. *Sustainability (Switzerland)*, 7(9), 12071–12105. <http://doi.org/10.3390/su70912071>.
- Marlow, D. R., Moglia, M., Cook, S., & Beale, D. J. (2013). Towards sustainable urban water management: A critical reassessment. *Water Research*, 47(20), 7150–7161. <http://doi.org/10.1016/j.watres.2013.07.046>
- Martens, P. (2006). Sustainability: science or fiction? *Sustainability: Science Practice and Policy*, 2(1). Retrieved from http://sspp.proquest.com/static_content/vol2iss1/communityessay.martens-print.html.
- Martínez, C. (2005). Políticas públicas y lucha social en torno al servicio público de agua potable. En: Hurtado Martín, S. (2006) Coord. Justicia, políticas públicas y bienestar social. México, D.F: UNAM, Escuela Nacional de Trabajo Social, 2006.
- Martínez M. (2000). La investigación cualitativa etnográfica en educación. 3ra edición. Ed. Trillas; México. 175 p.
- Martínez M. (2015). Epistemología y metodología cualitativa en las ciencias sociales. Ed. Trillas; México. 335 p.
- Motevallian, S. S. y Tabesh, M. A. (2011). Framework for Sustainability Assessment of Urban Water Systems Using a Participatory Approach. Conference: 4th International Perspectives on Water Resources and the Environment. DOI: 10.13140/2.1.2006.8803
- National Research Council, Academia de la Investigación Científica, A. C., y Academia Nacional de Ingeniería, A. C. (eds.) (1995). México City's Water Supply: Improving the Outlook for Sustainability. Washington, D. C. National Academy Press.
- Nussbaum, M. C., (2012). Crear capacidades: propuesta para el desarrollo humano. Traducción de Santos Mosquera, A., Barcelona; México: Paidós, 2012.
- OECD (Organization for Economic Co-operation and Development). (2012). Environmental Outlook to 2050: The Consequences of Inaction, OECD Publishing, Paris. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264122246-en>
- OEL. Oficina de Estadísticas Laborales, Departamento de Trabajo de EE.UU., Occupational Outlook Handbook en español (OOH), Edición 2014-15, Operadores de Plantas y Sistemas de Tratamiento de Agua y Aguas Residuales, <http://www.bls.gov/es/ooh/production/water-and-wastewater-treatment-plant-and-system-operators.htm> (visitado 08/02/2017).

OIT. Oficina Internacional del Trabajo. (2013). El desarrollo sostenible, el trabajo decente y los empleos verdes. Recuperado de: http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_norm/---relconf/documents/meetingdocument/wcms_210289.pdf

ONU. Organización de las Naciones Unidas (2000) Resolución 55/2 de la Asamblea General “Declaración del milenio” A/RES/55/2 (13 de septiembre de 2000). Recuperado de: <http://www.un.org/spanish/milenio/ares552.pdf>.

_____. (2012), Río+20. Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible. “El futuro que queremos” Documento final de la conferencia. A/CONF.216/L.1 (19 de junio de 2012), Recuperado de: https://rio20.un.org/sites/rio20.un.org/files/a-conf.216-l-1_spanish.pdf

_____. (2015). Resolución 70/1 de la Asamblea General. “Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible”. A/RES/70/1 (21 de octubre de 2015) Recuperado de: http://unctad.org/meetings/es/SessionalDocuments/ares70d1_es.pdf

_____. (2016). La agenda del desarrollo sostenible. Recuperado de: <http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/la-agenda-de-desarrollo-sostenible/>. Julio, 2017.

_____. (2017) Objetivos del Desarrollo Sostenible. Recuperado de <http://www.onu.org.mx/agenda-2030/objetivos-del-desarrollo-sostenible/>. Consultado en julio del 2017.

ONU-HABITAT. Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos. (2003). Water and Sanitation in the World’s Cities: Local Action for Global Goals, by Un-Habitat. The Environmentalist (Vol. 24). <http://doi.org/10.1023/B:ENVR.0000046453.60617.63>.

_____. (2011). Estado de las ciudades de México. (HS7111711S). México.

_____. (2016). Urbanización y desarrollo: Futuros emergentes. Reporte Ciudades del mundo. <http://nua.unhabitat.org/uploads/Reportedelasciudades2016.pdf> (agosto, 2016).

ONU. Organización de las Naciones Unidas. (2016). Gestión Integrada de los Recursos Hídricos. Recuperado de <http://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/iwrm.shtml>. Consultado en marzo 2016.

Ostrom, E., Janssen, M. A., & Anderies, J. M. (2007). Going beyond panaceas. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 104(39), 15176–8. <http://doi.org/10.1073/pnas.0701886104>.

OXFAM, (2014). Reporte: Pasos hacia un salario digno en las cadenas mundiales de suministro. Consultado en: https://www.ituc-csi.org/IMG/pdf/ib-steps--towards-living-wage-global-supply-chains-101214-es_1_.pdf

- Pacheco (2016). Precariedad Laboral y ocupaciones atípicas. En: La Ciudad de México en el siglo XXI: Realidades y Retos. Compilado por Adrián Guillermo Aguilar M. Gobierno de la Ciudad de México; Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación (SECITI). Editorial Porrúa. México. 780 p.
- Padilla-rivera, A., Morgan-Sagastume, J. M., Noyola, A., & Güereca, L. P. (2016). Addressing social aspects associated with wastewater treatment facilities. *Environmental Impact Assessment Review*, 57, 101–113. <http://doi.org/10.1016/j.eiar.2015.11.007>
- Paragahawewa, U., Blankett, P., & Small, B. (2009). Social Life Cycle Analysis (S-LCA): Some Methodological Issues and Potential Application to Cheese Production in New Zealand, (June), 42. Retrieved from http://www.saiplatform.org/uploads/Library/SocialLCA-FinalReport_July2009.pdf
- Parent, J., Cucuzzella, C., & Revéret, J. P. (2010). Impact assessment in SLCA: Sorting the sLCIA methods according to their outcomes. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 15(2), 164–171. <http://doi.org/10.1007/s11367-009-0146-9>.
- Peña Ramírez, J. (2012). Crisis del agua: en Monterrey, Guadalajara, San Luis Potosí, León y Ciudad de México (1950-2010). México, D.F.: UNAM, 2012.
- Perevochtchikova, M. (2010). La problemática del agua: revisión de la situación actual desde una perspectiva ambiental. En: Medio ambiente / José Luis Lezama y Boris Graizbord, coordinadores -- 1a. ed. -- México, D.F.: El Colegio de México, 2010 429 p.; 22 cm. -- (Los grandes problemas de México; v. 4).
- Perevochtchikova, M. (2013). La evaluación del impacto ambiental y la importancia de los indicadores ambientales. *Gestión Y Política Pública*, 22(2), 283–312.
- Perevochtchikova, M. (2013). Retos de la información del agua en México para una mejor gestión. Realidad, Datos Y Espacio. *Revista Internacional Del Estadística Y Geografía*, enero-Abril (1), 42–57.
- Perló Cohen, Manuel y Arsenio Ernesto González Reynoso (2005) "¿Guerra por el agua en el Valle de México?". México: Universidad Nacional Autónoma de México-Fundación Friedrich Ebert.
- PGIH (Programa de Gestión Integral de los Recursos Hídricos) Visión 20 años. (2012). Gobierno del Distrito Federal. Secretaria del Medio Ambiente. Sistema de Aguas de la Ciudad de México.
- Pierrri N. (2005). Historia del concepto de desarrollo sustentable. En: ¿Sustentabilidad? Desacuerdos sobre el desarrollo sustentable. Coord. Guillermo Foladori y Naína Pierrri, Colección América Latina y el Nuevo Orden Mundial. México: Miguel Ángel Porrúa, UAZ, Cámara de Diputados LIX Legislatura, ISBN 970-701-610-8. Recuperado de: http://www.estudiosdeldesarrollo.mx/pagina_tipo_cuatro.php?libro=sustentabilidad.
- PNUD. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2016). Estrategia de urbanización sostenible. Recuperado de:

<http://www.undp.org/content/undp/es/home/librarypage/poverty-reduction/sustainable-urbanization-strategy.html> (agosto, 2016).

- PSGSH. Programa de la Sustentabilidad Gestión Sustentable de los recursos Hídricos. (2016). Gobierno de la Ciudad de México. Secretaria del Medio Ambiente. Publicado en la Gaceta Oficial de la Ciudad de México el 17 de octubre de 2016.
- Raworth, K. (2012). A Safe and Just Space For Humanity: Can we live within the Doughnut? *Nature*, 461, 1–26. <http://doi.org/10.5822/978-1-61091-458-1>
- Reza, A. (19 de Julio de 2016). Solo un buzo limpia drenaje de la Ciudad de México. Milenio. Recuperado de: http://www.milenio.com/df/buzo_limpia_drenaje_profundo_CdMx-buzo_Julio_Cesar_Cu_Camara-basura_drenaje_0_776922315.html.
- Reitinger, C., Dumke, M., Barosevcic, M., & Hillerbrand, R. (2011). A conceptual framework for impact assessment within SLCA. *International Journal of Life Cycle Assessment*. <http://doi.org/10.1007/s11367-011-0265-y>.
- Riveros O. B. (2013). Tratamiento de aguas residuales municipales en la Ciudad de México. (Tesis grado de Ingeniería Civil). Universidad Nacional de México. México. D.F.
- Rockström, J., Steffen, W. L., Noone, K., Persson, Å., Chapin Iii, F. S., Rockstrom, J., ... Foley, J. (2009). Planetary Boundaries: Exploring the Safe Operating Space for Humanity, 14(2). <http://doi.org/10.1038/461472a>.
- s.a (2016). “Sólo pobreza, problemas sociales y de salud, ha dejado la planta tratadora de aguas negras en Atotonilco”. La región de Tula, [en línea].12 de febrero de 2016. Disponible en < <http://www.laregiontula.com/region/solo-pobreza-problemas-sociales-y-de-salud-ha-dejado-la-planta-tratadora-de-aguas-negras-en-atotonilco/>> [Consulta: 25 de julio de 2016].
- Sala, S., Farioli, F., & Zamagni, A. (2013). Progress in sustainability science: Lessons learnt from current methodologies for sustainability assessment: Part 1. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 18(9), 1653–1672. <http://doi.org/10.1007/s11367-012-0508-6>.
- SEDECO. Secretaría de Desarrollo Económico. (2016). Reporte económico de la Ciudad de México. Recuperado de: <http://reporteeconomico.sedecodf.gob.mx/>
- SEDEMA. Secretaría del Medio Ambiente. 2016. Estrategia de Resiliencia de la Ciudad de México. Disponible en: <http://www.data.sedema.cdmx.gob.mx/resiliencia/>
- _____.2017. Reporte de plantas de tratamiento de aguas residuales. Ciudad de México.
- Spangenberg, J.H. (2008) Sustainability strategies. History, concepts, relevance. In: *Sustainable Development. Past Conflicts and Future Challenges. Taking Stock of the Sustainability Discourse*, ed. J.H. Spangenberg, pp. 7–19. Münster, Germany: Westfälisches Dampfboot.

- Spangenberg, J. H. (2011). Sustainability science: a review, an analysis and some empirical lessons. *Environmental Conservation*, 38(3), 275–287. <http://doi.org/10.1017/S0376892911000270>
- SACMEX. Sistema de Aguas de la Ciudad de México. (2017). Estructura orgánica. Recuperado de: <http://www.sacmex.cdmx.gob.mx/secretaria/estructura/44>
- Singh, R.K., Murty, H., Gupta, S., Dikshit, A., 2009. An overview of sustainability assessment methodologies. *Ecol. Indic.* 15 (1), 189–212. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2011.01.007>.
- SUTGCDMX. Sindicato Único de Trabajadores del Gobierno de la Ciudad de México. 2016. Recuperado de: <http://sutgdf.wixsite.com/sindicato-unico/seccin-32>.
- Sen, A. y S. Anand (1994) Desarrollo humano sostenible: conceptos y prioridades. PNUD, inédito
- SACM. Sistema De Aguas De La Ciudad De México (2012a). "Programa de Gestión Integral de los Recursos Hídricos, Visión 20 Años". México: SACMEX.
- _____. (2012b). "El gran reto del agua en la Ciudad de México". México: SACMEX.
- _____. (2017). Consultado en <http://www.cuidarelagua.cdmx.gob.mx/delegacion.html>
- Snow, M. y Mutschler, D. 2012. Promoting Entry Career Pathways in the Drinking Water and Wastewater Sector. Lowell Center for Sustainable Production/University of Massachusetts Lowell/The Massachusetts Workforce Alliance. http://www.skill-works.org/documents/DrinkingWaterandWastewaterReport_web_May2012.pdf
- Spellman, R. F. (2014). Handbook of Water and Wastewater Treatment Plant Operations. Florida. U.S. http://payesh.saba.org.ir/saba_content/media/image/2013/12/6069_orig.pdf
- Spillemaeckers S, Mazijn B, Borgo E (2001) An integrated approach to chain analysis for the purpose of chain management by companies. Study executed by the Centre for Sustainable Development. Gent. Belgium. http://www.belspo.be/belspo/organisation/publ/pub_ostc/HL/rHL13s_en.pdf.
- Spillemaeckers S, Vanhoutte G, Taverniers L, Lavrysen L, van Braeckel D, Mazijn B, Rivera JD (2004): Integrated Product Assessment – The Development of the Label 'Sustainable Development' for Products Ecological, Social and Economical Aspects of Integrated Product Policy. Belgian Science.
- Toledo, (2012). Título. En: Cultura del agua en México: Conceptualización y vulnerabilidad social. Perevochtchikova, M. (2012). Coord. México, D.F. : UNAM : M.A. Porrúa, 2012
- Tortajada, C. (2006). International Journal of Water Resources Development Water Management in Mexico City Metropolitan Area Water Management in Mexico City Metropolitan Area. *International Journal of Water Resources Development*, 22(2), 353–376. <http://doi.org/10.1080/07900620600671367>

- Tortajada, C. (2008). Challenges and realities of water management of megacities: the case of Mexico City metropolitan area. *Journal of International Affairs*.
- UNDESA. Department of Economics and Social Affairs, Population Division. *World Urbanization Prospects: The 2014 Revision, Highlights*. (ST/ESA/SER.A/352). New York, United Nations (UN). <http://esa.un.org/unpd/wup/>.
- UNEP. United Nations Environment Programme (2009). "Guidelines for Social Life Cycle Assessment of Products". Disponible en http://www.unep.org/pdf/DTIE_PDFS/DTI1164xPA-guidelines_sLCA.pdf
- _____. (2004) Why take a life cycle approach? UNEP, Paris, p 28. Disponible en: <http://www.lifecycleinitiative.org/wp-content/uploads/2012/12/2004%20-%20Why%20take%20LCA%20-%20EN.pdf>
- _____. (2013). The Methodological Sheets for Subcategories in Social Life Cycle Assessment (S-LCA). Disponible en: http://www.lifecycleinitiative.org/wp-content/uploads/2013/11/S-LCA_methodological_sheets_11.11.13.pdf
- Vos RO (2007) Perspective defining sustainability: a conceptual orientation. *J Chem Technol Biotechnol* 82:334–33.
- Weidema, B. (2006). The Integration of Economic and Social Aspects in Life Cycle Impact Assessment. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 11(0), 89–96. <http://doi.org/10.1065/lca2006.04.016>
- WCED. World Commission on Environment and Development (1987). *Our Common Future* Recuperado de: <http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf>.
- Wehn, U. y Alaerts, G. (2013). Liderazgo en el desarrollo de los conocimientos y capacidades en el sector del agua: revisión del estatus actual. *Water Policy*, 15:1–14
- WWAP. World Water Assessment Programme. (2009). *The United Nations World Water Development Report 3: Water in a Changing World*. Paris: UNESCO, and London: Earthscan. Recuperado de: <http://unesdoc.unesco.org/images/0018/001819/181993e.pdf#page=5>
- _____. (2015). *The United Nations World Water Development Report 2015: Water for a Sustainable World*. Paris, UNESCO.
- _____. (2016). *Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo 2016: Agua y Empleo*. París, UNESCO.

Anexos

I. Tabla de datos generales sobre los trabajadores y las condiciones laborales del SACM.

Tabla de datos de trabajadores de infraestructura. Temporalidad un año (2015 a la fecha) y valores promedio.									
Descripción	Agua potable				Drenaje pluvial y sanitario			Tratamiento y reúso	
	Totales (en este tipo de servicio)	Plantas de agua potable	Plantas de rebombeo	Tanques de almacenamiento	Totales (en este tipo de servicio)	Plantas de bombeo aguas negras	Lumbreras	Totales (en este tipo de servicio)	Plantas de tratamiento
Operadores									
Técnicos									
Empleados administrativos									
No. de trabajadores operadores que pertenecen a un sindicato									
Cantidad de horas extra de trabajadores operadores, en promedio al mes									
No. de operadores con contrato de base									
No. de trabajadores operativos con contrato temporal									
No. estudiantes becarios trabajando en operación de las plantas									

Continuación de la tabla del Anexo I

Continuación de tabla de datos trabajadores de infraestructura. Temporalidad un año (2015 a la fecha) y valores promedio.									
Descripción	Agua potable				Drenaje pluvial y sanitario			Tratamiento y reúso	
	Totales (en este tipo de servicio)	Plantas de agua potable	Plantas de rebombeo	Tanques de almacenamiento	Totales (en este tipo de servicio)	Plantas de bombeo aguas negras	Lumbreras	Totales (en este tipo de servicio)	Plantas de tratamiento
No. de planes de capacitación al año para trabajadores operativos									
No. de mujeres con beneficios patrimoniales. Especificar qué beneficios									
No. de trabajadores operativos que operan más de 30 años de trabajo									
Cantidad de horas extra de trabajadores operativos, en promedio al mes									
Enfermedades con mayor frecuencia en los trabajadores operativos									
No. de accidentes laborales en los trabajadores que operan las plantas operativas con contrato de base									
No. de trabajadores operativos con lesiones laborales con mayor frecuencia presentadas en la operación de las plantas									

II. Calendario de visitas al SACM y OCAVM



Ciudad de México 23 de septiembre de 2016.

Sistema de Aguas de la Ciudad de México
Dirección Ejecutiva de Operación
Dirección de Agua Potable y Potabilización

No. de oficio: IIUNAM/2016/002
Asunto: Calendario de visitas

A quien corresponda:

P R E S E N T E.

Por medio de la presente reciba un cordial saludo. De acuerdo con la solicitud enviada por oficio sin número con fecha de 2 de septiembre, anexamos el calendario de visitas para entrevista a trabajadores de plantas de agua potable. Las instalaciones que están por definir fechas se agendarán en función de los resultados obtenidos en las primeras visitas

	INSTALACIÓN	UBICACIÓN	FECHA DE VISITA
	PLANTA DE BOMBEO EL CARTERO	"TLAPEXCO S/N ENTRE VISTA HERMOSA Y CARR. MEX TOLUCA, COL. VISTA HERMOSA, DELEGACION CUAJIMALPA	LUNES 26 DE SEPTIEMBRE
	PLANTA POTABILIZADORA RIO MAGDALENA	TERRENO ALEDAÑO A 2.5 KM. APROX. DEL PUEBLO DE CONTRERAS A LA ALTURA DEL 1er. DINAMO, DELEG. MAGDALENA CONTRERAS	MARTES 27 DE SEPTIEMBRE
	TANQUE ZARAGOZA	AV. ZARAGOZA S/N POR AV. CONSTITUYENTES, COL, 3ra. SECCION DEL BOSQUE DE CHAPULTEPEC DELEG. MIGUEL HIDALGO	MIÉRCOLES 28 DE SEPTIEMBRE
	PLANTA DE BOMBEO EL PEÑÓN	"AV. TEXCOCO, ESQUINA TAHEL, COL. PEÑÓN DE LOS BAÑOS, DELEGACION VENUSTIANO CARRANZA	JUEVES 29 DE SEPTIEMBRE
	PLANTA POTABILIZADORA XALTEPEC	CANAL DE CHALCO S/N RESERVA ECOLOGICA, DELEG. IZTAPALAPA	VIERNES 30 DE SEPTIEMBRE



	REBOMBEO QUETZALCOATL	AV. TLAHUAC Y CALLE SALVADOR DIAZ MIRON, PUEBLO SANTIAGO ZAPOTITLAN, DELEGACION TLAHUAC	POR DEFINIR
	PLANTA DE BOMBEO LA ESTRELLA	AV. 5 DE MAYO ENTRE LAS C. AHUEYOTL Y AHUIZOTL, COL. AMPL. ESTRELLA DE SUR, DELEGACION IZTAPALAPA	POR DEFINIR
	PLANTA POTABILIZADORA RIO MAGDALENA 2	EMILIO CARRANZA Y CAÑADA, COL. PUEBLO LA MAGDALENA CONTRERAS, DELEG. MAGDALENA CONTRERAS	POR DEFINIR
	PLANTA PEÑON 2	EJE 5 SUR, ESQUINA 5 DE MAYO S/N, COL. EJERCITO DE AGUA PRIETA, DELEG. IZTAPALAPA	POR DEFINIR
	POZO PERIFERICO 10	ANILLO PERIFERICO SUR (DENTRO DE LAS INST. DE LA GLORIETA DE VAQUERITOS) COL. NARCISO MENDOZA, DELEG. TLALPAN	POR DEFINIR
	POZO SAN JUAN TLIHUACA	CALLE CUICHAPA Y LERDO DE TEJADA COL. SAN JUAN TLIHUACA DELEGACION AZCAPOTZALCO	POR DEFINIR
	TANQUE LIENZO	AV. DE LAS TORRES DE IZTAPANTONGO ESQ. FRANCISCO DE LA MAZA, COL. OLIVAR DE LOS PADRES, DELEG. ALVARO OBREGON	POR DEFINIR
	"PLANTA POTABILIZADORA ACUEDUCTO TLAHUAC	AVENIDA CANAL DE CHALCO S/N (LEANDRO VALLE), ESQUINA CALLE LANGOSTA, COLONIA DEL MAR, DELEGACION TLAHUAC.	VIERNES 30 DE SEPTIEMBRE

Atentamente

Ing. Maribel García Sánchez
 Instituto de Ingeniería de la UNAM
 Estudiante de Maestría de Ciencias de la Sostenibilidad
 E-mail: MGarciaS@iingen.unam.mx

c.c.p. Dra. Leonor Patricia Güereca Hernández. Director de proyecto
 c.c.p. archivo



ING. FERNANDO GONZÁLEZ CAÑÉZ
DIRECTOR GENERAL
ORGANISMO DE CUENCA DE AGUAS DEL VALLE DE MÉXICO
PRESENTE

El Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México, se encuentra en la realización del proyecto de Análisis del Ciclo de Vida del Ciclo Urbano del Agua (ACUA). El objetivo general del proyecto es cuantificar los impactos ambientales y sociales asociados al ciclo del agua para la Zona Metropolitana de la Ciudad de México. Con este proyecto se apunta a contribuir a la generación de escenarios que a nivel municipal generen información para acercarse a la sustentabilidad del ciclo del agua en las ciudades. Para lograr el objetivo anterior es necesario desarrollar un inventario con información relativa a la infraestructura de extracción y bombeo de agua cruda, plantas de potabilización y bombeo de agua potable, presas y tanques de almacenamiento. Para el caso de la Ciudad de México dicho inventario está en etapa de elaboración, con lo que pedimos de su apoyo para la obtención de información sobre datos de trabajadores de acuerdo con las tablas anexas.

La información solicitada en el ámbito ambiental, es la siguiente:

-Caudal (m³/s) suministrado por el sistema Cutzamala a la Ciudad de México, delegaciones a las que abastece y consumo energético del proceso de captación.

-Consumo energético del proceso de bombeo de agua del sistema Cutzamala hacia la Ciudad de México, de acuerdo con lo que se presenta en el ANEXO I.

En cuanto al ámbito social, se solicitan datos generales de los trabajadores en el sistema Cutzamala, principalmente de aquellos que forman parte de la operación y funcionamiento de las instalaciones. Se anexan las tablas con la información de los rubros sobre dichos datos generales ANEXO II Y III.

Acompañando a la presente se entregan, en formato electrónico (Dispositivo USB), los archivos correspondientes al presente oficio y a las tablas que se presentan en los anexos antes señalados.

De igual manera hacemos una atenta solicitud para ingresar por lo menos a alguna de las plantas de infraestructuras más significativas en cuanto a complejidad de operación, funcionalidad y mantenimiento, representativas de las etapas de extracción y potabilización del Sistema Cutzamala. La finalidad de este ingreso es entrevistar a trabajadores de dichas infraestructuras y conocer la percepción social sobre su desempeño laboral. Los datos obtenidos de dichas entrevistas serán utilizados de forma académica, ya que formarán parte de dos tesis de maestría, una en Ciencias de la Sostenibilidad y otra en Ingeniería Ambiental. En el ANEXO IV se encuentra el formato de la entrevista a realizar. Las fechas solicitadas para las visitas son los días 7, 9 y 16 de febrero del presente año, en el siguiente orden:

- | | |
|---|--------------|
| • Presa Valle de Bravo y Planta de bombeo No. 2 | 7 de febrero |
| • Planta Potabilizadora Los Berros | 9 de febrero |
| • y Planta de bombeo No. 5 | |

....#



• Presa Villa Victoria y Torre de oscilación 16 de febrero

Las personas que realizarán las visitas son el Biól. Alejandro Frías Villegas y la Ing. Maribel García Sánchez.

Con base en lo anterior, solicito respetuosamente proporcione la información disponible al respecto y la respuesta a la solicitud de visita a alguna de las plantas, esto con el fin de que se puedan llenar los formatos de información, y el desarrollo de entrevistas.

Para cualquier aspecto relacionado con la información requerida, así como la respuesta al presente oficio, le solicito atentamente contactar al Biól. Alejandro Frías Villegas al correo electrónico AFriasV@iingen.unam.mx o a los teléfonos: Cel: 0445534720525 / Fijo: 56233600 ext. 8713. Así como también a la Ing. Maribel García Sánchez MGarciaS@iingen.unam.mx, con el número de teléfono 04455 22 44 72 87. De antemano agradezco su atención y colaboración.

ATENTAMENTE,
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
CIUDAD UNIVERSITARIA, CIUDAD DE MÉXICO, A 26 DE ENERO DE 2017
EL DIRECTOR

DR. LUIS A. ÁLVAREZ - ICAZA LONGORIA

C.C.P. Mtro. ROBERTO RAMÍREZ DE LA PARRA, DIRECTOR GENERAL DE LA COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA.- PRESENTE.
C.C.P. ARCHIVO.

1. Jornada y ritmo de trabajo.

Describe un día de jornada laboral:

- a. Inicio ¿Cómo se traslada al trabajo?, tipo de transporte utilizado. ¿Cuánto tiempo hace?
- b. Horario de comida. Revisar si hay comedor en la instalación. ¿Es horario flexible?
- c. Fin. Procedimientos de fin de jornada, avisos importantes en bitácora.
- d. Días que labora a la semana
- e. Horas de trabajo de día normal ¿Cuántas horas tiene su turno de trabajo? ¿Hay cambios por alguna emergencia? ¿Cada cuándo?
- f. Horas de trabajo extra. ¿Cuántas horas extra trabaja a la semana? ¿Cuál es el límite de horas extra?, ¿cómo se autorizan? ¿Se pagan?
- g. Actividades principales de su puesto ¿Cuáles son las actividades que realiza en su puesto de trabajo?
- h. Días de descanso
- i. Adaptación al ritmo de trabajo ¿Cuánto tiempo le tomo adaptarse al ritmo de trabajo?, ¿Le costó relacionarse con sus compañeros?

2. Comunicación con superiores y compañeros de trabajo.

- a. ¿Qué mecanismos de comunicación tiene con sus supervisores?
- b. ¿En caso de emergencia a quién avisa?
- c. Informes de reporte de actividades semanales
- d. Bitácora de trabajo diario
- e. Tiempo de respuesta a las solicitudes. Ejemplo sobre materiales de trabajo urgentes.

3. Capacitación.

- ¿Qué competencias se requieren para el puesto?
- a. Manejo de estrés
 - b. Esfuerzo físico
 - c. Conocimientos básicos
- ¿Recibe capacitación laboral?
- ¿Cuántas veces al año?
- ¿Cuenta con manuales de usuario para la operación?
- ¿Existen mecanismos para promoción de puesto?
- Revisar si hay interés en ellos. ¿Ha participado en alguno de ellos? ¿Hace cuánto?

4. Riesgos laborales.

- Riesgos físicos: trabajos en alturas, manejo de objetos pesados, trabajo de pie.
- Riesgos químicos: manejo de sustancias peligrosas.
- ¿Qué riesgo percibe con mayor frecuencia o qué actividad debe tener con mayor cuidado en la jornada laboral?
- ¿Qué equipo de seguridad personal utiliza? ¿Cada cuando se proporciona el equipo de seguridad?
- ¿Usted ha tenido algún accidente laboral?
- ¿Cuántos días se incapacitó?
- ¿Cómo describe la atención que recibió?

5. Prevención de riesgos laborales
<p>¿Le realizan exámenes médicos de manera periódica por parte de la planta?</p> <p>¿Tienen botiquín de seguridad?</p> <p>¿Cuentan con mantenimiento a extintores?</p> <p>¿Existen lámparas de emergencia?</p> <p>¿Tienen a la mano números de emergencia?</p> <p>¿Existe brigada de primeros auxilios?</p> <p>¿Hay protocolos de seguridad en caso de incendio, sismo o algún evento peligroso?</p>
Revisar Indicaciones y señalamientos de seguridad.
a. Iluminación adecuada. Mantenimiento de lámparas
b. Ruido presente. Uso de tapones auditivos
c. Indicaciones de evacuación. Puntos de reunión

6. Contrato laboral
<p>a. ¿Conoce su contrato laboral?, ¿Lo leyó cuando lo contrataron?</p> <p>b. ¿Su contrato es fijo a se renueva cada año o mes?</p> <p>c. ¿Qué prestaciones laborales tiene?</p> <ol style="list-style-type: none"> a. Días de vacaciones. b. Prima vacacional c. Seguro social d. Utilidades e. Vales de despensa f. Descuento en sucursales
7. Salario
<p>a. ¿Su pago es semanal, mensual, quincenal? ¿Cuánto percibe?</p> <p>b. ¿Qué necesidades cubre con su salario?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Personales 2. Familiares 3. Escuela 4. Transporte 5. Servicios Médicos <p>c. ¿Lo que no alcanza a cubrir de qué manera lo hace?</p>
7. Percepción del puesto de trabajo

- a. ¿Ha trabajado en otras plantas del SACM?
- b. ¿Cuáles?
- c. ¿Cómo ha sido su experiencia en ellas?
- d. ¿Qué parte de sus actividades laborales están dentro de su satisfacción y realización personal?
- e. ¿Considera que su puesto es importante para la institución?

IV. Criterios de normalización.

Horario de trabajo		
Indicadores de evaluación	Criterios de evaluación	Referencias
1. Las horas trabajadas en una semana normal de trabajo, sin incluir las horas extraordinarias, están por debajo de los límites establecidos por la ley.	<ul style="list-style-type: none"> 1 Menores o iguales a 48 horas 0.2 Mayores a 48 horas 0 Sin información 	<p>Ley Federal del Trabajo 2015. Art. 61</p> <p>Handbook of product social impact assessment. (Fontes, 2016). Labour conditions. Hour journal. SA 8000. Horario de trabajo.</p>
2. Horas extraordinarias son de carácter voluntario.	<ul style="list-style-type: none"> 1 Si 0.2 No 0 Sin información 	<p>Handbook of product social impact assessment. (Fontes, 2016). Labour conditions. Hour journal.</p>
3. Horas extraordinarias no se exceden del límite legal a la semana.	<ul style="list-style-type: none"> 1 Menores o iguales a 9 horas 0.2 Mayores a 9 horas 0 Sin información 	<p>Límite de 9 horas de tiempo extra. Ley Federal del Trabajo 2015. Art. 68</p> <p>SA 8000. Horario de trabajo.</p>
4. Las horas extraordinarias trabajadas se reembolsan a una tarifa especial.	<ul style="list-style-type: none"> 1 SI 0.2 No 0 Sin información 	<p>Handbook of product social impact assessment. (Fontes et al., 2016). Labour conditions. Hour journal.</p>
5. Días de descanso mayor a 1.	<ul style="list-style-type: none"> 1 Mayor a un 1 de descanso 0.2 Menor a 1 día de descanso 0 Sin información 	<p>Límite de 1 día como mínimo de descanso a la semana.</p> <p>Handbook of product social impact assessment. (Fontes, 2016). Labour conditions. Hour journal. SA 8000. Horario de trabajo.</p>

Salario Justo																				
Indicadores de evaluación	Criterios de evaluación	Referencias																		
Normalización con respecto al salario más alto detectado en las entrevistas, mediante una ecuación de recta.	$(x-x_{\text{mín}})/(x_{\text{máx}}-x_{\text{mín}})*0.8+0.2$ <p>x es el salario de cada trabajador</p> <p>x_mín es el salario más bajo</p> <p>x_máx es el salario más alto</p>																			
Nivel de cobertura	<table border="0"> <tr> <td style="vertical-align: top;">1</td> <td style="vertical-align: top;">Muy alto</td> <td style="vertical-align: top;">Cubre necesidades de nivel alto y de automóvil particular, servicios de cable y paseos.</td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: top;">0.8</td> <td style="vertical-align: top;">Alto</td> <td style="vertical-align: top;">Cubre necesidades de nivel medio, educación de hijos y servicios de salud.</td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: top;">0.6</td> <td style="vertical-align: top;">Medio</td> <td style="vertical-align: top;">Cubre necesidades básicas, servicios de transporte y vestimenta.</td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: top;">0.4</td> <td style="vertical-align: top;">Bajo</td> <td style="vertical-align: top;">Alimentación, servicios básicos (agua, energía eléctrica).</td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: top;">0.2</td> <td style="vertical-align: top;">Muy bajo</td> <td style="vertical-align: top;">No cubre necesidades básicas de alimentación y servicios básicos.</td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: top;">0</td> <td style="vertical-align: top;">Sin información</td> <td></td> </tr> </table>	1	Muy alto	Cubre necesidades de nivel alto y de automóvil particular, servicios de cable y paseos.	0.8	Alto	Cubre necesidades de nivel medio, educación de hijos y servicios de salud.	0.6	Medio	Cubre necesidades básicas, servicios de transporte y vestimenta.	0.4	Bajo	Alimentación, servicios básicos (agua, energía eléctrica).	0.2	Muy bajo	No cubre necesidades básicas de alimentación y servicios básicos.	0	Sin información		SA 8000. Salarios. Handbook of product social impact assessment (Fontes, 2016). Stakeholder group workers. Wages.
1	Muy alto	Cubre necesidades de nivel alto y de automóvil particular, servicios de cable y paseos.																		
0.8	Alto	Cubre necesidades de nivel medio, educación de hijos y servicios de salud.																		
0.6	Medio	Cubre necesidades básicas, servicios de transporte y vestimenta.																		
0.4	Bajo	Alimentación, servicios básicos (agua, energía eléctrica).																		
0.2	Muy bajo	No cubre necesidades básicas de alimentación y servicios básicos.																		
0	Sin información																			
Toma otras opciones para cubrir sus necesidades porque no le alcanza	<table border="0"> <tr> <td style="vertical-align: top;">1</td> <td style="vertical-align: top;">No</td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: top;">0.2</td> <td style="vertical-align: top;">Si</td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: top;">0</td> <td style="vertical-align: top;">Falta de información</td> </tr> </table>	1	No	0.2	Si	0	Falta de información													
1	No																			
0.2	Si																			
0	Falta de información																			

Salud y seguridad		
Indicadores de evaluación	Criterio de evaluación	Referencias
Exposición a riesgo físico y químico	1 Bajo 0.666 Medio 0.333 Alto 0 Sin información	<p>Norma internacional. SA 8000:2014. Salud y seguridad.</p> <p>NOM-010-STPS-1994. Seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se produzcan, almacenen o manejen sustancias químicas capaces de generar contaminación en el medio ambiente laboral.</p> <p>NOM-017-STPS-2008, Equipo de protección personal- Selección, uso y manejo en los centros de trabajo.</p> <p>NOM-001- STPS-1994, Condiciones de seguridad e higiene en los edificios, locales, instalaciones y áreas de los centros de trabajo.</p> <p>Handbook of product social impact assesstment (Fontes, 2016). Stakeholder group "Workers". Health and safety.</p>
Requisitos de seguridad en instalaciones. 1. Uso de Señalamientos de seguridad. 2. Iluminación adecuada 3. Uso de extintores 4. Botiquín presente y en buenas condiciones	1 Cumple los cuatro requisitos 0.8 Cumple tres requisitos 0.6 Cumple dos requisitos 0.4 Solo cumple 1 de los 4 requisitos 0.2 Ninguno de los requisitos anteriores 0 Sin información	
Planes de emergencia en formalidad y con documentación.	Criterio si/no (Si es 1, No es 0.2, 0 sin información)	
	Conocimiento de planes de emergencia Brigada de seguridad en sitio	
Salud.	Criterio de si/no (1 o 0.2), 0 sin información	
	Presencia de daños a la salud a causa de la operación Padecimiento de Enfermedades Se realizan exámenes periódicamente	
Equipo de seguridad personal.	Criterio de si/no (1 o 0.2), 0 sin información	
	Entrega de equipo de seguridad Uso de equipo de acuerdo a actividades de operación	
Accidentes laborales.	Criterio si/no (1 o 0.2), 0 sin información	
	Accidentes en toda su trayectoria laboral Accidentes en el sitio actual de trabajo	

Desarrollo profesional		
Indicadores	Criterios de evaluación	Referencias
Documentación disponible del equipo.	<p>1 Si</p> <p>0.2 No</p> <p>0 Sin información</p>	<p>Sustainable project life cycle management: Incorporating social criteria in decision making. Labuschagne (2005). Career Development.</p> <p>SA 8000. Entrenamiento y Capacitación.</p> <p>Handbook of product social impact assesstment (Fontes, 2016). Training and education.</p>
Recibe capacitación laboral constante al menos una vez al año.	<p>1 Si</p> <p>0.2 No</p> <p>0 Si información</p>	
Presencia de habilidades distintas a la operación.	<p>1 Si</p> <p>0.2 No</p> <p>0 Sin información</p>	
Conocimiento de procedimientos de ascenso.	<p>1 Si</p> <p>0.2 No</p> <p>0 Sin información</p>	
Participación en mecanismos de ascenso para subir de nivel.	<p>1 Si</p> <p>0.2 No</p> <p>0 Sin información</p>	

Seguridad social		
Indicadores de evaluación	Criterios de evaluación	Referencias
Días de vacaciones acordes a la ley (no considera los días proporcionados en la prestación de tiempo insalubre).	<p>1 Si</p> <p>0.2 No</p> <p>0 Falta información</p>	<p>Handbook of producto social impact assessment (Fontes, 2016). Stakeholder group. Social Benefits.</p> <p>Ley Federal del Trabajo (2015). Normas protectoras y privilegios del salario.</p>
Cuenta con seguro de salud.	<p>1 Si</p> <p>0.2 No</p> <p>0 Falta de información</p>	
Cuenta con prima vacacional.	<p>1 Si</p> <p>0.2 No</p> <p>0 Falta de información</p>	
Cuenta con prima dominical.	<p>1 Si</p> <p>0.2 No</p> <p>0 Sin información</p>	
Cuenta con la prestación de aguinaldo.	<p>1 Si</p> <p>0.2 No</p> <p>0 Sin información</p>	
Cuenta con otras prestaciones de ley, como:	<p>1 Tres prestaciones</p> <p>0.67 Dos prestaciones</p> <p>0.33 Solo una</p> <p>0 Sin información</p>	
<p>Vales de despensa</p> <p>Tiempo insalubre</p> <p>Premios de puntualidad</p>		

V. Resultados de los indicadores normalizados.

Categoría de impacto social		Peso Global		0.2				
		Subcategoría		Horario de trabajo				
Condiciones laborales		Indicadores		1. Las horas trabajadas en una semana normal de trabajo, sin incluir las horas extraordinarias, están por debajo de los límites establecidos por la ley.	2. Horas extraordinarias son de carácter voluntario.	3. Horas extraordinarias no se exceden del límite legal a la semana.	4. Las horas extraordinarias trabajadas se reembolsan a una tarifa especial.	5. Días de descanso mayor a 1.
		Peso local		0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
No.	Etapa	No de entrevista.	Nombre de la instalación					
1	Captación y potabilización	1	Laboratorio fisicoquímico del agua	0.2	1	0.2	1	1
		2	Edificio Dosificación 1	0.2	1	0.2	1	1
		3	Edificio de cloración	0.2	1	0.2	1	1
		4	Módulos de filtración	0.2	1	0.2	1	1
		5	Río Magdalena 1	1	1	1	0	1
		6	Río Magdalena 2	1	1	0.2	0.2	1
		7	Pozo San Juan Tlihuaca	1	0.2	1	0.2	1
		8	Acueducto Tláhuac	1	1	1	1	1
2	Distribución	9	PB5	1	0	1	0.2	1
		10	PB5	1	0	1	1	1
		11	El Cartero	1	1	0.2	0	1
		12	La Estrella	1	0	1	0	1
		13	El Peñón	1	0	0.2	0	1
3	Almacenamiento	14	Zaragoza	1	1	0.2	0.2	1
		15	Lienzo	1	1	0.2	0.2	1
4	Drenaje bombeo	16	El Salado	1	1	0.2	0	1
		17	Renovación	1	1	1	0	1
	Drenaje profundo	18	Portal de salida	1	1	0.2	0.2	1
19		Portal de salida	1	1	0.2	0.2	1	
20		Portal de salida	1	1	0.2	0.2	1	
5	Tratamiento agua residual	21	Cerro de la Estrella	1	0	1	0.2	1
		22	San Juan de Aragón	1	1	0.2	0.2	1

Categoría de impacto social		Peso Global		0.2		
		Subcategoría		Salario justo		
Condiciones laborales		Indicadores		1.Salario promedio mensual.	2. Nivel de Cobertura de necesidades.	3. Toma otras opciones para sus cubrir necesidades.
		Peso local		0.33	0.33	0.33
No.	Etapa	No de entrevista.	Nombre de la instalación			
1	Captación y potabilización	1	Laboratorio fisicoquímico del agua	0.87	1	0.2
		2	Edificio Dosificación 1	1.00	1	0.2
		3	Edificio de cloración	0.92	1	0.2
		4	Módulos de filtración	0.65	0.8	0.2
		5	Río Magdalena 1	0.40	0.4	0.2
		6	Río Magdalena 2	0.20	0.2	0.2
		7	Pozo San Juan Tlihuaca	0.64	0.6	0.2
		8	Acueducto Tláhuac	0.63	0.6	0.2
2	Distribución	9	PB5	0.68	0.6	1
		10	PB5	0.53	0.4	1
		11	El Cartero	0.48	0.6	1
		12	La Estrella	0.47	0.6	0.2
		13	El Peñón	0.53	0.8	1
3	Almacenamiento	14	Zaragoza	0.58	0.8	0.2
		15	Lienzo	0.41	0.4	0.2
4	Drenaje bombeo	16	El Salado	0.46	0.4	0.2
		17	Renovación	0.43	0.4	0.2
	Drenaje profundo	18	Portal de salida	0.29	0.2	1
		19	Portal de salida	0.73	0.8	0.2
20		Portal de salida	0.82	0.8	0.2	
5	Tratamiento agua residual	21	Cerro de la Estrella	0.48	0.6	1
		22	San Juan de Aragón	0.65	0.8	1

Categoría de impacto social		Peso Global		0.2											
		Subcategoría		Salud y Seguridad laboral											
Condiciones laborales		Indicadores		Exposición a riesgo.		Requisitos de seguridad en instalaciones.	Planes de emergencia en formalidad y con documentación.		Salud			Equipo de seguridad personal		Accidentes laborales	
				Físico	Químico		Conocimiento de planes de emergencia.	Brigada de seguridad.	Presencia de daños a la salud a causa de la operación.	Padecimiento de Enfermedades.	Se realizan exámenes médicos periódicamente.	Entrega de equipo de seguridad.	Uso de equipo de acuerdo a actividades de operación.	Ha tenido accidentes en otras instalaciones de la institución en que labora.	Ha tenido accidentes laborales en el sitio actual de trabajo.
		Peso local		0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
No.	Etapa	No de entrevista.	Nombre de la instalación												
1	Captación y potabilización	1	Laboratorio fisicoquímico del agua	0.33	0.33	1	0.2	0.2	1	1	1	1	1	0.2	1
		2	Edificio Dosificación 1	0.33	0.33	1	0.2	0.2	1	0.2	0.2	1	1	0.2	0.2
		3	Edificio de cloración	0.33	0.33	1	1	0.2	0.2	0.2	0.2	1	0.2	0.2	0.2
		4	Módulos de filtración	0.33	0.33	1	1	0.2	1	1	0.2	1	0.2	1	0.2
		5	Rio Magdalena 1	0.33	0.67	0.6	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	1	0.2	0.2	0.2
		6	Rio Magdalena 2	0.33	0.33	0.2	0.2	0.2	1	1	0.2	1	0.2	1	1
		7	Pozo San Juan Tlihuaca	0.67	0.67	0.4	0.2	0.2	1	0.2	0.2	1	1	0.2	1
		8	Acueducto Tláhuac	0.67	0.33	0.6	0.2	0.2	0.2	1	0.2	1	0.2	1	1
2	Distribución	9	PB5	0.33	0.67	1	1	0.2	1	1	0.2	1	0.2	1	1
		10	PB5	0.33	0.00	1	1	0.2	1	1	0.2	1	0.2	1	1
		11	El Cartero	0.33	0.33	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	1	0.2	0.2	0.2
		12	La Estrella	0.33	0.33	0.4	0.2	0.2	1	1	0.2	1	0.2	1	1
		13	El Peñón	0.33	0.33	0.2	0.2	0.2	1	1	0.2	1	0.2	1	1
3	Almacenamiento	14	Zaragoza	1.00	0.33	0.4	0.2	0.2	0.2	0.2	1	1	1	1	
		15	Lienzo	1.00	1.00	0.2	0.2	0.2	1	1	0.2	1	0.2	0.2	
4	Drenaje bombeo	16	El Salado	0.33	0.33	0.2	0.2	0.2	1	1	0.2	1	0.2	0.2	1
		17	Renovación	0.33	0.33	0.4	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	1	0.2	0.2	1
	Drenaje profundo	18	Portal de salida	0.33	0.33	0.4	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	1	0.2	1	1
		19	Portal de salida	0.33	0.33	0.4	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	1	0.2	1	1
5	Tratamiento agua residual	20	Portal de salida	0.33	0.33	0.4	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	1	0.2	1	1
		21	Cerro de la Estrella	0.33	0.33	0.6	0.2	0.2	0.2	1	0.2	1	0.2	0.2	
		22	San Juan de Aragón	0.33	0.33	0.6	0.2	0.2	1	1	0.2	1	0.2	1	

Categoría de impacto social		Peso Global		0.2					
		Subcategoría		Prestaciones laborales (seguridad social)					
Condiciones laborales		Indicadores		Días de vacaciones sin tiempo insalubre.	Seguro social.	Prima vacacional.	Prima dominical.	Aguinaldo.	Cantidad de prestaciones laborales extras a lo indicado en la Ley Federal del Trabajo (2015).
		Peso local		0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17
No.	Etapa	No de entrevista.	Nombre de la instalación						
1	Captación y potabilización	1	Laboratorio fisicoquímico del agua	0.5	1	1	1	1	0.67
		2	Edificio Dosificación 1	0.5	1	1	1	1	0.67
		3	Edificio de cloración	0.75	1	1	1	1	0.67
		4	Módulos de filtración	0.75	1	1	1	1	0.67
		5	Río Magdalena 1	0.5	1	1	1	1	1.00
		6	Río Magdalena 2	0.5	1	0.2	0.2	1	0.33
		7	Pozo San Juan Tlihuaca	0.5	1	1	0.2	1	1.00
		8	Acueducto Tláhuac	0.5	1	1	0.2	1	1.00
2	Distribución	9	PB5	0.5	1	1	0.2	1	0.33
		10	PB5	0.5	1	1	0.2	1	0.33
		11	El Cartero	0.75	1	1	1	1	1.00
		12	La Estrella	0.75	1	1	0.2	1	1.00
		13	El Peñón	0.75	1	1	1	1	1.00
3	Almacenamiento	14	Zaragoza	0.75	1	1	0.2	1	0.67
		15	Lienzo	0.5	1	1	0.2	1	0.67
4	Drenaje bombeo	16	El Salado	0.5	1	1	1	1	1.00
		17	Renovación	0.5	1	1	1	1	1.00
	Drenaje profundo	18	Portal de salida	0.5	1	1	1	1	1.00
		19	Portal de salida	0.5	1	1	1	1	1.00
20		Portal de salida	0.5	1	1	1	1	1.00	
5	Tratamiento agua residual	21	Cerro de la Estrella	0.5	1	1	1	1	1.00
		22	San Juan de Aragón	0.5	1	1	1	1	1.00

Categoría de impacto social		Peso Global		Desarrollo profesional				
		Subcategoría		Documentación disponible del equipo para la operación.	Recibe capacitación laboral constante.	Habilidades distintas a la operación.	Conocimiento de procedimientos de ascenso.	Participación en mecanismos de ascenso para subir de nivel.
Condiciones laborales		Indicadores		0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
		Peso local		0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
No.	Etapa	No de entrevista.	Nombre de la instalación					
1	Captación y potabilización	1	Laboratorio fisicoquímico del agua	1	1	1	0.2	0.2
		2	Edificio Dosificación 1	1	0.2	1	0.2	0.2
		3	Edificio de cloración	1	1	1	0.2	0.2
		4	Módulos de filtración	1	1	1	1	0.2
		5	Río Magdalena 1	0.2	0.2	1	0.2	0.2
		6	Río Magdalena 2	0.2	0.2	0.2	0.2	1
		7	Pozo San Juan Tlihuaca	0.2	0.2	0.2	1	1
		8	Acueducto Tláhuac	1	1	1	1	1
2	Distribución	9	PB5	1	1	1	1	1
		10	PB5	1	1	1	0.2	0.2
		11	El Cartero	1	0.2	1	1	0.2
		12	La Estrella	0.2	0.2	0.2	1	0.2
		13	El Peñón	0.2	0.2	1	0.2	0.2
3	Almacenamiento	14	Zaragoza	0.2	0.2	0.2	1	0.2
		15	Lienzo	0.2	0.2	1	1	0.2
4	Drenaje bombeo	16	El Salado	0.2	0.2	0.2	1	0.2
		17	Renovación	0.2	0.2	1	1	0.2
	Drenaje profundo	18	Portal de salida	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
		19	Portal de salida	0.2	0.2	1	0.2	1
20		Portal de salida	1	1	0.2	1	1	
5	Tratamiento agua residual	21	Cerro de la Estrella	0.2	0.2	1	1	1
		22	San Juan de Aragón	0.2	0.2	1	1	1

VI. Resultados por etapa e instalación en formato de escala de color.

Etapa del sistema urbano del agua	Instalación	Horario de trabajo	Salario justo	Salud y Seguridad laboral	Seguridad social	Desarrollo profesional	Total por entrevista
CAPTACIÓN Y POTABILIZACIÓN	Laboratorio fisicoquímico del agua	0.68	0.69	0.63	0.86	0.68	0.71
	Edificio Dosificación 1	0.68	0.73	0.43	0.86	0.52	0.65
	Edificio de cloración	0.68	0.71	0.37	0.90	0.68	0.67
	Módulos de filtración	0.68	0.55	0.57	0.90	0.84	0.71
	Promedio Cutzamala	0.68	0.67	0.50	0.88	0.68	0.68
	Río Magdalena 1	0.80	0.33	0.27	0.92	0.36	0.54
	Río Magdalena 2	0.68	0.20	0.50	0.54	0.36	0.46
	Pozo San Juan Tlihuaca	0.68	0.48	0.45	0.78	0.52	0.58
	Acueducto Tláhuac	1.00	0.48	0.47	0.78	1.00	0.75
Promedio por etapa	0.77	0.43	0.44	0.78	0.58	0.60	
DISTRIBUCIÓN	PBS	0.64	0.76	0.63	0.67	1.00	0.74
	PBS	0.80	0.64	0.63	0.67	0.68	0.69
	Promedio PBS	0.72	0.70	0.23	0.67	0.84	0.71
	El Cartero	0.64	0.69	0.23	0.96	0.68	0.64
	La Estrella	0.60	0.42	0.52	0.83	0.36	0.55
	El Peñón	0.44	0.78	0.50	0.96	0.36	0.61
	Promedio por etapa	0.60	0.65	0.37	0.85	0.56	0.63
ALMACENAMIENTO	Zaragoza	0.680	0.527	0.450	0.769	0.360	0.557
	Lienzo	0.680	0.337	0.367	0.728	0.520	0.526
	Promedio	0.68	0.43	0.41	0.75	0.44	0.54
DRENAJE	El Salado	0.640	0.353	0.433	0.917	0.360	0.541
	Renovación	0.800	0.345	0.317	0.917	0.520	0.580
	Portal de salida	0.680	0.496	0.383	0.917	0.200	0.535
	Portal de salida	0.680	0.576	0.383	0.917	0.520	0.615
	Portal de salida	0.680	0.608	0.383	0.917	0.840	0.686
	Promedio portal	0.680	0.560	0.383	0.917	0.520	0.612
	Promedio	0.71	0.42	0.38	0.92	0.47	0.58
TRATAMIENTO	Cerro de la Estrella	0.640	0.694	0.333	0.917	0.680	0.653
	San Juan de Aragón	0.680	0.816	0.467	0.917	0.680	0.712
	Promedio	0.66	0.76	0.40	0.92	0.68	0.68