

## Resumen del artículo

# El consumo de agua en la cadena de suministro de la industria automotriz: el caso de Guanajuato, México

## Water consumption in the automotive industry supply chain: Guanajuato, Mexico

Seyka Verónica Sandoval Cabrera

Universidad Nacional Autónoma de México, SNII I

seykasandoval@correo.unam.mx

 <https://orcid.org/0000-0003-1552-9823>

Doctora en Economía por la Universidad Nacional Autónoma de México

Mayra Dalia Sánchez Gálvez

Investigadora independiente

mdalia.sgalvez@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0001-1280-5047>

Licenciada en Economía por la Universidad Nacional Autónoma de México

Andrea Carolina López Vergara

Universidad Autónoma de Baja California Sur, SNII I

aclopez@uabcs.mx

 <https://orcid.org/0000-0001-5679-9622>

Doctora en Ciencias Sociales por la Universidad de Baja California Sur

Recibido: 6 de junio de 2023

Aprobado: 20 de octubre de 2023

## Resumen

El propósito central de nuestro estudio es examinar la disponibilidad, el consumo y la contaminación del recurso hídrico vinculado a las actividades de la industria automotriz (IA) en Guanajuato, considerando el marco de las



SECCIÓN GENERAL

EL CONSUMO DE AGUA EN LA CADENA DE SUMINISTRO DE LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ: EL CASO DE GUANAJUATO, MÉXICO  
Seyka Verónica Sandoval Cabrera, Mayra Dalia Sánchez Gálvez y Andrea Carolina López Vergara

179

Intersticios Sociales  
El Colegio de Jalisco  
septiembre 2024-febrero 2025  
núm. 28  
ISSN 2007-4964

**Palabras clave:** agua, automotriz, cadena de suministro, Guanajuato.

políticas públicas de asignación de agua y descargas residuales. Argumentamos que la estrategia de localización de la IA en Guanajuato no ha tenido en cuenta la sostenibilidad del recurso hídrico. Exponemos que la normativa actual y su implementación son insuficientes para promover y sostener estrategias de desarrollo sostenible en la región. Para abordar este análisis, hemos aplicado la metodología de cadenas globales de valor (CGV), con el fin de mapear con precisión los segmentos de la IA presentes en Guanajuato. Evaluamos el marco institucional local en relación con la gestión del agua en los segmentos de esta industria. Nuestros resultados revelan que las operaciones de la IA en Guanajuato están caracterizadas por un consumo intensivo de agua y la generación de procesos contaminantes significativos. Identificamos una regulación y supervisión inadecuadas en la entrega de títulos y permisos a las empresas involucradas, lo que resalta la urgencia de revisar y reforzar las políticas actuales.

### Abstract

The central purpose of our study is to examine the availability, consumption, and pollution of water resources associated with the automotive industry (AI) activities in Guanajuato, considering the framework of public policies for water allocation and wastewater discharges. We argue that the location strategy of the AI in Guanajuato has not considered the sustainability of the water resource. We contend that the current regulations and their implementation are insufficient to promote and sustain sustainable development strategies in the region. To approach this analysis, we have applied the global value chains (GVC) methodology to precisely map the segments of the AI present in Guanajuato. We assess the local institutional framework in relation to water management in the segments of this industry. Our results reveal that the AI operations in Guanajuato are characterized by intensive water consumption and the generation of significant polluting processes. We identify inadequate regulation and supervision in the issuance of titles and permits to the involved companies, highlighting the urgency to review and strengthen current policies.

**Keywords:** water, automotive supply chain, Guanajuato.

Seyka Verónica Sandoval Cabrera  
Universidad Nacional Autónoma de México, SNII I

Mayra Dalia Sánchez Gálvez  
Investigadora independiente

Andrea Carolina López Vergara  
Universidad Autónoma de Baja California Sur, SNII I

## Introducción

Los beneficios de la industria automotriz (IA) en México se reflejan en la contribución al producto interno bruto (PIB), en el ingreso de flujos de inversión extranjera directa (IED), el establecimiento de empresas de capital extranjero, la creación de fuentes de empleo, la limitada transferencia y aprendizaje tecnológico y la formación de capacidades y la creación de nuevas empresas.<sup>1</sup> Sus efectos secundarios, en materia ambiental, muestran una industria intensiva en consumo de recursos hídricos durante toda la cadena productiva, contaminante y generadora de descargas de aguas residuales.

El estado de Guanajuato es la única entidad del país que tiene asentadas en su territorio siete de los principales fabricantes de equipamiento original de la industria global (OEM, por sus siglas en inglés). El Clúster Automotriz de Guanajuato (Claugto) es considerado el más importante y dinámico de toda América Latina, y al mismo tiempo, Guanajuato es el segundo estado mexicano con mayores problemas de estrés hídrico.

El propósito central de nuestro estudio es examinar la disponibilidad, el consumo y la contaminación del recurso hídrico vinculado a las actividades de la industria automotriz (IA) en Guanajuato, considerando el marco de las políticas públicas de asignación de agua y descargas residuales. Argumentamos que la elección de Guanajuato como sitio para los segmentos productivos de la industria automotriz no ha tenido en cuenta adecuadamente la sostenibilidad del recurso hídrico. Exponemos que la normativa actual y su

- 1 “Automotriz–invierte”, Gobierno del estado de Guanajuato, <https://invierte.guanajuato.gob.mx> (consultado el 27 de septiembre de 2023).

implementación son insuficientes para promover y sostener estrategias de desarrollo sostenible en la región. Para abordar este análisis hemos aplicado la metodología de cadenas globales de valor (CGV) con el fin de mapear con precisión los segmentos de la industria automotriz presentes en Guanajuato. Asimismo, evaluamos el marco institucional local en relación con la gestión del agua en los segmentos de esta industria.

El artículo se estructura como sigue. En el primer apartado, “Planteamiento del problema y metodología”, se abordan los desafíos que presenta la IA en Guanajuato en relación con la disponibilidad y consumo de agua, y expone las herramientas de la metodología de CGV que se utilizarán. En el apartado de “Resultados”, se describen los hallazgos derivados de la base empírica consultada y se presenta el mapeo de los segmentos de la IA localizados en Guanajuato, relacionándolos con el uso y contaminación del recurso hídrico. Seguidamente, el tercer apartado discute “El contexto institucional local de la IA en Guanajuato y la gestión del recurso hídrico”, y finalmente, se expone el apartado de “Conclusiones”.

## Planteamiento del problema y metodología

La actividad de la IA localizada en Guanajuato ha traído beneficios económicos para la región; sin embargo, también presenta retos respecto de la disponibilidad y consumo de agua en el desarrollo de sus procesos y tratamientos. La IA de Guanajuato está conformada por más de 380 empresas, asentadas en 19 municipios de un total de 46 que conforman el estado y establecidas en 22 parques industriales (Amistad Apaseo el Grande, Amistad Celaya, Castro del Río, Centro Industrial Guanajuato, Colinas León, Opción, Polígono Industrial San Miguel, Colinas Silao, Fipasi, Guanajuato Puerto Interior, Caral, Marabis, Apolo, Colinas de Apaseo, Industrial Park en Salamanca, Sendai, VYNMSA, Entrada Group y Stiva). Además, el clúster automotriz está integrado por 297 empresas.<sup>2</sup>

El estrés hídrico mide la relación entre la extracción total de agua y los suministros renovables de agua superficial y subterránea disponibles. La

2 Adriana Martínez y Jorge Héctor Carrillo-Viveros, “Evolución de la política industrial en regiones emergentes: el caso de la industria automotriz en Guanajuato, México”, *Estudios Sociales. Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional* 29, núm. 54 (2019).

medición tiene un intervalo de 1 a 5, siendo 5 un valor extremadamente alto y 1 un bajo nivel de estrés. El índice de estrés hídrico de Falkenmark

considera que un país o una determinada región experimenta estrés hídrico cuando los suministros anuales de agua caen por debajo de los 1700 m<sup>3</sup> por persona por año; un país se enfrenta a una situación de escasez de agua, cuando el nivel cae debajo de 1000 m<sup>3</sup> por persona por año.<sup>3</sup>

La extracción de agua incluye usos domésticos, industriales, de riego y ganaderos, consuntivos y no consuntivos. Los suministros de agua renovable disponibles incluyen el impacto de los usuarios consuntivos de agua río arriba y las grandes represas en la disponibilidad de agua río abajo. Los valores más altos indican una mayor competencia entre los usuarios.

De acuerdo con los datos del Instituto de Recursos Mundiales,<sup>4</sup> México ocupó la posición número 24 en la medición de estrés hídrico, y presentó altos niveles con un promedio de 3,86 en el intervalo del 1 al 5. Quince entidades del país presentan un índice de estrés hídrico extremadamente alto. El indicador de estrés<sup>5</sup> para el caso de Guanajuato es de 4.9, superado por Baja California Sur (5) y seguido de Ciudad de México (4.9), Aguascalientes (4.81), Querétaro (4.71) y Chihuahua (4.3), entidades líderes en la recepción de la IED.<sup>6</sup> En este contexto, el estudio de la relación entre las dinámicas industriales globales y locales permite a su vez analizar la asignación de los recursos en el proceso de producción de riqueza.

El enfoque metodológico de las CGV plantea, en sus fundamentos teóricos,<sup>7</sup> que la relación entre las dinámicas globales y locales se explica por la gobernanza. En términos generales, la *governance* define cómo se organizan, coordinan y controlan las actividades de producción y distribución en las cadenas de valor a nivel global,<sup>8</sup> y deriva una tipología apoyada en el análisis de la fragmentación del comercio y las teorías de los costos de transacción, así como un vasto stock de estudios empíricos.<sup>9</sup>

A partir de este punto se han señalado posibles relaciones de dependencia<sup>10</sup> o subordinación,<sup>11</sup> y se ha destacado la importancia de la capacidad endógena

- 3 “1.100 millones de personas en el mundo sufren estrés hídrico”, Fundación Aequae, 26 de agosto de 2021, <https://www.fundacionaqua.org/wiki/1-100-millones-personas-mundo-sufren-estres-hidrico/>
- 4 “Atlas de riesgo”, World Resources Institute, <https://www.wri.org/applications/aqueduct/water-risk-atlas> (consultado el 17 de marzo del 2021).
- 5 “Atlas de riesgo”.
- 6 Jorge Basave, Paty Montiel y Seyka Sandoval. “De la atracción de inversión extranjera directa a la incorporación de valor nacional. Experiencias de cadenas globales de valor en México”. En *Balace de la política económica en México. Políticas monetaria, fiscal y mesoeconómica*, coordinado por Jorge Basave (México: Instituto de Investigaciones Económicas, Universidad Nacional Autónoma de México, 2022).
- 7 Gary Gereffi, “Las cadenas productivas como marco analítico para la globalización”, *Problemas del desarrollo, Revista Latinoamericana de Economía* 32, núm. 125 (2001); Gary Gereffi, John Humphrey y Timothy Sturgeon, “The governance of global value chains”, *Review of International Political Economy* 12, núm. 1 (2005).
- 8 Gereffi, Humphrey y Sturgeon, “The governance”.
- 9 Gereffi, Humphrey y Sturgeon, “The governance”, 79-82.
- 10 Immanuel Wallerstein, “World networks and the politics of the world economy”, en *The politics of the world-economy* (Cambridge University Press, 1998); Terrence K. Hopkins e Immanuel Wallerstein, “Commodity chains in the world-economy prior to 1800”, *Review* 10, núm. 1 (1986).

- 11 Seyka Sandoval, "La cadena global de valor: consideraciones desde el ciclo del capital", *Revista Problemas del Desarrollo* 46, núm. 182 (julio-septiembre de 2015); Seyka Sandoval, "Upgrading y competencia: reflexiones para firmas y países en desarrollo", *Economía UNAM* 16, núm. 48 (2019).
- 12 Óscar F. Contreras y Maciel García, "Pymes tecnológicas en México: entre las cadenas globales de valor y los sistemas regionales de innovación", en *Cadenas globales de valor. Metodología, teoría y debates*, coord. Enrique Dussel Peters (Universidad Nacional Autónoma de México, 2018), 83.
- 13 Celso Garrido. *México en la fábrica de América del Norte y el nearshoring* (Santiago de Chile: Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 2022), 75.
- 14 Alejandro García Garnica y Adriana Martínez Martínez, "Trends of automotive industry FDI in Guanajuato, Mexico", *Análisis Económico* 33, núm. 84 (2018).
- 15 Patricia Jissette Rodríguez Sánchez, Mariana Hernández González y Juliana Carmenza Bello Arias. "Eco-innovation and sustainable production in developing countries. Cases Colombia and Mexico". *Economy & Business Journal* 12, núm. 1 (2018).
- 16 Gary Gereffi y Karina Fernández-Stark. *Global value chain analysis: A primer*, 2a ed. (Durham: Center of Globalization, Governance & Competitiveness at the Social Science Research Institute, Duke University, 2016), 25.
- 17 Enrique Dussel Peters, "The new triangular relationship between the us, China, and

de desarrollo de las regiones.<sup>12</sup> Para el caso de la IA en México, al igual que en el conjunto de la manufactura de exportación, se ha encontrado que las empresas líderes de la IA global, dejan en casa las actividades de mayor valor agregado (VA) y externalizan en México, en las entidades del norte y el bajío, actividades manufactureras valorando cercanía con los mercados desarrollados,<sup>13</sup> costos y calificación de la mano de obra,<sup>14</sup> disponibilidad de recursos naturales y regulaciones laxas que no están considerando el bienestar general de la región.<sup>15</sup>

El análisis de la CGV<sup>16</sup> considera seis etapas: 1) la estructura insumo-producto o mapeo de la cadena, 2) el alcance geográfico y 3) la gobernanza, en su dimensión global; en la local, 4) la estrategia de *upgrading* o escalamiento; 5) el contexto institucional local y 6) las partes interesadas. La CGV de la IA en la que México participa muestra una *gobernanza de tipo modular* en la cual los OEM ejercen un control significativo a lo largo de la cadena de suministro (CS) a través de las especificaciones de diseño y estándares de calidad. Ejemplos de estas empresas son las siguientes: Ford, General Motors, Honda, Nissan, Toyota, Volkswagen, Kia, Mazda, BMW y Stellantis (que engloba marcas como Fiat, Chrysler, Dodge, Ram, Jeep, entre otras), Tesla. Otros OEM globales incluyen Daimler AG (Mercedes-Benz), Hyundai, Renault, Subaru, Suzuki, Geely, SAIC Motor Corporation y Mitsubishi Motors. El alcance geográfico de la cadena implica por lo menos tres continentes, América, Europa y Asia. Los principales OEM están localizadas en Estados Unidos, la Unión Europea, Japón y Corea del Sur. En la región del Tratado entre México, Estados Unidos y Canadá (T-MEC), Estados Unidos es el principal importador de automóviles y autopartes procedentes de México, mientras que China ha sido un exportador clave de bienes intermedios, creciendo su participación en el país en materia de IED, financiamiento e infraestructura.<sup>17</sup>

En este marco, el mapeo de la cadena nos permitió identificar los segmentos, actividades y empresas localizadas en Guanajuato y relacionarla con el uso y contaminación del recurso hídrico. Este ejercicio nos habilita para discutir los beneficios y riesgos de las actividades de la IA en un contexto de estrés hídrico alto, en relación con los agentes que participan en

las actividades localizadas en Guanajuato, en un entorno institucional local, considerando las reglas formales en la asignación y supervisión en el uso del recurso hídrico.

La base empírica del análisis consideró, de acuerdo con la metodología de CGV, el mapeo de los segmentos, su localización geográfica municipal, las empresas participantes, el segmento o etapa específica de la cadena y sus actividades (tratamientos y procesos). Esta base se complementó con el conjunto de regulaciones nacionales para aproximarnos a la dimensión del contexto institucional local. Utilizando el Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN),<sup>18</sup> identificamos un total de 44 clases. Centrándonos exclusivamente en el proceso de producción, éstas pueden agruparse en cinco grandes fases o eslabones de la cs, en donde se adicionan diferentes niveles de VA al producto final. Mediante la revisión de la Cédula de Operación Anual (COA)<sup>19</sup> de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat) y el SCIAN 2018,<sup>20</sup> se identificó y agrupó el uso intensivo del agua y su contaminación en cada una de las cinco fases de la cs con base en la revisión de las guías para la elaboración de la cédula de operación anual de la industria automotriz, la industria química y la industria metalúrgica de Semarnat.

Se enfrentaron limitaciones respecto de los datos sobre el total de concesiones otorgadas a la IA en la entidad, referentes a su ubicación, los puntos de extracción del agua (acuíferos) y la ubicación de las empresas, dada la deficiencia en la cantidad y calidad de la información proporcionada por la Comisión Nacional del Agua (Conagua). Al momento de cotejar la duración de los títulos a través de la Plataforma Nacional de Transparencia Información Pública de Conagua,<sup>21</sup> se detectó que muchos de los títulos pertenecientes al subsector también se encontraban ubicados dentro de los registros correspondientes a títulos y permisos de aguas nacionales y sus bienes públicos inherentes para diferentes usos (795) y en los correspondientes a servicios (822). Como resultado, en total se identificaron 143 títulos emitidos para la IA. De estos, 94 son títulos de extracción de agua y 49 corresponden a permisos de descarga de aguas residuales. Como

Latin America: The case of trade in the autoparts-automobile global value chain (2000-2019)", *Journal of Current Chinese Affairs* 51, núm. 1 (2022).

- 18 Instituto Nacional de Estadística y Geografía (Inegi), *Estructura del Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte* (México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2018), <https://www.inegi.org.mx/contenidos/app/scian/estructura2018.pdf>
- 19 "Cédula de Operación Anual. Fuentes Fijas de Jurisdicción Federal. Industria Automotriz", Semarnat, <https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/retc/guias/guias.pdf> (consultado el 18 de septiembre de 2020)
- 20 "Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte, México SCIAN 2023", Inegi, <https://www.inegi.org.mx/app/scian/#:~:text=La%20estructura%20jer%C3%A1rquica%20del%20SCIAN,ra> (consultado el 10 de febrero del 2020).
- 21 "Consejo Nacional del Agua", Plataforma Nacional de Transparencia, <https://www.plataformadetransparencia.org.mx/> (consultado el 17 de marzo del 2020). Folio de la solicitud: 1610100168221.

ejercicio expositivo de la asignación, uso y consumo del recurso hídrico por parte de la IA en Guanajuato, estudiamos el proceso de producción de un automóvil en términos de consumo de agua.

Es importante hacer una advertencia metodológica. La escasez de información oficial y por empresa presentó dificultades en relación con la construcción de datos en términos de consumo de agua y su contaminación durante la producción automotriz; por lo tanto, las fases que se presentan en el presente artículo son ilustrativas, analíticas y explicativas, pero no pueden considerarse precisas.<sup>22</sup> A continuación, se presentan los resultados.

22 Derivado de las para las Guías para la elaboración de la COA, <https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/retc/guias/guias.pdf>

## Descripción de resultados

El primer resultado indica que la industria automotriz se abastece únicamente de agua subterránea, acuíferos susceptibles a la sobreexplotación. En el periodo de 2010 a 2020, de los veinte acuíferos pertenecientes a los límites territoriales de Guanajuato, únicamente ocho de ellos abastecen a la industria, siendo estos: 1) Cuenca Alta Rio Laja, 2) Irapuato-Valle, 3) Pénjamo-Abasolo, 4) Río Turbio, 5) Salvatierra-Acámbaro, 6) Silao-Romita, 7) Valle de Celaya y 8) Valle de León. Estos ocho acuíferos abastecen y forman parte del territorio de 30 de los 46 municipios que conforman a la entidad federativa. La industria automotriz, únicamente se encuentra establecida en 18 de ellos, siendo estos Abasolo, Acámbaro, Apaseo el Grande, Apaseo el Alto, Celaya, Comonfort, Cortázar, Guanajuato, Irapuato, León, Salamanca, San Felipe, San Francisco del Rincón, San José, Iturbide, San Miguel de Allende, Salvatierra, Silao y Villagrán.

En la tabla 2, estos acuíferos en conjunto presentaban en 2010 un déficit de 685,16 hm<sup>3</sup>. Para 2020, de acuerdo con el Registro Público de Derechos de Agua (Repda), este déficit se redujo en 51 %, pasando a 336,61 hm<sup>3</sup>, aunque ello no tuvo un impacto significativo en los niveles de estrés hídrico.

**Figura 1. Acuíferos del estado de Guanajuato**



Fuente: “Acuíferos en el estado de Guanajuato”, Comisión Estatal del Agua de Guanajuato, <https://agua.guanajuato.gob.mx/acuíferos.html> (consultado 15 de diciembre del 2020).

En lo que respecta a la disponibilidad de agua en estos ocho acuíferos, esta pasó de 50,38 hm<sup>3</sup> en 2010 a 114,81 hm<sup>3</sup> en 2020, mostrando un sorprendente aumento de 128 %, pese a que entre 2011 y 2018 la disponibilidad era 0, lo que llama la atención porque es precisamente durante este periodo cuando la industria automotriz asentada en Guanajuato mostró una recuperación y un auge económico en cuanto a la atracción de IED, así como en las exportaciones y emisión de títulos de extracción y en la renovación de los mismos, que en total ascendieron a 29. Se detectó que, de los 20 acuíferos con los que cuenta la entidad, en el periodo 2010-2020, del total de agua subterránea disponible, 70 % proviene únicamente de los ocho que abastecen a la industria automotriz. En lo que respecta al volumen total concesionado por el Repda, 71 % también proviene de estos. Respecto a la extracción total de agua subterránea a nivel estatal, fue 69 %. En cuanto a la recarga media, durante este periodo, estos ocho acuíferos han aportado 69 % de la recarga media de agua subterránea, y finalmente, en lo concerniente al déficit total de agua en Guanajuato han representado 73 % de éste, tal como se aprecia en la tabla 3.

**Tabla 1. Análisis total de los acuíferos del estado de Guanajuato**

| Año  | Déficit total (hm <sup>3</sup> ) | Disponibilidad total (hm <sup>3</sup> ) | Volumen concesionado REPDA (hm <sup>3</sup> ) | Extracción (hm <sup>3</sup> ) | Recarga media (hm <sup>3</sup> ) |
|------|----------------------------------|---|---|-------------------------------|----------------------------------|
| 2020 | -643,16                          | 151,09                                  | 2744,50                                       | 2773,10                       | 2372,40                          |
| 2019 | -634,02                          | 148,81                                  | 2766,10                                       | 4157,30                       | 2372,30                          |
| 2018 | -634,02                          | 148,81                                  | 2766,10                                       | 4157,30                       | 2372,30                          |
| 2017 | -947,19                          | 8,56                                    | 3076,50                                       | 4160,50                       | 2324,80                          |
| 2016 | -947,19                          | 8,56                                    | 3076,50                                       | 4160,50                       | 2324,80                          |
| 2015 | -947,19                          | 8,56                                    | 3076,50                                       | 4160,50                       | 2324,80                          |
| 2014 | -1080,87                         | 8,70                                    | 3210,00                                       | 4160,50                       | 2324,80                          |
| 2013 | -1080,87                         | 8,70                                    | 3210,00                                       | 4160,50                       | 2324,80                          |
| 2012 | -1048,30                         | 54,37                                   | 3204,10                                       | 3878,80                       | 2370,40                          |
| 2011 | -1081,78                         | 54,52                                   | 3211,00                                       | 3878,80                       | 2370,40                          |
| 2010 | -848,68                          | 54,34                                   | 2833,70                                       | 3955,50                       | 2470,10                          |

Fuente: “Registro Público de Derechos de Agua”, Comisión Nacional del Agua, <https://app.conagua.gob.mx/consultarepda.aspx> (consultado 15 de febrero 2021); “Acuíferos. Disponibilidad de acuíferos estatal”, Sistema Nacional de Información del Agua, <https://sinav30.conagua.gob.mx:8080/SINA/?opcion=acuíferos> (consultado el 23 de septiembre 2020).

**Tabla 2. Análisis de acuíferos que abastecen a la industria automotriz**

| Año  | Déficit (hm <sup>3</sup> ) | Disp. (hm <sup>3</sup> ) | Vol. C REPDA (hm <sup>3</sup> ) | Ext. (hm <sup>3</sup> ) | Recarga media (hm <sup>3</sup> ) | Vol. aguas sub. para IA (hm <sup>3</sup> ) | Vol. aguas sub para IA (m <sup>3</sup> ) |
|------|----------------------------|--------------------------|---------------------------------|-------------------------|----------------------------------|--|--|
| 2020 | -336,61                    | 114,81                   | 1580,90                         | 1587,80                 | 1397,50                          | 13,89                                      | 13894345                                 |
| 2019 | -471,96                    | 117,19                   | 1945,70                         | 2941,10                 | 1622,50                          | 13,86                                      | 13857045                                 |
| 2018 | -471,96                    | 117,19                   | 1945,70                         | 2941,10                 | 1622,50                          | 13,95                                      | 13950457                                 |
| 2017 | -686,67                    | 0                        | 2155,80                         | 2929,90                 | 1601,50                          | 14,31                                      | 14310257                                 |
| 2016 | -690,00                    | 0                        | 2269,10                         | 3077,90                 | 1711,50                          | 14,07                                      | 14074657                                 |
| 2015 | -690,00                    | 0                        | 2269,10                         | 3077,90                 | 1711,50                          | 14,09                                      | 14094457                                 |
| 2014 | -824,80                    | 0                        | 2403,90                         | 3077,90                 | 1711,50                          | 13,89                                      | 13864457                                 |
| 2013 | -824,80                    | 0                        | 2403,90                         | 3077,90                 | 1711,50                          | 13,86                                      | 13864457                                 |
| 2012 | -875,72                    | 0                        | 2401,80                         | 2797,10                 | 1711,50                          | 13,41                                      | 13412407                                 |
| 2011 | -773,22                    | 0                        | 2212,70                         | 2385,10                 | 1571,80                          | 13,00                                      | 13002407                                 |
| 2010 | -685,16                    | 50,38                    | 2024,90                         | 2429,80                 | 1600,30                          | 13,00                                      | 13002407                                 |

Fuente: “Registro Público de Derechos de Agua”; “Acuíferos. Disponibilidad de acuíferos estatal”.

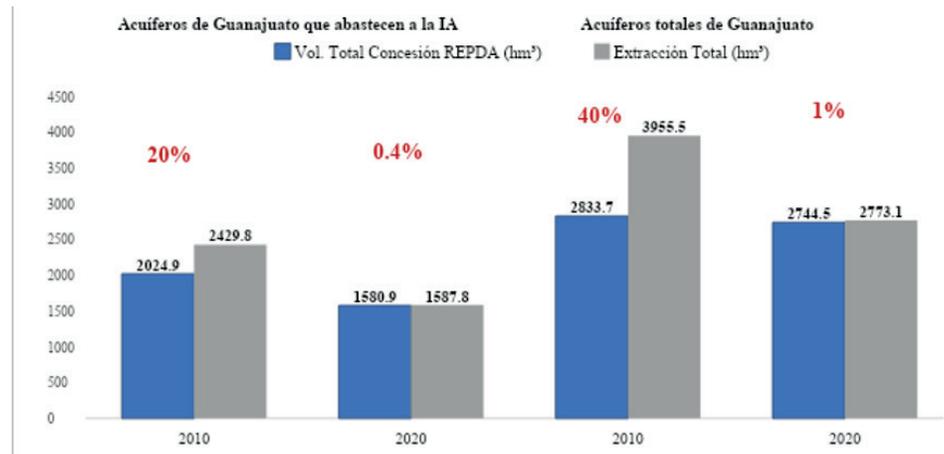
**Tabla 3. Contribución porcentual de los acuíferos con presencia automotriz respecto al total de los acuíferos de Guanajuato (2010-2020)**

| Año  | Déficit (hm <sup>3</sup> ) | Disponibilidad (hm <sup>3</sup> ) | Vol. C REPDA (hm <sup>3</sup> ) | Ext. (hm <sup>3</sup> ) | Recarga media (hm <sup>3</sup> ) |
|------|----------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|-------------------------|----------------------------------|
| 2020 | 52 %                       | 76                                | 58                              | 57                      | 59                               |
| 2019 | 74 %                       | 79                                | 70                              | 71                      | 68                               |
| 2018 | 74 %                       | 79                                | 70                              | 71                      | 68                               |
| 2017 | 72 %                       | 0                                 | 70                              | 70                      | 69                               |
| 2016 | 73 %                       | 0                                 | 74                              | 74                      | 74                               |
| 2015 | 73 %                       | 0                                 | 74                              | 74                      | 74                               |
| 2014 | 76 %                       | 0                                 | 75                              | 74                      | 74                               |
| 2013 | 76 %                       | 0                                 | 75                              | 74                      | 74                               |
| 2012 | 84 %                       | 0                                 | 75                              | 72                      | 72                               |
| 2011 | 71 %                       | 0                                 | 69                              | 61                      | 66                               |
| 2010 | 81 %                       | 93                                | 71                              | 61                      | 65                               |

Fuente: “Registro Público de Derechos de Agua”; “Acuíferos. Disponibilidad de acuíferos estatal”.

Encontramos una disparidad sistemática en los balances totales de extracción de agua. Se realizó un comparativo entre los volúmenes de salida totales y los estipulados por el REPDA durante el periodo 2010-2020, y como se puede observar en la gráfica 1, existe una diferencia marcada entre ambos, tanto en los acuíferos que abastecen a la industria automotriz como en los 20 con los que cuenta la entidad, mostrando un incumplimiento a la regulación.

**Gráfica 1. Comparación entre volúmenes concesionados y extraídos actualmente en el estado de Guanajuato**

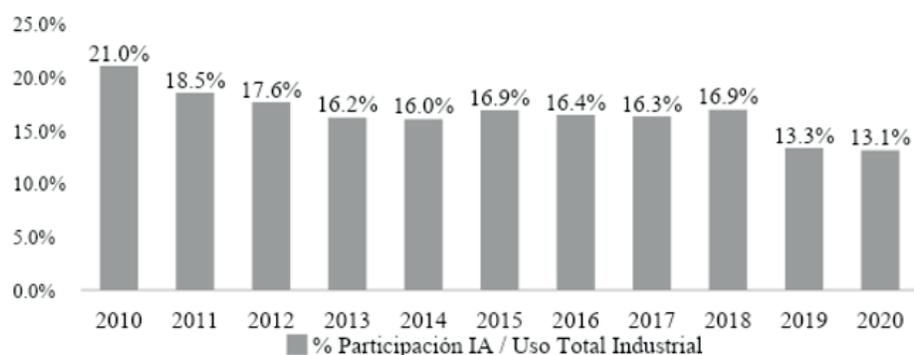


Fuente: “Acuíferos. Disponibilidad de acuíferos estatal”; “Acuíferos. Disponibilidad de acuíferos nacional”, Sistema Nacional de Información del Agua, <https://sinav30.conagua.gob.mx:8080/SINA/?opcion=acuíferos> (consultado el 31 de junio de 2021).

En lo referente al consumo de agua subterránea para uso industrial, la IA en el periodo 2010-2020 acaparó en promedio el 16,6 % del agua en Guanajuato. En 2010 utilizó 21 % del agua concesionada para actividades industriales, y para 2020 pasó a 13,1 %. Sin embargo, en los últimos tres años, muchas de las empresas no han renovado la vigencia de sus títulos. Por ello no se contemplaron para su conteo. De lo contrario, suponemos un porcentaje mayor. Gran parte de las empresas establecidas en la entidad pertenecientes al subsector no cuentan con un título, y muchas otras cuentan únicamente con el permiso de descarga de aguas residuales, como se explicará más adelante para el caso del clúster automotriz (Claugto). Se encontró que de las 95 empresas que el clúster presenta en su portal oficial, 68 de ellas no cuentan con títulos o permisos de agua. Esto sucede de igual forma para el caso de las 51 empresas encontradas con títulos individuales, de las cuales 15 no cuentan con título de extracción de agua. Por lo anterior, 83 empresas no pudieron ser incluidas dentro de este cálculo al no poseer un título de extracción de agua de acuerdo con los datos del Repda.

La IA realiza actividades en el estado de Guanajuato que son altamente consumidoras de agua en lo referente a las actividades industriales, solo por detrás de las actividades agrícolas, aunque con una brecha considerable. La demanda de agua subterránea de la IA es significativa en comparación con la oferta de agua disponible para el sector industrial, como se expone en la gráfica 2, aunque se advierte una tendencia descendente que puede estar explicada por una subrepresentación del fenómeno dada las limitaciones e irregularidades señaladas en la información disponible.

**Gráfica 2. Consumo de agua de la industria automotriz respecto del consumo total industrial en Guanajuato (2010-2020)**



Fuente: “Registro Público de Derechos de Agua”; “Acuíferos. Disponibilidad de acuíferos nacional”; “Acuíferos. Disponibilidad de acuíferos estatal”.

De los 46 municipios que conforman la entidad, 21 de ellos presentan problemas de disponibilidad de agua subterránea, siendo esta deficitaria. La IA se encuentra establecida en 15 de estos 21 municipios: 1) Abasolo, 2) Apaseo el Grande, 3) Apaseo el Alto, 4) Celaya, 5) Comonfort, 6) Cortázar, 7) Guanajuato, 8) Irapuato, 9) León, 10) Salamanca, 11) San Francisco del Rincón, 12) San Miguel de Allende, 13) Salvatierra, 14) Silao y 15) Villagrán (tabla 4).

En estas condiciones, en 2017 la empresa General Motors renovó por diez años dos títulos de extracción que ascienden a un total de 770,000 m<sup>3</sup> de agua, con vigencia hasta el 2027. De la misma manera, en 2019, a Volkswagen se le renovó también por diez años un título que asciende a 72,000 m<sup>3</sup>

con vigencia hasta 2029. En este mismo año la empresa American Axle & Manufacturing de México renovó un título de 390,000 m<sup>3</sup> con vigencia de diez años, y en 2020 para el Parque Industrial Guanajuato Puerto Interior se emitieron cinco nuevos títulos que autorizan la extracción de 1'196,460 m<sup>3</sup> con vigencia hasta 2030 y 2031. Es importante puntualizar que este parque alberga en sus instalaciones a más de 47 empresas automotrices.

**Tabla 4. Déficit (hm<sup>3</sup>). Municipios con mayor estrés hídrico de Guanajuato (2010-2020)**

| Municipio                     | 2010    | 2011    | 2012    | 2013    | 2014    | 2015    | 2016    | 2017    | 2018    | 2019    | 2020    |
|-------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| San Miguel de Allende         | -220,42 | -220,73 | -213,5  | -227,65 | -227,65 | -230,06 | -230,06 | -230,06 | -216,86 | -216,86 | -219,52 |
| Jaral del Progreso            | -373,9  | -433,66 | -387,27 | -417,51 | -417,51 | -422,25 | -422,25 | -422,25 | -196,07 | -196,07 | -201,96 |
| Abasolo                       | -326,98 | -427,7  | -467,79 | -409,09 | -409,09 | -409,01 | -409,01 | -409,01 | -199,35 | -199,35 | -195,3  |
| Manuel Doblado                | -183,68 | -252,47 | -312,75 | -260,77 | -260,77 | -259,93 | -259,93 | -259,93 | -192,37 | -192,37 | -193,16 |
| Santa Cruz de Juventino Rosas | -326,02 | -311,56 | -337,92 | -295,41 | -295,41 | -300,15 | -300,15 | -300,15 | -185,05 | -185,05 | -182,41 |
| Villagrán                     | -326,02 | -311,56 | -337,92 | -295,41 | -295,41 | -300,15 | -300,15 | -300,15 | -185,05 | -185,05 | -182,41 |
| Pénjamo                       | -183,68 | -124,19 | -185,39 | -129,69 | -129,69 | -128,85 | -128,85 | -128,85 | -180,81 | -180,81 | -181,56 |
| Celaya                        | -147,13 | -166,82 | -132,35 | -174,47 | -174,47 | -197,47 | -197,47 | -197,47 | -156,63 | -156,63 | -155,17 |
| Cortázar                      | -147,13 | -166,82 | -132,35 | -174,47 | -174,47 | -197,47 | -197,47 | -197,47 | -156,63 | -156,63 | -155,17 |
| Cuerámara                     | -121,68 | -121,89 | -121,43 | -126,36 | -126,36 | -125,52 | -125,52 | -125,52 | -127,89 | -127,89 | -128,2  |
| San Francisco del Rincón      | -211,05 | -186,78 | -218,24 | -191,88 | -191,88 | -35,08  | -35,08  | -35,08  | -118,35 | -118,35 | -116,84 |
| Apaseo el Alto                | -124,96 | -129,51 | -117,06 | -137,13 | -137,13 | -141,61 | -141,61 | -141,61 | -114,07 | -114,07 | -115,38 |
| Apaseo el Grande              | -120,72 | -125,95 | -111,76 | -132,88 | -132,88 | -136,86 | -136,86 | -136,86 | -113,59 | -113,59 | -115,31 |
| Irapuato                      | -205,3  | -305,81 | -346,36 | -282,73 | -282,73 | -283,49 | -283,49 | -283,49 | -71,46  | -71,46  | -67,1   |
| Salamanca                     | -205,3  | -185,61 | -226,16 | -162,53 | -162,53 | -163,29 | -163,29 | -163,29 | -71,46  | -71,46  | -67,1   |
| León                          | -149,05 | -184,48 | -154,28 | -188,55 | -188,55 | -31,75  | -31,75  | -31,75  | -65,43  | -65,43  | -63,48  |
| Guanajuato                    | -63,75  | -181,57 | -184,7  | -180,44 | -180,44 | -179,52 | -179,52 | -179,52 | -62,11  | -62,11  | -62,46  |
| Salvatierra                   | -74,29  | -165,17 | -72,14  | -165,89 | -490,95 | -511,49 | -184,91 | -184,91 | -54,06  | -54,06  | -59,41  |
| Romita                        | -149,05 | -296,6  | -267,32 | -297,87 | -297,87 | -141,07 | -141,07 | -141,07 | -53,87  | -53,87  | -51,88  |
| Silao                         | -149,05 | -296,6  | -267,32 | -297,87 | -297,87 | -141,07 | -141,07 | -141,07 | -53,87  | -53,87  | -51,88  |
| Comonfort                     | -120,72 | -125,95 | -111,76 | -132,88 | -132,88 | -136,86 | -136,86 | -136,86 | -113,59 | -113,59 | -115,31 |

Fuente: “Registro Público de Derechos de Agua”; “Acuíferos. Disponibilidad de acuíferos nacional”; “Acuíferos. Disponibilidad de acuíferos estatal”.

Encontramos discrepancias entre las fechas correspondientes a la expedición de los títulos y las fechas reportadas de inicio de extracción de agua. En algunos casos dicha extracción comenzó antes de que se registrara el título en el Repda. Suponemos falta de eficiencia en la supervisión del cumplimiento de la Ley de Aguas Nacionales, sobre todo de la Política Hídrica Nacional, ya que en ella se estipula dentro del artículo 14 bis 15, apartado VII, que

El Ejecutivo Federal se asegurará que las concesiones y asignaciones de agua estén fundamentadas en la disponibilidad efectiva del recurso en las regiones hidrológicas y cuencas hidrológicas que correspondan, e instrumentará mecanismos para mantener o reestablecer el equilibrio hidrológico en las cuencas hidrológicas del país y el de los ecosistemas vitales para el agua.<sup>23</sup>

En la tabla 5 se presenta el mapeo de los segmentos de la IA localizados en Guanajuato. Se identifican las empresas por municipio, describiendo las etapas de la cs en las que participan y los tratamientos y procesos que llevan a cabo.

23 “Ley de Aguas Nacionales” (México: Cámara de diputados del H. Congreso de la Unión, Secretaría de Servicios Parlamentarios, última modificación DOF: 8 de mayo de 2023), 35, <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LAN.pdf>

**Tabla 5. Etapas, tratamientos y procesos en los que se consume agua durante la cadena productiva de un automóvil (2010-2020)**

| Municipio   | Empresas   | Etapas                                   | Tratamientos y procesos  |
|---|--|--|--|
| <b>Fase 1. Operaciones básicas de acero, aluminio, hierro, complejos siderúrgicos y metalmecánicos</b>  |  |  |  |
| Abasolo, Acámbaro, Apaseo el Grande, Celaya, Cortázar, Irapuato, León, Salamanca, San José de Iturbide, San Miguel de Allende, Silao, Villagrán | American Axle & Manufacturing, ArcelorMittal, Ashimori, Bilstein, BorgWarner, Bosch, Condumex, Contour Hardening, Coroplast/WeWire, Denso, Encenarro, Evercast, F-TECH, G-ONE, GKN Driveline, Hirotec, Hirschmann, Hutchinson, Kamx, KYB, Lyrba, Mahle, Metagra, Mitsui, Mubea, Multimatic, Nippon Steel, Nsk, Okawa, Panelfisa, Pemsa, Promeba, PTI, Rheinmetall, Ryoby, Samot, Scherdel, Shilo, ThyssenKrupp Camshafts, Witzmann GmbH, Toyotetsu | 1.1 Proceso de fundición y modelado      | Preparación de arenas (arenas verdes), formación de moldes y corazones, selección y/o preparación de la chatarra |
|   |  | 1.2 Tratamiento de mejora de propiedades | Tratamientos térmicos  |
|   |  |  | Tratamientos químicos y electroquímicos de superficie (galvanoplastia)   |
|   |  | 1.3 Corte de metales                     | Corte con agua   |
|   |  | 1.4 Fabricación de productos laminados   | Producción de planchón   |

| Municipio  | Empresas   | Etapas   | Tratamientos y procesos  |  |
|--|--|--|--|--|
| <b>Fase 2. Transformación de materiales procesados de la Fase 1 para elaborar productos de fabricación de autopartes y componentes automotrices tubos, postes, desbastes, bombas, válvulas, soldaduras, tornillos y tuercas, entre otros productos</b> |  |  |  |  |
| Abasolo, Acámbaro, Apaseo el Grande, Celaya, Cortázar, Irapuato, León, Salamanca, San José de Iturbide, San Miguel de Allende Sila, Villagrán  | American Axle & Manufacturing, ArcelorMittal, Bilstein, BorgWarner, Bosch, Condumex, Contour Hardening, Coroplast/ WeWire, Denso, Encenarro, Evercast, F-TECH, G-ONE, GKN Driveline, Hirotec, Hirschmann, Honda Lock, Hutchinson, Inalfa Roof Systems, Kamax, KYB, Leggett & Platt, Lyrba, Mahle, Metagra, Mitsui, Mubea, Multimatic, Nippon Steel, Nsk, Okawa, OshkoshPanelfisa, Pemsas, Promeba, PTI, Rheinmetall, RPK, RSB, Ryoby, Samot, Scherdel, Shilo, Thyssenkrupp Camshafts, , Taigene, Tekfor, Toyotetsu, Witzemann GmbH | 2.1 Corte de metales   | Corte con agua   |  |
|  |  | Segundas operaciones   | Maquinado  |  |
|  |  | 2.2 Tratamiento de mejora de propiedades   | Tratamientos térmicos<br><br>Tratamientos químicos y electroquímicos de superficie (galvanoplastia)  |  |
| <b>Fase 3. Fabricación de Autopartes y componentes</b>   |  |  |  |  |
| Abasolo, Apaseo el Grande, Celaya, Cortázar, Irapuato, León, Salamanca, San José de Iturbide, San Miguel de Allende, Silao, Villagrán  | American Axle & Manufacturing, ArcelorMittal, Bilstein, BorgWarner, Bosch, Denso, Encenarro, Evercast, F-TECH, Faurecia, Fraenkische Industrial Pipes, G-ONE, GKN Driveline, Hella, Hirotec, Hutchinson, KYB, Mahle, Metagra, Mitsui, Mubea, Multimatic, Nidec, Nippon Steel, Nsk, Okawa, Plastic Omnium, Rheinmetall, RPK, RSB, Ryoby, Samot, Scherdel, Shiloh, Stant, Taigene, Tekfor, Thyssenkrupp Camshafts, Toyotetsu, WALOR, Witzemann GmbH  | Fabricación de motores automotrices  | Maquinado de acero<br>Maquinado de aluminio<br>Ensamblado general  |  |
|  |  | Partes para el sistema de transmisión automotriz, si incluye procesos térmicos o de fundición      |  |  |
|  |  | Fabricación elementos de la transmisión: Ruedas de fricción, correas, cadenas, anillos, engranajes | Se repiten los procesos de fundición y moldeo de acero y hierro propios de la Fase 1   |  |
|  |  | Fabricación de ejes y semiejes del sistema de transmisión  | Corte con agua<br>Maquinado<br>Lavado  |  |
|  |  | Fabricación de coronas y piñones   | Confeccionado de dientes<br>Tratamientos térmicos<br>Decapado<br>Tratamientos térmico-extremos<br>Lavado<br>1er tratamiento superficial<br>2do tratamiento superficial |  |

| Municipio | Empresas | Etapas   | Tratamientos y procesos   |
|-----------|----------|--|---|
| Fase 3... |          |  |   |
|           |          | Fabricación de baleros   | Tratamientos térmicos<br>2do maquinado<br>Tratamiento superficial   |
|           |          | Fabricación de poleas macizas y taladradas                           | Maquinado básico<br>Maquinado de cuñeros<br>Barrenado y Machuelado<br>Maquinado de los asientos de cuñas<br>Lavado  |
|           |          | Producción de partes para el sistema de suspensión y dirección       |   |
|           |          | Fabricación de ejes y semiejes del sistema de suspensión y dirección | Corte con agua<br>Maquinado<br>Lavado   |
|           |          | Fabricación de resortes  | Corte con agua<br>Tratamientos térmicos<br>Tratamiento mecánico<br>Tratamientos químicos superficiales<br>Tratamientos electroquímicos superficiales<br>Calentamiento de puntas |
|           |          | Fabricación de muelles   | Similar a la fabricación de resortes  |
|           |          | Producción de partes para el sistema de frenos automotriz            |   |
|           |          | Fabricación de seguros de frenos                                     | Corte con agua<br>Tratamientos térmicos<br>Tratamientos termoquímicos<br>Tratamientos químicos superficiales<br>Inspección de piezas  |
|           |          | Fabricación de resortes para frenos                                  | Corte con agua<br>Tratamientos térmicos<br>Tratamiento termoquímico<br>Tratamiento térmico de ajuste después del cementado<br>Limpieza superficial                              |

| Municipio                                     | Empresas | Etapas  | Tratamientos y procesos  |
|---|----------|---|--|
| <b>Fase 3...</b>                              |          |   |  |
|   |          | Fabricación de resortes...                                    | Tratamiento electroquímico   |
|   |          |   | Tratamiento mecánico   |
|   |          |   | Tratamientos químicos superficiales  |
|   |          |   | Tratamientos electroquímicos superficiales   |
|   |          |   | Calentamiento de puntas  |
|   |          | Fabricación de cilindros de frenos                            | Formación de la pieza  |
|   |          |   | Lavado   |
|   |          | Fabricación de pistones para frenos                           | Formación de la pieza  |
|   |          |   | Tratamiento electroquímico superficial   |
|   |          | Fabricación de campanas para frenos                           | Preparación de arenas  |
|   |          |   | Reutilización de materias primas   |
|   |          |   | Maquinado de campana verde   |
| <b>Fase 4. Producción de otras autopartes</b> |          |   |  |
|   |          | Producción de llantas   | Fabricación cámaras, llantas y corbatas  |
|   |          | Fabricación de monobloques para motores de combustión interna | Preparación de arenas  |
|   |          | Fabricación otros productos hule                              | Reutilización de materias primas   |
|   |          | Fabricación de otras piezas de vidrio                         | Fabricación de vidrio, materias primas primarias, secundarias, preparación de materiales, fundición y refinado |
|   |          | Fabricación de vidrio plano, liso y labrado                   | Conformado   |
|   |          | Otras operaciones y tratamientos de vidrio                    | Laminado   |
|   |          | Fabricación de espejos  | Tratamientos superficiales   |

| Municipio   | Empresas  | Etapas  | Tratamientos y procesos  |
|---|---|---|--|
| <b>Fase 4...</b>  |   |   |  |
|   |   | Fabricación de otros productos de fibra de vidrio | Desembolsado de asbesto  |
|   |   | Fabricación de partes plásticas                   | Formación de la pieza  |
|   |   | Fabricación de autopartes que contienen asbesto   | Desembolsado   |
| <b>Fase 5. Fabricación y ensamble de automóviles</b>              |   |   |  |
| Apaseo el Grande, Celaya, Salamanca, San Miguel de Allende, Silao | General Motors, Deskoys, Hino Motors, Itech Group, Mazda, SMC Corporation, Toyota                               | Formación de carrocerías                          | Tratamiento superficial de carrocerías   |
|   |   | Pinturas de carrocerías                           | Refrigeración  |
|   |   |   | 1er pintado, 2do pintado, 3er pintado (Se repiten las operaciones por cada etapa del pintado, pueden ser hasta seis veces) |
| Aceptación final. Inspección y comprobación de calidad            | Después del ensamblado de todas las piezas, ya armado completamente el automóvil se procede a la revisión final |   |  |

Fuente: “Guía para la Elaboración de la Cédula de Operación Anual. Industria Automotriz”, Semarnat, <https://www.gob.mx/semarnat/documentos/tramite-semarnat-05-001> (consultado el 23 de mayo de 2023); “Cédula de Operación Anual. Fuentes Fijas de Jurisdicción Federal. Industria Automotriz”; “Guía para la Elaboración de la Cédula de Operación Anual. Industria Metalúrgica”, Semarnat, [https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/retc/guias/g\\_metlgc.pdf](https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/retc/guias/g_metlgc.pdf) (consultado el 18 de septiembre de 2020); “Guía para la Elaboración de la Cédula de Operación Anual. Industria Química”, Semarnat, [https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/retc/guias/g\\_qumc.pdf](https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/retc/guias/g_qumc.pdf) (consultado el 18 de septiembre de 2020); Inegi, Estructura del Sistema.

De acuerdo con la revisión de las guías para la elaboración de la cédula de operación anual de las industrias automotriz, química y metalúrgica, se presentan el total de procesos por fase en la cadena que usan agua y la contaminan (tabla 6).

**Tabla 6. Uso y contaminación del agua durante la cadena productiva automotriz**

| Fase | Procesos totales | Uso de agua | Contaminación agua | Promedio uso agua | Contaminación promedio |
|------|------------------|-------------|--------------------|-------------------|------------------------|
| 1    | 88               | 64          | 81                 | 73                | 92                     |
| 2    | 58               | 49          | 57                 | 84                | 98                     |
| 2    | 347              | 216         | 300                | 62                | 86                     |
| 4    | 171              | 37          | 117                | 22                | 68                     |
| 5    | 111              | 33          | 82                 | 30                | 74                     |

Fuente: “Guía para la Elaboración... Industria Automotriz”; “Cédula de Operación Anual”; “Guía para la Elaboración... Industria Metalúrgica”; “Guía para la Elaboración... Industria Química”; Inegi, Estructura del Sistema.

De las empresas asociadas al clúster (Claugto) se encontró que en total 66 % de las plantas realizan actividades productivas de la fase 2, que resultó ser la que más usa y contamina el agua durante sus operaciones, pues representan un 84 % y 98 % respectivamente. Con 61 %, las operaciones de la fase 1 son las segundas más realizadas dentro del Clúster, y de igual manera esta fase ocupa la segunda posición en lo referente al uso y contaminación de agua con 73 % y 92 % respectivamente. La fase 3 con 53 % es la tercera más desempeñada, y es la tercera en lo referente al uso de recursos hídricos y su contaminación durante la producción, pues tienen 62 % y 86 % respectivamente.

La fase 4 es la cuarta más realizada en la entidad. A diferencia de las fases anteriores, se ubica en el último lugar en lo que respecta al consumo de agua (22 %) y su contaminación (68 %). Finalmente, solo dos unidades productivas –que son RAFI Syscom México, que pertenece a la empresa Dekosys México, y Ferre Baztán, perteneciente a Itech Grupo– llevan a cabo actividades de la fase 5. En lo que respecta al empleo de agua durante la producción y su contaminación, esta fase ocupa el cuarto lugar con 30 % y 74 % respectivamente.

## El contexto institucional local de la IA en Guanajuato y la gestión del recurso hídrico

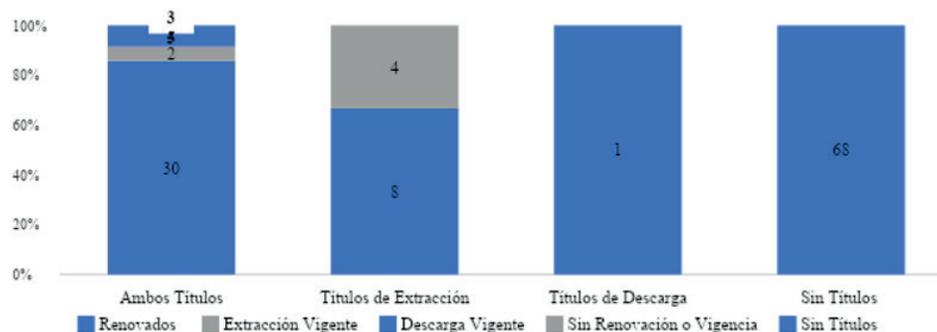
El contexto institucional local identifica cómo las condiciones locales, nacionales e internacionales y las políticas influyen en las decisiones de los agentes que participan en las CGV.<sup>24</sup> Se supone, siguiendo el planteamiento institucionalista, que hay entornos proclives y adversos al desarrollo. En el marco de las CGV, un contexto institucional local proclive al desarrollo en las condiciones de la coyuntura global, interpretamos, propiciaría mecanismos de inversión e integración en las cadenas globales de valor en el marco de estrategias de desarrollo sostenibles.

En el caso de la IA en Guanajuato y tras realizar un análisis de títulos mediante la revisión del Repda de la Conagua, se localizaron en total 143 títulos y permisos de aguas nacionales y sus bienes públicos inherentes emitidos para uso y aprovechamiento. Gran parte de las empresas asociadas a Claugto no cuentan con título o permiso alguno. También se localizó el registro individual de ciertas empresas asociadas al clúster. Se encontraron empresas pertenecientes al subsector no registradas dentro del listado oficial del clúster y que cuentan con títulos individuales. Se ubicaron permisos de propiedad de parques industriales que pueden albergar alrededor de 20 empresas y más, pertenecientes a la industria sin registro ni título individual; asimismo, muchos de estos parques tampoco contaban con títulos de agua otorgado por el Repda.

Identificamos que de las 116 plantas automotrices asociadas a Claugto, únicamente 48 contaron con concesiones para extracción de agua o el permiso de descargas residuales; de estas, solamente 35 poseían ambos títulos, de los cuales, actualmente 30 se encuentran renovados e incluso con vigencia de 10 y hasta 20 años (2030-2040). Solo dos plantas contaban con el título de extracción de agua vigente y tres con el de descarga vigente. De las plantas restantes con al menos un título, 12 de estas solo poseían el correspondiente a extracción de agua. De estos títulos, únicamente ocho estaban vigentes, y los cuatro restantes se encontraba sin vigencia. También se encontró que una planta solamente contaba con el permiso de aguas residuales, pero vigente (gráfica 3).

24 Gereffi y Fernández-Stark, *Global value*, 25.

**Gráfica 3. Situación actual de los títulos y permisos de agua otorgados a Claugto**



Fuente: “Nosotros”, Claugto. Clúster Automotriz de Guanajuato, A.C, <https://claugto.org/nosotros/#asociados> (consultado el 10 de enero de 2020); “Registro Público de Derechos de Agua”; “Acuíferos del Estado de Guanajuato”.

Las 68 plantas restantes no son titulares de ninguna concesión. 48 % de las empresas asociadas al Claugto no cuenta con los permisos necesarios para extraer y aprovechar el agua subterránea de la entidad ni para gestionar sus descargas de aguas residuales; de estas, 65 % realiza actividades productivas propias de la fase 2, lo cual merece especial atención por ser la fase (dentro de la cadena automotriz) que más agua emplea, que más aguas residuales emite y la que genera más residuos peligrosos. En segundo lugar, 59 % realiza procesos de la fase 1, la cual ocupa la segunda posición en cuanto a la demanda de agua y su contaminación. Posteriormente, 53 % lleva a cabo operaciones de la fase 4, seguida de la fase 3 con 51 %, y finalmente, 3 % realiza operaciones de la fase 5.

**Tabla 7. Operaciones productivas realizadas por empresas sin títulos de agua**

| Fase | Plantas sin título | Núm. de plantas | Porcentaje |
|------|--------------------|-----------------|------------|
| 1    | 68                 | 40              | 59         |
| 2    | 68                 | 44              | 65         |
| 3    | 68                 | 35              | 51         |
| 4    | 68                 | 36              | 53         |
| 5    | 68                 | 2               | 3          |

Fuente: “Clúster Automotriz del estado de Guanajuato”; “Registro Público de Derechos de Agua”.

La industria automotriz utiliza materiales provenientes de otros subsectores como el químico y el metalúrgico, que también se caracterizan por el consumo y la contaminación del agua. Debido a ello, la IA debe tramitar autorizaciones, permisos y la Licencia Ambiental Única (LAU) relacionados con emisiones y contaminantes a la atmósfera,<sup>25</sup> de acuerdo con lo estipulado en el artículo 111 bis de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, cuyos subsectores específicos podrá consultarse en el artículo 17 bis del reglamento de la misma Ley en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera.

La Fuentes Fijas de Jurisdicción Federal incluyen once sectores federales en materia de atmósfera, a los que pertenece la industria automotriz, ya que esta se caracteriza por ser uno de los grandes generadores de residuos peligrosos (GGRP), debido a que estos producen más de diez toneladas por año. Adicionalmente, empresas pertenecientes al subsector generan descargas de aguas residuales en cuerpos de agua considerados como “nacionales”, además de emitir sustancias descritas en el Reglamento de la Ley General de Cambio Climático (LGCC) en materia de Registro Nacional de Emisiones (Rene), ya que durante la producción suelen emitirse más de 25,000 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente.

En lo que respecta a las emisiones al agua, se basan en el destino de la descarga y no en los contaminantes particulares presentes en ellas. Las tres normas que aplican a estas descargas son Nom-001-Semarnat-2021,<sup>26</sup> Nom-002-Ecol-1996<sup>27</sup> y Nom-002-Ecol-1997.<sup>28</sup> En México, el organismo regulador puede establecer para cada caso los contaminantes o parámetros a monitorear, así como sus límites máximos permisibles (LMP) para cada empresa o planta a pesar de los listados en las tres normas citadas. El organismo regulador en caso de descargas en aguas y bienes nacionales es la Conagua y para la transferencia al alcantarillado pueden ser organismos estatales o municipales.

Pese a la normativa, la Semarnat, a través de la COA ha identificado que usualmente se presentan errores respecto a las emisiones reportadas por la industria automotriz. Esto resulta alarmante considerando que México es el

25 “Trámite Semarnat-05-003”, Semarnat, <https://www.gob.mx/semarnat/documentos/tramite-semarnat-05-003> (consultado el 9 de marzo del 2020).

26 “NOM-001-Semarnat-2021, Que establece los límites permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en cuerpos receptores propiedad de la nación”, DOF 11/03/2022 [https://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5645374&mp;fecha=11/03/2022#gsc.tab=0](https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5645374&mp;fecha=11/03/2022#gsc.tab=0) (consultado el 22 de mayo del 2022).

27 “NOM-002-Ecol-1996, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal”, DOF 3 de junio de 1998, <https://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/3295/1/nom-002-semarnat-1996.pdf> (consultado el 20 de abril del 2022).

28 “NOM-003-Ecol-1997, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas tratadas que se reusen en servicio al público”, DOF 21 de septiembre de 1998, <http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/3297/1/nom-003-semarnat-1997.pdf> (consultado el 20 de abril del 2022).

sexto productor de automóviles en el mercado mundial. Como resultado de las regulaciones laxas que imperan en el país y el hecho de que la norma oficial para medir descargas de contaminantes sigue siendo la demanda bioquímica de oxígeno (DBO), se han cometido errores de medición. De acuerdo con Icela Barceló, investigadora y especialista en fisicoquímica ambiental de la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM),

utilizando la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) y no la Demanda Química de Oxígeno (DQO), [...] se aplica un mecanismo de medición erróneo para compuestos químicos que pueden ser altamente tóxicos y que en muchos casos requieren de enormes distancias de hasta 180 kilómetros para diluirse en los caudales y perder toxicidad.<sup>29</sup>

29 Icela Barceló, “Procesos hidrometalúrgicos, fuente de contaminación de mantos freáticos”, *La Jornada*, 18 de abril de 2006.

Aunque la norma que utiliza México para medir contaminantes es la misma que en Estados Unidos, Europa e India, solo calcula 16 de ellos para todas las industrias. Por otro lado, los niveles de contaminación permitidos son más elevados que los límites recomendados por la Organización de las Naciones Unidas (ONU). Se permiten sustancias nocivas para la salud que en Europa y EE.UU. están prohibidas como el asbesto, el benceno y bisfenol. Dentro de la cadena de suministro de la industria automotriz, usualmente se usa benceno y asbesto (en la fase cuatro antes señalada) para la producción de ciertas autopartes y debido a las propiedades que estos otorgan no han sido sustituidas.

Lo anterior implica el riesgo de envenenamiento de la población bajo el amparo de la norma. Otro aspecto importante es que la mayoría de las empresas que generan emisiones y residuos peligrosos se localizan en corredores o dentro de parques industriales. Esta situación es aprovechada para compartir una concesión de descarga de desechos. Aproximadamente, entre 20 o 30 fábricas comparten un solo permiso. Algunas de ellas se ubican dentro de zonas urbanas y descargan directamente a los drenajes públicos. Considerando esto, remitimos el decreto estipulado en la Ley de Aguas Nacionales dentro de la política hídrica nacional, que en su artículo 14 bis 5, señala que es obligación del Poder Ejecutivo Federal establecer las medidas necesarias para mantener

una adecuada calidad del agua para el consumo humano y con ello incidir en la salud pública. Para el mejor cumplimiento esta política debe coordinarse y solicitar los apoyos necesarios a los estados y municipios.<sup>30</sup>

Otro factor que agrava el problema es la deficiencia en la administración del agua y de los organismos operadores. Los criterios empleados por la Conagua respecto de la autorización y aprobación de los caudales amparados en cada uno de los títulos de concesión o asignación se han caracterizado por una falta de metodología y transparencia. Lo anterior se puede corroborar a través de la información pública de la base de datos del Repda. Durante la presente investigación se hizo evidente la incongruencia en el registro y sistematización de la inscripción de los títulos de concesión, asignación y permisos de descarga, relativos a la titularidad de los derechos inscritos y los cambios en sus características, como lo es la vigencia del título, localización de puntos de extracción, usos y consumos reales del agua.<sup>31</sup>

En este escenario destacamos que el presupuesto asignado a la protección de los recursos hídricos del país ha seguido una tendencia a la baja desde 2015, mientras que la recaudación total por pago de derechos del agua sigue una tendencia creciente. Pese a lo estipulado en el título tercero, Política y Programación Hídricas, en la sección primera, Política Hídrica Nacional, en el artículo 14 bis 5, apartado xv: “La gestión del agua debe generar recursos económicos y financieros necesarios para realizar sus tareas inherentes, bajo el principio de que “el agua paga el agua”, conforme a las leyes en la materia”.<sup>32</sup>

De manera similar, Conagua ha presentado deficiencias operativas. Hatch-Kuri, Schmidt Nedvedovich y Carrillo Rivera<sup>33</sup> documentaron que los resultados de los cálculos para la determinación media anual son susceptibles a modificarse de acuerdo con los intereses políticos, permitiendo el predominio de las concesiones de aguas subterráneas por encima de las concesiones de agua superficial.

A pesar de la existencia de la Ley de Aguas Nacionales y la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (Leygepa), con incidencia en la gestión del agua en cuanto a su protección y cuidado, entre 2006-2012 se advierte el abandono de las políticas de ordenación territorial nacional, estatal y municipal, así como los ordenamientos de la expansión urbana, la

30 “Ley de Aguas Nacionales”.

31 Edgar Talledos Sánchez et al., *Captura política, grandes concentraciones y control del agua en México* (México: Universidad Nacional Autónoma de México-Oxfam, 2020), 56.

32 “Ley de Aguas Nacionales”, 36.

33 Gonzalo Hatch-Kuri, Samuel Schmidt Nedvedovich y José Joel Carrillo Rivera, “Agua y poder: la gestión del agua subterránea en México, y su soslayada dimensión transfronteriza, 1948-2018”, *Waterlat-Gobacit Network* 8, núm. 4 (2021).

regularización de núcleos agrarios y la reducción de facultades de la Semarnat para el ordenamiento territorial y desarrollo urbano. Por lo tanto, el factor presupuestario es de suma importancia para resolver los problemas de escasez de agua y de estrés hídrico que presentan México y Guanajuato.

La evidencia de la debilidad de la regulación en la asignación y supervisión en el uso y contaminación del recurso hídrico se relaciona de manera significativa con las decisiones que en el marco del entorno institucional local toman las empresas extranjeras localizadas en Guanajuato. Empresas de países como Japón, Alemania y Estados Unidos, parte del Claugto y organizadas en parques industriales, presentan incumplimientos en la regulación local respecto de la gestión del recurso hídrico. Esto supone que las regulaciones de sus países de origen, en el caso de Japón y Alemania, más rigurosas en términos relativos, no condicionan el actuar de estos agentes en los entornos locales que los hospedan. De ahí la importancia de destacar las características del entorno institucional huésped, que en el caso de la IA en Guanajuato, es determinante en la conducta de los agentes, que resulta, dada la evidencia presentada, en contraria al desarrollo de procesos sostenibles de los segmentos localizados de la IA en Guanajuato respecto de la asignación, uso y contaminación del recurso hídrico.

## Discusión y conclusiones

El estudio de la CS es útil para comprender la dinámica, impacto y estructura del recurso hídrico en zonas de alto estrés hídrico como Guanajuato. El ejercicio de desglose de localización, agentes y actividades de la IA en Guanajuato nos permite observar y evaluar el impacto que tiene la industria automotriz en la extracción y contaminación del recurso hídrico en un contexto institucional local débil en materia de regulación en los volúmenes concesionados y descargas residuales. Destacamos esto considerando el modelo de gobernanza modular de la IA que impone estándares y requerimientos como condición de integración y competitividad que no están considerando en el ámbito de la estrategia empresarial de los OEM, la sostenibilidad del recurso hídrico de acuerdo con la evidencia presentada en este trabajo. Esto, sin

embargo, contrasta con las iniciativas de las empresas líderes de la cadena global de la IA respecto de sus narrativas de responsabilidad social en relación con el recurso hídrico, criterio que no estamos observando los procesos y tratamientos localizados en Guanajuato, México.

A pesar de la vitalidad económica que representa la industria automotriz para Guanajuato, es necesario realizar análisis de contrapeso en relación con su participación en consumo y contaminación del recurso hídrico. Con cifras que sugieren que más de la mitad de sus procesos son intensivos en agua y altamente contaminantes, es evidente que su expansión debe ser regulada en estrategias de desarrollo sostenibles considerando la capacidad de recarga. Esta demanda contrasta con la falta de regulación y transparencia en el otorgamiento de títulos y permisos, lo cual indica la presencia de prácticas y reglas informales, al margen de la normativa establecida, identificando un entorno institucional adverso al desarrollo. El hecho de que muchas empresas del sector automotriz no cuenten con los permisos adecuados indica una deficiencia institucional y una falta de gobernabilidad por parte de los gobiernos en sus distintos niveles, que solo intensifica el problema de sobreexplotación que compromete la reproducción rentable y sostenible no solo de la industria automotriz sino del resto de las actividades económicas y del bienestar de los ciudadanos de la entidad, y que abona a la generación de problemas socioeconómicos irreversibles dado que la fuente del recurso para el uso de la industria es agua subterránea.

¿Cómo se equilibra la necesidad de crecimiento económico y generación de empleo con la sostenibilidad del recurso hídrico? De acuerdo con la evidencia aquí presentada, es indispensable que, en el corto plazo, se incremente la eficiencia de la regulación respecto de la asignación, uso y contaminación del recurso. Ello requerirá un incremento del presupuesto y competencias institucionales de los organismos responsables. No se observan, sin embargo, acciones en esta dirección. En el presupuesto de 2024 presentado por el Ejecutivo Federal, del 100 % necesario de inversión anual para garantizar la seguridad y sostenibilidad hídrica para el caso de México, solo se invierte alrededor de 60 %, alejando al país de los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

- 34 Patricia Montiel y Seyka Sandoval. “Estado asociativo y cadenas de valor en México al inicio del siglo XXI: el caso de Jalisco”, en *América Latina ante el cambio geoeconómico-político mundial: entre la crisis de hegemonía y las nuevas asimetrías del Sur global*, coords. Sergio Ordoñez, Víctor Ramiro Fernández y Carlos Brandão (México: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Económicas, Universidad Nacional del Litoral, 2021).
- 35 “‘Nearshoring’ en México. Un fenómeno que está emergiendo rápidamente”. *Deloitte México*, marzo-julio-noviembre 2023, <https://www2.deloitte.com/mx/es/pages/finance/articles/nearshoring-en-mexico-los-numeros-detras-del-relato.html>

La fortaleza de los entornos locales que coadyuve al incremento de capacidades de desarrollo en el marco de la integración a las cadenas globales de valor requiere acciones colectivas.<sup>34</sup> La sobreexplotación y contaminación del recurso hídrico es una responsabilidad colectiva en diversas dimensiones: la inversión en tecnologías sostenibles como resultado del incremento de la inversión pública en ciencia y tecnología; el desarrollo de competencias técnicas del personal encargado de la supervisión y sanción en la asignación del recurso y la supervisión de uso y contaminación, lo cual a su vez debe ser complementado con la demanda de prácticas sostenibles por parte de las empresas que realizan actividades económicas en la región. Esto resulta relevante en la coyuntura del fenómeno del *nearshoring*, que supone el incremento de la IED, particularmente en ramas como automotriz, autopartes e industrias basadas en metales.<sup>35</sup>

La sobreexplotación del recurso hídrico como *externalidad negativa*, sumada a la debilidad de la regulación, puede suponer en algunos casos y en el corto plazo beneficios en materia de costos; sin embargo, un modelo de expansión de la industria automotriz con estas características no es sostenible. Las actividades económicas intensivas en agua plantean graves riesgos para el futuro de Guanajuato. Es imperativo que tanto la industria como el gobierno reconozcan y aborden estos desafíos con urgencia, revisando y fortaleciendo el contexto institucional y las estrategias de desarrollo industrial en función de un enfoque más sostenible y equilibrado, considerando una nueva política industrial que identifique las características de la localidad, en relación con las dinámicas globales que influyen directa o indirectamente.

La situación en Guanajuato puede plantearse como un reflejo de la fragilidad institucional que se percibe en la gestión del recurso hídrico en México. La falta de regulación adecuada, la ausencia de transparencia en la entrega de títulos y permisos y las lagunas en la supervisión y cumplimiento reflejan un marco institucional con insuficientes mecanismos de control. El dilema de Guanajuato ilustra un desafío fundamental que enfrentan muchas regiones en todo el territorio nacional. Equilibrar las demandas de desarrollo económico con la necesidad de sostenibilidad ecológica no supone un juego de

suma cero, sino una estrategia integral de desarrollo científico tecnológico, capacidades institucionales, empresariales y laborales. Aunque la industria automotriz es una fuente clave de empleo e inversión para Guanajuato, su crecimiento amenaza la sostenibilidad de los recursos hídricos en el contexto descrito en este trabajo.

Finalmente, dejamos señalado que el trabajo presenta algunas limitaciones en materia de la información, debido a que al constatar que no todas las empresas operan con títulos o permisos, esto puede implicar subestimaciones del uso real y la contaminación del recurso. Por otro lado, aunque el trabajo se concentra en Guanajuato, el tema demanda un análisis más amplio en el territorio mexicano debido a la complejidad que implica la relación entre los cuerpos de agua más allá de la entidad. Además, si bien el estudio se centró en la industria automotriz, dada su importancia en los niveles de exportación manufacturera, otras industrias pueden construir de mayor manera a los niveles de estrés hídrico de la región, sin que necesariamente estén influenciadas por la dinámica de las industrias globales. Identificamos como líneas de investigación futuras y complementarias en relación con el tema, estudios socioeconómicos que nos permitan comprender mejor la lógica de la asignación del uso de los recursos y sus afectaciones sociales relacionando las necesidades de reproducción de la actividad económica, los recursos humanos y entornos sociales en el marco de la discusión de una economía sostenible, equitativa y digital de cara a los retos del capitalismo del siglo XXI.