

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES  
INSTITUTO DE GEOGRAFÍA Y CONSERVACIÓN DE RECURSOS NATURALES  
POSTGRADO EN ORDENACIÓN DEL TERRITORIO Y AMBIENTE

**PROPUESTA PARA EL ORDENAMIENTO URBANO DE LA CIUDAD DE MÉRIDA A  
PARTIR DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE LAS AGUAS SERVIDAS**

Trabajo de Grado para optar al título de Magister Scientiae en Ordenación del Territorio y  
Ambiente

Autora: Ing. Rosa Sandoval  
Tutor: Prof. Alberto Pérez Maldonado

Mérida, diciembre 2023

C.C.Reconocimiento

## Índice

	Página
Lista de cuadros.....	v
Lista de imágenes.....	vi
Agradecimiento.....	vii
Resumen.....	viii
Abstract.....	ix
Introducción.....	1

### CAPÍTULO 1

#### MARCO DE REFERENCIA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. El problema a investigar.....	3
1.2. Objetivos de la investigación.....	11
1.2.1. General.....	11
1.2.2. Específicos.....	11
1.3. Justificación de la investigación.....	11
1.4. Revisión de antecedentes.....	17
1.5. El área de estudio.....	26
1.5.1 Localización .....	26

### CAPÍTULO 2

#### MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

2.1. Marco teórico.....	29
2.2. Marco legal y normativo del Ordenamiento Territorial y la Gestión de las Aguas Urbanas.....	47
2.2.1. Instancias involucradas en el manejo de las aguas servidas en la ciudad de Mérida.....	55

### CAPÍTULO 3

#### MARCO METODOLÓGICO

3.1. Marco metodológico.....	58
------------------------------	----

3.2. Tipo de investigación.....	58
3.3. Diseño de la investigación.....	59
3.4. Limitaciones de la investigación.....	63

## **CAPÍTULO 4**

### **EL ANÁLISIS DE LA HUELLA URBANA**

4.1. El análisis de uso del suelo como referencia de la huella urbana .....	65
4.2. Examen sobre la gestión integral de las aguas servidas con relación a la operatividad técnica de la red de alcantarillado municipal de la ciudad de Mérida.....	75

## **CAPÍTULO 5**

### **METABOLISMO URBANO DE LA CIUDAD**

5.1 El análisis del metabolismo urbano en la planificación territorial .....	84
5.2 Metabolismo urbano del agua.....	85
5.3. Método de análisis del proceso de metabolismo del agua.....	89
5.4. Determinación de la demanda.....	90
5.5. Cálculo de la demanda histórica de agua en el área de estudio.....	92
5.5.1. Demanda histórica y teórica de agua potable del área de estudio.....	93
5.5.2. Demanda real del área de estudio.....	96
5.6. Determinación de la producción de aguas servidas .....	99
5.7. Resultados obtenidos.....	105

## **CAPÍTULO 6**

### **PAUTAS Y LÍNEAS PRIORITARIAS**

6.1. Pautas recomendadas para atender el ordenamiento urbano.....	109
6.2. Líneas prioritarias de políticas públicas.....	112

## **CAPÍTULO 7**

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	120
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	125
ANEXOS.....	132

## Lista de Cuadros

Cuadro		Página
1	Evolución ocupación del suelo urbano ciudad de Mérida 1950-2018.....	5
2	Consumo estimado de agua potable ciudad de Mérida período 2011-2050. A nivel de parroquias urbanas.....	8
3	Producción estimada de agua servida escenario tendencial período 2018-2050. parroquias urbanas.....	9
4	Número de edificaciones, locales y establecimientos (a nivel de parroquias urbanas). Ciudad de Mérida año 2018.....	68
5	Uso del suelo área de estudio año 2018.....	73
6	Cobertura en manejo de aguas servidas por parte de Aguas de Mérida 2010.....	78
7	Estructura tarifaria consumo de agua potable. Ciudad de Mérida año 2023.....	92
8	Proyección de la población para ciudad de Mérida 2025. A nivel de parroquias.....	93
9	Demanda histórica y teórica ciudad de Mérida 2011-2023. Área de estudio.....	94
10	Ciudad de Mérida, área de estudio. Demanda estimada de agua por unidad de consumo del uso residencial.....	97
11	Ciudad de Mérida. Área de estudio. Producción estimada de agua servida.....	101

## Lista de Imágenes

Imagen		Página
1	Mapa de usos del suelo urbano. Año 2018.....	16
2	Localización del área de estudio.....	28
3	Plano de uso del suelo de la ciudad de Mérida. Año 2018.....	69
4	Plano uso del suelo Parroquias Milla El Sagrario y El llano.....	71
5	Uso del suelo ciudad de Mérida año 2018.....	74
6	Plano red de aguas servida ciudad de Mérida año 1983.....	77
7	Sistema de alcantarillado sanitario de la ciudad de Mérida.....	79
8	Plano del sistema de alcantarillado sanitario de la ciudad de Mérida.....	81
9	Metabolismo urbano del ciclo urbano de agua.....	87
10	Metabolismo urbano del agua, forma gráfica.....	108

## Agradecimiento

A Dios todo poderoso fuente inagotable de mi existencia, tu que siempre has guiado mis pasos y nunca me has dejado desvanecer, en los momentos más difíciles has estado conmigo, infinitamente te doy gracias, *Padre Eterno*.

A mí tutor y maestro *Alberto Pérez Maldonado* a quién admiro y respeto, su invalorable orientación y dedicación hicieron posible la culminación de una meta por alcanzar.

Al personal del *Postgrado en Ordenación del Territorio y Ambiente* de la Universidad de los Andes, por su apoyo incondicional.

Bdigital.ula.ve

## Resumen

El ordenamiento urbano y la gestión eficiente de aguas servidas son temas importantes en el desarrollo sostenible de las ciudades modernas. En este contexto, la investigación se enfoca en la ciudad de Mérida, donde se ha identificado una problemática apremiante relacionada con la capacidad operativa y sostenibilidad de la red de aguas servidas, debido a la falta de una gestión efectiva en relación con la producción y tratamiento de aguas residuales residenciales, asociada particularmente a cambios en el uso del suelo en la ciudad en zonas de las parroquias Milla, El Sagrario y El Llano (municipio Libertador del estado Mérida, Venezuela).

El objetivo principal de la investigación fue estudiar esta situación y proponer unas pautas que permitan diseñar las bases técnicas y las políticas públicas para el ordenamiento territorial local, centrándose en la gestión integral de las aguas servidas como marco operacional. El estudio se enmarcó en la modalidad de proyecto factible, apoyado en una investigación de campo y documental, con un enfoque descriptivo-explicativo.

La investigación se centra en el análisis del metabolismo urbano, el cual se utiliza como una herramienta metodológica que permite valorar a partir de la identificación del uso del suelo, los flujos de entrada, internos y de salida (consumo doméstico) de recursos naturales y materiales de la ciudad, ayudando a generar insumos útiles para orientar la intervención y planificación del desarrollo territorial. Su diseño y adaptación como índice de medición del balance agua consumida-aguas servidas exigió la revisión de la disponibilidad de datos e información y asegurar un grado de confiabilidad de las estadísticas disponibles a nivel del uso residencial.

El estudio muestra el funcionamiento del análisis del metabolismo, evidenciando que la producción histórica y actual de aguas servidas en el área de estudio, es un problema de urgente atención. El uso residencial predominante, los altos consumos de agua potable, la falta de sistemas de tratamiento, una red de alcantarillado obsoleta y la deficiencia de gestión integral de aguas servidas, son resultados de una falta de control en el uso del suelo y la poca atención de su incidencia en la operatividad, funcionamiento y vida útil de la red de alcantarillado y aguas servidas de la ciudad.

**Palabras clave:** *Ordenamiento urbano, gestión integral de aguas servidas, metabolismo urbano Sostenibilidad urbano ambiental.*

## **Abstract**

Urban planning and efficient management of wastewater are important issues in the sustainable development of modern cities. In this context, research focuses on the city of Mérida, where an urgent problem has been identified related to the operational capacity and sustainability of the wastewater system due to ineffective management in relation to the production and treatment of residential wastewater. This issue is particularly associated with changes in land use in the parishes of Milla, El Sagrario and El Llano (municipality of Libertador in the state of Mérida, Venezuela).

The main objective of the research was to study this situation and propose guidelines to design the technical foundations and public policies for local land planning, focusing on the comprehensive management of wastewater as an operational framework. The study was framed as a feasible project, supported by field and documentary research with a descriptive-explanatory approach.

The research focuses on the analysis of urban metabolism, which is used as a methodological tool to assess, based on the identification of land use, the flows of inputs, internal processes, and outputs (domestic consumption) of natural resources and materials in the city. This helps to generate useful inputs to guide the intervention and planning of territorial development. The design and adaptation of urban metabolism as a measurement index for the balance between water consumed and wastewater generated required the review of data availability and information to ensure a degree of reliability in the residential usage statistics.

The study demonstrates the functioning of the metabolic analysis, highlighting that the historical and current production of wastewater in the study area is an issue requiring urgent attention. The predominant residential use, high consumption of potable water, lack of treatment systems, an obsolete sewerage network, and a deficiency in comprehensive wastewater management are the results of a lack of control in land use and insufficient attention to its impact on the operation, functionality, and service life of the city's sewerage and wastewater system.

**Keywords:** Urban planning, comprehensive wastewater management, urban metabolism, urban environmental sustainability.



## **Introducción**

La investigación titulada "PROPUESTA PARA EL ORDENAMIENTO URBANO DE LA CIUDAD DE MÉRIDA A PARTIR DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE LAS AGUAS SERVIDAS" se presenta como un trabajo académico detallado y especializado sobre la problemática urbana relacionada con el manejo de aguas servidas en la ciudad de Mérida la cual puede atenderse a partir del ordenamiento territorial. A lo largo de los capítulos se aborda un análisis exhaustivo de la situación actual, los retos y desafíos, así como las recomendaciones y líneas prioritarias para organizar los usos del suelo y buscar incidir sobre la problemática asociada a la deficiente gestión integral de las aguas servidas.

El capítulo 1 destaca la importancia del estudio en el contexto actual de la ciudad, identificando el problema a investigar y estableciendo los objetivos generales y específicos. La justificación de la investigación es clara y actual, a su vez detalla la necesidad de abordar la problemática del manejo de aguas servidas en la ciudad de Mérida a partir de atender la dinámica del uso actual del suelo y ordenar su desarrollo urbano ambiental.

El detallado marco teórico y conceptual que se desarrolla en el capítulo 2 permite resaltar la vigencia de la temática de análisis en los actuales momentos, relacionada con el desarrollo urbano sostenible, la gestión de redes de servicios públicos, la sanidad de la ciudad, las dinámicas de uso y funcionamiento que envuelve el hecho urbano, y los impactos de esa huella urbana de la ciudad que comprometen la operatividad y el funcionamiento de la red de aguas servidas y el control necesario del vertido y tratamiento de las mismas.

El capítulo 3 contiene el marco metodológico, donde se indica el enfoque de la investigación, tipo y procedimiento de la investigación, el diseño, las fases del estudio.

Los capítulos 4 y 5 profundizan en el análisis de la huella urbana y el metabolismo urbano del agua, proporcionando datos detallados sobre la densidad, tipologías y cuantificación del uso del suelo, la producción de aguas servidas, el consumo de agua potable, y la evaluación de la demanda histórica y teórica de agua en el área de estudio.

El capítulo 6 se exponen las pautas y líneas prioritarias de políticas públicas que se proponen para ejercer un mayor control en el uso del suelo urbano y abordar la gestión integral de las aguas servidas en la ciudad de Mérida, destacando la importancia de la planificación urbana integrada, zonificación adecuada, infraestructura resiliente, participación ciudadana, uso eficiente del agua, y prevención de la contaminación. Asimismo, se ofrecen recomendaciones específicas para fortalecer la operatividad y mayor vida útil de la infraestructura sanitaria, promover la educación ambiental, implementar tarifas sociales y justas, fortalecer la vigilancia y control en las descargas de aguas servidas, así como incentivar la descentralización del servicio de agua potable y saneamiento.

El estudio proporciona una visión integral y detallada de la situación en cuanto al uso del suelo, su incidencia sobre las redes de aguas servidas y la problemática en el funcionamiento y posibilidad de tratamiento y reutilización de las mismas en la ciudad de Mérida, así como propuestas claras y concretas para mejorar la gestión y planificación urbana en este ámbito. El enfoque en la participación ciudadana, la infraestructura resiliente y la eficiencia en el manejo del recurso hídrico resalta la visión sobre la importancia de un enfoque sostenible y de largo plazo para abordar esta problemática urbana.

## **CAPÍTULO 1**

### **MARCO DE REFERENCIA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **1.1.El Problema a Investigar**

Como lo expresa Gandica y Pérez (2019), Mérida es una típica ciudad media de montaña, ubicada en los Andes Centrales venezolanos, capital del estado Mérida, la cual se estima que aloja en la actualidad unos 280.340 habitantes.

Se ha estructurado siguiendo un patrón típico de damero español, en tres bandas urbanas no continuas, separadas por los cursos de los ríos Chama, Albarregas, Milla, Mucujún y La Pedregosa, sobre una extensa y alargada meseta, y una serie de valles fluviales, formados todos por las dinámicas hidráulicas y geomorfológicas de estos cuerpos de agua.

En los últimos 50 años, esta ciudad serrana ha experimentado un crecimiento poblacional y demográfico acelerado, continuo y sostenido que ha venido modificando los usos del suelo y la forma de su ordenamiento, originando cambios en la demanda de los servicios de agua potable, saneamiento, recolección de desechos, salud, vivienda, educación, entre otros; para lo cual la ciudad no estaba preparada por la falta de una planificación urbana adecuada y el rezago propio de ciudades que sustentan su economía en presupuestos públicos y en actividades dependientes de la inversión del Estado. (CISP-CIDIAT Proyecto Andes en Acción Climática, 2019).

La consecuencia de esto ha sido, la acumulación progresiva de deficiencias en los equipamientos e infraestructuras de servicios como los alcantarillados y tratamiento de las aguas servidas, la improvisación y desorden en el manejo de los desechos urbanos, la falta de control en el uso del suelo y en la localización de las actividades productivas, y la poca capacidad que se ha creado en los organismos municipales y de desarrollo local para ir adecuando la ciudad a la demanda propia que ha creado su crecimiento natural.

Mérida es hoy una ciudad con más del 98% de población servida por el servicio de acueducto y con una red de recolección de aguas servidas que cubre más del 82% de las viviendas y edificaciones que se han establecido en ella. Pero, la ciudad no trata más del 1,3% de sus aguas servidas, descargando en forma de aguas contaminadas mayoritariamente grises,  $2,2 \text{ m}^3/\text{s}$ . Su red de alcantarillado público, antigua, con poco mantenimiento y con problemas serios de estabilidad y operatividad, descargan más del 70% de sus aguas al río Albarregas y sus afluentes, sin recibir ningún tratamiento previo (CISP-CIDIAT 2019, obra citada).

Por ser Mérida una zona montañosa posee ríos caudalosos y de carácter torrencial, los cuales “depuran” y facilitan la desintegración de los elementos contaminantes de forma natural, estudios realizados por el Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico del Agua (CIDTA) de la universidad de Salamanca, señalan que el movimiento de los ríos caudalosos y torrenciales genera una forma natural de purificación del agua. (CIDTA, 2023). Es evidente el desmejoramiento de la calidad de las aguas de esos cuerpos naturales receptores que atraviesan la ciudad de Mérida, particularmente del río Albarregas y sus afluentes como los ríos Milla y las quebradas La Gaviria, La Pedregosa y Carvajal.

Como lo muestra el cuadro 1, la ciudad ha crecido en población, extensión y en espacios ocupados por las diferentes actividades que se han establecido en ella.

## Cuadro 1

*Evolución ocupación del suelo urbano ciudad de Mérida 1950-2018.*

Categorías Uso del Suelo	Superficie Ocupada por Usos (ha)				
	2018 <sup>(1)</sup>	2010 <sup>(2)</sup>	1979 <sup>(2)</sup>	1966 <sup>(2)</sup>	1950 <sup>(3)</sup>
Residencial	1.202,8	781,0	309,1	134,3	104,9
Comercial	119,7	101,9	39,6	19,7	15,8
Servicios	574,4	216,3	113,6	100,0	13,1
Industrial	42,0	18,3	12,3	8,3	5,4
Áreas verdes	67,9	87,4	78,6	26,7	6,2
Áreas vacantes urbanizables	71,0	100,5	215,2	51,3	28,1
<b>Total</b>	<b>2.077,5</b>	<b>1.305,4</b>	<b>768,4</b>	<b>340,3</b>	<b>173,5</b>

*Nota.* (1) Datos obtenidos levantamiento uso del suelo 2018 CIDIAT ULA. (2) Hernández y Molina 2011. (3) MOP 1967. Fuente: CISP-CIDIAT, (2019). Cuadro 3. Ciudad de Mérida. Evolución huella urbana período 1950-2018. Informe final estudio de huella histórica y actual de la ciudad de Mérida.

Sin lugar a dudas, en la ciudad de Mérida, el recurso hídrico está siendo vulnerado por la contaminación y el mal manejo de las aguas residuales principalmente de origen residencial, debido a que este representa la mayor superficie de ocupación, así como también la poca regulación de las actividades productivas. Los cambios en el uso del suelo y las progresivas dinámicas de urbanización han generado nuevas presiones, en un marco que cada vez se torna más complejo ante el cambio climático; pues éste viene a acelerar los procesos naturales y sociales, poniendo en riesgo la sobrevivencia de la biodiversidad y la población principalmente a través de modificaciones del ciclo hidrológico.

El cambio climático ha ido aumentando su incidencia en la ciudad en los últimos años de manera notable, este fenómeno ha generado impactos significativos en diversos aspectos del entorno urbano, como la disminución del caudal y el volumen escurrido de aguas de estos ríos que atraviesan la ciudad, mucho de los cuales reciben descargas de aguas servidas. Se han presentado un aumento de los eventos climáticos extremos que se manifiestan en lluvias intensas de corta duración y un mayor número de días sin lluvia en su período seco, lo cual viene impactando amplios sectores de la ciudad (Pérez, 2019).

Sumado a lo anterior, es manifiesta, las debilidades financieras y limitantes técnicas de las instituciones públicas y privadas vinculadas al tema del agua en el país y las ciudades, que se han traducido en marcos institucionales, regulatorios y de control obsoletos, con poca aplicación y bastante limitados, que acentúan los desafíos para una gestión integral de las aguas urbanas relacionadas concretamente con: a) la presión sobre la disponibilidad del recurso debido a la demanda generada por una población en crecimiento (actualmente muy lento pero constante); b) la contaminación y degradación del recurso por efecto de las actividades que se desarrollan aguas arriba y a lo largo de los ríos y quebradas que surcan la ciudad; c) el bajo nivel de inversión en materia de infraestructura y servicios de agua potable y saneamiento; y, d) el cambio climático que genera incertidumbre en relación a la disponibilidad de aguas y los impactos de eventos extremos (CISP-CIDIAT, 2019, proyecto “Gestión ambiental con enfoque en la mitigación y adaptación al cambio climático, para un desarrollo sostenible e inclusivo en los estados Táchira, Mérida y Trujillo”, Informe final estudio de línea base “análisis del riesgo y la vulnerabilidad ante el cambio climático”, estudio de la huella urbana histórica y actual de la ciudad de Mérida, p. 47-48).

Al proyectar esta situación observada en la ciudad en cuanto a incidencia en la producción de aguas servidas y sus dificultades para adecuar su manejo al marco institucional y regulatorio pautado en leyes como las de Aguas y Orgánica del Ambiente y la propia Constitución Nacional, se deben esperar impactos ambientales significativos. Ver cuadros 2 y 3.

Bdigital.ula.ve

## Cuadro 2.

*Consumo estimado de agua potable ciudad de Mérida período 2011-2050. A nivel de parroquias urbanas.*

Parroquia	Consumo Histórica y Actual					Consumos Esperados 2018-2050 Mill. de m <sup>3</sup> /año (5)							
	Población 2011 (1)	Población Servida 2011 (%) (1)	Consumo 2011 (Mill. m <sup>3</sup> /año) (2)	Población 2018 (3)	Consumo 2018 Mill. m <sup>3</sup> /año (4)	2025 Población/Consumo		2030 Población/Consumo		2040 Población/Consumo		2050 Población/Consumo	
Arias	16.152	98,37	1.792	20.412	2.310	22.940	2.596	24.535	2.910	26.885	3.189	28.088	3.332
Caracciolo Parra	13.120	99,58	1.456	17.053	1.930	19.038	2.154	20.266	2.404	22.005	2.610	22.787	2.703
Domingo Peña	19.261	99,69	2.137	23.357	2.643	25.934	2.934	27.497	3.262	29.616	3.513	30.420	3.609
El Llano	8.231	99,88	913	11.130	1.259	12.343	1.397	13.075	1.551	14.063	1.668	14.429	1.712
Jacinto Plaza	29.093	97,84	3.228	37.388	4.230	40.482	4.581	42.152	5.000	43.798	5.196	43.415	5.150
J.J. Osuna	24.003	98,96	2.663	31.629	3.579	35.178	3.980	37.339	4.429	40.298	4.780	41.463	4.919
Juan Rodríguez Suárez	13.974	99,29	1.551	20.147	2.280	22.701	2.569	24.325	2.886	26.756	3.174	28.057	3.328
Lasso de La Vega	15.384	95,90	1.707	19.780	2.238	22.123	2.503	23.580	2.797	25.664	3.044	26.636	3.160
Mariano Picón Salas	14.967	98,46	1.661	26.237	2.969	29.198	3.304	31.007	3.678	33.500	3.974	34.510	4.094
Milla	19.340	98,33	2.146	24.917	2.819	27.727	3.137	29.445	3.493	31.812	3.774	32.772	3.888
Sagrario	5.687	100,00	631	7.241	819	8.052	911	8.549	1.014	9.234	1.095	9.515	1.129
Spinetti Dini	29.115	99,26	3.231	39.081	4.422	42.428	4.801	44.262	5.251	46.162	5.476	45.926	5.448
Ciudad de Mérida	208.327	98,67	23.116	278.372	31.498	308.144	34.866	326.032	38.676	349.793	41.494	358.018	42.470

*Nota.* (1) Datos tomados INE REDATAM 2014 Resultados Censo Nacional de Población y Vivienda 2011 Estado Mérida. (2) Valor estimado tomando como valor promedio de consumo de agua potable por persona/día de 304 L. (3) Valor estimado tomando los INE-CELADE 2014 (1) y relacionándolos con valores de densidad promedio levantamiento uso del suelo 2018 CIDIAT. (4) Valor estimado tomando como valor promedio de consumo por persona/día de 310 L (5) Valor estimado tomando como valor promedio de consumo por persona/día de 310 hasta el año 2025 y 325 litros/persona/día para años 2030 al 2050. Fuente: CISP-CIDIAT (2019). Cuadro 12. Ciudad de Mérida. Consumo estimado de agua potable escenario tendencial 2018-2050. Anexo 6 estudio de huella histórica y actual de la ciudad de Mérida.



### Cuadro 3

*Producción estimada de agua servida escenario tendencial período 2018-2050. Parroquias urbanas.*

Parroquia	Producción Histórica y Actual (1)					Descargas Esperadas Período 2018-2050 Miles de m³/año (5)							
	Población 2011 (1)	Población Servida 2011 (%) (1)	Producción 2011 (Mil. m³/año) (2)	Población 2018 (3)	Descarga 2018 Mil. m³/año (4)	2025 Población/Descarga		2030 Población/Descarga		2040 Población/Descarga		2050 Población/Descarga	
Arias	16.152	99,10	4.006	20.412	5.062	22.940	5.689	24.535	6.379	26.885	6.990	28.088	7.303
Caracciolo Parra	13.120	90,40	3.254	17.053	4.229	19.038	4.721	20.266	5.269	22.005	5.721	22.787	5.925
Domingo Peña	19.261	97,80	4.777	23.357	5.793	25.934	6.432	27.497	7.149	29.616	7.700	30.420	7.909
El Llano	8.231	99,30	2.041	11.130	2.760	12.343	3.061	13.075	3.400	14.063	3.656	14.429	3.752
Jacinto Plaza	29.093	99,50	7.215	37.388	9.272	40.482	10.040	42.152	10.960	43.798	11.387	43.415	11.288
J.J. Osuna	24.003	92,40	5.953	31.629	7.844	35.178	8.724	37.339	9.708	40.298	10.477	41.463	10.780
Juan Rodríguez Suárez	13.974	98,40	3.466	20.147	4.996	22.701	5.630	24.325	6.325	26.756	6.957	28.057	7.295
Lasso de La Vega	15.384	93,90	3.815	19.780	4.905	22.123	5.487	23.580	6.131	25.664	6.673	26.636	6.925
Mariano Picón	14.967	96,80	3.712	26.237	6.507	29.198	7.241	31.007	8.062	33.500	8.710	34.510	8.973
Salas	19.340	97,20	4.796	24.917	6.179	27.727	6.876	29.445	7.656	31.812	8.271	32.772	8.521
Milla	5.687	95,10	1.410	7.241	1.796	8.052	1.997	8.549	2.223	9.234	2.401	9.515	2.474
Sagrario	29.115	99,70	7.221	39.081	9.692	42.428	10.522	44.262	11.508	46.162	12.002	45.926	11.941
Spinetti Dini	208.327	96,32	51.665	278.372	69.036	308.144	76.420	326.032	84.768	349.793	90.946	358.018	93.085

*Nota.* (1) Datos tomados INE REDATAM 2014 Resultados Censo Nacional de Población y Vivienda 2011 Estado Mérida. (2) Valor estimado tomando como valor promedio de descarga de persona/día de 0,80\*310 L. (3) Valor estimado tomando los datos de INE-CELADE 2014 (1) y relacionándolos con valores de densidad promedio levantamiento uso del suelo 2018 CIDIAT (4) Valor estimado tomando como valor promedio de descarga por persona/día de 0,80\*310 L (5) Valor estimado tomando como valor promedio de producción por persona/día de 0,80\*310 hasta el año 2025 y 0,80\*325 L/persona/día para años 2030 al 2050. Fuente: CISP-CIDIAT (2019). Cuadro 19. Producción esperada de aguas servidas período 2018-2050 Escenario de Consenso. Anexo 6 estudio de huella histórica y actual de la ciudad de Mérida.

Debido a los cambios en el uso del suelo presentados en la ciudad de Mérida y ante la necesidad de dar respuesta a la problemática planteada, este estudio finaliza proponiendo, la formulación de bases metodológicas para gestionar integralmente las aguas servidas de origen residencial en la ciudad de Mérida, a partir del estudio del uso del suelo, ante la necesidad de prevenir la profundización de dicha problemática y la consecuente pérdida progresiva de la calidad ambiental de la ciudad. El mismo se estima, puede servir de base en la elaboración de un nuevo Plan de Desarrollo Urbano Local (PDUL) de la ciudad.

Por lo antes expuesto, surgen diversas interrogantes que sirven de marco a la investigación y que orientan sus objetivos y resultados, las cuales se indican a continuación:

¿Cómo incide la ausencia de gestión de las aguas servidas y los problemas territoriales críticos observados en la ciudad en el ordenamiento de la misma?

¿Contribuye una adecuada gestión integral de las aguas servidas como base adecuada y pertinente para el abordaje del ordenamiento territorial de la ciudad de Mérida?

¿Es posible dar solución al reto de mejorar la gestión de aguas residuales, a través de análisis del metabolismo urbano a partir de analizar el consumo y la producción de las aguas potable y residuales del sector residencial?

¿Cuáles serán las líneas de acción estratégica prioritarias en función de la práctica social para orientar una posterior propuesta de ordenamiento territorial que considere la gestión de aguas servidas de la ciudad?

## **1.2. Objetivos de la Investigación**

### **1.2.1. General**

Diseñar las bases técnicas y de políticas públicas de ordenamiento territorial local como marco operacional para la gestión integral de las aguas servidas de la ciudad de Mérida.

### **1.2.2. Específicos**

1. Identificar los usos del suelo de la ciudad en función de tipos de actividades consumidoras de agua potable y generadoras de descargas.
2. Examinar la gestión integral actual de las aguas servidas en relación a la operatividad técnica de la red de alcantarillado municipal de la ciudad de Mérida.
3. Formular las pautas para el ordenamiento urbano de la ciudad atendiendo al análisis del metabolismo urbano de las aguas potable y residuales del sector residencial.
4. Proponer las líneas prioritarias de políticas públicas que vinculen a la Alcaldía del municipio Libertador, Concejo Municipal y la empresa Aguas de Mérida, relacionada con el ordenamiento urbanístico y la gestión integral de las aguas servidas en la ciudad.

## **1.3. Justificación de La Investigación**

Mérida es una ciudad que en la actualidad tiene un nivel estimado de ocupación del suelo de 2.077,5 ha; una población que llegó a crecer a un ritmo constante hasta aproximadamente el

año 2013 a una tasa de 8,5 miles de hab/año; y un nivel de generación de aguas servidas estimado para el año 2018 de 69.036 Miles de m<sup>3</sup>/año (CISP-CIDIAT 2019, ob. Cit.).

Ha presentado en los últimos 70 años un crecimiento urbano dinámico y progresivo. Ese proceso de crecimiento no muy controlado, se mantiene hasta el presente donde la saturación del centro urbano conlleva a una mala administración y mal uso tanto de los recursos naturales y materiales de elementos urbanos que conforman el hábitat de la ciudad. El mismo se manifiesta en extensiones importantes de superficie residencial, vialidad y localización de grandes áreas de servicios públicos (la Universidad de Los Andes, complejos deportivos) y privados, estos últimos asociados a complejos turísticos y centros comerciales.

Dicho crecimiento ha sido regido por planes rectores y de ordenamiento urbano formulados en los años 70 y 90, los cuales están desfasados dada esa fuerte dinámica de crecimiento y expansión mostrada por la ciudad en lo que va del Siglo XXI.

Es comprobable como este crecimiento se ha llevado a cabo al margen de una adecuada planificación urbana, en donde se puede apreciar una localización de actividades sin establecer mayores regulaciones en cambios de uso y manejo de redes de servicios públicos básicos, y en particular, un déficit en la gestión de sus infraestructuras de alcantarillado, drenajes y aguas servidas de la ciudad, las cuales son vertidas crudas mayoritariamente sobre el río Albarregas y sus afluentes. Asu paso por la ciudad esta situación viene generando serios problemas ambientales y de salud pública. Debido al daño que esto pareciera estar ocasionando, urge formular pautas y proponer líneas prioritarias para abordar la problemática de las aguas servidas en la ciudad, las cuales son acciones puntuales dirigida a ordenar las dinámicas de uso y ocupación de áreas específicas del territorio.

En el referido Proyecto “Andes en Acción Climática” nombre síntesis que en realidad se denomina “Proyecto de Gestión ambiental con enfoque en la mitigación y adaptación al cambio climático, para un desarrollo sostenible e inclusivo en los estados Táchira, Mérida y Trujillo” y el cual se compone de 4 estudios de línea base uno de ellos denominado “Análisis del riesgo y la vulnerabilidad ante el cambio climático”, el cual contiene el estudio de la huella histórica y actual de la ciudad de Mérida, contratado por, el Comité Internacional para el Desarrollo de los Pueblos **CISP** a la Universidad de Los Andes a través del Centro Interamericano de Desarrollo e Investigación Ambiental y Territorial **CIDIAT** en el año 2018, contiene un levantamiento y actualización del uso del suelo urbano de la ciudad de Mérida realizado entre octubre y diciembre de 2018, para buscar **reconocer la huella urbana actual de la ciudad** y su incidencia ambiental a partir de analizar la ocupación de los usos del suelo, por tipos y por cantidad de instalaciones, impactos sobre el sitio en el cual se emplazan, la cantidad de espacio ocupado, aguas servidas y desechos sólidos generados y aprovechamiento de los recursos hídricos, y a partir de allí reconocer las oportunidades y los conflictos socio ambientales que para ese momento estaban afectando las condiciones bioecológicas del entorno de la ciudad e incidiendo en su proceso de desarrollo urbano ambiental sostenible.

En ese proyecto se realizó un levantamiento y evaluaciones preliminares del uso del suelo urbano de la ciudad por usos específicos que permitieron identificar la huella urbana histórica y actual y traducir la misma en consumo de suelo urbano, de recursos naturales, producción de desechos, las huellas hídricas y de carbono, las alternativas de fuentes de energía eléctrica, y zonificar el territorio de la ciudad, sus usos y equipamientos de acuerdo a niveles de riesgos y vulnerabilidad.

Un dato sobresaliente fue el reconocimiento de la localización, tipo de ocupación y uso residencial el cual representaba la mayor proporción de superficie ocupada, al corresponderse con el 58% de dicha superficie, que equivalía a un total aproximado de 1.202,5 ha; se contabilizaron la existencia de 66.832 unidades de viviendas multifamiliares, unifamiliares y aquellas ubicadas en áreas de desarrollo espontáneo, no planificados.

Hay una referencia en dicho estudio de huella urbana donde se reconoce cómo la segunda proporción en los usos del suelo en la ciudad la tipología de servicios, que ocupaba 574,4 ha (28% de la superficie ocupada), con un total de 2.139 edificaciones. Como tercer uso en extensión, pero ya de más baja participación porcentual, se encuentra el comercial, equivalente al 6% de la superficie ocupada (119,7 ha) y 3.073 edificaciones. Los terrenos vacantes aptos para urbanizar ocupan el cuarto puesto en extensión, al existir 71 ha disponibles. Las áreas verdes asociadas a parques y jardines, desarrollados, o cualificados suman 67,9 ha lo cual correspondía con el 3% de la superficie urbana desarrollada. La sexta categoría general corresponde con el uso industrial, que a pesar de ocupar 42 ha (3%) lo conformaban 589 instalaciones. Ver imagen 1.

Dados estas cifras, destacaba la necesidad de ordenar la ciudad haciendo una adecuada gestión integral de sus aguas servidas en el sector residencial por ser el más representativo, y de esta manera buscar disminuir el impacto que conlleva la contaminación asociada y el daño que muestran los ecosistemas hídricos en los puntos de descarga sin previo tratamiento.

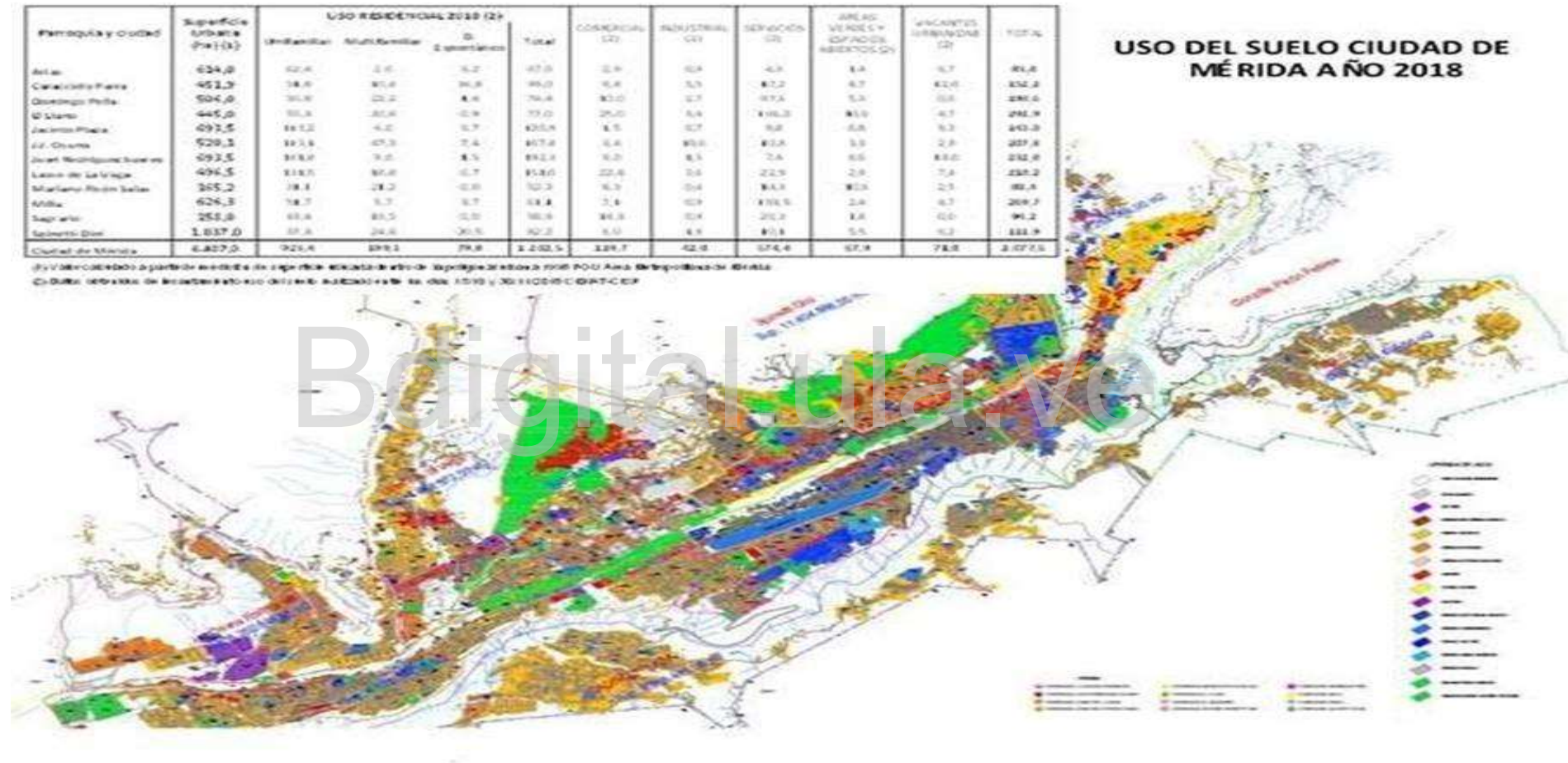
La contaminación generada en los principales cursos de agua de la ciudad por descargas de aguas servidas, sigue siendo una realidad actual lo cual justificaba a los fines de esta investigación, proponer el diseño y aplicación de unas bases metodológicas de análisis y valoración de la problemática diagnosticada en cuanto al uso del suelo y su incidencia sobre el funcionamiento y

adecuación de la red de alcantarillado y aguas negras que sirvan para orientar la gestión integral de las aguas servidas del sector residencial en la ciudad.

Ello implicaba, utilizar técnicas de evaluación del uso del suelo y distribución de las redes de recolección y descargas, para ayudar a cuantificar el volumen de consumo y disposición de aguas en la ciudad y vislumbrar recomendaciones sobre la disposición de manera segura de estos efluentes y su factibilidad de reutilización, lo cual podría sugerir acciones previas de ordenamiento territorial (planificación y control de uso del suelo) para darle una mayor sostenibilidad operativa y de funcionamiento a la red y pautar algunas actuaciones para minimizar los impactos negativos en la calidad del agua, en la salud pública, y en la conservación del ambiente; todo lo cual pudiera servir para buscar asegurar una calidad de vida más adecuada a la población establecida y usuaria de la ciudad.

Bdigital.ula.ve

*Mapa de usos del suelo urbano Año 2018.*



*Nota.* Fuente: Plano uso del suelo ciudad de Mérida año 2018. Informe final estudio de huella histórica y actual de la ciudad de Mérida.

CIDIAT 2018.



#### **1.4. Revisión de Antecedentes**

Los estudios relacionados con la gestión de aguas residuales a nivel mundial, han tenido un gran ascenso en los últimos años, debido al crecimiento demográfico y concentración de población en las zonas urbanas, lo cual ha generado modificación en el uso del territorio e incidencia en el incremento en la demanda de servicios de agua potable, saneamiento, recolección de desechos, salud, educación, vivienda y otros; para lo cual las ciudades no están preparadas particularmente por la falta de planificación en la ocupación territorial y falla o inobservancia en los mecanismos de administración. Hay coincidencia en reconocer, que estas situaciones vienen incidiendo en los niveles de riesgo y vulnerabilidad en las áreas urbanas y una desmejora progresiva en la calidad de vida de la población.

Para iniciar el contexto teórico en el que se enmarcó la investigación, se reconocieron un conjunto de antecedentes de estudios y proyectos relacionados con el objeto del presente estudio, se tomaron inicialmente varias publicaciones realizadas en la región latinoamericana y el país, con el fin de sustentar y tomar los aportes necesarios en cuanto a conceptos, metodologías y técnicas utilizadas, sobresaliendo los siguientes:

##### **Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos (2021).**

En sus perspectivas, desafíos y oportunidades señala, como el estado actual de los recursos hídricos pone de relieve la necesidad de mejorar la gestión del agua. Reconocer, cuantificar y expresar el valor del agua e incorporarlo a la toma de decisiones es fundamental para alcanzar una gestión sostenible y equitativa de los recursos hídricos y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030 de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas. Afirma, que quienes controlan

cómo se valora el agua, controlan cómo se usa, señalando como los valores son un aspecto clave de poder y equidad en la gobernanza de los recursos hídricos. La incapacidad de valorar plenamente el agua en todos sus diferentes usos se considera la raíz, o un síntoma, de la desatención política hacia el agua y de su mala gestión. Finalmente afirma, como muy a menudo, el valor del agua o el conjunto de sus múltiples valores no constituye un factor de peso en la toma de decisiones, sino todo depende de una adecuada y efectiva gestión operativa e institucional.

La gestión integral de las aguas servidas se vincula estrechamente con las perspectivas delineadas en el Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos (2021), ya que la valoración y la gestión adecuada del agua, incluyendo las aguas servidas, las cuales son fundamentales para promover un desarrollo urbano sostenible, equitativo y en línea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030 de las Naciones Unidas.

**Proyecto** “Gestión ambiental con enfoque en la mitigación y adaptación al cambio climático, para un desarrollo sostenible e inclusivo en los estados Táchira, Mérida y Trujillo” titulado posteriormente “**Andes en acción climática**” (2019), constituye un macroproyecto que se conforma por 4 estudios de línea base para los cuales fue contratado el CIDIAT en el año 2018 por la ONG italiana CISP utilizando fondos del Equipo Técnico Internacional de Cooperación ETIC de la Unión Europea.

En el estudio específico de línea base “Análisis de riesgos y vulnerabilidad ante el cambio climático de la ciudad de Mérida” que incorpora un estudio separado de la huella histórica y actual de la ciudad de Mérida, además de hacer un levantamiento y actualización del uso del suelo urbano a escala 1:2500, se contabilizan el número de edificaciones por uso a nivel de las 12 parroquias urbanas de la ciudad; se estima el consumo actual y proyectado al año 2050 de agua potable,

producción de aguas servidas, producción de desechos sólidos, consumo de energía eléctrica y proyecciones de población actual y esperada.

En esos 4 estudios de línea base se elabora información y se producen análisis de niveles de sensibilidad a riesgos por movimientos en masa, crecidas e incidencia sísmica de las áreas de la ciudad y zonas de localización y tendido de infraestructuras de servicios públicos; cálculo de la huella de carbono asociada a la producción de aguas servidas; y propuestas específicas y generales para atender la problemática actual el manejo y gestión de esos espacios sensibles a daños ambientales y la adaptación al cambio climático.

Este proyecto sirvió de base para el reconocimiento y análisis de la huella urbana actual de la ciudad de Mérida, expresados fundamentalmente en el mapeo y contabilidad a nivel de edificaciones de los usos del suelo urbano, de las parroquias Milla, El Sagrario y El Llano como área de estudio.

Bdigital.ula.ve

**Saumeth (2016)**, realizó en Colombia el trabajo de grado titulado “Metabolismo urbano del agua potable. Aproximación al caso de Cartagena de Indias”, el investigador planteó como objetivo principal, caracterizar el metabolismo urbano del agua potable del sector residencial, analizando el caso de dicha ciudad colombiana. Para ello utilizó la metodología de estimación econométrica (Identificación de variables, construcción de indicadores, correlaciones entre variables) de un modelo probabilístico de ecuaciones simultáneas en dos etapas (MCO2E): consumo de agua potable del sector residencial; y, producción de aguas servidas, utilizando fuentes oficiales de información estadística del período 2004-2014.

El caso de estudio aplicado muestra el funcionamiento de la metodología, evidenciando que el consumo como INPUT del metabolismo urbano del agua potable, en la ciudad de Cartagena,

está afectado de forma directa por los ingresos económicos de los hogares, y en forma inversa e inelástica, por la precipitación y la variación en las tarifas cobradas por el servicio. Por su parte, las aguas residuales constituyen el OUTPUT del proceso metabólico urbano del agua potable; en la ciudad de Cartagena están afectadas en forma directa, principalmente, por el consumo de agua del sector residencial, seguida del consumo en el sector comercio y la densidad poblacional urbana. La investigación se realizó bajo un enfoque mixto (cuantitativo-cualitativo), con la finalidad de obtener una mayor complementariedad en los resultados.

Este antecedente, aunque su enfoque principal está determinado a medir económicamente el metabolismo urbano a través de la infraestructura del agua, es referente para considerar que el consumo de agua puede ser medido y proyectado, para que posteriormente pueda emplearse en el ordenamiento urbano de la ciudad y así contribuir en el desarrollo de una eficiente gestión de las aguas servidas.

**Herrera (2016)**, realizó el trabajo de investigación titulado “Modelo de gestión de las aguas residuales domésticas. Estudio del Caso: Nuevos urbanismos en Cúa, Estado Miranda”, en el cual se destaca, la evidente necesidad de ejecutar acciones tendientes a mejorar la gestión de este importante servicio público, pues los resultados del diagnóstico de la situación del manejo, tratamiento, disposición y reúso de las aguas residuales en la ciudad de Cúa han develado la necesidad de coordinar acciones para mejorar todo lo relacionado particularmente, con la gestión del agua residual de uso doméstico.

La investigación arrojó como resultado, que el manejo de las aguas servidas en Cúa presenta distintos enfoques de gestión y mecanismos diferentes e incompatible; los mecanismos de coordinación en el manejo operativo y coordinación de actuaciones gubernamentales son

débiles o inexistentes, en particular en la relación en cuanto a competencias de la gobernación del Estado Miranda y el Ejecutivo Nacional (MINEC-HIDROCAPITAL), señalándose la necesidad que las instituciones involucradas en el manejo de las aguas servidas trabajen de manera efectiva en equipo; para lograr el adecuado manejo de las aguas servidas.

El presente antecedente deja ver claramente como a través de la gestión de las aguas servidas se puede coordinar acciones para planificar el desarrollo territorial de una ciudad a futuro tomando como referencia la infraestructura de aguas, y su funcionamiento a largo plazo.

**Proyecto Sistema de Saneamiento del Río Albarregas (2010).** Este proyecto contratado por la Gobernación del Estado Mérida a la Unidad de Proyectos de Ingeniería y Tecnología UAPIT de la Universidad de Los Andes, parte de un diagnóstico integral de la red de alcantarillado y aguas servidas de la ciudad de Mérida-Venezuela. Contempla entre sus objetivos generales, una propuesta técnica y operativa de saneamiento ambiental de los ríos Milla y Albarregas. Reconoció inicialmente como el Ejecutivo Nacional, Estatal y del Municipio Libertador, tenían como objetivos prioritarios el saneamiento de los ríos Milla y Albarregas, altamente contaminados por recibir estos cuerpos de aguas naturales las descargas de efluentes de origen doméstico de la mayor parte de la ciudad de Mérida.

Plantea paralelamente, acciones que permitieran satisfacer la demanda de dotación de colectores de aguas servidas a los desarrollos urbanísticos ubicados en las riberas de los ríos Milla y Albarregas, en jurisdicción de las parroquias Milla y Spinnetti Dini.

Otro objetivo general que se establece en el proyecto es el mejoramiento de las condiciones ambientales, higiene, salubridad y por ende de la calidad de vida a la población residente en los sectores urbanos ubicados en las riberas de los ríos Milla y Albarregas.

El proyecto concluye diseñando el tendido del colector de aguas servidas de estas zonas central y norte de la ciudad y señalando la localización y detalles técnicos de las plantas de tratamiento.

El proyecto Sistema de Saneamiento del río Albarregas se relaciona estrechamente con el ordenamiento urbano de la ciudad de Mérida a partir de la gestión integral de las aguas servidas, al proponer acciones concretas para el saneamiento ambiental de los ríos Milla y Albarregas, la dotación de colectores de aguas servidas y el mejoramiento de las condiciones ambientales en áreas urbanas, lo cual impacta directamente en el desarrollo sostenible y la calidad de vida en la ciudad.

**Pacheco (2006)**, elaboró el estudio “Diagnóstico preliminar del manejo de las aguas servidas del Área Metropolitana de Caracas”. La finalidad de ese trabajo especial fue evaluar el estado actual del manejo de las aguas servidas (MAS) en dicha ciudad, cotejando con el marco legal vigente y con el análisis de la información recabada en las instancias relacionadas con este servicio, para así determinar el grado de transferencia de responsabilidades de HIDROCAPITAL a los gobiernos locales y posteriormente, dar lineamientos para mejorar el manejo de las aguas servidas.

Este antecedente se relaciona con la investigación, debido a que en él se establecen lineamientos para el manejo de las aguas servidas en el Área Metropolitana de Caracas y así

procurar mejoras en el servicio, lo cual puede tener relación directa para extrapolar la metodología allí utilizada a la presente investigación.

**Plan de Ordenación Urbanística del Área Metropolitana de Mérida – Tabay – Ejido POU (1999).** Es un instrumento regulador y orientador del proceso de urbanización y desarrollo de la ciudad de Mérida y su área metropolitana, actualmente vigente, sancionado mediante Resolución del Ministerio de Desarrollo Urbano a finales del año 1998. Es un Plan oficial publicado 18 años después del POU de 1981 y dictamina la condición de crecimiento físico de la ciudad como una ciudad conurbada, pautando las normas de crecimiento para las tres ciudades. En el caso concreto de la ciudad de Mérida, propone las siguientes acciones en orden de mitigar y controlar los problemas de ordenamiento territorial presentes en la ciudad. Los planteamientos más resaltantes en relación con la dotación y manejo de los servicios públicos y de saneamiento fueron:

- Numeral 6 del Art. 17. Estructuras para servicios especiales. Pauta la localización de los nuevos estanques de almacenamiento de aguas (EG – EAP), la planta de tratamiento de aguas servidas (EG – PTASP), y, las subestaciones eléctricas (EG – SEEP).
- El numeral 5 del Art. 24, sección I del capítulo V sobre el Sistema de acueductos, cloacas y drenaje, además de inventariar los estanques de almacenamiento existentes, en el Art. 24 se plantean los propuestos para el sistema Mérida, a los fines de completar el sistema de aguas blancas para la ciudad de Mérida, en el lapso del POU.
- En sección II (tratamiento de aguas servidas): prioriza la implantación de los colectores marginales de los ríos Albarregas, Chama y Mucujún; los colectores cloacales principales y secundarios de la ciudad, incluyendo al sector Santa Rosa para anexarla a la planta de

tratamiento del Jardín Botánico; y, las plantas de tratamiento de aguas servidas para el par urbano Mérida – Ejido, a objeto de controlar la contaminación de los cuerpos de agua.

Este antecedente está directamente vinculado con la asignación de usos del suelo en la ciudad, la localización de equipamientos de servicios y la gestión integral de aguas servidas en el contexto del ordenamiento urbano, al contemplar acciones específicas para el manejo adecuado de las aguas residuales, y el tratamiento y la preservación del entorno natural en la ciudad de Mérida.

**Proyecto MERBAR (1998).** La Empresa Tahal Consulting Engineers LTD fue contratada por la empresa pública HIDROANDES (Administradora del sistema de abastecimiento y recolección de aguas de la ciudad de Mérida-Venezuela) para elaborar el proyecto de Alcantarillado Sanitario de la ciudad de Mérida. Realizó los estudios de optimización de los sistemas existentes y el análisis de sus capacidades y requerimientos a nivel de factibilidad para atender las necesidades de la población hasta el año 2010, para los sistemas de alcantarillados sanitarios de las ciudades de Mérida y Barinas.

La situación reconocida que presentaba la gestión de las aguas servidas de la ciudad para el momento del proyecto fue la siguiente:

- La ciudad posee ocho colectores principales, los cuales captan numerosas redes de alcantarillado existentes. Estos colectores principales descargan directa o indirectamente en los ríos Albarregas y Chama. Existen además varios colectores independientes de los principales, cuyas descargas van igualmente al Albarregas, al Chama o a alguna de sus



quebradas afluentes, para un total de aproximadamente 48 descargas directas a dichos cuerpos receptores, sin ningún tratamiento previo.

- Las aguas residuales generadas en la ciudad son en su mayoría de origen doméstico y oficial (red pública), siendo pequeña la proporción de áreas industriales y comerciales. Presentan un alto grado de dilución, debido a los elevados consumos de agua potable, fugas y desperdicios intradomiciliarios, y la incorporación simultánea de aguas pluviales y subterráneas a la red.

El Informe Final del **Proyecto MERBAR**, pone especial énfasis en los planes de desarrollo de los sistemas de recolección y tratamiento de las aguas servidas de la ciudad. Presenta una descripción detallada de los planes que deben ser desarrollados, proponiendo la planificación física y financiera de las obras y actividades; y, realiza la evaluación ambiental del proyecto, así como la evaluación financiera y organizacional de las empresas en relación con el reto que significa el desarrollo de los planes propuestos.

Este antecedente permitió disponer de un diagnóstico de reconocimiento de la existencia, estructuración y situación de funcionamiento de la red de alcantarillado de la ciudad de Mérida, el porcentaje de alcantarillado sanitario con el cual cuenta la ciudad, así como también los puntos y número de descargas que reciben los ríos Albarregas y Chama.

**Plan Rector de Desarrollo Urbano para el Área Metropolitana de Mérida – Ejido (1981)**, este instrumento oficial de planificación urbana buscaba dar soluciones a las problemáticas reconocidas en ese momento asociada a la forma como crecía la ciudad, y la necesidad de

ordenarla en su crecimiento físico espacial y formas de ocupar sus territorios. Señala en lo que concierne al saneamiento ambiental, lo siguiente:

- En el numeral 13 sobre servicios públicos (SP), se establecen las áreas destinadas a la construcción de infraestructura para los servicios públicos, como las plantas de tratamiento de aguas negras, incineradores, puestos de aseo urbano, estaciones de electricidad y estanques, entre otros.
- El capítulo V pauta, en su numeral 8, la dotación de los servicios de infraestructura asociados a los colectores marginales en el río Albarregas; la construcción de las cloacas en las avenidas Los Próceres y Humberto Tejera; las mejoras del acueducto en sectores de la Av. Las Américas; y, la remodelación de las redes eléctricas de la ciudad de Mérida, en general.

Este Plan Rector además de su contenido y diagnóstico técnico en el que se apoyó este estudio, facilitó hacer un reconocimiento histórico sobre el ordenamiento urbano y la gestión de los servicios públicos en la ciudad. En él se vincula en forma estrecha el ordenamiento urbano de la ciudad de Mérida con la gestión integral de aguas servidas, al contemplar disposiciones específicas para la infraestructura de tratamiento de aguas negras, así como la dotación de servicios de infraestructura relacionados con el saneamiento ambiental en la ciudad.

## **1.5. El Área de Estudio**

### **1.5.1. Localización**

La investigación está referida a la ciudad de Mérida, una ciudad venezolana de montaña ubicada en la parte central de la cordillera de Los Andes, emplazada mayoritariamente sobre depósitos aluviales del Cuaternario, formados por las dinámicas hidráulicas y erosivas de los ríos

Chama, Mucujún, Albarregas-Milla, quebrada Gavidia y río Pedregosa, y una serie de cortos y torrenciales quebradas que nacen en la Sierra Nevada.

Mérida es una ciudad fundada en 1558, la cual es conocida como una ciudad estudiantil asiento de la Universidad de Los Andes, turística, y de servicios de apoyo a las principales actividades económicas del estado por ser su capital política. Se estima que alojaba para finales del año 2021 en su área urbana, 295.683 habitantes (441,48 ha en su área metropolitana) (INE 2021).

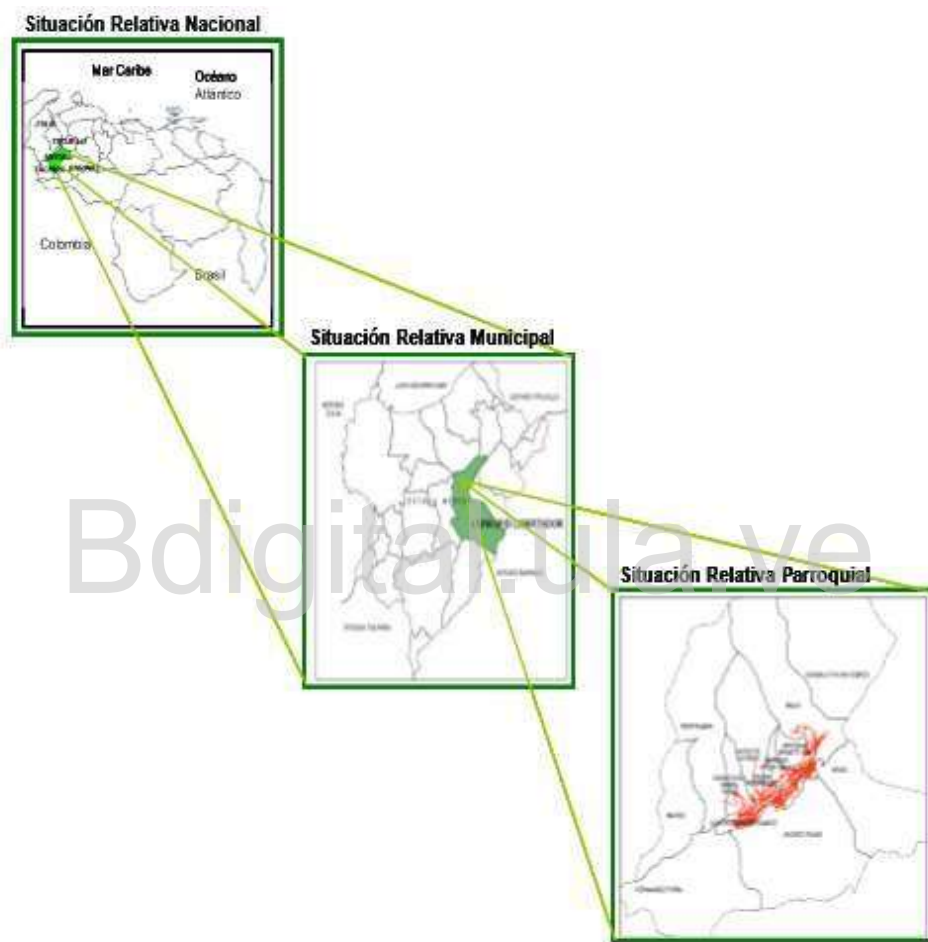
Desde el punto de vista político administrativo, la ciudad es la capital del estado Mérida y del Municipio Libertador, la cual se extiende sobre los territorios de 12 de las 15 parroquias del citado Municipio. Dispone de un área urbana delimitada (MINDUR POU 1999) de 6.407 ha correspondientes a las parroquias urbanas de: Milla, El Sagrario, El Llano, Caracciolo Parra, Domingo Peña, J.J Osuna, Mariano Picón Salas, Spinetti Dini, Lasso de la Vega, Arias, Jacinto Plaza y Domingo Peña.

Aunque a lo largo de la investigación y sus análisis la información va a estar generalmente referida a esta ciudad anteriormente delimitada, los análisis del metabolismo urbano y de uso del suelo están referidos a los territorios del área norte y central emplazadas sobre la Meseta de Mérida, la cual corresponde con las parroquias Milla, El Sagrario y El Llano. La superficie de estas tres parroquias representa el 20% del territorio de la ciudad (1.230 ha) y se estima que alojaba para finales del año 2021, 46.094 habitantes (INE, 2021). En esta parte de la ciudad para el año 2018 y de acuerdo con los estudios de la huella urbana de la ciudad (CISP-CIDIAT 2019) existían 11.238 viviendas (195 ha), 1.264 edificaciones comerciales (el 41,1% de las existentes en la ciudad); 340 establecimientos de servicios industriales (57,7% del total de la ciudad), y 765

edificaciones de actividades gubernamentales, servicios públicos y privados (35,8% del total de la ciudad). Ver imagen 1 y 2 y cuadro 1.

## Imagen 2

*Localización del área de estudio.*



*Nota.* Fuente: Hernández y Molina 2011. Universidad de Los Andes, Escuela de Geografía, tesis de grado.

## **CAPÍTULO 2**

### **MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL**

#### **2.1. Marco Teórico**

El marco teórico en esta investigación está referido al conjunto organizado de ideas que permiten explicar el objeto de estudio bajo un razonamiento lógico. Representan conjuntos de términos y planteamientos especializados que permiten comprender las temáticas de análisis que involucra la investigación. Se recolectaron a través de la revisión bibliográfica y facilitan la comprensión de la problemática del ordenamiento territorial y ambiental de un espacio urbano relacionada con la incidencia de la misma en el funcionamiento de redes públicas de servicios básicos, en particular, con las consecuencias que se traducen de una deficitaria gestión de las aguas servidas en la ciudad.

Bdigital.ula.ve

#### **Territorio y Territorio Urbano**

La definición del territorio según Gómez, Méndez y Bazant se relaciona con la propuesta para el ordenamiento urbano de la ciudad de Mérida a partir de la gestión integral de las aguas servidas en varios aspectos. Según Gómez (2008 p.12), “el territorio abarca una amplia gama de atributos que influyen significativamente en los usos presentes y futuros del territorio por el hombre, incluyendo la topografía, la hidrología y los resultados de la actividad humana. Este enfoque integral del territorio se relaciona con la gestión de aguas servidas, ya que la planificación urbana debe considerar la influencia de estos aspectos en el desarrollo urbano sostenible”.

Por su parte Méndez (2006), destaca que el territorio está configurado culturalmente y conformado por atributos físico-naturales, socioeconómicos, político-administrativos e institucionales. Esta visión amplia del territorio se relaciona con la propuesta de ordenamiento urbano, ya que la gestión integral de las aguas servidas implica considerar aspectos culturales, socioeconómicos y político-administrativos para garantizar un desarrollo urbano equitativo y sostenible.

Bazant (2010 p.71-92) por su parte señala, que el espacio geográfico configurado bajo un modelo de desarrollo económico basado en sectores de producción e instituciones urbanas adquiere la connotación de territorio urbano. Esta perspectiva es fundamental para la propuesta de ordenamiento urbano, ya que la gestión integral de las aguas servidas debe considerar la dinámica y funcionalidad de la ciudad, así como la regulación de comportamiento social y ciudadano, la planificación urbana y el impacto en las infraestructuras y servicios públicos.

### **Ordenación del Territorio**

La definición de ordenación del territorio según Méndez (1992), se relaciona estrechamente con la propuesta para el ordenamiento urbano de la ciudad de Mérida a partir de la Gestión Integral de Aguas las Servidas, ya que establece el marco teórico y conceptual para analizar y abordar los desafíos relacionados con el uso y ocupación del espacio en función de las condiciones naturales, sociales, productivas, asentamientos humanos e infraestructura de servicios.

Méndez enfatiza la importancia de comprender el territorio como un sistema socioespacial con elementos constituyentes que deben ser analizados para caracterizar problemas y evaluar

recursos disponibles. Este enfoque proporciona un marco integral para la planificación urbana y la gestión de los recursos naturales, así como para el bienestar social y la calidad de vida de los habitantes de la ciudad de Mérida.

En el contexto de la gestión integral de las aguas servidas, la definición de Méndez subraya la necesidad de considerar el impacto de las actividades socioeconómicas en el espacio urbano y de establecer acciones que garanticen el adecuado manejo de los recursos naturales y el bienestar social. Por lo tanto, esta definición proporciona una base sólida para abordar la propuesta de ordenamiento urbano en Mérida, asegurando la sostenibilidad y la calidad de vida de los habitantes en relación con la gestión integral de las aguas servidas.

En Venezuela los procesos de ordenación del territorio se rigen a través de la Ley Orgánica para la Ordenación del Territorio (1983), y se implementan como políticas públicas por medio de una secuencia de planes nacionales, regionales, estatales, municipales, sectoriales de ordenamiento territorial, ordenamiento urbano, de ordenación de áreas bajo régimen de administración especial (ABRAE) y de gestión de recursos naturales. Esa Ley Orgánica define al ordenamiento territorial en su artículo 2º, como *“la regulación y promoción de la localización de los asentamientos humanos, de las actividades económicas y sociales de la población, así como el desarrollo físico espacial, con el fin de lograr una armonía entre el mayor bienestar de la población, la optimización de la explotación y uso de los recursos naturales y la protección y valorización del medio ambiente como objetivos fundamentales del desarrollo integral”*.

Méndez citado por Pérez (2023), reitera, como la ordenación del territorio es en esencia un proceso de planificación y una política del Estado para conocer, regular, promover y administrar la ocupación y uso del territorio, pero siendo respuesta socio territorial a la localización de actividades económicas, a la organización de la red de centros poblados y a la cobertura del

equipamiento e infraestructuras de servicios. Todo ello en un todo armónico con el manejo de los recursos naturales y la prevención de riesgos naturales, siempre con el fin de mejorar la calidad de vida de la población, propiciar el desarrollo de una economía competitiva y sostenible, mantener la continuidad del potencial natural, y organizar eficientemente el territorio.

Se interpreta por ello, como el ordenamiento territorial-ambiental como política de Estado, tiene un carácter multidisciplinario, y se basa en el análisis de las condiciones físico-naturales y socioeconómicas, de manera de conocer las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas que configuran la realidad de un espacio geográfico, con el fin de orientar los procesos de ocupación y usos del territorio, la localización de las actividades productivas, la organización de la red de centros poblados y el equipamiento de infraestructura; tratando de prevenir los riesgos naturales y de conseguir una disposición geográficamente armónica y compatible de los factores antrópicos sobre las bases físico naturales, que se traduzca en la mayor productividad al menor costo ambiental; dirigida a una mayor calidad de vida de la población, un desarrollo económico sostenible y la preservación de los recursos naturales. (Pérez 2023)

### **Gestión Urbana y Gestión Ambiental Urbana (GAU)**

La definición de Gestión Urbana según Pérez (2014), destaca la importancia de coordinar acciones entre organizaciones públicas y sociales, la comunidad y los habitantes de la ciudad para alcanzar objetivos específicos utilizando los activos disponibles en el entorno urbano. Esto implica el conocimiento, planificación, aprovechamiento, transformación, consumo, administración y mantenimiento de los recursos urbanos.



La relación con la Propuesta para el Ordenamiento Urbano de la Ciudad de Mérida a Partir de la Gestión Integral de las Aguas Servidas se evidencia, en la necesidad de planificar la organización de las actividades en la ciudad y el uso y aprovechamiento de los recursos hídricos, así como en la administración y mantenimiento de los sistemas de tratamiento de aguas servidas. La dirección de esta gestión integral debe ajustarse a la planificación detallada, mecanismos de ejecución eficientes, operaciones de mantenimiento, construcción de obras y control de los procesos de intervención en la ciudad, todo ello en concordancia con valores que reflejen la calidad de vida y ambiental de la comunidad.

La Gestión Ambiental Urbana (GAU) enfatiza la importancia de una gestión urbana que considere específicamente la dimensión ambiental en la planificación y administración de la ciudad. En el caso de la Propuesta para el Ordenamiento Urbano de Mérida a partir de la Gestión Integral de las Aguas Servidas, esto implica no solo la gestión eficiente de los recursos hídricos, sino también la preservación y protección del entorno ambiental en todas las fases del proceso de recolección, distribución y tratamiento de las aguas servidas.

En el caso de la Gestión Ambiental Urbana, para el Grupo de Investigación en Calidad Ambiental Urbana (GICAU) de la Universidad de Los Andes ULA (2016), se trata de una acción integral que relaciona a los actores sociales, económicos, técnicos e institucionales con el ecosistema del cual dependen, a través de acuerdos, decisiones, normas, procesos, reglamentos y cualquier otro instrumento que contribuya a establecer una relación simbiótica entre ellos. El objetivo es lograr la mejora de la calidad de vida de la población en el marco de la sostenibilidad ambiental.

La gestión ambiental urbana representa en la práctica, una secuencia de actuaciones sobre la ciudad, asociadas a sus condiciones y recursos biogeográficos y físico ambientales. Se inicia con la identificación y el diseño de programa de actuaciones y decisiones prioritarias contenidas en un plan de ordenación territorial y de desarrollo urbano integral de la ciudad; y continúa con la instrumentación e implementación de ese Plan a través del diseño y aprobación de normas regulatorias de uso del suelo e intervención de recursos físico-naturales y condiciones ambientales relacionadas con el sitio y entorno inmediato de la ciudad.

Luego se va ejecutando a través de procesos de dirección y organización de esas intervenciones de la ciudad, en donde sobresalen la protección de áreas y recursos desfavorecidos, la operatividad de obras de mantenimiento de las redes de servicios públicos y de mejoramiento ambiental, la operación de mecanismos que efficienten la prestación de los servicios ambientales (asociados a sus cursos de agua, zonas boscosas, sumideros de desechos, ductos naturales de vientos descontaminantes, recursos ambientales asociados a su metabolismo urbano). Para concluir, con la instrumentación de mecanismos de seguimiento y control de esas actuaciones sobre la ciudad, la penalización de las malas prácticas, los rediseños de los planes urbanos y el fortalecimiento de las organizaciones responsables de la planificación y administración ambiental de la ciudad. (Pérez,2014, p.21-22).

## **La Planificación Urbano Ambiental de la Ciudad**

Planificar es en esencia una metodología para tomar decisiones (escoger entre alternativas), que se caracteriza porque permite verificar la propiedad, factibilidad y compatibilidad de los objetivos y seleccionar los instrumentos más eficientes para alcanzarlos.

la Planificación Urbano Ambiental de la ciudad de Mérida se encuentra relacionada con la propuesta presentada en diferentes aspectos.

La planificación urbano ambiental de una ciudad involucra la consideración de aspectos como el uso del suelo, la infraestructura, la gestión de los recursos naturales y la sostenibilidad ambiental. La Propuesta para el Ordenamiento Urbano a Partir de la Gestión Integral de las Aguas Servidas se centra en el manejo adecuado de los desechos líquidos, tanto desde una perspectiva de saneamiento básico como ambiental.

La gestión integral de las aguas servidas tiene implicaciones directas en la planificación urbana y ambiental de una ciudad, ya que afecta la calidad del agua, la salud pública, la biodiversidad, y en general, el ambiente urbano en su conjunto. Por lo tanto, la propuesta para el ordenamiento urbano en Mérida a partir de la gestión integral de aguas las servidas debe considerarse dentro de un marco más amplio de planificación para garantizar la sostenibilidad ambiental y el bienestar de la población.

La relación entre la planificación urbano ambiental de la ciudad, según el enfoque presentado por Pérez, y la propuesta para el ordenamiento urbano de la ciudad de Mérida a partir de la gestión integral de las aguas servidas, se basa en la interconexión de aspectos socioeconómicos, ambientales y territoriales.

Según Pérez (2009), la planificación ambiental es un proceso que permite direccionar las acciones de incidencia pública, considerando las interacciones entre los sistemas socioeconómicos y los ecosistemas naturales con el fin de lograr objetivos relacionados con la calidad de vida, el manejo de recursos naturales y la preservación del medio ambiente.

### **Uso del Suelo Urbano y su Evaluación.**

El uso del suelo urbano y su evaluación se relacionan estrechamente con la propuesta para el ordenamiento urbano de la ciudad de Mérida a partir de la gestión integral de las aguas servidas, debido a que la gestión de aguas servidas debe considerar el uso actual del suelo en la ciudad, ya que esto afecta el tendido y disposición de infraestructura sanitaria, la disponibilidad de terrenos para la implementación de sistemas de tratamiento de aguas residuales, y la distribución y operatividad de la red de alcantarillado.

Además, la evaluación del uso del suelo urbano es fundamental para identificar las cargas y vertidos de aguas residuales a las redes, las áreas críticas en las que la gestión de aguas servidas puede tener un impacto significativo, ya sea positiva o negativamente, en el entorno urbano y en la calidad del agua en la ciudad.

Como lo expresan Méndez (2006) y Pérez (2023), desde el punto de vista de su implementación práctica, el proceso de ordenar el territorio de un país o una ciudad debe tender a la búsqueda de alcanzar objetivos concretos relacionados con el manejo integral y eficiente de los sistemas y recursos naturales, el adecuado uso del suelo y la localización conveniente y bajo condiciones de sostenibilidad y competitividad de las diferentes actividades residenciales y productivas.

Ese uso del suelo urbano, debería estar referido, a la manera como se deben aprovechar los espacios y recursos (activos) presentes en el territorio mediante el establecimiento y localización de las actividades cónsonas a sus requerimientos funcionales, para lo que se debe asociar aspectos físico naturales, socioeconómicos y tecnoproductivos que repercuten en la utilización de los terrenos y recursos como el agua y las condiciones atmosféricas; en la alteración del paisaje y en el comportamiento de los ecosistemas asociados. En ese proceso de ordenar el territorio de la ciudad, la asignación de usos al suelo será la expresión de la integración de elementos físico-naturales y socioeconómicos para configurar las unidades territoriales que conformarán la base espacial en el cual descansará el crecimiento sostenible y desarrollo urbanístico de la ciudad.

### **Los Planes Territoriales de Desarrollo Urbano Local (PDUL) y de Ordenación Urbanística (POU).**

Entendiendo el desarrollo urbano local como un cuerpo de procesos de mejora continua del bienestar y la calidad de vida de los habitantes de la ciudad y su entorno, a partir de las adecuaciones físico espaciales y del ordenamiento territorial de la red de infraestructuras y equipamientos del espacio público, y de las condiciones socioeconómicas y político culturales de la población en ella asentada, en sus aspectos ambientales, físico construidos, económicos, sociales e institucional/organizacional; su implementación se guía a través de instrumentos de ordenamiento y desarrollo territorial como son los planes de ordenamiento y desarrollo urbano (Pérez 2023<sup>a</sup>).

Esos “Planes” tienen una acepción y tratamiento jurídico legal como instrumento de planificación pública para organizar la ocupación y uso del suelo urbano, propiciando un

desarrollo articulado, coherente y concentrado que refleje el equilibrio entre la localización de actividades y los servicios requeridos. Su objetivo principal depende de su categoría jurídica y fines, los cuales se expresan en servir de “mapa de ruta” que oriente el desarrollo de la ciudad y el municipio dentro de una visión de sostenibilidad de acuerdo a lineamientos estratégicos enfocados en elevar la calidad de vida.

Se entiende así, que al elaborar específicamente un PDUL, es posible diseñar el crecimiento armónico de la ciudad integrando en la planificación del uso del suelo, el desarrollo de los servicios públicos de infraestructura y equipamientos, considerando las necesidades actuales y proyectadas para el período de vigencia del instrumento.

De acuerdo con lo que está pautado en la vigente Ley Orgánica de Ordenación Urbanística en sus artículos 34 y 38, el Plan de Desarrollo Urbano Local debe servir de herramienta de la gestión urbanística de la Alcaldía y ser elaborado por el organismo municipal de planificación respectivo: la Oficina Local de Planeamiento Urbano, la Oficina Metropolitana de planeamiento del Desarrollo Urbano, o en su defecto, por quien designe el alcalde.

### **Plan de Ordenación Urbanística (POU)**

Según la Ley Orgánica de Ordenación Urbanística (LOOU), es el instrumento de planificación urbana mediante el cual el Ejecutivo Nacional establece la política urbanística de las ciudades. En el Artículo 17 se establece que, los planes de ordenación urbanística tendrán los siguientes objetivos fundamentales:

1. Desarrollar las políticas urbanísticas establecidas en el Plan de la Nación o formuladas por el Ejecutivo Nacional.

2. Concretar, en el correspondiente ámbito espacial urbano, el contenido del Plan Nacional de Ordenación del Territorio y de los planes regionales de ordenación del territorio.
3. Interrelacionar las acciones e inversiones públicas que incidan en la actividad urbanística.
4. Determinar los usos del suelo urbano y sus intensidades, así como definir normas y estándares obligatorios de carácter urbanístico.
5. Señalar los servicios públicos necesarios cuantitativa y cualitativamente.
6. Determinar los estímulos para lograr la participación de los particulares en el desarrollo urbanístico.
7. Armonizar los programas de desarrollo urbanístico de los organismos del sector público, entre sí y con los del sector privado.

En los artículos 26 al 28 de dicha Ley se establece, que el organismo nacional de desarrollo urbano debe elaborar el proyecto del POU conjuntamente con la alcaldía y municipios y sancionar el mismo mediante una resolución de dicho Ministerio.

### **Aguas Residuales**

El concepto de aguas residuales se relaciona directamente con la propuesta para el ordenamiento urbano de la ciudad de Mérida a partir de la gestión integral de las aguas servidas, ya que la adecuada gestión de las aguas residuales es fundamental para la sostenibilidad ambiental y la salud pública de la ciudad.

En este sentido, la gestión integral de las aguas residuales en el marco de la propuesta de ordenamiento urbano de la ciudad de Mérida busca garantizar un manejo adecuado de los desechos líquidos, promoviendo así la calidad de vida de los habitantes y la sostenibilidad ambiental en la ciudad. Esta relación subraya la importancia de considerar el tratamiento de las aguas residuales como un componente crucial en la planificación urbana y en el desarrollo de políticas de ordenamiento territorial.

Las aguas residuales son aquellas aguas usadas y los sólidos en ellas contenidos, que por uno u otro medio se introducen en las redes de cloacas y son transportadas mediante el sistema de alcantarillado. En general, se consideran aguas residuales domésticas, los líquidos provenientes de las viviendas o residencias, edificios comerciales e institucionales. Tienen un alto nivel de contaminantes orgánicos y sólidos sedimentables, y una alta carga de bacterias.

Romero (1999) denomina aguas residuales municipales, a los residuos líquidos transportados por el alcantarillado de una ciudad o población y tratados en una planta municipal; y aguas residuales industriales, a las aguas provenientes de las descargas de establecimientos industriales de manufactura y transformación. Estas aguas se caracterizan por contener un elevado nivel de químicos sintetizados y metales pesados (plomo, níquel, cobre, mercurio, cadmio, entre otros).

Se incluyen en la categoría de aguas residuales, aquellas derivadas de la lluvia, las cuales arrastran los contaminantes presentes en la atmósfera. En su mayor proporción terminan en el alcantarillado público, donde se unen con las aguas residuales domésticas.



## **Red de Alcantarillado y Tratamiento de las Aguas Residuales**

Son sistemas de tuberías y construcciones usadas para la recogida y transporte de las aguas residuales domésticas, industriales y pluviales de una ciudad o asentamiento poblacional, desde el lugar en que se generan hasta el sitio en que se vierten al medio natural o se tratan. Vienen compuestas de un complejo mecanismo tubular y de canales cuyo objetivo es recoger las aguas residuales y pluviales de la ciudad para transportarlas hasta un sitio de depuración (estaciones o plantas) y de allí a sitios de vertido final.

Las redes de alcantarillado se consideran un servicio público básico y son estructuras hidráulicas que funcionan a presión atmosférica, por gravedad. Sólo muy raramente, y por tramos breves, están constituidos por tuberías que trabajan bajo presión o por vacío. Normalmente están constituidas por conductos de sección circular, oval o compuesta, la mayoría de las veces enterrados bajo las vías públicas. Romero (1999).

El tratamiento de las aguas residuales o depuración de aguas residuales, para Ferrovial (2023), consiste en una serie de procesos físicos, químicos y biológicos que buscan retener y eliminar los contaminantes presentes en el agua. Esa depuración se inicia en el recogimiento o captación de las aguas producidas en la ciudad, buscando devolverlas al ciclo del agua, bien vertiéndolas a algún río, lago o mar, o reutilizándola. Los métodos para su tratamiento incorporan fases de decantación, procesos biológicos de eliminación de la materia orgánica y un tratamiento de los lodos o fangos que se producen.

## **Huella Urbana y Niveles de Intervención de la Ciudad**

El concepto "Huella Urbana" se refiere a la influencia y el impacto de las actividades humanas en el entorno urbano, incluyendo aspectos como la expansión de la ciudad, el uso del suelo, la infraestructura, la movilidad, la ecología, y la calidad de vida.

Se define como el área construida o edificada de un asentamiento humano con niveles de densidad que la clasifican como urbana y se traduce en cómo está creciendo una ciudad y, así mismo, su densidad poblacional. Se determina mediante el reconocimiento de los cambios en la ocupación en un territorio apoyándose en técnicas de fotointerpretación de imágenes de alta resolución y su digitalización para posteriores análisis apoyados en otras dimensiones del desarrollo urbano y regional (López, 2017).

Para Pérez (2018), el análisis de la huella urbana a partir de una evaluación y valorización del uso actual del suelo, y una caracterización en detalle de la generación de residuos y desechos sólidos asociados a ese patrón de crecimiento urbano, se considera como una técnica de identificación y análisis de los impactos de intervención ambiental que tiene la ciudad en su desarrollo físico y dinámica socioeconómica. Representa por ello, una radiografía rápida y precisa de los problemas ambientales que se han creado en la ciudad a partir de procesos de uso e intervención del suelo urbano, el aprovechamiento de recursos naturales como el agua y los bosques, y la afectación de características y condiciones físico-ambientales propias del sitio sobre el cual se ha emplazado la ciudad y su entorno inmediato.

Reconoce Pérez (2018), que los estudios de huella urbana, permite identificar las vulnerabilidades creadas por inadecuadas ocupaciones territoriales las cuales estarían incidiendo en su desarrollo socioterritorial; localizar actividades productivas y de prestación de servicios

públicos cuyos patrones tecnológicos de producción, operación y movilidad generan gases de efectos invernadero; y en función de esos resultados y evaluaciones, dar pautas de diseño para implantar acciones de mitigación y adaptabilidad que las permitan corregir y mitigar en un corto y mediano plazo.

## **Huella Hídrica Urbana**

Es un indicador multidimensional de apropiación (uso, consumo y contaminación) de recursos de agua dulce, que tiene como fin último, identificar soluciones de mejor gestión del agua en la ciudad.

Para los Gobiernos municipales y ciudades, la huella hídrica contempla dos dimensiones: la de uso directo y la de uso indirecto. La primera dimensión se refiere al consumo y/o contaminación de agua realizados directamente por una persona, empresa o ciudad. La segunda, se refiere al consumo y/o contaminación de las aguas que pueden estar asociados con la producción de los bienes y servicios consumidos por la persona, empresa o ciudad.

La huella hídrica puede ser clasificada en tres tipos o colores.

- Huella hídrica azul: es un **indicador de uso consuntivo** de agua llamada azul, es decir, agua dulce superficial o subterránea. El uso consuntivo del agua se refiere a la evaporación del agua, a su incorporación a un producto o a cuando no retorna a la misma zona de flujo.
- Huella hídrica verde: se refiere al volumen de agua de precipitación que no provoca escorrentía o se acumula en aguas subterráneas, sino que se mantiene en el suelo, superficie o en la vegetación. Este volumen de agua se evapora o es evapotranspirada por

la vegetación. Esta huella es particularmente relevante para los productos agrícolas y forestales.

- Huella hídrica gris: se refiere al volumen de agua dulce que necesita un ecosistema para asimilar una determinada carga de contaminantes, hasta el punto en que la calidad del agua se mantenga por encima o al mismo nivel de un estándar de calidad de agua ambiental definido por normas locales de calidad de agua.

La huella hídrica es un buen indicador que permite conocer el consumo real de agua por producto, servicio, territorio, etc. Esto es especialmente útil a la hora de planificar la gestión del agua, permitiendo actuar en consecuencia para optimizar el uso de este recurso (CAF, 2017).

### **Metabolismo Urbano**

El concepto de metabolismo urbano fue utilizado por Karl Marx en 1883, para describir el intercambio de materiales y energía entre la ciudad y el entorno natural, en un contexto político durante sus críticas hacia la industrialización (Zhang, 2013). Luego Wolman en 1965 aplicó el concepto en su artículo “The Metabolism of Cities” en el cual compara el metabolismo de la ciudad con el de un organismo vivo, argumentando, que una ciudad consume recursos para mantener su dinámica y a la vez genera emisiones, efluentes y desechos.

Para Wolman (1965), la diferencia con un organismo vivo está, que este consume alimentos para sustentar su desarrollo, y desecha lo que no necesita; mientras que las ciudades consumen incluso más de lo que necesitan y a la vez generan desechos que la naturaleza es incapaz de procesar. Bajo este contexto de metabolismo, cuantificó las entradas de recursos y salida de residuos de una ciudad hipotética de un millón de personas. En ese estudio, demostró problemas ambientales que generan las grandes ciudades estadounidenses en cuanto a contaminación del

agua, aire y suelo, y las implicaciones del uso intensivo de recursos para el sostenimiento futuro de la sociedad.

Posteriormente, se realizaron algunos estudios de metabolismo urbano con diferentes enfoques y metodologías. Newman (1999) incluyó aspectos sociales (salud, educación, empleo) en el concepto del metabolismo urbano, mencionando además, las diferentes aplicaciones que se podrían hacer para promover ciudades más sustentables. El concepto de metabolismo urbano comenzó así a abarcar e integrar factores sociales y urbanísticos.

Kennedy et al (2007) definieron el metabolismo urbano como, “la suma total de los procesos técnicos y socioeconómicos que ocurren en las ciudades, resultando en crecimiento, producción de energía y eliminación de residuos”. Pincetl et al., (2012) por su parte, sugieren expandir el método de metabolismo urbano hacia un análisis más comprensivo donde se incluyan los flujos de todos los materiales biofísicos, parámetros de energía, sistemas socioeconómicos y políticos. Es así como Pincetl (2012), considera al metabolismo urbano como “un medio inicial para cuantificar la cantidad de entradas extraídas de la tierra para uso urbano, así como los impactos físicos de las ciudades en los ciclos biogeoquímicos globales y los procesos ecológicos”.

Kennedy et al. (2011), señalan, que un análisis de metabolismo puede ser utilizado para alcanzar cuatro objetivos principales: el primero, relacionado con la evaluación de materiales y flujos de energía en una ciudad. El segundo, de uso reciente en el contexto de cambio climático, es cuantificar las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). El Tercero y cuarto, es identificar los factores que determinan el uso de materiales (agua, carbón, cobre, etc.) y energía en la ciudad para apoyar decisiones de política pública. **En efecto, para tratar con problemas como la contaminación, el tratamiento de aguas residuales, la escasez de recurso, la escasez de agua,** por citar algunos ejemplos, se utilizan diferentes técnicas cualitativas y cuantitativas que

permiten identificar las relaciones entre diferentes componentes de un ecosistema urbano y los efectos que tienen sobre el sistema natural y construido.

Shahrokni, Lazarevic y Brandt (2015) proponen el concepto de Metabolismo Urbano Inteligente (MUI). Este concepto promueve que se identifique y analice los flujos de materiales y energía en tiempo real, mediante datos temporales y espaciales de alta resolución. Las fuentes de información serían sensores y dispositivos de información tecnológica muy avanzada que facilitarían la gestión de la base de datos metabólica y que al mismo tiempo permita entender la dinámica real y continua de los flujos de materia y energía a escala urbana.

### **Gestión Integral de Aguas Urbanas**

La gestión integral de las aguas urbanas surgió durante la última década como una respuesta a la “crisis del agua”, una preocupación generalizada y bien articulada de que los recursos de agua fresca del planeta están sintiendo cada vez más la presión insostenible del crecimiento demográfico, las crecientes demandas de agua y la creciente contaminación. (Moriarty, Butterworthy y Batchelor, 2006).

Según GWP (2017), el estrés hídrico es actualmente una gran preocupación en muchas áreas urbanas. El aspecto fundamental de la urbanización es el rápido crecimiento de la población urbana acompañada por una planificación inadecuada, la contaminación, la pobreza, y demandas que compiten por el recurso. Todo esto contribuye al estrés hídrico y, por consiguiente, el consumo de agua en zonas urbanas tiende a aumentar.

Para UNESCO (2021), la Gestión Integrada del Agua Urbana (IUWM «Integrated Urban Water Management» por sus siglas en inglés) se refiere a “la práctica de gestionar el agua dulce,

las aguas residuales y las aguas pluviales como enlaces dentro de la estructura de gestión de recursos, utilizando un área urbana como unidad de gestión.”

### **Demanda y Dotación Urbana de Agua Potable**

"Es la cantidad de agua potable para la cual los individuos sacrificarían sus recursos", es decir, que se adquiriría o consumiría a un precio determinado. (Arboleda, 2000).

Es la cantidad de agua que los usuarios de un sistema de abastecimiento pretenden utilizar de acuerdo a determinados usos y costumbres. De no existir pérdidas o limitaciones en el servicio, el consumo y la demanda deberían ser iguales. (Arocha, 1983).

Se entiende por dotación urbana, a la cantidad de agua necesaria para satisfacer apropiadamente los requerimientos de un determinado núcleo urbano. Generalmente se expresa en litros por persona por día (lpcd). La dotación se forma de la suma de los requerimientos razonables de los usos que conforman el abastecimiento urbano, incluyendo en ellos las pérdidas en la red. (Arboleda, 2000).

## **2.2. El Marco Legal y Normativo del Ordenamiento Territorial y la Gestión de las Aguas Urbanas**

La política ambiental en Venezuela se caracteriza por una gestión que incorpora dentro del desarrollo la variable ambiental, bajo criterios de transectorialidad y con la participación de la sociedad, teniendo como norte la fortaleza y bienestar del colectivo. Partiendo de esta visión, se han formulado estrategias concretas con el resto de los diversos sectores: público, privados y organizaciones no gubernamentales, estableciendo metas de conservación y desarrollo viables y

cónsonas con la realidad nacional, mediante la formulación de planes, programas y proyectos y la aprobación de normas técnicas. A continuación, se identifica ese marco jurídico que existe en el país actualmente para desarrollar la gestión integral del recurso agua.

- **Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (1999).** La Constitución reconoce el derecho y el deber de cada generación de proteger y preservar el ambiente en beneficio propio y de las futuras generaciones. Además, garantiza el derecho de toda persona a disfrutar de un ambiente seguro, sano y ecológicamente equilibrado, estableciendo la responsabilidad del Estado en la protección del ambiente, la diversidad biológica, los recursos genéticos, y otros aspectos importantes. También enfatiza la necesidad de desarrollar una política de ordenación del territorio acorde a múltiples realidades, incluyendo la participación ciudadana, y asigna la gestión de la ordenación territorial y urbanística, así como la protección del ambiente, como competencia del gobierno municipal.

La propuesta presentada en esta investigación busca orientar hacia un manejo adecuado de los recursos hídricos y promover la calidad de vida de los habitantes, lo que se alinea con los principios de preservación ambiental y desarrollo sostenible establecidos en la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (1999). Ambas iniciativas comparten la visión de un desarrollo urbano que considera la protección del ambiente y el bienestar de la población como aspectos fundamentales para lograr un equilibrio adecuado entre el crecimiento urbano y la preservación de los recursos naturales.



- **Ley de Aguas (Gaceta Oficial N° 38.595 de 2007).** Establece las disposiciones que regulan la conservación y gestión integral del recurso hídrico como un elemento indispensable para el desarrollo sustentable del país. La ley se enfoca en la gestión integral del agua, incluyendo su conservación, protección, y la prevención y control de posibles impactos negativos en la población y sus bienes (Artículo 4). Asimismo, la ley especifica el establecimiento de rangos y límites máximos de elementos contaminantes en los efluentes líquidos generados por fuentes puntuales (Artículo 12). También hace referencia a la implementación de programas y proyectos para la conservación de las cuencas hidrográficas, la definición de zonas protectoras de cuerpos de agua y las reservas hidráulicas (Artículo 18). Estas disposiciones buscan garantizar la protección, conservación y uso sostenible del recurso hídrico en beneficio de la población y el ambiente.

Esta ley se relaciona con la propuesta para el ordenamiento urbano de la ciudad de Mérida a partir de la gestión integral de las aguas servidas debido a que en ella se establecen las disposiciones legales que rigen la conservación y gestión integral del recurso hídrico, lo cual es fundamental para un adecuado ordenamiento urbano. Esta ley se enfoca en la protección y conservación del agua, así como en la prevención y control de posibles efectos negativos sobre la población y el entorno. Al promover la conservación de las cuencas hidrográficas, definir zonas protectoras de cuerpos de agua y regular la calidad de los efluentes líquidos, la ley contribuye directamente a la gestión sostenible del agua en entornos urbanos.

- **Ley Orgánica de Ordenación Urbanística (Gaceta Oficial N° 33.868 de 1990).** Tiene por objeto regular la ordenación del desarrollo urbanístico en todo el territorio nacional con el objetivo de procurar el crecimiento armónico de los centros poblados. Esta ley busca asegurar que el desarrollo urbanístico no comprometa los recursos ambientales y garantice la calidad de vida en los centros urbanos (Art. 1). Asimismo, la ordenación urbanística abarca un conjunto de acciones y regulaciones destinadas a la planificación, desarrollo, conservación y renovación de los centros poblados (Art. 2).

Los planes de ordenación urbanística deben tener objetivos fundamentales, como determinar los usos del suelo urbano y sus intensidades, así como señalar los servicios públicos necesarios (Art. 17 numerales 4 y 5). También, deben incluir la definición del uso del suelo y sus intensidades, así como la red de abastecimiento de agua potable y cloacas (Art. 24 numerales 3 y 6).

Además, la ley considera variables urbanas fundamentales en el caso de las urbanizaciones, como la dotación, localización y accesibilidad de los equipamientos de acuerdo con las respectivas normas (Art. 86 numeral 6). Estas disposiciones buscan garantizar un desarrollo urbano planificado que conserve los recursos naturales, asegure servicios públicos adecuados y promueva una calidad de vida sostenible en los centros poblados.

La gestión integral de las aguas servidas es crucial para preservar los recursos ambientales y la calidad de vida en los centros urbanos, por lo que la ley proporciona el marco legal para la planificación y la gestión sostenible de estos recursos en el ordenamiento urbano, contribuyendo así al desarrollo armónico de la ciudad de Mérida

- **Ley Orgánica para la Ordenación del Territorio (Gaceta Oficial N°3.238 de 1983).**

Esta ley tiene por objeto establecer las disposiciones que regirán el proceso de ordenación del territorio en concordancia con la estrategia de desarrollo económico y social a largo plazo de la Nación. Esta ley define la ordenación del territorio como la regulación y promoción de la localización de los asentamientos humanos, de las actividades económicas y sociales de la población, así como el desarrollo físico espacial.

En cuanto a la competencia urbanística y el régimen del suelo urbano, la ley aborda aspectos importantes. Por ejemplo, en el Artículo 67 numerales 1 y 2 se establece la determinación de la utilización del suelo en congruencia con la utilidad pública y la función social y urbanística de la propiedad, así como asegurar el mantenimiento de una densidad adecuada al bienestar de la población. En el Artículo 68 numeral único se enfoca en el caso de urbanizaciones, donde los propietarios urbanizadores deben ceder en forma gratuita al municipio, libre de todo gravamen, terrenos para vialidad, parques y servicios comunales, y costear las obras respectivas conforme a lo establecido en las ordenanzas correspondientes, con dichos bienes pasando a formar parte del dominio público municipal.

Esta Ley aborda aspectos relacionados con la competencia urbanística en cuanto al régimen del suelo urbano, lo cual tiene un impacto directo en la planificación y desarrollo urbano, incluyendo la gestión adecuada de las aguas servidas como parte integral de la infraestructura urbana, por esta razón la misma es parte fundamental para el desarrollo de este estudio.

- **Ley Orgánica del Ambiente (2006).** Esta ley establece las disposiciones y principios rectores para la gestión del ambiente en el marco del desarrollo sostenible como un derecho

y deber fundamental del Estado y de la sociedad. Esta ley tiene como objetivo contribuir a la seguridad y al logro del máximo bienestar de la población, así como al sostenimiento del planeta en interés de la humanidad.

Además, la ley hace hincapié en la gestión integral del agua, la cual está orientada a asegurar su conservación garantizando las condiciones de calidad, disponibilidad y cantidad en función de la sostenibilidad del ciclo hidrológico. Por lo tanto, la protección y gestión sostenible del recurso hídrico se considera un punto crucial dentro del marco de la Ley Orgánica del Ambiente, con el fin de asegurar la sostenibilidad ambiental y el bienestar de la población.

Esta ley se relaciona con la propuesta planteada debido a su enfoque en la protección y preservación del ambiente, incluyendo la gestión adecuada del agua y la regulación de actividades que puedan afectar el entorno natural.

- **Ley Orgánica para la Prestación de los Servicios de Agua Potable y Saneamiento (LOPSAPS, 2001).** Establece un marco legal e institucional para regular la prestación de los servicios de agua potable y saneamiento. Su objetivo es garantizar un régimen económico financiero equilibrado, que incluya fiscalización, control y evaluación de las empresas proveedoras de estos servicios, promoviendo un mercado competitivo capaz de ampliar la cobertura y mejorar la calidad del servicio (Artículo 1).

Además, la ley enfatiza que la prestación de los servicios debe estar en línea con la preservación de la salud pública, el recurso hídrico y el ambiente, asegurando el acceso equitativo de todos los ciudadanos a estos servicios (Artículo 3). Asimismo, exige que las

condiciones de prestación del servicio de agua potable y saneamiento garanticen su calidad, generalidad y eficiencia en términos de costos (Artículo 36).

La gestión integral de las aguas servidas es fundamental para la preservación del ambiente y la salud pública, la LOPSAPS proporciona el marco legal para asegurar que esta gestión se realice de manera óptima en el contexto urbano. Esta ley busca garantizar que la gestión de las aguas servidas se realice de manera sostenible, equitativa, de calidad y eficiente, considerando tanto aspectos económicos como ambientales y de salud pública.

- **Ley Penal del Ambiente (2012).** Su objeto es tipificar como delitos los actos que atenten contra los recursos naturales y el medio ambiente, y establecer las sanciones penales correspondientes. También busca determinar medidas precautelativas, de restitución y de reparación en casos de daños ambientales, así como las disposiciones procesales específicas para los asuntos ambientales (Artículo 1).

Además, en los artículos 56 al 60 se detallan las sanciones por la degradación, alteración, deterioro y demás acciones que puedan causar daños a las aguas, lo que resalta la importancia de proteger este recurso natural vital.

La gestión integral de las aguas servidas es fundamental para la preservación del ambiente y los recursos hídricos, la Ley Penal del Ambiente busca proteger estos aspectos y establecer responsabilidades y sanciones en caso de daños ambientales. Así, se relaciona con la propuesta para el ordenamiento urbano de la ciudad de Mérida, ya que promueve la preservación y protección del ambiente urbano, incluyendo la gestión adecuada de las aguas servidas para evitar la degradación del entorno y garantizar un desarrollo urbano sostenible.

- **Decreto 883 (G.O N° 5.021 de 1995).** Establece los lineamientos y regulaciones para el control de vertidos líquidos y la calidad de cuerpos de agua. En el Artículo 2, se define la calidad de un cuerpo de agua como la caracterización fisicoquímica y biológica de aguas naturales para determinar su composición y utilidad para el hombre y los seres vivos, lo que evidencia la importancia de preservar la calidad de los recursos hídricos.

Además, el Artículo 7 establece las actividades que estarán sujetas al control de los vertidos líquidos, lo que indica la necesidad de supervisar y regular las descargas para evitar impactos negativos en el ambiente acuático. Asimismo, el Artículo 10 detalla los rangos y límites máximos de calidad de los vertidos líquidos que sean o vayan a ser descargados en ríos, estuarios, lagos y embalses, demostrando el interés en proteger la calidad del agua y los ecosistemas acuáticos.

Por último, el Artículo 15 especifica los parámetros para el caso de descarga en redes cloacales, lo que resalta la importancia de regular incluso las descargas a sistemas de saneamiento para evitar afectaciones al medio ambiente.

El Decreto 883 tiene como objetivo principal establecer normativas para controlar la calidad de los vertidos líquidos y preservar la calidad de los cuerpos de agua, lo que muestra su relevancia para la protección del ambiente acuático en Venezuela.

La gestión integral de las aguas servidas es crucial para evitar la contaminación de cuerpos de agua y para proteger la calidad del ambiente acuático, el Decreto 883 es relevante para la propuesta de ordenamiento urbano de la ciudad de Mérida, ya que busca asegurar la protección de los recursos hídricos y el ambiente urbano. La regulación de vertidos líquidos que este decreto establece contribuye a la gestión adecuada de las aguas

servidas en entornos urbanos, promoviendo así un desarrollo sostenible y la preservación del medio ambiente en la ciudad.

### **2.2.1. Instancias Involucradas en el Manejo de las Aguas Servidas de la Ciudad de Mérida**

En base a la revisión del marco legislativo que opera en la gestión ambiental urbana del Municipio Libertador y particularmente de la ciudad de Mérida, se logró identificar una serie de instituciones que están involucradas en la gestión del servicio de las aguas servidas, sobresaliendo al respecto las siguientes:

- **Aguas de Mérida C.A.**, empresa hidrológica descentralizada, que tiene como objeto principal, garantizar la prestación material, directa, continua, eficaz y con regularidad, del servicio de abastecimiento de agua potable y de recolección, tratamiento y disposición de aguas residuales en el estado Mérida, con plena autonomía de gestión administrativa y técnica.

Actualmente esta empresa es subsidiaria de la empresa hidrológica HIDROVEN, casa matriz del sector del agua potable y saneamiento de Venezuela, la cual se encuentra adscrita al Ministerio Popular de las Aguas.

- **Alcaldía del Municipio Libertador**, ente encargado de dirigir y administrar el territorio, los espacios y servicios públicos del Municipio, planificar y gestionar integralmente el desarrollo de los espacios urbanos, así como, ejecutar, dirigir mantener

e inspeccionar los servicios y obras municipales, dictar reglamentos, decretos, resoluciones y demás actos administrativos de la entidad.

Esta institución cuenta con una gerencia de Ordenación Territorial y Urbanística, la cual tiene a su cargo los Departamentos de Planificación Urbana, Conservación Ambiental, Obras Públicas y el Departamento de Catastro, la gerencia está directamente relacionada con la propuesta para el ordenamiento urbano de la ciudad de Mérida a partir de la gestión integral del desarrollo urbano y de hacer seguimiento y control del adecuado funcionamiento de las redes de aguas servidas de la ciudad por su carácter de servicio público.

- **Ministerio del Poder Popular para el Ecosocialismo MINEC**, ente del Ejecutivo Nacional que se encarga de la administración, protección, conservación y manejo de los recursos naturales. En lo relacionado con el ordenamiento territorial y la gestión del recurso agua debe ser garante de la elaboración de los planes respectivos administrar las cuencas hidrográficas y otros cuerpos de agua y sus zonas de protección.
- **Ministerio del Poder Popular de las Aguas**, es un ente del Ejecutivo Nacional encargado de la gestión de la política pública en materia de aguas del país, como entidad política, científico-técnica especializada en el agua, exaltando la relevancia de los recursos hídricos, manteniendo la vigilancia continua , realizando la administración óptima y promoviendo el aprovechamiento responsable del recurso, todo en un marco de eficiencia y eficacia, y de los principios del desarrollo humano sostenible.



La empresa Aguas de Mérida y su ente coordinador HIDROVEN están adscritas a este Ministerio.

- **Mesas técnicas de Agua (MTA)**, una figura institucional creada en la nueva Ley Orgánica de Aguas del año 2008, tienen la finalidad de desarrollar la participación activa de las comunidades, la Empresa hidrológica Aguas de Mérida y la alcaldía del municipio Libertador, para buscar mejorar y solucionar los problemas relacionados con el servicio de agua potable y saneamiento.

Bdigital.ula.ve

## **CAPÍTULO 3**

### **MARCO METODOLÓGICO**

#### **3.1. Marco Metodológico**

La propuesta de pautas para el ordenamiento urbano de la ciudad de Mérida, a partir de la gestión integral de las aguas servidas está enmarcada dentro de una investigación propia de las ciencias ambientales.

Según Garay (2014), la investigación ambiental puede definirse de una manera amplia como aquella investigación aplicada que integra conocimientos derivados de las ciencias ambientales y sociales con miras a un desarrollo sustentable en la utilización de los recursos naturales, humanos, físicos y financieros disponibles.

El propósito de este tipo de investigación es desarrollar estrategias, técnicas y métodos que puedan aportar a la gestión, manejo y planificación del uso de los recursos naturales de modo sustentable en un medio que cambia constantemente y en ecosistemas enfrentados a nuevos escenarios producto del cambio climático y las demandas del mercado global.

#### **3.2. Tipo de Investigación**

El presente estudio responde a la modalidad de proyecto factible apoyado en una investigación de campo y documental, de carácter descriptivo - explicativo.

La combinación de ambos enfoques genera una visión completa y profunda de la situación estudiada. La investigación de campo brinda la oportunidad de recolectar datos empíricos y observar directamente el objeto de estudio, mientras que la investigación documental aporta

fundamentos teóricos y contextuales que enriquecen el entendimiento de la situación a abordar en el proyecto.

Así, la combinación de la investigación de campo y documental de carácter descriptivo-explicativo permite fundamentar de manera sólida las conclusiones y recomendaciones de este tipo de proyecto, brindando una visión integral que respalda la viabilidad y pertinencia del mismo.

### 3.3. Diseño de la Investigación

Con el propósito de esquematizar el desarrollo de la investigación de manera organizada y sistemática, de acuerdo con la naturaleza de la investigación y atendiendo el objetivo central del estudio planteado, el mismo se buscó desarrollarlo con atención a los elementos que conforman las fases inherentes al proceso del estudio, las cuales según Hurtado (2008), serían:

- Fase I Diagnóstico.
- Fase II Factibilidad.
- Fase III Diseño del proyecto.

Detalles de las tres fases se describen a continuación:

**Fase I. Diagnóstico:** En esta fase, se procedió a ejecutar una investigación de campo y documental, a través de tres momentos:

- **Momento 1.** Revisión bibliográfica situacional, geográfica, conceptual y legal de lo que enmarcaba el contenido del estudio, para concretar los objetivos específicos 1, 2 y 3 de la investigación.

- **Momento 2.** Recolección de la información a través de la hidrológica Aguas de Mérida, Alcaldía del municipio Libertador y proyectos realizados por diversas instituciones.
- **Momento 3.** Procesamiento de la información a través del análisis e interpretación de los datos para la obtención de los resultados y conclusiones del diagnóstico.

**Fase II. Factibilidad:** Consistió en examinar la posibilidad institucional y técnica del diseño de la propuesta de pautas para propiciar una gestión integral de las aguas servidas en la ciudad de Mérida a partir de eficientar los procesos de ocupación del suelo urbano.

### **Fase III. Diseño del proyecto.**

Para dar cumplimiento, y a su vez lograr cada uno de los objetivos planteados por la investigación, así como también despejar interrogantes que se manifiestan en aquellos aspectos esenciales y relevantes que requerían énfasis, se hizo necesario desarrollar los siguientes 4 momentos.

- **Momento 1.** Revisión de información y organización de una base de datos que ayudó a conformar el marco conceptual y el diagnóstico de la situación actual de la gestión de las aguas servidas de la ciudad asociada al proceso de ordenamiento territorial de la ciudad y el control de la calidad ambiental en la misma. Para diagnosticar esta situación se emplearon los planos de uso del suelo de la ciudad del año 2018 levantados a escala 1:2.500 y así reconocer y caracterizar la producción de las aguas residuales; y el mapa de tendido de la red de tuberías y alcantarillado a escala 1:5.000 del año 1998 los cuales permitieron

señalar los sitios y sectores de la ciudad donde se causan y manifiestan los impactos negativos ocasionados por la huella por vertimientos de las aguas servidas no tratadas.

- **Momento 2.** Este momento involucró dos fases de trabajo:
  - Zonificación de la ciudad atendiendo a usos del suelo y agrupación de sectores en función de consumo de agua potable y generación de aguas servidas.
  - Evaluación de la relación entre áreas de producción de aguas servidas y el tendido de las redes de alcantarillados y puntos de descarga a cuerpos de agua.
  
- **Momento 3.** Este se relaciona con la producción del marco referencial para sustentar las pautas para la gestión de las aguas servidas en la ciudad de Mérida, y la identificación de actuaciones prioritarias y de corto plazo. Se incluyó la relación de referencias bibliográficas y la producción de un anexo con cuadros y planos que alimentaron el diagnóstico y las propuestas. El diagnóstico se fundamentó en dos instrumentos:
  - a) **El Análisis de huella urbana** a partir de la revisión del plano de uso del suelo de la ciudad a escala 1:2500 elaborado por el CIDIAT Universidad de Los Andes en el año 2018 (CISP-CIDIAT 2019) con el cual se precisaron los impactos actuales que está generando esa huella urbana en relación con el ordenamiento territorial, haciendo uso complementario del referido mapa de tendido actual de la red de aguas blancas y aguas servidas.
  - b) **El análisis de metabolismo urbano** una valiosa herramienta que permitió una aproximación a la comprensión de los flujos de entrada, internos (transformación) y de salida de la ciudad, a su vez generan insumos valiosos a la hora de intervenir y planificar

la ciudad. El mismo se constituye en un esfuerzo técnico, político y económico que facilita el entendimiento de sus redes de abastecimiento de materiales y energía, que busca la eficiencia y eficacia de sus procesos de transformación, así como la minimización del daño ambiental de sus desechos, permitiendo a los gestores de política anticiparse a eventos no deseados con base en las señales del presente.

Cabe señalar, que los flujos de entrada que contempla el análisis de metabolismo urbano son: agua (pluvial, en escorrentía y de abastecimiento), alimentos y energía o combustible; y como flujos de salida: aguas residuales, residuos sólidos y contaminantes atmosféricos. En este estudio debido a la no existencia de datos oficiales y las dificultades técnicas que implicaba producirlos, sólo se analizaron el agua de abastecimiento urbano como flujo de entrada y las aguas residuales como flujo de salida.

Este análisis permitió, estudiar las aguas urbanas de la ciudad en función del volumen de producción y el impacto generado, a través de cálculos de demanda de agua potable y generación de aguas servidas. Su cálculo fue a partir de datos puntuales obtenidos de facturas emitidas por la empresa hidrológica Aguas de Mérida lo cual permitió identificar los factores que están afectando el consumo de agua del sector residencial, y la producción de aguas servidas (sólo se analizaron las aguas de origen residencial no de toda la ciudad, sino de las zonas urbanizadas de las parroquias Milla, El Sagrario y El Llano). Los resultados obtenidos fueron cotejados con estimaciones teóricas realizadas en estudios anteriores. De esta manera se dio respuesta a ese requerimiento metodológico de analizar las relaciones entre Input y Output del actual proceso metabólico del agua potable del sector residencial en la ciudad.

- **Momento 4.** Formulación de las pautas para el ordenamiento urbano de la ciudad. Corresponde a líneas de propuestas de políticas públicas para atender el ordenamiento territorial de la ciudad buscando darle sostenibilidad de funcionamiento y operatividad a la red de aguas servidas por su condición de servicio público fundamental y lo complejo y costoso que representa un desmejoramiento de la red y el agravamiento de los niveles de contaminación de los cuerpos receptores donde actualmente se vierten las mismas. Se partió del análisis del marco legal nacional e internacional y el marco institucional, señalando las actuaciones prioritarias.

Dentro de este cuarto momento se incluyen, las conclusiones y recomendaciones de la investigación en un todo acorde con los objetivos que fueron establecidos.

### **3.4. Limitantes de la Investigación**

Según los antecedentes considerandos en ese estudio, la metodología idónea para analizar el metabolismo urbano del agua es la del Método de estimación Mínimos Cuadrados, el cual se ejecuta en dos etapas: la primera etapa es el ajuste de los datos, y la segunda es la estimación de los parámetros.

Esta metodología sirve como herramienta para encontrar soluciones aproximadas de problemas, pero su aplicación demanda de un número importante de datos de registros históricos y actuales, preferiblemente oficiales. Ofrece una solución simple y eficaz para aproximar la solución de problemas con parámetros desconocidos, siempre y cuando se cuente con un mínimo de 10 datos u observaciones.

En la presente investigación la limitante fundamental fue la escasa información disponible y aquella que se pudo obtener de los entes competentes que administran el servicio de agua y

saneamiento en la ciudad fue muy deficiente. Debido a esta falta de información estadística que debería estar registrada y disponible en los entes oficiales, no resultó posible aplicar esta versión del método de Mínimos Cuadrados en Dos Etapas, lo cual inicialmente se había propuesto para alcanzar el objetivo N° 3. Su aplicación exigía disponer de una base de datos con series históricas y para diferentes puntos de la ciudad. Para este estudio se requieren datos relacionados con consumos puntuales de agua y vertidos de aguas servidas en estaciones de control. Sólo se pudo recopilar información general, relacionada con la proporción de agua consumida por tipo de uso, consumos medidos atendiendo a tarifas oficiales para clientes residenciales; y estimaciones de producción de agua servida por grandes grupos de actividades.

En virtud de ello, atendiendo recomendaciones de expertos, se optó por realizar cálculos de demanda de agua potable y generación de aguas servidas a partir de los datos obtenidos de facturas emitidas por la empresa hidrológica Aguas de Mérida, de viviendas y ciertos establecimientos comerciales privados que las facilitaron, las cuales correspondían con las parroquias Milla, El Sagrario y El Llano.



## **CAPÍTULO 4**

### **EL ANÁLISIS DE LA HUELLA URBANA**

#### **4.1 El Análisis de uso del Suelo como Referencia de la Huella Urbana**

A los fines de poder realizar los análisis correspondientes de la incidencia del uso del suelo en la producción de aguas servidas, en la capacidad funcional actual de la red de alcantarillado, y para valorizar el nivel de contaminación que estaría creando el vertido de estos desechos en la calidad del agua de los cuerpos receptores que atraviesan la ciudad de Mérida, se hizo necesario zonificar la ciudad a partir de los grandes usos del suelo a nivel de parroquias y buscar estimar para las 3 de las 12 parroquias urbanas que conforman la ciudad, la situación actual y buscar valorizar la incidencia directa en cuanto a la producción y funcionamiento de las aguas servidas.

Tomando como referencia a Percy (2002), una zonificación urbana se concibe, como un esquema de subdivisión de un área o zona urbana con propósito de identificar y regular sus usos e intervenciones, a partir de evaluar la densidad de población, identificar el tamaño de lotes, y reconocer el tipo de estructuras que en ella se ha establecido.

En el caso de la presente investigación, la zonificación se realizó en función de identificar, agrupar y analizar los usos de suelos específicos de la ciudad de Mérida correspondientes a las referidas parroquias Milla, El Sagrario y El Llano, territorios estos conformantes del área central de la ciudad, los cuales poseen un entorno muy dinámico debido a que concentran el 20% de la población de la ciudad y, así como más del 40% de los locales comerciales, el 58% de los establecimientos industriales y el 36% de los establecimientos de servicios públicos y privados.

Según el Plan de Ordenación Urbanística (POU) del área metropolitana de la ciudad de Mérida, del año 1998 y actualmente vigente, en su artículo 17, el mismo zonifica buena parte de toda esta extensa área con el código AVT-1, es decir, un área de acción especial existente, denominada también área de valor tradicional de Mérida. Definiendo la misma de la siguiente manera:

*“Corresponde a los núcleos tradicionales de la ciudad de Mérida y sus áreas adyacentes, los cuales conjugan su carácter de área de valor histórico urbano arquitectónico con el centro empleador y sedes de actividades residenciales, comerciales, administrativas, gubernamentales, culturales y religiosas de nivel metropolitano”.*

Durante el año 2018 en el referido estudio sobre la huella urbana de la ciudad de Mérida realizado por el CIDIAT-CISP se llevó a cabo el levantamiento de usos del suelo utilizando 7 categorías de uso: residencial (viviendas unifamiliares, multifamiliares y de desarrollo espontáneo), comercial, industrial, de servicios gubernamentales y privados, áreas verdes, vialidad y estacionamiento y áreas vacantes, a nivel de sectores parroquiales de las 12 parroquias urbanas de la ciudad. Ver cuadro 4 e imagen 3.

El mismo incorpora un conteo de edificaciones, locales y establecimientos utilizando 75 categorías diferenciadas (25 para cada una) para los usos comercial, industrial y de servicios, haciendo una adaptación al Clasificador Venezolano de Actividades Económicas CVAE publicado por el INE en enero 2014, donde se agrupan las actividades a nivel de clases.

El estudio empleó esta base de datos para evaluar el crecimiento histórico del plano urbano y de la población de la ciudad, estimar los consumos de agua potable y energía eléctrica, y la producción de aguas servidas y desechos sólidos; además calcular la huella de carbono, evaluar

sitios críticos y proyectar los requerimientos de nuevos espacios para alojar la nueva población esperada para el umbral 2020-2050 estimando los consumos y producción en referencia.

En un análisis de las tres bandas urbanas que conforman la ciudad (La Meseta, La Zona del Albarregas u Otra Banda; y la “Cuenca del Chama” o zona baja de la ciudad), caracterizan cada banda en función de su nivel de ocupación y localización de la población y de presencia de locales y establecimiento con usos productivos y de apoyo a la producción.

Bdigital.ula.ve

#### Cuadro 4

*Número de edificaciones, locales y establecimientos (a nivel de parroquias urbanas). Ciudad de Mérida año 2018.*

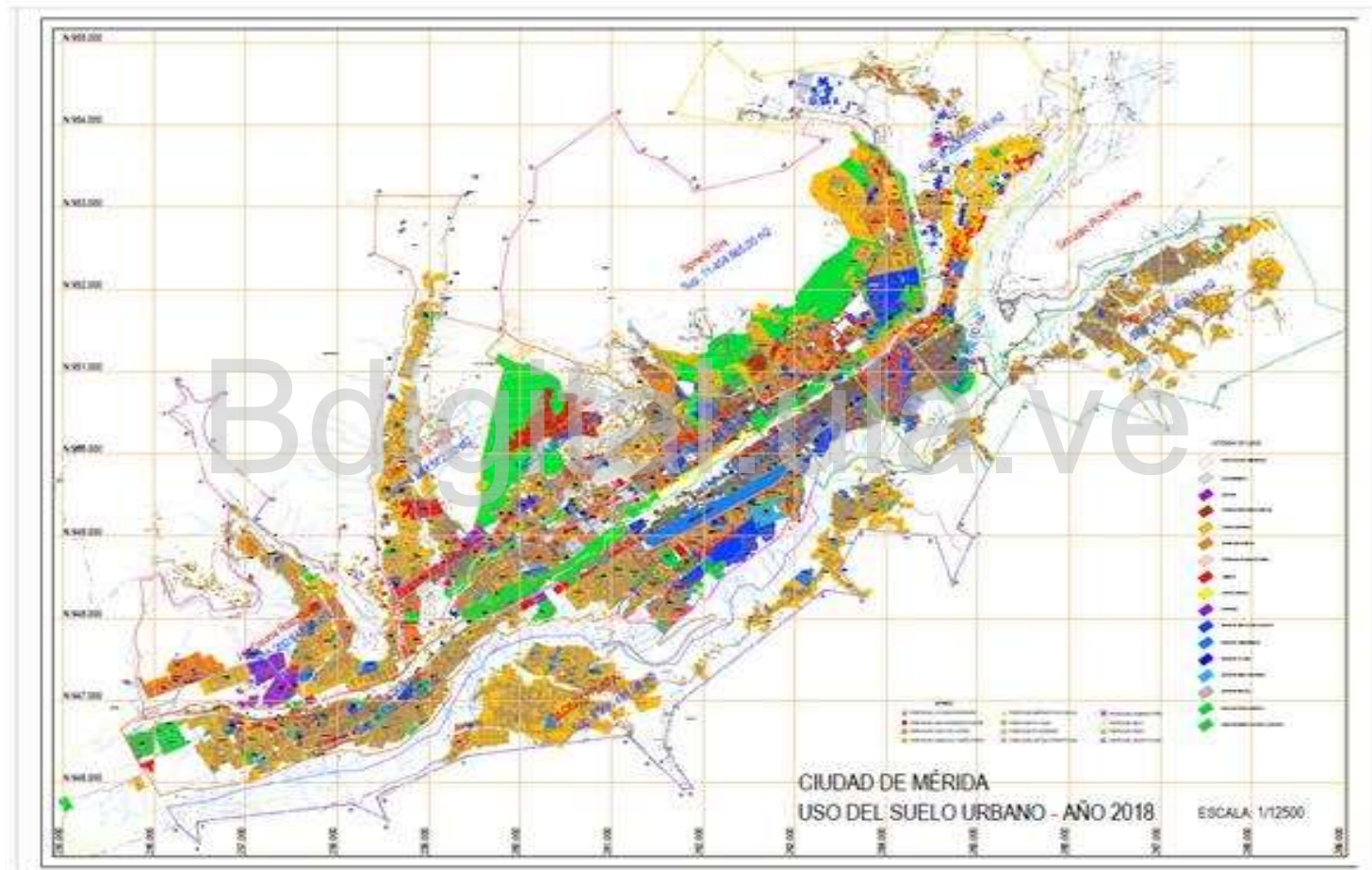
Parroquia	Población 2011 (1)	Población 2018 (2)	Uso Residencial 2018 (3) (4)				Comercial (5)	Industrial (5)	Servicios (5)	Total
			Unifamiliares	Multifamiliares	D. Espontáneo	Total				
Arias	16.152	20.412	3.892	639	89	4.620	198	25	131	4.974
Caracciolo Parra	13.120	17.053	2.119	2.105	35	4.259	49	12	42	4.362
Domingo Peña	19.261	23.357	3.052	1.867	28	4.947	363	35	520	5.865
El Llano	8.231	11.130	870	2.211	67	3.148	552	251	557	4.508
Jacinto Plaza	29.093	37.388	7.318	593	352	8.263	149	11	61	8.484
J.J. Osuna	24.003	31.629	3.991	3.816	274	8.081	101	15	23	8.220
Juan Rodríguez Suarez	13.974	20.147	3.148	1.068	235	4.451	283	26	197	4.957
Lasso de La Vega	15.384	19.780	3.283	1.435	83	4.801	128	8	55	4.992
Mariano Picón Salas	14.967	26.237	1.398	4.014	38	5.450	219	23	125	5.817
Milla	19.340	24.917	4.819	1.053	247	6.119	293	30	130	6.572
Sagrario	5.687	7.241	838	1.126	7	1.971	419	58	78	2.526
Spinetti Dini	29.115	39.081	3.901	5.982	839	10.722	319	95	220	11.356
<b>Total Ciudad Mérida</b>	<b>208.327</b>	<b>278.372</b>	<b>38.629</b>	<b>25.909</b>	<b>2.294</b>	<b>66.832</b>	<b>3.073</b>	<b>589</b>	<b>2.139</b>	<b>72.633</b>

*Nota.* (1) INE. Censo 2011 REDATAM. (2) INE-CELADE 2012 "Proyecciones de población al 30 de junio según entidad federal, municipios y parroquias, 2000-2050". (3) Estimación a partir de datos de tipos de vivienda Censo 2011 y conteo en imagen Google visitada 9/10/2018. (4) Estimación a partir de datos de tipos de vivienda Censo 2011 cotejado información Consejos Comunales CLPP Libertador (Alcaldía Libertador). (5) Levantamiento uso del suelo CIDIAT-CISP 15/10 al 15/11/2018 a nivel de sectores parroquiales

Fuente: CISP-CIDIAT (2019). Informe final estudio de la huella histórica y actual de la ciudad de Mérida. Cuadro 5, página 21.

### Imagen 3

*Plano de uso del suelo de la ciudad de Mérida Año 2018.*



*Nota.* Fuente: CISP-CIDIAT (2019). Informe final Estudio de la huella histórica y actual de la ciudad de Mérida. Figura 6, página 20.

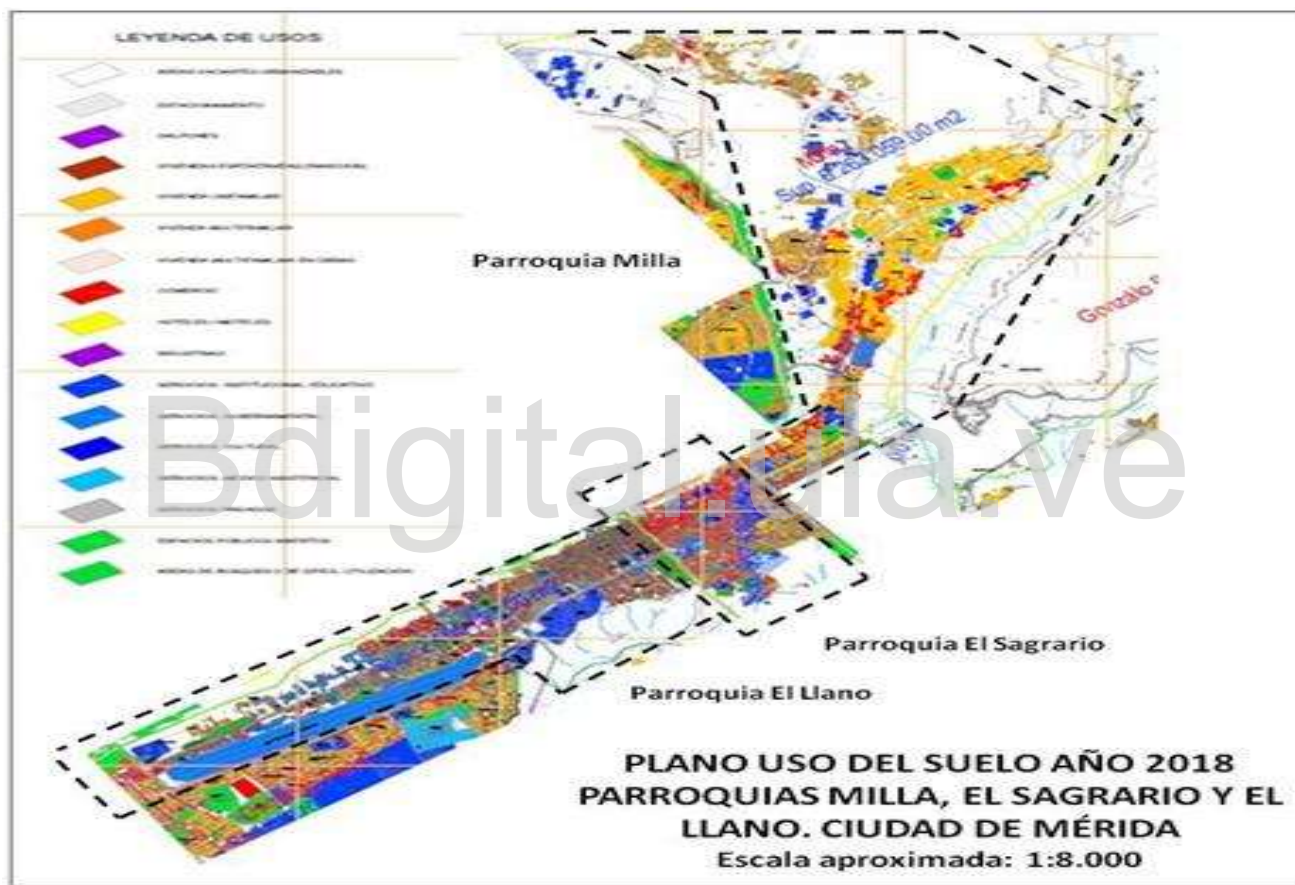
La Zona de La Meseta o casco central o histórico destaca particularmente por la localización de actividades económicas y la parroquia Milla por la cantidad de población y residencias y la extensa área que ocupan los espacios de servicios allí existentes. Zonas estas donde el tendido de las redes de aguas blancas y servidas se muestra estructurado y bien definido sus colectores y puntos de almacenamiento y descarga.

En la imagen 4 siguiente, se muestran los usos diversos que para el año 2018 existían en las parroquias Milla, El Sagrario y El Llano. Dicha información fue utilizada para aplicar la metodología adaptada de cálculo del metabolismo urbano.

Bdigital.ula.ve

#### Imagen 4

*Plano de uso del suelo parroquias Milla, El Sagrario y El Llano.*



*Nota.* Fuente: Elaboración propia 2023 a partir de datos del CISP-CIDIAT (2019) En Informe final Estudio de la huella histórica y actual de la ciudad de Mérida. Anexo 2

Como se señala en el referido estudio de huella urbana, cada uso está definido de la siguiente manera:

- a) Uso Residencial, conformado por viviendas unifamiliares, multifamiliares como apartamentos o condominios, y viviendas en desarrollos espontáneos (barrios).
- b) Uso Comercial, designado para el desarrollo de actividades relacionadas con los servicios existentes, como restaurantes, tiendas, venta de muebles, electrodomésticos e instrumentos musicales, centros comerciales, entre otros. Puede ser útil clasificarlos en categorías como comercio minorista y mayorista, alimentación, entretenimiento, e incluso locales de uso itinerante regular, etc. Esto ayuda a comprender la diversidad y la distribución de los locales de comercio en la parroquia.
- c) Uso de Servicio, designado para el desarrollo y la provisión de servicios públicos y privados a la comunidad, donde se incluyen consultorios y clínicas odontológicas y de medicina privada, farmacias, instituciones educativas y de capacitación, oficinas y negocios de servicios públicos y profesionales, instalaciones recreativas y culturales, entre otras. Ver detalles en el cuadro 5.



## Cuadro 5

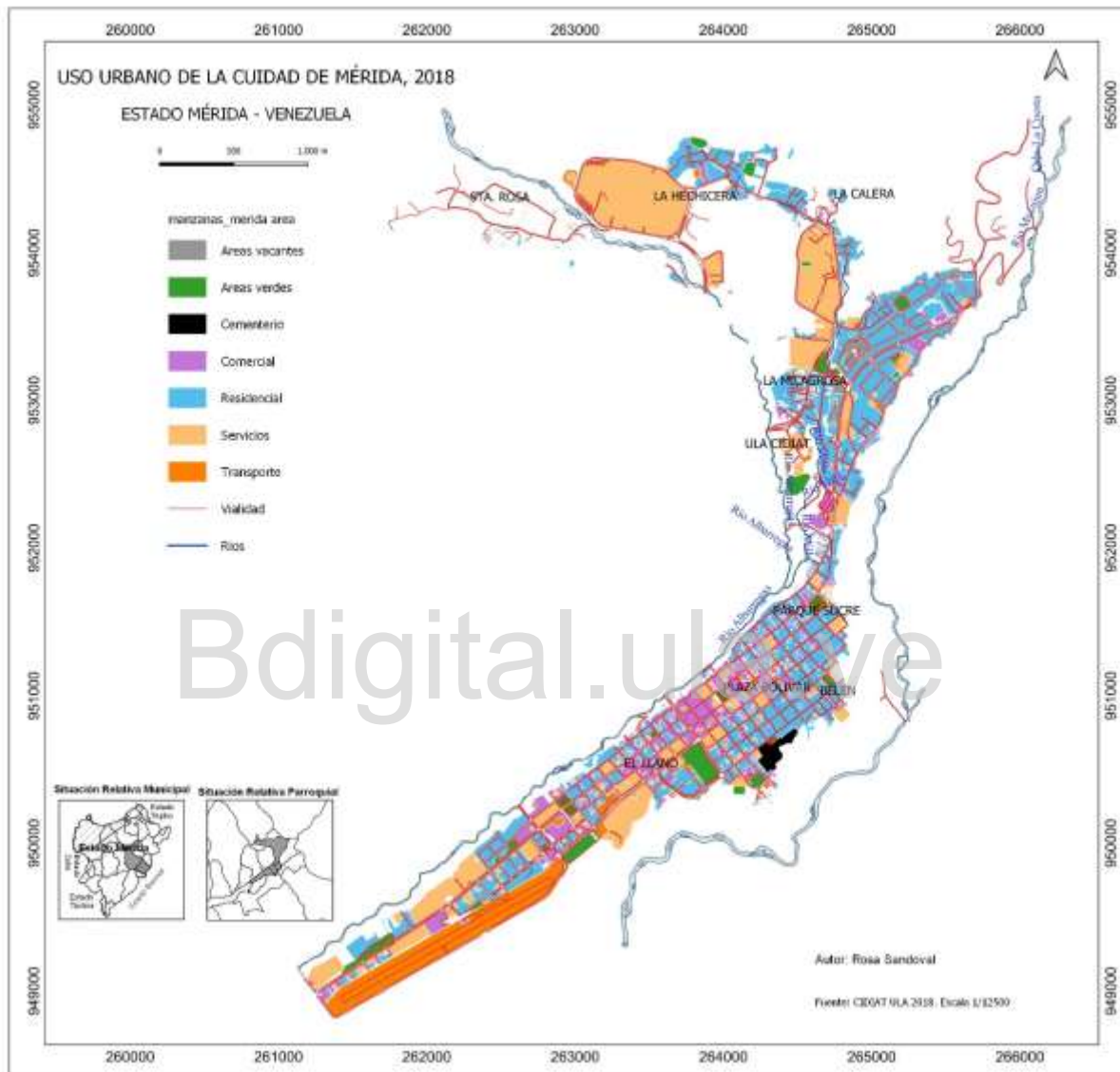
*Uso del suelo área de estudio año 2018.*

Parroquias	Milla	Sagrario	El Llano	Totales	Ciudad Mérida
Superficie Urbana (ha)	626,3	158	445	1.229,3	6.407
Población 2021	26.154	7.599	11.665	45.418	309.245
Superficie Residencial (ha)	61,1	56,9	77,0	195,0	1.202,5
N° Edificaciones Residen.	6.119	1.971	3.148	11.238	66.832
Superficie Comercial (ha)	7,1	14,3	25,0	46,4	119,7
N° Locales Comerciales	293	419	552	1.264	3.073
Superficie industrial (ha)	0,9	0,9	3,4	5,2	42,0
N° Establecim. Industrial	30	58	251	339	589
Superficie de Servicios (ha)	193,5	20,3	166,2	380,0	574,4
N° Edificaciones Servicios	130	78	557	765	2.139
Área de Desarrollo Espontáneo (ha)	3,7	0,0	0,9	4,6	79,8

*Nota.* INE-CELADE (2014). Proyección de población de Venezuela a nivel de parroquias 2000-2050. Fuente: Elaboración propia 2023 a partir de datos de CISP-CIDIAT (2019) Informe final y anexo 1. Estudio de la huella urbana histórica y actual de la ciudad de Mérida.

## Imagen 5

*Uso del suelo ciudad de Mérida año 2018.*



*Nota.* Fuente: Elaboración propia 2023 a partir de datos del CISP-CIDIAT (2019) en Informe final. Estudio de la huella histórica y actual de la ciudad de Mérida.

#### **4.2 Examen Sobre la Gestión Integral de las Aguas Servidas con relación a la Operatividad Técnica de la red de Alcantarillado Municipal de la Ciudad de Mérida.**

Como se refirió en el punto de revisión conceptual, el ordenamiento urbano es un proceso de organización de los usos y ocupación del territorio por las distintas actividades en función de su dinámica propia, esencial para lograr objetivos de desarrollo sostenible de la ciudad, y determinante para valorar la operatividad y el nivel de gestión de las aguas servidas. En el caso de la ciudad de Mérida, resultaba importante revisar esa relación uso del suelo-traducción funcional de la red de aguas servidas, para identificar la presión que esos usos pudieran estar generando en parte de la red y en las condiciones de aportes de contaminantes a los cursos receptores. De esta manera se podría vislumbrar y cuantificar la problemática del manejo de las aguas servidas para garantizar una disposición y tratamiento de las aguas residuales, así como prevenir posibles impactos negativos en la salud pública y el medio ambiente.

Es un hecho aceptado que una eficiente gestión integral de las aguas servidas es un aspecto esencial para el funcionamiento adecuado y sostenible de las ciudades y con ello garante de la calidad de vida y el bienestar de sus habitantes. En el caso de la ciudad de Mérida, la operatividad técnica de la red de alcantarillado municipal es un tema de vital importancia debido a los retos que enfrenta la ciudad en cuanto a su recolección y disposición de las aguas residuales. La ciudad ha crecido desde el punto de vista demográfico como físico espacial, este último motivado al desarrollo de la infraestructura vial durante el período 1950-1980 sobre todo, que fue a la par acompañada de la infraestructura de abastecimiento de agua y sanitaria que es la vigente en este momento. A pesar de que la infraestructura no se ha actualizado en estos últimos 50 años, la ciudad no ha dejado de crecer, y se ha hecho muy frecuente el cambio de uso del suelo específicamente en su zona central, particularmente de residencias a centros comerciales y locales de comercio, lo

que ha traído como consecuencias además del déficit en servicios como agua potable, una desmejora continua de la operatividad de la red de alcantarillado y un incremento de sus costos de adecuación, reparaciones y mantenimiento en general.

En la actualidad se acepta que la ciudad dispone de una cobertura del 100% del sistema de alcantarillado según lo señala la empresa Aguas de Mérida administradora del servicio, aun cuando el mismo es incompleto y no ha incorporado a la red matriz los nuevos barrios espontáneos que se han creado en la ciudad en los últimos veinte años. Reconocen la existencia desde hace más de 40 años de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, ubicada en las instalaciones del Jardín Botánico en la Avenida Alberto Carnevalli, vía La Hechicera, la cual fue construida en el año 1980, y hasta la fecha no ha sido puesta en funcionamiento aduciéndose problemas en la alta disolución de la carga orgánica que dificulta el proceso de tratamiento. La ciudad no trata sus aguas servidas siendo vertidas crudas en su totalidad a los ríos Albarregas (cerca del 70%), Chama, Milla, La Pedregosa y las quebradas El Rincón, La Gavidia y Carvajal, todos drenes urbanos que atraviesan la ciudad. Ver imagen 6 y cuadro 6.

## Imagen 6

*Plano red de aguas servida ciudad de Mérida año 1983.*



*Nota.* Fuente: Tahal, C. E. (1998). Alcantarillado sanitario informe de diagnóstico MERBAR. Mérida.

## Cuadro 6

*Cobertura en manejo de aguas servidas ciudad de Mérida. Aguas de Mérida 2010.*

Indicadores	2010	2009	2008	2007
Cobertura en Recolección de Aguas Servidas de la Empresa en su Ámbito de Responsabilidad (%)	90,07	89,36	83,86	68,77
Cobertura de tratamiento de Aguas Servidas de la Empresa en su Ámbito de Responsabilidad (%)	0,00	0,00	0,00	0,00

*Nota.* Fuente: Aguas de Mérida (2010). Proyecto Sistema de Saneamiento del Río Albarregas.

El sistema de alcantarillado municipal en la ciudad de Mérida se compone de una extensa red de tuberías (se estima que tiene una longitud aproximada de 296 km), donde se encuentra integrado en la mayor parte de la ciudad la red de cloacas con los colectores de drenajes viales y aguas de lluvia.

A lo largo de casi cien años de construida la red cloacal de la ciudad, la misma ha enfrentado desafíos significativos que han afectado su operatividad técnica. Algunos de ellos asociados a urbanismos no planificados, cambios bruscos de usos del suelo, la socavación y desmontaje por parte de cursos de agua y movimientos en masa, los empotramientos a la red con variaciones en los tamaños de la tubería que comprometen el tránsito de los flujos, taponamiento y obstrucciones de tramos por arrastre de sedimentos y desechos sólidos, entre los más frecuentes. Estos hechos combinados con la falta de un programa regular de mantenimiento y reparaciones, nuevas inversiones para adecuar y sustituir tubería y empotrar nuevos urbanismos, ha ido generado un deterioro progresivo de la red de alcantarillado.

Según los estándares internacionales, este tipo de infraestructura se proyecta para una vida útil de 50 años, lo cual es indicativo que se encuentra en su estado límite. Posiblemente la calidad y tipo de materiales usados en su momento, es lo que ha permitido que la misma aún muestre un aceptable estado de operatividad, aun cuando tiene trabajando el doble del tiempo estimado. Ver en imagen 7 algunos detalles en su construcción original.

### **Imagen 7**

*Sistema de alcantarillado sanitario de la ciudad de Mérida.*



*Nota.* Fuente: <https://pbs.twimg.com/media/C3nyhUnWEAEWJpl.jpg>

Aun cuando, los habitantes de la ciudad en la actualidad no le han dado la importancia que tiene la contaminación ambiental ocasionada por las descargas de agua residuales sin tratamiento previo, es un serio problema que está afectando particularmente al río Albarregas, al cual se descarga en promedio día 61.000 m<sup>3</sup> dentro del área de la ciudad. Durante los meses secos (diciembre-marzo) ese volumen de agua tiende a ser mayor que el caudal natural que este río posee,

transformándose por ello en una cloaca abierta que transita por más de 15 km a lo largo de la ciudad hasta su desembocadura al río Chama en la vecina ciudad de Ejido.

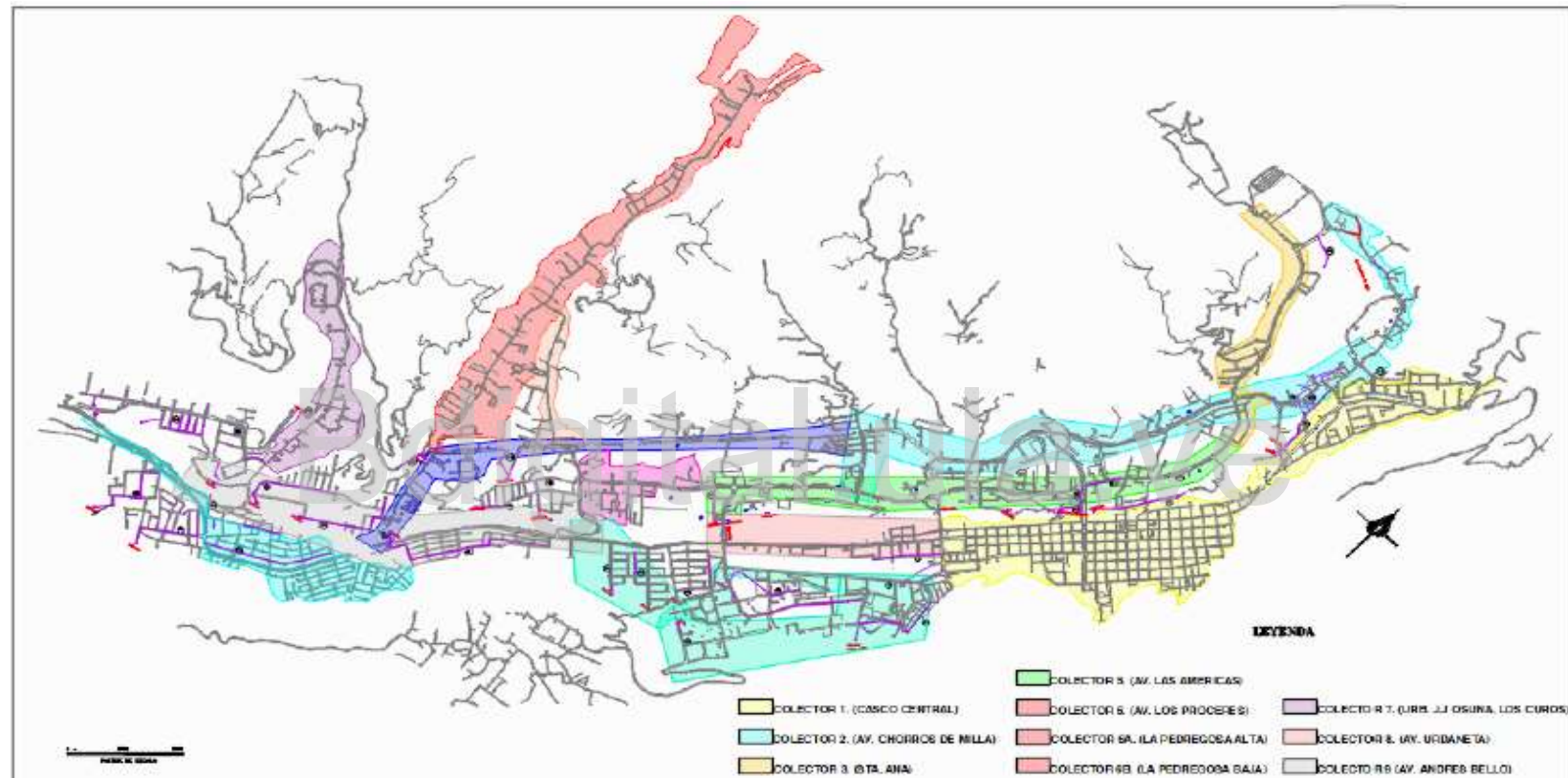
Para el año 1998, de acuerdo con la información que contiene el informe MERBAR (Tahal, 1998), la situación de la red de alcantarillado de la ciudad de Mérida era la siguiente: El 80% de la ciudad de Mérida contaba con alcantarillado sanitario, el cual captaba numerosas redes de alcantarillado existentes. El mismo se encontraba estructurado de la siguiente manera (ver imagen 8): once colectores principales, varios locales y un gran número de colectores independientes que descargaban sus aguas directamente a los ríos Albarregas y Chama, en un número de aproximadamente 42 descargas, que sumadas a las de los primeros, hacían un total de 48, en su mayoría en el Albarregas, sin ningún tipo de tratamiento previo.

Bdigital.ula.ve



## Imagen 8

*Plano del sistema de alcantarillado sanitario de la ciudad de Mérida.*



*Nota.* Fuente: (Rojo, 2022). Con información de Hidrológica de la Cordillera Andina y Tahal 1998.

Resulta evidente comprobar, como el tendido de la red de aguas servidas de la ciudad ha sufrido en cuanto a su diseño y extensión pocos cambios en su estructura. La ciudad actualmente maneja sus aguas servidas con esta misma red. En la facturación de la hidrológica refleja un cobro del servicio de aguas servidas, pero se desconoce la existencia del plan de mantenimiento y mejoramiento de la operatividad en su organismo administrador, así como también los criterios en que se sustenta el cobro de este servicio de recolección. La torrencialidad de las aguas de los ríos y quebradas que atraviesan la ciudad se ha comprobado que facilitan el arrastre y descomposición de esa carga orgánica que la red pública descarga en forma directa. Ello sin embargo no esconde el hecho, de que el sistema de aguas servidas en la ciudad opera con una seria deficiencia y contraviniendo lo establecido en leyes, las cuales obligan a tratar las aguas servidas previo a su descarga a cuerpos de agua naturales. La ciudad evidentemente carece de una gestión adecuada y responsable del saneamiento de las aguas, la cual debería ser parte integrante del desarrollo y la planificación urbana sostenible de la ciudad.

Bajo todos estos análisis y consideraciones anteriormente expuestas, logra comprobarse como ese estudio de huella urbana de la ciudad a partir de valoraciones de uso del suelo y revisión de la magnitud de edificaciones residenciales y de otras actividades en las parroquias Milla, El Sagrario y El Llano, ha proporcionado información válida y de experticia sobre la relación entre el uso del suelo, la generación de aguas servidas y su impacto en la operatividad y funcionamiento en general de la red de alcantarillado de la ciudad, lo cual resulta fundamental considerar para revisar y orientar la planificación territorial y del desarrollo urbano ambiental de la ciudad dentro del cual una adecuada gestión de las aguas servidas es fundamental. Sin lugar a dudas el adecuado funcionamiento y la vida útil de las redes de servicios públicos está condicionado al proceso de permisiones y autorizaciones para localizar actividades en la ciudad asegurando que estos usos se

ciñan a las normas que garantizan la operatividad de esas redes. Ello necesariamente involucra que el proceso de urbanización de la ciudad se haga en forma coordinada, donde cada organismo responsable de evaluar y permisar los proyectos (construcción, aguas blancas, aguas servidas, acceso vial) lo haga considerando criterios técnicos civiles y sanitarios que aseguren el mejor y más sostenido funcionamiento de la ciudad minimizando daños y la generación de problemas urbanos y ambientales.

Bdigital.ula.ve

## **CAPÍTULO 5**

### **EL METABOLISMO URBANO DE LA CIUDAD**

#### **5.1. El Análisis del Metabolismo Urbano en la Planificación Territorial**

El crecimiento acelerado de las ciudades en todo el mundo plantea desafíos significativos para la sostenibilidad ambiental y el bienestar humano. En este contexto, el concepto de metabolismo urbano ha surgido como un enfoque clave para comprender y abordar los flujos de energía, materiales y recursos dentro de las áreas urbanas.

Según Girardet (2001), el metabolismo urbano es un concepto fundamental en el campo de la planificación y gestión urbana, que busca comprender la forma en que las ciudades consumen, producen y gestionan los recursos naturales. La comprensión de este proceso es esencial para lograr la sustentabilidad urbana, ya que permite identificar oportunidades para optimizar el uso de recursos y minimizar los impactos ambientales.

Zhang (2013) refiriendo a Kennedy et al. (2007) establece, que el metabolismo urbano se concibe como la suma total de procesos técnicos y socioeconómicos, de consumo de recursos y generación de residuos, que ocurren en las ciudades a través de apropiación, transformación, circulación, secreción, emisiones y uso de los recursos propios y del entorno, que en su conjunto, representa el flujo metabólico que transita la ciudad.

Señala Kennedy (2007), como en las operaciones de apropiación (input), la ciudad absorbe materias, energía e información que necesita para mantener y desarrollar sus funciones, siendo esenciales elementos como el agua, los alimentos y el combustible. La transformación serían los cambios que se producen en los materiales que son apropiados de la naturaleza para obtener productos manufacturados y servicios. En esa circulación se distribuye la materia, energía e

información captada, transformada o no, a través de diferentes medios de transporte; mientras que en los procesos de secreción (output), la ciudad expulsa sustancias en forma de residuos (aguas residuales, desechos sólidos, elementos de contaminación del aire) y energía en forma de calor, en diferentes cantidades y cargas contaminantes, ya sea dentro de la ciudad o los exporta a otros ecosistemas urbanos.

Para Kennedy (2007), a diferencia del metabolismo en las células, en las ciudades parte de los residuos no pueden ser reutilizados, lo que rompe con el proceso cíclico metabólico y genera contaminación.

Siendo por ello el metabolismo urbano, un enfoque que busca comprender el funcionamiento de las ciudades como sistemas complejos, mediante el análisis de los flujos de materiales, energía y residuos. Su medición y análisis cuantitativo permiten entender la eficiencia, impacto ambiental y oportunidades de mejora en las ciudades. Y aunque existen desafíos en su estudio, el análisis del metabolismo urbano ofrece una herramienta valiosa para la planificación urbana sostenible, facilitando sus análisis el diseño de políticas y estrategias que promuevan una gestión eficiente y responsable de los recursos naturales en nuestras ciudades. Su evaluación sin embargo exige y plantea desafíos técnicos y metodológicos particularmente referidos a la producción y procesamiento de serie de datos, lo cual sin duda permite aprovechar todo el potencial que representa su enfoque e indicadores y así visualizar las bases requeridas para orientar y lograr un desarrollo urbano más resiliente y sostenible.

## **5.2. Metabolismo Urbano del Agua**

El metabolismo urbano del agua potable es clave para comprender la gestión eficiente de este recurso en las ciudades. Su estudio está referido, al conjunto de procesos involucrados en las

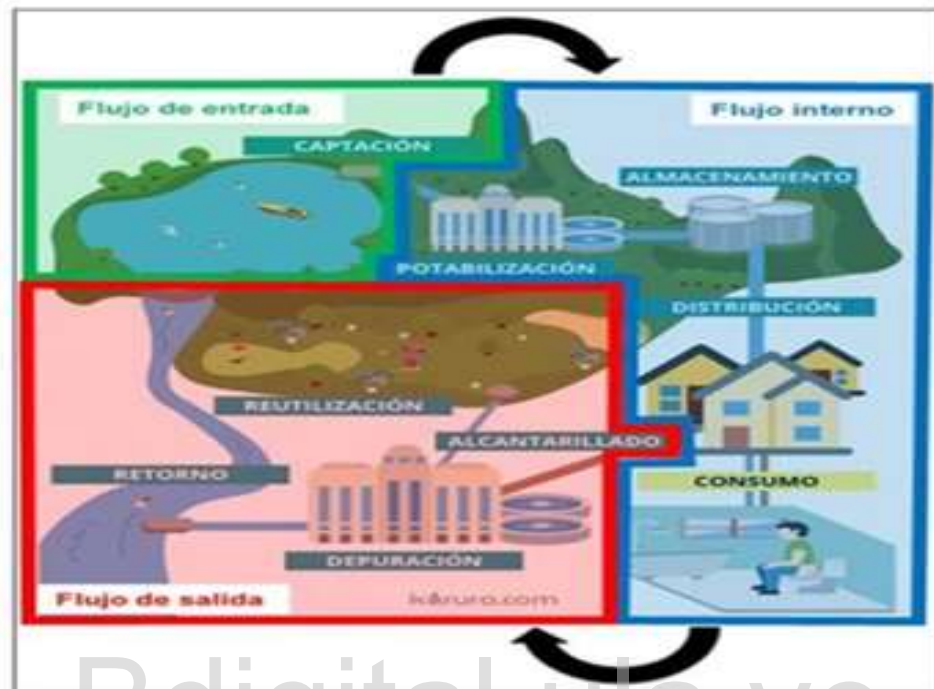
fases de captación, tratamiento, distribución, consumo y disposición de agua potable en una ciudad, siendo de gran utilidad para identificar, planear y abordar los desafíos actuales y futuros que plantea el diseño y ejecución de un Plan efectivo de gestión integral del agua en la ciudad. Ver imagen 9.

En la presente investigación se aborda el análisis del metabolismo urbano del agua potable en la ciudad como una técnica de análisis que resultó factible de aplicar en el área de estudio correspondiente al territorio urbano de las parroquias Milla, El Sagrario y El Llano. El mismo es abordado como un análisis descriptivo considerando el flujo del agua en la ciudad por medio de su principal estructura disipativa: el sistema de acueducto, infraestructura esta utilizada para la circulación del agua.

Bdigital.ula.ve

## Imagen 9

*Metabolismo urbano del ciclo urbano de agua.*



*Nota.* Fuente: (Rojo, 2022) con imagen base de <https://acortar.link/qGwljw>

Como se señaló en el capítulo de Metodología, el metabolismo urbano a los fines de su análisis y valorización consta de tres procesos de valoración: 1) Entradas o inputs, 2) Transformación; y, 3) Salidas (outputs), que en su conjunto albergan las operaciones de apropiación, transformación, circulación y excreción de aguas. Ese flujo metabólico del agua potable se puede describir de la siguiente manera:

### 1) Flujo de Entrada (INPUTS)

Las entradas en el flujo metabólico del agua potable se refieren, a todas las fuentes y suministros de agua que alimentan el sistema de abastecimiento, representado por la operación de

apropiación que implica la absorción (captación) del agua cruda de fuentes hídricas superficiales o subterráneas a través de un dique toma o tanque.

**2) Transformación:** una vez que el agua ingresa al sistema de abastecimiento, se somete a una serie de transformaciones (tratamiento de potabilización), con el objetivo de garantizar su calidad, almacenamiento y distribución adecuada.

**Circulación:** corresponde a la distribución a través de una red de tuberías y su principal estructura disipadora es el acueducto, con su red de tuberías y almacenamiento que se encuentra tendida a lo largo y ancho de la ciudad.

**Consumo:** se produce cuando los usuarios finales utilizan el agua para beber, cocinar, lavar, regar jardines, entre otros fines domésticos, comerciales, industriales, y otros servicios. Durante el consumo, el agua puede ser tratada adicionalmente mediante sistemas de purificación individuales, como filtros de agua o sistemas de ósmosis inversa.

### **3) Flujo de Salida (OUTPUTS)**

Las salidas en el flujo metabólico del agua potable (excreción) se refieren, a los diferentes destinos que puede tener el agua una vez que ha sido utilizada:

1. Aguas residuales: después de su uso, el agua se convierte en aguas residuales, que contienen una variedad de contaminantes y requieren tratamiento antes de ser descargadas



en el ambiente. Estos procesos de tratamiento de aguas residuales se realizan en plantas depuradoras para eliminar los contaminantes y reducir su impacto ambiental.

2. Retorno al ambiente: después del tratamiento de aguas residuales, el agua puede ser devuelta al ambiente, como ríos, lagos o mares. Esta devolución se realiza respetando las normativas ambientales para evitar la contaminación y proteger los ecosistemas acuáticos.
3. Recarga de acuíferos: en algunas regiones, parte del agua tratada se utiliza para recargar los acuíferos subterráneos, lo que ayuda a mantener el equilibrio del ciclo hidrológico y asegurar la disponibilidad de agua en el futuro.
4. Reciclaje y reúso: las aguas vertidas en una ciudad deberían ir a una planta de tratamiento donde sean sometidas a procesos de tratamiento para separar material en suspensión y eliminar contaminantes. Luego debería ser devueltas a la red de aguas blancas para ser usadas en limpieza de calles, riego en plazas, otros usos urbanos no domésticos.

La excreción se realiza mediante otro sistema disipador como es el sistema de cloacas y alcantarillado, que recolecta las aguas ya utilizadas, en menor cantidad que la recolectada para el sistema de acueducto, desde el sitio que se generan hasta el lugar de tratamiento y posterior vertimiento, ya sea dentro de la ciudad u otro ecosistema.

### **5.3. Método de Análisis del Proceso de Metabolismo del Agua**

Como se refirió en puntos anteriores, en la presente investigación para determinar la relación entre el consumo de agua con la generación de aguas servidas, se realizaron cálculos de demanda de agua potable y de producción de aguas servidas, a partir de datos obtenidos de un grupo de facturas (ver anexo) emitidas por la empresa hidrológica Aguas de Mérida, de viviendas y ciertos establecimientos privados que las facilitaron, las cuales corresponden con las parroquias

Milla, El Sagrario y El Llano. Los resultados que se obtuvieron fueron cotejados con los valores obtenidos de estimaciones teóricas realizadas en estudios anteriores hechos para la ciudad. De esta manera se tenía respuesta al requerimiento metodológico de analizar las relaciones entre entrada (Input) y salida (Output) del actual proceso metabólico del agua potable del sector residencial en la ciudad.

#### **5.4. Determinación de la Demanda**

La estimación de la demanda de agua potable en una ciudad es un aspecto fundamental para garantizar el abastecimiento adecuado de este recurso esencial a todos sus habitantes. Para llevarla a cabo en forma precisa, es necesario considerar múltiples factores y registros históricos, que deberían ser llevados por la empresa Hidrológica. Sin embargo, esta es una seria deficiencia que embarga a la ciudad de Mérida desde hace ya varios años. Existe una falta de información no justificada de fuentes oficiales, lo cual obligó a considerar datos puntuales obtenidos tanto de estudios previos, como del registro de suscriptores y de la revisión de la estructura tarifaria actual que aplica la empresa Aguas de Mérida.

A partir del registro de suscriptores que lleva la empresa Aguas de Mérida actualmente, permitió determinar la demanda de agua potable y estimar vertimiento de aguas servidas. La información suministrada por la hidrológica, sólo indica como es la participación de los consumidores en la cantidad de agua que se suministra a la ciudad en los actuales momentos:

- Uso residencial 91%
- Uso comercial 7%
- Uso oficial 1%

- Uso industrial 0,5%

Se pudo comprobar durante la investigación, la deficiencia de información y la discrecionalidad como se maneja la cobranza del servicio de agua potable en la ciudad con la aplicación discrecional y poco transparente de tarifas. Se ha establecido una estructura tarifaria del servicio zonificándose la ciudad en 11 tipos de tarifa como se muestra en el cuadro 7; siete de ellas para el uso residencial y dos tipos para los usos comerciales e industriales. En el esquema de información que es llevado a la factura cliente, se ofrecen datos sobre volumen consumido, el tipo de cliente, horas de consumo, y el importe a pagar durante el mes servido.

Resultó imposible conocer por parte de la empresa, que criterios usan para el factor de consumo a cada tarifa y el precio medio regulado de Bs por cada m<sup>3</sup> consumido de agua en cualquier sector de la ciudad, y si la información proviene de lectura periódica de los medidores o si es una simple estimación del consumo. Fue por ello por lo que se consideró trabajar sólo con el uso residencial y la tarifa residencial 3.

## Cuadro 7

*Estructura tarifaria consumo de agua potable. Ciudad de Mérida año 2023.*

Usos	Tarifa	Factor	PMR Bs/m <sup>3</sup>	Dotación m <sup>3</sup>
Residencial	Residencial social	0,5	0,27	40
	Residencial 1	0,75	0,30	40
	Residencial 2	1,0	0,35	40
	Residencial 3	1,50	0,96	40
	Residencial 4	2,0	2,06	40
	Residencial 5	2,5	5,25	40
	Residencial 6	3,0	7,0	40
Comercial	Comercial A	2,0 – 2,25	7,30	180
	Comercial B	2,25 – 2,5	10,22	120
Industrial	Industrial A	2,5 – 3,0	21,30	250
	Industrial B	2,5 – 3,0	42,0	430

*Nota.* Fuente: Aguas de Mérida, (2023).

### 5.5. Cálculo de la Demanda Histórica de Agua en el Área de Estudio

Para la determinación de la demanda teórica y real del área de estudio, se realizó una proyección de la población para el año 2023, a través de una regresión lineal con base a los datos tomados del INE REDATAM 2014 partiendo de los resultados del Censo Nacional de Población y Vivienda año 2011, a nivel de parroquias para todo el Estado Mérida. Cuadro 8.

## Cuadro 8

*Proyección de la población ciudad de Mérida 2025 a nivel de parroquias.*

Parroquia	Población 2000	Población 2005	Población 2010	Población 2015	Población 2020	Población 2023	Población 2025
El Llano	8.103	8.848	9.663	10.582	11.496	11.979	12.343
Milla	17.958	19.665	21.538	23.651	25.761	26.869	27.727
Sagrario	5.234	5.726	6.266	6.876	7.485	7.800	8.053

*Nota.* Fuente: Datos tomados INE REDATAM 2014 Resultados Censo Nacional de Población y Vivienda 2011 Estado Mérida.

### 5.5.1. Demanda Histórica y Teórica de Agua Potable del Área de Estudio

La demanda de agua se puede expresar como:

$$\text{Demanda (i)} = \text{Población (i)} * \text{Dotación (i)}$$

Donde:

**Población:** Se estima a través de censos poblacionales o por proyecciones.

**Dotación:** Valor estimado tomando como valor promedio de consumo de agua potable de 304 litros/persona/día. (Dato sugerido por el experto profesor Luis Mora, 2023).

Para la determinación de la demanda teórica se empleó la población proyectada para el año 2023. Ver cuadro 9.

## Cuadro 9

*Demanda histórica y teórica ciudad de Mérida 2011-2023 Área de estudio.*

Parroquia	Demanda Histórica					Demanda Teórica Mill. de m <sup>3</sup> /año	
	Población 2011 (1)	Población servida 2011 (%) (1)	Demanda 2011 (Mill. m <sup>3</sup> /año) (2)	Población 2018 (3)	Demanda 2018 Mill. m <sup>3</sup> /año (4)	Población 2023 (4)	Demanda 2023 Mill. m <sup>3</sup> /año (4)
El Llano	8.231	99,88	913	11.130	1.259	11.979	1.355
Milla	19.340	98,33	2.146	24.917	2.819	26.869	3.040
Sagrario	5.687	100,00	631	7.241	819	7.800	883
<b>Total</b>	<b>33.258</b>	<b>99.40</b>	3.690	<b>43.288</b>	<b>4.898</b>	<b>46.648</b>	<b>5.278</b>

*Nota.* (1) Datos tomados INE REDATAM 2014 Resultados Censo Nacional de Población y Vivienda 2011 Estado Mérida. (2) Valor estimado tomando como valor promedio de consumo de agua potable por persona/día de 304 L. (3) Valor estimado tomando los INE-CELADE 2014 (1) y relacionándolos con valores de densidad promedio levantamiento uso del suelo 2018 CIDIAT ULA. (4) Valor estimado tomando los INE-CELADE 2014. Fuente: Elaboración propia 2023.

Ese consumo de agua potable en el área de estudio se analizó calculando el consumo per cápita a partir de la demanda calculada en el estudio del CIDIAT-CISP 2019 de huella histórica y actual de la ciudad de Mérida; y comparándolo con la dotación de 40 litros/persona/día (ver anexos), que es un valor referencial establecido por la hidrológica Aguas de Mérida C.A.

Las tres parroquias correspondientes al área de estudio presentan un aumento constante y creciente en el período 2011-2018-2023 del 48% para los 12 años del período analizado, a razón de un 4% anual ( $36,5 \text{ m}^3/\text{año}$ ), el cual pudo haber estado asociado al crecimiento de la población, cambios en el estilo de vida, mejoras en el acceso al agua potable, o pérdidas en red doméstica por fugas o averías.

De la determinación del consumo per cápita para cada una de las parroquias El Llano, Milla y Sagrario, sobresalen los siguientes resultados:

- El Llano: el consumo per cápita actual es de  $1.259 \text{ Mil.m}^3/\text{año} * 1000 / 11.130 \text{ p} * 365 = 309,91 \text{ l/p/d.}$
- Milla: el consumo per cápita actual es de  $2.819 \text{ Mil. m}^3/\text{año} * 1000 / 24.917 \text{ p} * 365 = 309,93 \text{ l/p/d.}$
- El Sagrario, el consumo per cápita actual es de  $819 \text{ Mil. m}^3/\text{año} / 7.241 \text{ p} * 365 = 309,87 \text{ l/p/d.}$

Según los resultados obtenidos, las tres parroquias presentan altos consumos totales y per cápita, siendo Milla la de mayor relevancia, debido a su mayor población. Esto se corrobora con las investigaciones realizadas por (Mora, Rodríguez y Medina, 2006), donde registraron para la ciudad de Mérida consumos alrededor de los 310 l/p/d. teniendo en cuenta que el valor internacional de referencia es  $30 \text{ m}^3/\text{p/año}$ , lo que equivale a 82 l/p/d o 100 l/p/d con pérdidas. El

valor de referencia deseable para el país es 250 l/p/d, lo que incluye un valor de 20% de pérdidas en redes.

### 5.5.2. Demanda real del Área de Estudio

Como se refirió anteriormente, la demanda de agua se puede expresar como:

$$\text{Demanda (i)} = \text{Población (i)} * \text{Dotación (i)}$$

Donde:

**Población:** unidades de consumo (Suscriptores). A los fines de la investigación se tomó la información del levantamiento de uso del suelo del citado estudio huella histórica y actual de la ciudad de Mérida del CIDIAT-CISP realizado del 15/10 al 15/11/2018 a nivel de sectores parroquiales, los cuales se muestran en el cuadro 10.

**Dotación:** 40m<sup>3</sup>/mes. Es la cantidad de agua potable necesaria por unidad de consumo. Información tomada de las facturas emitidas por la hidrológica Aguas de Mérida. Ver anexos



## Cuadro 10

*Ciudad de Mérida, área de estudio. Demanda estimada de agua por unidad de consumo del uso residencial.*

Parroquia	Población 2011 (1)	Población 2018 (2)	Uso Residencial 2018 (3) (4)				Demanda para el Uso Residencial (Mill. m <sup>3</sup> /año) (5)
			Unifamiliares	Multifamiliares	D. Espontáneo	Total	
El Llano	8.231	11.130	870	2.211	67	22.509	329
Milla	19.340	24.917	4.819	1.053	247	50.376	735
Sagrario	5.687	7.241	838	1.126	7	14.899	218
<b>Total</b>	<b>33.258</b>	<b>43.288</b>	<b>6.527</b>	<b>4.390</b>	<b>321</b>	<b>11.238</b>	<b>1.282</b>

*Nota.* (1) Datos tomados INE REDATAM 2014 Resultados Censo Nacional de Población y Vivienda 2011 Estado Mérida. (2) INE-CELADE 2012 "Proyecciones de población al 30 de junio según entidad federal, municipios y parroquias, 2000-2050" (3) Estimación a partir de datos de tipos de vivienda Censo 2011 y conteo en imagen Google visitada 9/10/2018. (4) Estimación a partir de datos de tipos de vivienda Censo 2011 cotejado información Consejos Comunales CLPP Libertador (Alcaldía Libertador). (5) Valor calculado tomando el valor real de dotación (40m<sup>3</sup>) asignado mensualmente por Aguas de Mérida al sector residencial.

Fuente: Elaboración propia 2023.

Según los resultados obtenidos en general, se observa, que la demanda teórica de agua potable en todas las parroquias analizadas es significativamente mayor que la demanda real, lo que sugiere un margen de capacidad excedente en la infraestructura de suministro de agua en estas zonas de la ciudad. Esto podría deberse a cálculos basados en una dotación de agua por persona más alta en la demanda teórica que en la demanda real.

Así mismo se puede observar en los cuadros 9 y 10, como la Parroquia Milla tiene la mayor demanda teórica y real de agua potable, seguida de El Llano y El Sagrario, en ambos casos.

En cuanto al consumo, se observa como la parroquia que presenta el mayor consumo teórico sigue siendo Milla debido particularmente a su alta población y una dotación teórica elevada. El alto consumo podría deberse a problemas en la red de distribución, fugas o un cálculo poco realista de la dotación teórica.

De igual forma, la parroquia que presenta el consumo real de agua potable más alto es Milla. Esto podría deberse a una mayor población en comparación con las otras parroquias, así como a una dotación de agua por persona ligeramente mayor en la demanda teórica.

En cuanto al consumo teórico más bajo, el mismo lo posee la parroquia Sagrario, ello en comparación con las otras dos parroquias. Ambas concentran mayor población. En cuanto al consumo real, es mucho menor que el teórico, lo que sugiere un alto nivel de desperdicio de agua o una dotación teórica excesiva.

En términos teóricos, los consumos de agua potable son altos en todas las parroquias analizadas, pero los consumos reales son mucho más bajos. Esto parece ser indicativo que existen problemas en la gestión del agua, posiblemente en la medición de los consumos, lo que estaría exigiendo que se efficienten las mediciones, se verifiquen los suministros reales y se promuevan

acciones que aminoren el mal uso, despilfarro, control de pérdidas a nivel de vivienda y en general, prácticas efectivas para la conservación del recurso.

Actualmente estas recomendaciones a la Mérida actual parecen ser contradictorias. Los sectores de las Parroquias El Sagrario y El Llano son en la ciudad los menos atendidos por el servicio de agua potable. No hay un suministro regular y por lo general no se dispone de agua durante la mayor parte del día. La presencia de tanques particulares de almacenamiento ayuda a manejarse en esta situación, pero es evidente desde hace muchos años como toda esta zona central de la ciudad carece de agua. En ella debían operar diariamente lavado de calles, aceras y plazas dada la alta concurrencia de población y la dinámica actividad comercial que la caracteriza. Una de las opciones que se podría sugerir para mitigar esta problemática podría ser la construcción de tanques de almacenamiento a la altura de la plaza de Milla y realizar manteamientos continuos de las líneas de suministro.

## **5.6. Determinación de la Producción de Aguas Servidas**

La producción de aguas servidas está referida en esta investigación, a la cantidad de aguas residuales que se genera en área de estudio, en un período de tiempo específico, y la cual se determina a través de la siguiente expresión.

$$Q_{AR} = \frac{(P * 0,8) * D}{1000}$$

Donde:

P: Población atendida (se refieren datos tomados del INE REDATAM 2014 Resultados Censo Nacional de Población y Vivienda 2011 Estado Mérida, para los años 2011, 2018 y 2023).

0,8: Coeficiente de gasto de reingreso.

D: Dotación estimada en 310 l/p/d (año 2023).

En el cuadro 11, se refleja la determinación de la producción histórica y actual de las aguas servidas en las parroquias Milla, El Sagrario y El Llano tomando en consideración un 40% de pérdidas físicas. Según Mora (2006), en Venezuela los sistemas sanitarios son altamente ineficientes y presentan valores mayores al 40% de pérdidas físicas.

Bdigital.ula.ve

## Cuadro 11

*Ciudad de Mérida. Área de estudio. Producción estimada de agua servida año 2018.*

Parroquia	Producción Histórica								
	Población 2011 (1)	Población servida 2011 (%) (1)	Producción 2011 (Mil. m <sup>3</sup> /año) (2)	Pérdida=40% (6)	Descarga neta 2011 Mil. m <sup>3</sup> /año (4)	Población 2018 (3)	Descarga 2018 Mil. m <sup>3</sup> /año (4)	Pérdida=40% (6)	Descarga neta 2018 Mil. m <sup>3</sup> /año (4)
El Llano	8.231	99,30	2.041	817	1.225	11.130	2.760	1.104	1.656
Milla	19.340	97,20	4.796	1.919	2.878	24.917	6.179	2.472	3.708
Sagrario	5.687	95,10	1.410	564	846	7.241	1.796	718	1.077
<b>Total</b>	<b>33.258</b>	<b>97.2</b>	<b>8.248</b>	<b>3.299</b>	<b>4.949</b>	<b>43.288</b>	<b>10.735</b>	<b>4.294</b>	<b>6.441</b>

*Nota.* Fuente: Elaboración propia.

## Cuadro 11

*Ciudad de Mérida. Área de estudio. Producción estimada de agua servida año 2018. Continuación...*

Parroquia	Producción Actual Año 2023 Miles de m <sup>3</sup> /Año (5)			
	Población 2023 (5)	Descarga 2023 Mil. m <sup>3</sup> /año (4)	Pérdida=40% (6)	Descarga neta 2023 Mil. m <sup>3</sup> /año (4)
El Llano	11.979	2.971	1.188	1.782
Milla	26.869	6.664	2.665	3.998
Sagrario	7.800	1.934	774	1.161
<b>Total</b>	<b>46.648</b>	<b>11.569</b>	<b>4.627</b>	<b>6.941</b>

*Nota.* (1) Datos tomados INE REDATAM 2014 Resultados Censo Nacional de Población y Vivienda 2011 Estado Mérida. (2) Valor estimado tomando como valor promedio de descarga de persona/día de 0,80\*310 L. (3) Valor estimado tomando los INE-CELADE 2014 (1) y relacionándolos con valores de densidad promedio levantamiento uso del suelo 2018 CIDIAT ULA. (4) Valor estimado tomando como valor promedio de descarga por persona/día de 0,80\*310L. 5) Valor estimado tomando los INE-CELADE 2014. 6) Volar estimado del 40% de pérdidas. Tomado de Retos y Oportunidades del sector agua potable. (Mora 2021). Fuente: Elaboración propia.

Bdigital.ula.ve

C.C.Reconocimiento

Atendiendo a los valores que se muestran en el cuadro 11, la producción anual histórica y actual de aguas servidas en la ciudad de Mérida para los sectores en estudio, es elevada, la cual oscila entre los 6.441 y 6.949 Mil. m<sup>3</sup>/año. Esta producción proviene principalmente del uso residencial, el cual corresponde al 91% del registro de suscriptores que mantiene la empresa Aguas de Mérida C.A.

Se puede observar igualmente, como la parroquia que genera más efluentes líquidos es la Parroquia Milla, tanto en producción histórica como en producción actual. Esto se debe a que es la de mayor población (24.917 habitantes en la producción histórica y 26.869 habitantes en la producción actual) y el mayor número en total de viviendas y establecimientos comerciales asociados a las mismas.

Como lo refiere el cuadro 5 de uso del suelo, para el año 2018 de las 66.832 unidades de vivienda contabilizadas en toda la ciudad, 11.238 se localizaban en las parroquias Milla, El Sagrario y El Llano (un 16,8% del total) y 45.418 hab. de los 309.245 hab. que se estimaba tenía la ciudad (15%). Queda la duda dada la situación actual referida del bajo nivel de suministro de agua particularmente a las parroquias El Sagrario y El Llano, si en realidad está operando registros altos de consumo de agua potable. Lo más seguro que ello no sea muy cierto porque la empresa Aguas de Mérida para facturar viene haciéndolo en los últimos años a partir de proyectar valores históricos.

Lo que, si pareciese ser un hecho, más que un volumen elevado de producción actual de aguas servidas es la calidad y niveles altos de contaminación que la misma lleva. Es notorio la gama de actividades asociadas a edificaciones residenciales en esta parte de la ciudad. Una cantidad importante de viviendas familiares están actualmente destinadas a usos comerciales y servicios industriales como lo refiere el citado estudio de huella urbana del CISP-CIDIAT 2018. En dicho

estudio se refiere, que en la ciudad existían para ese año 2018 cincuenta y tres centros comerciales, la mayoría de ellos localizados en estas parroquias del casco central, los cuales surgieron en su mayor parte en viviendas residenciales existentes a las cuales se les autorizó un cambio de uso residencial a comercial con los permisos de la Alcaldía, desconociéndose si se les exigió adecuar las redes de aguas blancas y servicios, dada la gama y variedad de actividades que las mismas iban a albergar. En la ciudad de Mérida se ha hecho frecuente en estos últimos años observar como una vivienda unifamiliar o bifamiliar se transforma en un centro comercial con más de 50-60 locales de comercio variado e incluso de procesamiento semiindustrial.

Todas esas aguas que en ellas se generan se vierten en la red municipal de cloacas sin separarlas. De allí que además de arrastrarse una cantidad importante de sólidos variados, sustancias con diferente composición química, no se da ningún control previo para buscarlas separar. A ello se añade el empotramiento a esta red de cloacas de los drenajes de lluvia de las viviendas y de las vías. Evidentemente ello está creando además de serias dificultades a la ciudad para tratar estas aguas, la colmatación y obstrucción de las tuberías lo cual se reflejan en los levantamientos frecuentes de las bocas de visita y taponamiento de las tuberías en el interior de las viviendas.

El experto profesor (Luis Mora, 2023) sugirió para el desarrollo de esta investigación tomar un 40% de pérdidas de aguas servidas producidas en el área de estudio, las cuales se pierden debido a fugas y problemas en la red de alcantarillado (obsolescencia y falta de mantenimiento). Estas pérdidas representan un desperdicio significativo de recursos hídricos y agravan la contaminación de los cuerpos de agua receptores. La cifra refleja la necesidad apremiante de inversión en la modernización y reparación de la infraestructura de alcantarillado.



Como puede inferirse de los valores y resultados expuestos anteriormente, las parroquias que conforman el área de estudio enfrentan un desafío importante en lo que respecta a la gestión de aguas servidas, debido a que se estima que la producción de aguas servidas tienden a incrementarse en el tiempo y al no existir plantas de tratamiento que las depuren y presentar pérdidas significativas en la red de alcantarillado, es de esperar que un porcentaje alto de esas descargas se sigan vertiendo mayoritariamente sobre el río Albarregas agravando su condición actual.

Todo lo señalado en este análisis, igualmente refleja, cómo la huella hídrica de la ciudad está teniendo un impacto importante desde el punto de vista ambiental, que debe ser atendido en lo inmediato. Esos altos niveles de producción de aguas servidas se unen a los niveles de producción de desechos sólidos y de contaminación del aire por quema de combustible fósil e incendios de vegetación, todo lo cual ha ido construyendo una huella de carbono en crecimiento continuo la cual debe atenderse con una gestión ambiental local bien diseñada y factible de implementar.

## **5.7. Resultados Obtenidos**

Como se ha referido anteriormente, el suministro y gestión del agua potable es un aspecto crítico en cualquier comunidad, ya que este recurso es esencial para la vida y el desarrollo humano. En el área de estudio, es fundamental comprender la relación entre el consumo de agua potable (*input*) y la generación de aguas residuales (*output*) como parte del proceso metabólico del agua en el sector doméstico, lo cual es una respuesta directa de un proceso de ordenamiento territorial de la ciudad que no está siendo conducido de una manera adecuada y que seguirá repercutiendo en

la operatividad de las redes de abastecimiento de estos servicios y en los costos que la ciudad deberá acometer para darle mayor resiliencia y sostenibilidad a su proceso de desarrollo urbano.

La primera etapa del análisis se centró en estimar la demanda histórica, teórica y real de agua residencial, lo cual sirvió para determinar el flujo de entrada (*input*) en el proceso metabólico del agua potable. Es importante destacar, que se partió del supuesto, que el consumo de agua en cada sector es independiente entre sí, lo que significa que las parroquias Milla, El Sagrario y El Llano tienen sus propios patrones de consumo de agua.

Para calcular esta demanda, se utilizaron datos oficiales de población tomados de la red de información digital del Instituto Nacional de Estadística (INE REDATAM) producidos en el año 2014, y que corresponden con los resultados del Censo Nacional de Población y Vivienda 2011 para el Estado Mérida. En esta etapa se determinaron valores de consumo de agua potable por persona/día en el área de estudio, los resultados obtenidos reflejan consumos extremadamente altos, teniendo en cuenta que el valor internacional de referencia es de  $30 \text{ m}^3/\text{p/año}$  lo que equivale a 82 l/p/d o 100 l/p/d con pérdidas, siendo el valor de referencia deseable para Venezuela de 250 l/p/d, lo que incluye un valor de 20% de pérdidas en redes, esto lo refiere (Mora, Rodríguez y Medina, 2006), en estudios académicos realizados. Cabe señalar que los altos consumos de agua potable están directamente relacionados con la generación de aguas servidas, a mayor consumo mayor producción de aguas servidas.

En la segunda etapa el estudio se enfoca en los vertimientos y las aguas residuales, que son el (*output*) del proceso metabólico del agua potable. Los vertimientos comprenden todas las aguas usadas en los hogares que, una vez utilizadas, se convierten en aguas residuales y son dirigidas al sistema de alcantarillado para ser vertidas mayoritariamente hacia los ríos Albarregas y Chama, debido a que así están diseñados los sistemas de descarga del área estudiada. Esta etapa es

fundamental, ya que permitió identificar la relación entre la cantidad de agua consumida (*input*) y los factores determinantes que estarían afectando la calidad y cantidad de aguas residuales (*output*).

Como se comentó, estos estudios de la relación entre entrada (*input*) y la salida(*output*) para explicar y medir en el proceso metabólico del agua potable de una ciudad como Mérida, representa sin lugar a duda una herramienta valiosa para la planificación y gestión urbana sostenible, particularmente de las redes de estos servicios y la forma como se están desempeñando los mismos. Lo cual contribuye a ventilar situaciones y su atención para mejorar el bienestar y la calidad de vida de la ciudad y sus habitantes a través de un mayor cuidado del medio ambiente.

Debido a las limitaciones presentadas para obtener la información requerida, se realizaron cambios y ajustes en la metodología desarrollada para la aplicación del modelo Input/Output de cálculo del metabolismo urbano.

Para explicar teóricamente el proceso metabólico del agua potable del área de estudio, se optó por realizar cálculos de demanda de agua potable y de generación de aguas servidas, a partir de los datos puntuales obtenidos de facturas emitidas por la empresa hidrológica Aguas de Mérida, de viviendas y ciertos establecimientos privados, las cuales correspondían con las parroquias Milla, El Sagrario y El Llano. En la imagen 10 se presenta en forma gráfica una síntesis comprensible de esa metodología aplicada y desarrollada.

## Imagen 10

*Metabolismo urbano del agua, forma gráfica.*



*Nota.* Fuente: Elaboración propia

## CAPÍTULO 6

### PAUTAS Y LÍNEAS PRIORITARIAS

#### 6.1. Pautas recomendadas para atender el ordenamiento urbano

El ordenamiento urbano de una ciudad es un aspecto fundamental para su desarrollo sostenible y calidad de vida de sus habitantes. La gestión integral de las aguas servidas es un tema importante dentro de este ordenamiento, ya que tiene implicaciones directas en la salud pública, el medio ambiente y la infraestructura urbana. A continuación, se recomiendan algunas pautas que podrían orientar una política de ordenamiento urbano de la ciudad de Mérida basada en la gestión integral de las aguas servidas:

1. **Planificación Urbana Integrada:** es fundamental para la ciudad de Mérida disponer de un plan de desarrollo urbano y territorial sostenible (preferiblemente un plan de desarrollo urbano local con base en un plan de gestión de riesgos y adaptación al cambio climático) actualizado y sancionado mediante ordenanzas de uso, edificaciones y construcción, a través del cual se oriente y regule la ocupación e intervención de la ciudad por las diferentes actividades que en ella se realizan o pueden realizarse. En el mismo deben señalarse acciones concretas y factibles de implementar en su red de espacios públicos, y dentro de ellos, en aquellos de tendido de las líneas de tuberías y colectores de las aguas servidas y drenajes de la ciudad. Mención específica debe hacerse a la gestión integral de las aguas servidas en lo relacionado con su mantenimiento y reparación, el diseño de nuevos sistemas de alcantarillado, la localización e instalación de plantas de tratamiento de aguas residuales,

ubicación de pozos de absorción, la construcción de infraestructuras para reutilizar las aguas de lluvia, entre otros aspectos.

2. **Zonificación Adecuada:** Es importante definir zonas específicas de la ciudad para la localización y construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales, para acondicionar el efluente final previo a su vertido al río Albarregas y otros cursos naturales. Estas zonas deben ser seleccionadas cuidadosamente, considerando aspectos como la capacidad de carga del suelo, la proximidad a cuerpos de agua y la distancia adecuada a áreas residenciales.
3. **Infraestructura Resiliente:** La infraestructura para la gestión de aguas servidas debe ser diseñada teniendo en cuenta la capacidad de adaptación y resiliencia frente a eventos extremos, como crecidas e inundaciones, movimientos en masa, sismos o terremotos. Esto implica la implementación de tecnologías adaptadas a esas situaciones de riesgos y materiales adecuados, así como un mantenimiento regular de la infraestructura existente.
4. **Participación Ciudadana:** Es esencial involucrar a la comunidad en la toma de decisiones y en la implementación de programas relacionados con la gestión de aguas servidas. Esto puede lograrse a través de, consultas públicas para evaluar prioridades y tomar decisiones por ejemplo para localizar estaciones de transferencia y plantas de tratamiento, comités de vecinos o la creación de programas de educación ambiental que fomenten la responsabilidad ciudadana en el manejo adecuado de las aguas residuales.

5. **Uso eficiente del Agua:** Se debe promover el uso eficiente del agua en todos los sectores de la ciudad para lo cual es fundamental reducir la alta tasa de consumo de aguas potable que repercute en la producción de aguas servidas. Esto puede incluir la micro medición, la asignación de cuotas de consumo para zonas con deficiencias en el suministro de agua; la implementación de tecnologías de bajo consumo de agua (instalaciones sanitarias), la educación de la población sobre prácticas de uso responsable del agua y la promoción de sistemas de reutilización de agua en actividades no potables, como riego de jardines o limpieza de calles.
6. **Monitoreo y control:** Se debe establecer un sistema de monitoreo y control regular de la calidad del agua residual en la ciudad para garantizar el adecuado tratamiento y descarga. Esto parte porque se cree en Aguas de Mérida una División técnica que sea responsable de la implementación de programas de muestreo y análisis de agua, así como la regulación y cumplimiento de estándares de calidad establecidos.
7. **La administración de la empresa hidrológica y de los servicios.** Los servicios de agua potable y recolección y tratamiento de aguas servidas son materias competencia de la autoridad municipal (Alcaldía y el Consejo Municipal), en lo que tiene que ver con la administración del servicio (tarifas, fuentes de abastecimiento, propiedades de terrenos para acueductos, tendido de tuberías, plantas de tratamiento). La empresa hidrológica debe tener una participación accionista mayoritaria de la Alcaldía o administrarla integralmente. Se reconoce a los Ministerios de Ecosocialismo y de Aguas como entes del Ejecutivo Nacional

a quienes están adscritas las empresas hidrológicas públicas, pero debe buscarse que esta competencia se transfiera al municipio, o a una sociedad Gobernación Estadual-Municipios. Dichas empresas requieren operar con mayor autonomía financiera y su estructura debe corresponder a una empresa privada del municipio. Las experiencias en otros países así lo han demostrado.

8. **La Cooperación Institucional:** La gestión integral de aguas servidas requiere de la cooperación entre diferentes entidades, como organismos del gobierno regional, entes del gobierno nacional (Ministerios de Salud, Obras Públicas, Ecosocialismo, para las Aguas, Relaciones Interiores, Defensa, Comercio e Industria, entre los más vinculados), empresas de servicios públicos, instituciones educativas y organizaciones no gubernamentales. Debiéndose establecer mecanismos de coordinación y cooperación entre estas entidades para lograr un ordenamiento urbano eficiente y sostenible que garantice el adecuado desenvolvimiento de los servicios públicos básicos como el alcantarillado y la red integral de disposición y tratamiento de las aguas servidas. Siendo conveniente para el caso de la ciudad la creación de una comisión de desarrollo urbanístico de carácter metropolitano que vele por todos los procesos que involucra gestionar urbanísticamente la ciudad a partir de una planificación territorial cónsona.

## **6.2. Líneas Prioritarias de Políticas Públicas**

Como se ha podido ventilar a lo largo de los análisis realizados en la investigación, la mayoría de las acciones que tienen que ver con la gestión y administración de las redes públicas de los servicios de agua potable y recolección y tratamiento de aguas servidas, son actuaciones que



corresponden a entes gubernamentales. De allí que para implementar cualquiera de ellas es necesario diseñarlas e implementarlas como líneas de políticas públicas. Lo cual obliga a presupuestarlas, someterlas a consideración de la población y dejarlas establecidas en los instrumentos presupuestarios y financieros de la administración pública (estrategias y políticas de desarrollo, planes operativos anuales, líneas de endeudamiento público, planes coordinados, contratos).

En el caso del municipio Libertador y más concretamente de la ciudad de Mérida, la colaboración entre la Alcaldía, el Concejo Municipal y la empresa Aguas de Mérida se presenta como una necesidad de coordinación administrativa que debe eficientarse para abordar la problemática y necesidades de actuaciones prioritaria en el mejoramiento del sistema de las aguas servidas. La ciudad exige un mayor control en la recolección de las aguas servidas, la separación de las aguas pluviales y los drenajes de calle a redes exclusivas, y la garantía de un nivel de concentración de las aguas servidas para poder establecer y darle operatividad a una o varias plantas de tratamiento que la ciudad demanda. Igualmente, un mayor seguimiento y control de la localización y funcionamiento de todas aquellas actividades que puedan comprometer las redes de servicios públicos.

Allí sobresale la necesidad de reiniciar el programa de saneamiento del río Albarregas a partir del proyecto diseñado en 1990 y el cual se había iniciado su construcción. De igual manera, una revisión exhaustiva de los diferentes centros comerciales para que progresivamente vayan construyendo plantas de sedimentación con un tratamiento previo a contaminantes, con posibilidad de reusar aguas para la limpieza de espacios de movilidad y estacionamientos.

## **1. Mejora de la Infraestructura Sanitaria**

- La inversión en infraestructura es esencial para asegurar una gestión adecuada de las aguas servidas. La Alcaldía y la empresa Aguas de Mérida deben colaborar en la modernización de las redes de alcantarillado, debido a que la misma data de los años 50, así como también para revisar los proyectos e iniciar la construcción de plantas de tratamiento. Esta inversión no solo mejorará la eficiencia de la recolección y tratamiento, sino que reducirá el riesgo de contaminación ambiental y sanitaria.
- Priorizar la construcción y mantenimiento de sistemas de alcantarillado separados para aguas residuales y pluviales, para reducir la carga sobre las plantas de tratamiento.

## **2. Prevención de Contaminación y Educación Ambiental**

- La concienciación de la población es clave para promover prácticas responsables en relación con el manejo de las aguas servidas. La Alcaldía puede liderar campañas de educación ambiental en colaboración con el Concejo Municipal y Aguas de Mérida. Talleres, charlas y materiales educativos pueden sensibilizar a la comunidad de la importancia de ejercer vigilancia sobre la localización de actividades y el manejo de las aguas vertidas por las mismas a las redes de cloacas de la ciudad; así como concientizarlos para que no arrojen desechos en los sistemas de alcantarillado, drenajes en vía pública y el uso adecuado de los servicios sanitarios.
- Establecer programas educativos en las escuelas para enseñar a los estudiantes sobre la importancia de conservar y proteger los recursos hídricos.
- Participar en las consultas sobre el plan de gestión de las aguas servidas de la ciudad aportando información que permita atender problemas específicos, revisar que se

diseñen y presupuesten los proyectos de mantenimiento y nuevas obras los cuales contengan información detallada sobre la a definición conceptual y operacional de la medida, señalando:

- La identificación de los responsables del diseño, ejecución, control y monitoreo, de la medida, así como su aplicación y el tipo de sanciones en caso de incumplimiento
- La frecuencia de aplicación de las medidas de revisión y control.
- La estimación gruesa de requerimientos y costos para su aplicación.
- Los beneficios de su aplicación, entre otra información

### **3. Implementación de Tarifas Sociales y Justas**

- Es importante que la gestión de las aguas servidas sea equitativa y accesible para todos los ciudadanos. La Alcaldía y Aguas de Mérida deben trabajar en conjunto para establecer tarifas que consideren la capacidad económica de la población. Además, se pueden desarrollar programas de apoyo para garantizar el acceso al servicio a aquellos sectores más vulnerables. Aunque se reconoce que los costos del servicio tienen unos valores específicos, es totalmente inconveniente que su costo sea superior al salario mínimo como ocurre en los actuales momentos, porque ello conlleva a morosidad y deficiencias operativas de la empresa.

### **4. Fortalecimiento de la Vigilancia y Control**

- El cumplimiento de las normativas relacionadas con la gestión de aguas servidas debe ser estrictamente supervisado. El Concejo Municipal puede desempeñar un papel

fundamental en el establecimiento de regulaciones y políticas que aseguren el adecuado funcionamiento de la infraestructura sanitaria. Inspecciones regulares y sanciones por incumplimiento pueden disuadir a individuos y empresas de prácticas perjudiciales. Ello obliga a que funcione dentro de la Alcaldía o Concejo Municipal una oficina específica que coordine con la hidrológica la supervisión de las redes de servicios de agua potable y alcantarillado.

- Establecer un sistema de monitoreo continuo de la calidad del agua en los ríos y cuerpos de agua cercanos, para identificar fuentes de contaminación y tomar medidas preventivas. Esta actividad debe ser coordinada por una oficina dentro de la Alcaldía de Gestión Ambiental e integrada por miembros designados de la empresa hidrológica Aguas de Mérida, el Concejo Municipal Ministerio del Poder Popular de Atención de las Aguas (MINAGUAS), Ministerio del Poder Popular para el Ecosocialismo (MINEC) y mesas técnicas de agua. Se debe elaborar un Plan Anual de actividades de este ente coordinador, el cual comprometa acciones específicas de cada organismo integrante.

## **5. Incentivos para la Descentralización**

- Fomentar la participación de las comunidades en la gestión de aguas servidas, fortaleciendo las Mesas Técnicas de Agua, para que continúen trabajando en colaboración con la Alcaldía y la hidrológica Aguas de Mérida.
- Facilitar la inversión en proyectos de tratamiento de aguas residuales a nivel comunitario, incentivando la adopción de tecnologías sostenibles y adecuadas para cada zona.

## **6. Gestión Integral de Residuos**

- Impulsar la implementación de sistemas de tratamiento de aguas residuales descentralizados, como humedales artificiales y sistemas de tratamiento de bajo costo, en áreas donde la infraestructura convencional no es viable.
- Promover la reutilización de aguas tratadas en actividades como riego de áreas verdes y agricultura no comestible.

## **7. Planificación Urbana Local Sostenible**

- Integrar la gestión de aguas servidas en la planificación urbana a través de la actualización y aprobación del plan de desarrollo urbano de la ciudad el cual contenga todas aquellas acciones que garanticen el adecuado funcionamiento y la mayor vida útil de las redes de alcantarillado, la localización y construcción de las plantas de tratamiento, los programas de descontaminación de cuerpos de agua, entre otras. Se debe evitar el crecimiento no planificado en la ciudad para buscar controlar que sobrecargue los sistemas de alcantarillado y tratamiento.
- Establecer regulaciones en relación con los cambios de uso del suelo y el establecimiento de redes de captación, tratamiento y distribución del agua en grandes centros y empresas comerciales e industriales, las cuales estén contenidas en los proyectos de construcción o ampliación de edificaciones.

## **8. Fomento de la Investigación y la Innovación Tecnológica**

- La colaboración entre la Alcaldía, el Concejo Municipal y Aguas de Mérida puede estimular la investigación y la innovación en el ámbito de la gestión de aguas servidas.

Se pueden establecer convenios con universidades locales para investigar nuevas tecnologías de tratamiento, sistemas de recolección más eficientes y enfoques más sostenibles en la gestión de recursos hídricos.

- Explorar tecnologías emergentes, como sistemas de tratamiento descentralizado de aguas residuales y recogida de aguas pluviales, para mejorar la eficiencia y la sostenibilidad de la gestión de aguas. La aplicación de esta medida debe contar con:
  - La definición conceptual y operacional de la medida
  - Identificación de los responsables del diseño, ejecución, control y monitoreo, de la medida, así como su aplicación y el tipo de sanciones en caso de incumplimiento.
  - Un plan de frecuencia de aplicación.
  - Estimación gruesa de requerimientos y costos para su aplicación.
  - Beneficios de su aplicación.
- La empresa Aguas de Mérida y la Alcaldía deben proporcionar acceso público a información sobre la gestión de aguas servidas, incluyendo presupuestos, proyectos y resultados, para fomentar la transparencia y la rendición de cuentas.
- A través de una oficina de coordinación de servicios públicos de la Alcaldía se deben realizar consultas ciudadanas y mesas de diálogo para incorporar las opiniones y necesidades de la comunidad en la toma de decisiones.

## **9. Colaboración Interinstitucional:**

- La Alcaldía como órgano responsable de administrar y velar por el adecuado funcionamiento de los servicios públicos, debe buscar establecer alianzas estratégicas

entre el Concejo Municipal y Aguas de Mérida, así como con otras entidades gubernamentales, para garantizar una gestión integral y coordinada de las aguas servidas.

#### **10. Transparencia y Participación Ciudadana**

- La Alcaldía debe exigir a la empresa Aguas de Mérida, la realización de consultas ciudadanas y mesas de diálogo para atender problemas localizados, avalar solicitudes de financiamiento de proyectos e incorporar las opiniones y necesidades de la comunidad en la toma de decisiones.

Bdigital.ula.ve

## CAPÍTULO 7

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 7.1. Conclusiones

- a) Los estudios de uso del suelo para analizar la huella urbana actual de la ciudad y sus impactos sobre el ordenamiento territorial establecido, junto con el análisis de metabolismo urbano, son herramientas especializadas que permiten una aproximación a la comprensión de la problemática de una ciudad como Mérida en relación con los flujos de entrada, internos y de salida de agua para consumo y servidas. Los mismos generan insumos valiosos a la hora de intervenir y planificar el crecimiento físico y poblacional de la ciudad y con ello el ordenamiento territorial más conveniente.
- b) El estudio realizado refleja la relación que existe entre el consumo de agua potable y la generación de aguas servidas en las parroquias de Milla, El Sagrario y El Llano en la ciudad de Mérida. El análisis histórico, teórico y real de la demanda de agua potable revela consumos extremadamente altos, lo que está directamente relacionado con la mayor producción de aguas servidas lo cual está comprometiendo la operatividad de la red y disminuyendo su vida útil.
- c) En la determinación de la producción de aguas servidas los resultados obtenidos muestran una elevada producción anual histórica y actual en estas parroquias estudiadas, en gran parte derivada del uso residencial sobre el cual no se ejercen efectivas medidas de vigilancia y control en relación con la disposición de efluentes y condiciones de funcionamiento



interno, lo que plantea retos significativos en realizar una gestión integral del recurso hídrico.

- d) Con los resultados generales y específicos obtenidos se evidencia la notable contaminación de las aguas residuales generadas en la ciudad, atribuible en gran medida a la combinación de actividades comerciales e industriales en zonas residenciales. Estas situaciones conllevan a un impacto ambiental negativo que demanda de acciones inmediatas y efectivas las cuales deben exigirse a los órganos públicos competentes.
- e) Entre las pautas fundamentales que se establecen para abordar la problemática de las aguas servidas en el área de estudio, se considera el adecuar los planes de ordenamiento y desarrollo urbano de la ciudad los cuales tienen un desfase de más de 25 años, e incorporar en los mismos las actuaciones específicas de corto y mediano plazo para hacer operativa la gestión integral de las aguas residuales, las cuales emergen como necesidades críticas en la ciudad, unido a la inclusión de tecnologías adaptadas, programas de concienciación ciudadana y la vigilancia estricta de la calidad del agua.
- f) En cuanto a las políticas públicas señaladas, se requieren su diseño y ejecución dado que corresponden con líneas prioritarias para mejorar la infraestructura sanitaria, la prevención de la contaminación, la implementación de tarifas equitativas, el fortalecimiento de la vigilancia y control, y el fomento de la investigación y la innovación tecnológica.

- g) La falta de estadísticas oficiales sobre el uso urbano y los servicios públicos de agua potable y servidas, limitaron la profundización de los análisis y verificación de la realidad actual de la ciudad en cuanto a su dinámica y situación funcional de sus servicios públicos. Es muy poco transparente y altamente discrecional el manejo de la información sobre el consumo de agua y la producción de aguas servidas en la ciudad. La Alcaldía y el Municipio no está asumiendo responsabilidades en este respecto.
- h) El estudio arroja resultados concluyentes sobre la necesidad de abordar de manera prioritaria la gestión integral de aguas servidas en la ciudad de Mérida, destacando la importancia de la planificación urbana sostenible, la cual debe hacerse atendiendo a procesos de ordenamiento territorial acorde a los usos del suelo, la participación ciudadana y la necesaria coordinación interinstitucional para lograr eficientar y hacer más sostenible el desarrollo urbano de la ciudad a en cuanto a su huella hídrica y mejora sanitaria

## **7.2. Recomendaciones**

- a) La ciudad de Mérida demanda con urgencia la actualización y aprobación de un Plan de Desarrollo Urbano Local el cual reconozca la actual situación de desarrollo físico y urbano, y contemple la problemática ambiental. En el mismo se debe fijar las pautas para la adecuada localización de actividades, la regulación específica sobre los usos del suelo y normas relacionadas con el desarrollo y administración de la red de espacios públicos con énfasis en las zonas y redes de tendidos de las aguas blancas y aguas servidas. El plan debe ser acompañado con ordenanzas de zonificación, de edificación y construcción de la ciudad que permitan regular la construcción de nuevas edificaciones especificando el diseño y

construcción de la red de drenajes y de aguas servidas en cuanto a su empotramiento a la red central. Igualmente debe señalar la localización de sitios donde se puedan establecer tanquillas de sedimentación y pretratamiento que viabilicen la reutilización de aguas de lluvia para el lavado de espacios públicos.

- b) Es fundamental igualmente, que el Municipio conjuntamente con la empresa Aguas de Mérida y el asesoramiento de los Ministerios de Ecosocialismo y para las Aguas diseñen un Plan Rector de gestión integral de las aguas servidas del Área Metropolitana de Mérida, particularizado para las tres bandas urbanas de la ciudad y las poblaciones de Ejido y Tabay. Allí hay una responsabilidad compartida que requiere la colaboración activa entre todos estos entes gubernamentales. Dicho Plan Rector además de esbozar objetivos de corto y mediano plazo, debe diseñar y viabilizar la implementación de líneas de políticas públicas relacionadas con la recuperación, reforzamiento y modernización de la red de infraestructura sanitaria, la educación ambiental, tarifas justas, el control y la innovación, todas estas pueden sentar las bases para que Mérida sea una ciudad más saludable, sostenible y resiliente.
- c) Las autoridades locales y nacionales, junto con la comunidad, requieren trabajar en conjunto para abordar los problemas de saneamiento de ríos y quebradas que demanda la ciudad. Esto implica la inversión en infraestructura de alcantarillado, la pronta construcción de plantas de tratamiento de aguas servidas, y la promoción de prácticas de conservación del agua. Solo a través de un enfoque integral y sostenible se podrán mitigar los efectos

adversos de la producción de aguas servidas en estas parroquias analizadas y garantizar un futuro más saludable y limpio para todos los habitantes y usuarios de la ciudad de Mérida.

Bdigital.ula.ve

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguas de Mérida C.A. (2010) *Proyecto Sistema de Saneamiento del Río Albarregas*. División de Planificación. Mérida, Venezuela.
- Arboleda, J. (2000) *Teoría y Práctica de la Purificación del Agua*. ACODAL, Tomo I. Colombia.
- Arocha, S. (1983) *Cloacas y Drenajes. Teoría & Diseño*. Caracas, Venezuela. Universidad Central de Venezuela.
- Bazant, J (2010) *Espacios urbanos. Historia, teoría y diseño*. Editorial Limuza 2010. México-DF. Págs. 71-92.
- CAF (2017) *Crecimiento urbano y acceso a oportunidades: un desafío para América Latina*. Reporte de economía y desarrollo 2017. Daude, C., Fajardi, G., Brassiolo, P., Estrada, R., Goytía, C., Sanguinetti, P., Vergas, J. (2017). RED 2017. CAF Banco de Desarrollo de América Latina y El Caribe. Lima-Perú.
- Censo Nacional 2011 Instituto Nacional de Estadísticas. Caracas.
- CIDTA (s/f) *Curso Online de Cálculo, Diseño, Construcción y Mantenimiento de Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales (edars)*, Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico del Agua. Consultado el 08 de julio 2023. <https://eadic.com/programa-formacion/curso-de-estaciones-depuradoras-de-aguas-residuales-eadic/>
- CISP-CIDIAT (2019) *Proyecto Andes en Acción Climática. Estudio de la huella urbana de la ciudad de Mérida. Resumen ejecutivo*. Centro Interamericano de Desarrollo e Investigación Ambiental y Territorial (CIDIAT). Universidad de Los Andes. Mérida-Venezuela.
- Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (1999) *Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela N° 36.860 de 30 de diciembre de 1999*. Caracas – Venezuela.

FERROVIAL (2023) *Agenda del inversor*. Ferrovial resultados 2023. Madrid-España.

[www.ferrovial.com.es](http://www.ferrovial.com.es)

Gandica, A y Pérez, A. (2019) *Escenarios de riesgo sísmico para edificaciones y líneas vitales y su impacto en espacios públicos de la ciudad de Mérida, Venezuela. Espacios públicos para el enriquecimiento de la vida urbana*, compiladora Arq. Maritza Rangel. Publicaciones Vicerrectorado Académico, Universidad de Los Andes. Mérida-Venezuela. Págs. 447-488.

Garay-Flühmann, R. (2014) *Manual de investigación ambiental*. Centro de Aprendizaje, Universidad Santo Tomás, Sede La Serena. Ruta 5 Norte 1068, La Serena, Chile.

Girardet, H. (2001) *Metabolismo urbano: creando ciudades sostenibles*. Valencia. Editorial Tilde. España.

Gómez, D. (2008). *Ordenación Territorial*. Madrid: Ediciones Mundi-Prensas.

GWP (2017) Global Water Partnership Central América. GWP.  
[https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-cam\\_files/situacion-de-los-recursos-hidricos\\_fin.pdf](https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-cam_files/situacion-de-los-recursos-hidricos_fin.pdf)

Hernández, L. y Molina I. (2011) *Evolución del uso de la tierra en la ciudad de Mérida en el Período 1966-2010*. Tesis de grado, Escuela de Geografía. Universidad de Los Andes. Mérida-Venezuela.

Herrera, Ch. (2016) *Modelo de gestión de las aguas residuales domésticas. Estudio del Caso: Nuevos urbanismos en Cúa, Estado Miranda*”. Tesis de grado. Universidad Católica Andrés Bello. Caracas-Venezuela.

Hurtado, J. (2008) *Metodología de la Investigación Holística* (3era edic.) Caracas – Venezuela.

- INE REDATAM (2014) *Proyecciones de población Venezuela por estados y parroquias 2000-2050*. Instituto Nacional de Estadísticas-Centro Latinoamericano de Desarrollo. Caracas-Venezuela.
- Instituto Nacional de Estadística (INE). 2011 XIV Censo Nacional de Población y Vivienda de la República Bolivariana de Venezuela. Resultados preliminares para el Estado Mérida. Caracas-Venezuela.
- Instituto nacional de Estadística (INE). 2014 XIV Censo Nacional de Población y Vivienda. Resultados por Entidad Federal y municipio del estado Mérida.
- Kennedy, C., Cuddihy, J., & Engel-Yan, J. (2007) *The Changing Metabolism of Cities*. *Journal of Industrial Ecology*, 11(2), 43–59. <https://doi.org/10.1162/jie.2007.1107>
- Kennedy, C., Pincetl, S., & Bunje, P. (2011) *The study of urban metabolism and its applications to urban planning and design*. *Environmental Pollution*, 159(8–9), 1965–1973. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2010.10.022>
- López, G. (2017) *Estudio de Huella Urbana en Bogotá, Colombia*. *Desarrollo Fiscal y Municipal*. Banco Interamericano de Desarrollo (BID).
- Méndez, E. (1992) *Gestión Ambiental y Ordenación Territorial*. Mérida; Universidad de Los Andes, CEP. Talleres Gráficos de Ciencias Forestales.
- Méndez, E. (2006) *Municipio: Ordenación del Territorio y Gestión Ambiental (Despeje de interrogantes claves)*. Mérida, Venezuela: Universidad de Los Andes.
- MINDUR POU, (1999) Ministerio de Desarrollo Urbano (1999). *Plan de Ordenación Urbanística del Área Metropolitana de Mérida-Ejido-Tabay*. Resolución Ministerio de Desarrollo Urbano N° 3.001 del 8 de enero de 1999. Gaceta Oficial de la República de Venezuela N° 5.303 Extraordinario de fecha 1/02/1999.

Ministerio de Desarrollo Urbano (1981) Plan Rector de Desarrollo Urbano para el Área Metropolitana de Mérida – Ejido.

Mora, L, Rodríguez, L., Medina) *Análisis de Consumos promedios en la Poblaciones de Mérida y El Vigía año 2006*. XII Congreso Latinoamericano de Hidráulica. Ciudad Guayana. Venezuela.

Mora, L. (2021) *Oportunidades para el Sector Agua Potable y Saneamiento en Venezuela*. Presenta-MP4.[https://www.researchgate.net/publication/353889695\\_](https://www.researchgate.net/publication/353889695_)

Moriarty, P.; Butlerworth, J. y Batchelor, C. (2006) *La gestión integrada de los recursos hídricos y el sub-sector del agua y saneamiento doméstico*. Centro Internacional de Agua y Saneamiento. Disponible:  
[http://www.nl/redir/content/download/24744/.../file/TOP9\\_IWRM\\_06.pdf](http://www.nl/redir/content/download/24744/.../file/TOP9_IWRM_06.pdf).

Newman, P. W. G. (1999) *Sustainability and cities: Extending the metabolism model*. Landscape and Urban Planning, 44(4), 219–226. [https://doi.org/10.1016/S0169-2046\(99\)00009-2](https://doi.org/10.1016/S0169-2046(99)00009-2)

Pacheco, M. (2006) *Diagnóstico preliminar del manejo de las aguas servidas del Área Metropolitana de Caracas*”. Tesis de grado. Universidad Simón Bolívar. Caracas-Venezuela.

Percy, V. (2002). *La Zonificación y el Uso del Suelo*.  
<https://ipdu.pe/documentos/articulos/zonificacionyusodesuelo.pdf>.

Pérez, A (2009) Indicadores para medir niveles de sostenibilidad urbana en ciudades medias de montaña altoandinas. Las ciudades medias o intermedias en un mundo globalizado. *Cátedra UNESCO Ciudades intermedias, urbanización y desarrollo*. Universidad de Lleida-España.



- Pérez, A (2014) La gestión ambiental de la ciudad de Mérida. Uso de indicadores de sostenibilidad como instrumento para planificarla. *Revista AGORA* - Trujillo. Venezuela. Año 17 N° 34 julio - diciembre 2014. pp. 17-36.
- Pérez, A (2018) *Estudio de la huella histórica urbana y actual de la ciudad de Mérida. Informe final Estudio de línea base “Análisis del riesgo y la vulnerabilidad ante el cambio climático de las ciudades de Mérida y Trujillo”*. CIPS-CIDIAT-UNET, Proyecto Andes en acción climática. San Cristóbal-Venezuela.
- Pérez, A (2023) *La política de ordenamiento territorial que demanda Venezuela*. Declaración abierta. Comisión de Desarrollo Urbano y Territorial. Academia Nacional de Ingeniería y del Hábitat. Mimeo. Caracas, Venezuela.
- Pérez, A (2023<sup>a</sup>) *La gestión de áreas verdes y espacios protegidos en el desarrollo urbano local*. Revista Fermentum, Vol. 33 N° 97. Págs. 445-472. Universidad de Los Andes. Mérida-Venezuela.
- Pérez, A. (2019) *El confort bioclimático de espacios públicos abiertos. Una evaluación para la ciudad de Mérida-Venezuela*. Libro ULA Espacios públicos para el enriquecimiento de la vida urbana. Publicaciones Vicerrectorado Académico Universidad de Los Andes. Mérida-Venezuela.
- Pincetl, S. (2012) A livingcity: usingurban metabolism análisis to viewcities as life forms. Metropolitan Sustainability, 3–25. <https://doi.org/10.1533/9780857096463.1.3>
- Rojo, M. (2022) La Evolución Tecnológica y La Planificación de Drenajes Sostenibles como Herramientas para Mejorar el Metabolismo de Las Ciudades Desde La Perspectiva De La Infraestructura Crítica. Caso de Estudio: Área de Valor Tradicional (AVT-1). Municipio

- Libertador, Estado Mérida. *Tesis de grado. Facultad de Arquitectura. Universidad de los Andes. Mérida-Venezuela*
- Romero, J. (1999) *Tratamiento de Aguas Residuales. Teoría y práctica de diseño*. Centro Editorial, Escuela Colombiana de Ingeniería. Colombia.
- Saumeth, L. (2016) Metabolismo urbano del agua potable. Aproximación al caso de Cartagena de indas. *Tesis de grado. Universidad del Norte. Escuela de Arquitectura*. Barranquilla, Colombia.
- Shahrokni, H., Lazarevic, D., & Brandt, N. (2015) Smart Urban Metabolism: Towards a Real-Time Understanding of the Energy and Material Flows of a City and Its Citizens. *Journal of Urban Technology*, 22(1), 65–86. <https://doi.org/10.1080/10630732.2014.954899>
- Tahal, C. E. (1998) Alcantarillado sanitario informe de diagnóstico MERBAR. Mérida: LTD, Tahal Consulting Engineers.
- UAPIT ULA (2010) Proyecto Sistema de Saneamiento del Río Albarregas. Gobernación del Estado Mérida en convenio técnico con la Unidad de Asesoría de proyectos de ingeniería y tecnología (UAPIT), Facultad de Ingeniería, Universidad de Los Andes. Mérida-Venezuela.
- UNESCO (2021) *Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos*. El valor mundial del agua. [es.unesco.org](http://es.unesco.org).
- Venezuela (1983) Ley Orgánica para la Ordenación del Territorio. Gaceta Oficial N°3.238 de 1983.
- Venezuela (1987) Ley Orgánica de Ordenación Urbanística. Gaceta Oficial N° 33.868 de 1987.
- Venezuela (1990) Ley Orgánica de Ordenación Urbanística y su Reglamento. (G.O. N° 33.868, de fecha 16 de diciembre de 1987 y Reglamento G.O. N° 4175 Extraordinario de fecha 30 de marzo de 1990).

Venezuela (1995) Decreto 883 Normas para la clasificación y el control de la calidad de los cuerpos de agua y vertidos o efluentes Líquidos. Gaceta Oficial de la República de Venezuela. N° 5.021, 18 de diciembre de 1995.

Venezuela (1999) Constitución de la República Bolivariana de Venezuela.

Venezuela (2001) Ley Orgánica para la Prestación de los Servicios de Agua Potable y Saneamiento (LOPSAPS).

Venezuela (2006) Ley orgánica del Ambiente.

Venezuela (2007) Ley de Aguas. Gaceta Oficial N° 38.595 de 2007).

Venezuela (2012) Ley Penal del Ambiente.

Wolman, A. (1965) The Metabolism of Cities. Science American. 213 (3), 179-190.

Zhang, Y. (2013) Urban metabolism: A review of research methodologies. Environmental Pollution, 178, 463–473. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2013.03.052>.

## **ANEXOS**

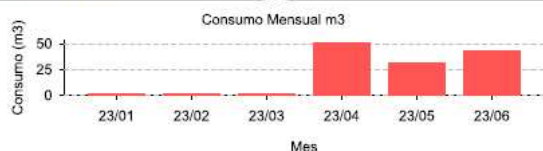
Bdigital.ula.ve



Aguas de Mérida. RIF: G-20007690-9  
Av Las Américas, CC El Rodeo Nivel 2, Local 5/Nº  
Urb El Rodeo, Mérida, Mérida, Zona Postal 5101.

Titular de Pago: ANA DE GUTIERREZ	
Dir. Envío:	AVENIDA POR ASIGNAR, 15-64, CENTRO, LIBERTADOR, MERIDA.
Organización:	División Comercial Libertador
Ciclo/Ruta:	3-30070-65-0
Nº Anterior:	2003007006500

Datos del Servicio		Balance de Deuda	
Días Facturados:	32.0	Deuda Anterior Bs:	210,24
Periodo:	04/05/2023-05/06/2023	Periodo Bs	98,68
Dotación:	40	En Convenio Bs:	0,00
Uso:	Residencial 3		
Und. de Vivienda:	1	Deuda Actual Bs:	308,92



N.I.C.: 1004773

Nº de Control: Aviso de Cobro nº: AC-2023-000000170748

Titular de Contrato:	ANA DE GUTIERREZ
Dir. de Suministro:	C/RIF: V-5198464
AVENIDA POR ASIGNAR, 15-64, CENTRO, LIBERTADOR, MERIDA.	

MEDIDOR Nº	LECT. ACT.	LECT. ANT.	CONSUMO	TIPO. FACT
			43	Directo

Detalle del Aviso de Cobro			
CONCEPTO	CANTIDAD	PRECIO	MONTO
Recolección y disposición de aguas servidas	16,00	0,000000	0,00
Cargo fijo agua potable	16,00	1,721295	27,54
Agua potable	16,00	0,000000	0,00
Cargo fijo aguas servidas	16,00	0,573760	9,18
Agua potable - Bloque 1	27,00	1,721295	46,47
Recolección y disposición de aguas servidas - Bloque 1	27,00	0,573760	15,49
SUB-TOTAL			98,68
Total:			98,68

(G) Concepto Gravable Los Precios y conceptos indicados en este documento se rigen por lo dispuesto en la Gaceta Oficial Nro. 35190 del 14-04-1993

Información Adicional	Emisión:	06/06/2023
	Vencimiento:	21/06/2023
	04/05/2023-05/06/2023	
Monto Pago Periodo Bs		
Bs		98,68

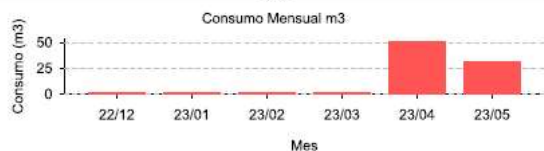
Bdigital.ula.ve



Aguas de Mérida. RIF: G-20007690-9  
Av Las Américas, CC El Rodeo Nivel 2, Local S/N°  
Urb El Rodeo, Mérida, Mérida, Zona Postal 5101.

Titular de Pago: ANA DE GUTIERREZ	
Dir. Envío: AVENIDA POR ASIGNAR,15-64, ,CENTRO, LIBERTADOR, MERIDA.	
Organización: División Comercial Libertador	Ciclo/Ruta: 3-30070-65-0 N° Anterior: 2003007006500

<b>Datos del Servicio</b>	<b>Balance de Deuda</b>
Días Facturados: 23.0	Deuda Anterior Bs: 157,12
Periodo: 11/04/2023-04/05/2023	Periodo Bs: 53,12
Dotación: 40	En Convenio Bs: 0,00
Uso: Residencial 3	
Und. de Vivienda: 1	Deuda Actual Bs: 210,24



N.I.C.: 1004773

N° de Control: Aviso de Cobro n°: AC-2023-00000093116

Titular de Contrato: ANA DE GUTIERREZ	
Dir. de Suministro:	C/RIF: V-5198464
AVENIDA POR ASIGNAR,15-64, ,CENTRO, LIBERTADOR,MÉRIDA.	

MEDIDOR N°	LECT. ACT.	LECT. ANT.	CONSUMO	TIPO. FACT
			31	Directo

Detalle del Aviso de Cobro			
CONCEPTO	CANTIDAD	PRECIO	MONTO
Recolección y disposición de aguas servidas	12,00	0,000000	0,00
Cargo fijo agua potable	12,00	1,285347	15,42
Agua potable	12,00	0,000000	0,00
Cargo fijo aguas servidas	12,00	0,428445	5,14
Agua potable - Bloque 1	19,00	1,285347	24,42
Recolección y disposición de aguas servidas - Bloque 1	19,00	0,428445	8,14
SUB-TOTAL			53,12
Total:			53,12

(G) Concepto Gravable Los Precios y conceptos indicados en este documento se rigen por lo dispuesto en la Gaceta Oficial N° 36190 del 14-04-1993

<b>Información Adicional</b>  ESTE DOCUMENTO DEBE SER CONSIDERADO UNA NOTIFICACIÓN DE CORTE	Emisión: 05/05/2023
	Vencimiento: 20/05/2023
	11/04/2023-04/05/2023
	<b>Monto Pago Periodo Bs</b>
	Bs 53,12

Bdigital.ula.ve



Aguas de Mérida. RIF: G-20007690-9  
Av Las Américas, CC El Rodeo Nivel 2, Local S/N\*  
Urb El Rodeo, Mérida, Mérida, Zona Postal 5101.

Titular de Pago:	ANA DE GUTIERREZ
Dir. Envío:	AVENIDA POR ASIGNAR, 15-64, CENTRO, LIBERTADOR, MERIDA.
Organización:	División Comercial Libertador
Ciclo/Ruta:	3-30070-65-0
Nº Anterior:	2003007006500

Datos del Servicio	Balance de Deuda
Días Facturados: 38.0	Deuda Anterior Bs: 68,00
Periodo: 04/03/2023-11/04/2023	Periodo Bs: 89,12
Dotación: 40	En Convenio Bs: 0,00
Uso: Residencial 3	
Und. de Vivienda: 1	Deuda Actual Bs: 157,12



N.I.C.: 1004773

Nº de Control: Aviso de Cobro nº: AC-2023-000000015537

Titular de Contrato:	ANA DE GUTIERREZ
Dir. de Suministro:	CI/RIF: V-5198464
AVENIDA POR ASIGNAR, 15-64, CENTRO, LIBERTADOR, MERIDA.	

MEDIDOR Nº	LECT. ACT.	LECT. ANT.	CONSUMO	TIPO. FACT
			51	Directo

Detalle del Aviso de Cobro			
CONCEPTO	CANTIDAD	PRECIO	MONTO
Recolección y disposición de aguas servidas	19,00	0,000000	0,00
Cargo fijo agua potable	20,00	1,285347	25,71
Agua potable	19,00	0,000000	0,00
Cargo fijo aguas servidas	20,00	0,428445	8,57
Agua potable - Bloque 1	32,00	1,285347	41,13
Recolección y disposición de aguas servidas - Bloque 1	32,00	0,428445	13,71
SUB-TOTAL			89,12
Total:			89,12

(G) Concepto Gravable Los Precios y conceptos indicados en este documento se rigen por lo dispuesto en la Gaceta Oficial Nro. 35190 del 14-04-1993

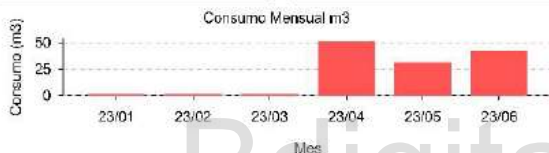
Información Adicional	
Emisión:	13/04/2023
Vencimiento:	28/04/2023
04/03/2023-11/04/2023	
Monto Pago Periodo Bs	
Bs	89,12



Aguas de Mérida. RIF: G-20007690-9  
Av Las Américas, CC El Rodeo Nivel 2, Local S/N\*  
Urb El Rodeo, Mérida, Mérida, Zona Postal 5101.

Titular de Pago: PARRA MARIA DE	
Dir. Envío:	CALLE PRINCIPAL BOSQUE,S/N, AV. 4 BOLIVAR # 31-56, LIBERTADOR,MÉRIDA.
Organización:	División Comercial Libertador
	Ciclo/Ruta: 3-30190-174-0 Nº Anterior: 2003019017400

Datos del Servicio		Balance de Deuda	
Días Facturados:	32,0	Deuda Anterior Bs:	0,00
Periodo:	04/05/2023-05/06/2023	Periodo Bs	98,68
Dotación:	40	En Convenio Bs:	0,00
Uso:	Residencial 3		
Und. de Vivienda:	1	Deuda Actual Bs:	98,68



N.I.C.: 1008628

Nº de Control: Aviso de Cobro nº: AC-2023-000000171267

Titular de Contrato: PARRA MARIA DE	
Dir. de Suministro:	CI/RIF: J-312256850
CALLE PRINCIPAL BOSQUE,S/N, AV. 4 BOLIVAR # 31-56, LIBERTADOR,MÉRIDA.	

MEDIDOR Nº	LECT. ACT.	LECT. ANT.	CONSUMO	TIPO. FACT
			43	Directo

Detalle del Aviso de Cobro			
CONCEPTO	CANTIDAD	PRECIO	MONTO
Recolección y disposición de aguas servidas	16,00	0,000000	0,00
Cargo fijo agua potable	16,00	1,721295	27,54
Agua potable	16,00	0,000000	0,00
Cargo fijo aguas servidas	16,00	0,573750	9,18
Agua potable - Bloque 1	27,00	1,721295	46,47
Recolección y disposición de aguas servidas - Bloque 1	27,00	0,573750	15,49
SUB-TOTAL			98,68
Total:			98,68

(G) Concepto Gravable Los Precios y conceptos indicados en este documento se rigen por lo dispuesto en la Gaceta Oficial Nro. 35190 del 14-04-1993.

Información Adicional	
Emisión:	06/06/2023
Vencimiento:	21/06/2023
04/05/2023-05/06/2023	
Monto Pago Periodo Bs	
Bs	98,68





Aguas de Mérida. RIF: G-20007690-9  
Av Las Américas, CC El Rodeo Nivel 2, Local S/N°  
Urb El Rodeo, Mérida, Mérida, Zona Postal 5101.

Titular de Pago: RES.FRAILEJONES TORRE A -	
Dir. Envío:	AVENIDA HECHICERA,A1 Y A2, ,SANTA ANITA, LIBERTADOR, MÉRIDA.
Organización:	División Comercial Libertador
	Ciclo/Ruta: 2-30120-79-0 N° Anterior: 2003012007900

Datos del Servicio		Balance de Deuda	
Días Facturados:	30.0	Deuda Anterior Bs:	-0,60
Periodo:	03/05/2023-02/06/2023	Periodo Bs:	3.011,11
Dotación:	1.280	En Convenio Bs:	0,00
Uso:	Residencial 3		
Und. de Vivienda:	32	Deuda Actual Bs:	3.010,51



N.I.C.: 1006199

N° de Control: Factura: A000000006787506

Titular de Contrato: RES.FRAILEJONES TORRE A -	
Dir. de Suministro:	C/RIF: V-00000000
AVENIDA HECHICERA,A1 Y A2, ,SANTA ANITA, LIBERTADOR,MÉRIDA.	

MEDIDOR N°	LECT. ACT.	LECT. ANT.	CONSUMO	TIPO. FACT
			1280	Directo

Detalle de la Facturación			
CONCEPTO	CANTIDAD	PRECIO	MONTO
Recolección y disposición de aguas servidas	480,00	0,000000	0,00
Cargo fijo agua potable	512,00	1,721295	881,30
Agua potable	480,00	0,000000	0,00
Cargo fijo aguas servidas	512,00	0,573760	293,76
Agua potable - Bloque 1	800,00	1,721295	1.377,04
Recolección y disposición de aguas servidas - Bloque 1	800,00	0,573760	459,01
SUB-TOTAL			3.011,11
Total:			3.011,11

(G) Concepto Gravable Los Precios y conceptos indicados en este documento se rigen por lo dispuesto en la Gaceta Oficial Nro. 35190 del 14-04-1993

Información Adicional	Emisión:	05/06/2023
	Vencimiento:	05/06/2023
	03/05/2023-02/06/2023	
	Monto Pago Periodo Bs	
	Bs	3.011,11

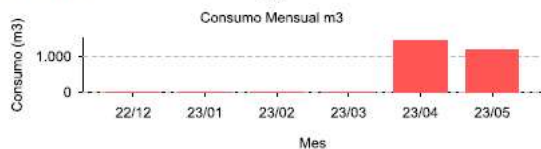
Bdigital.ula.ve



Aguas de Mérida, RIF: G-20007690-9  
Av Las Américas, CC El Rodeo Nivel 2, Local S/N°  
Urb El Rodeo, Mérida, Mérida, Zona Postal 5101.

Titular de Pago:	JUNTA DE CONDOMINIO DEL EDF. G
Dir. Envío:	AVENIDA AMERICAS, CONDOMINIO CONJUNTO RESIDENCIAL MONSEÑOR S/N, EDIFICIO G, LIBERTADOR, MERIDA.
Organización:	División Comercial Libertador
Ciclo/Ruta:	8-50480-66-0
N° Anterior:	2005048006600

Datos del Servicio		Balance de Deuda	
Días Facturados:	28.0	Deuda Anterior Bs:	2.514,13
Periodo:	13/04/2023-11/05/2023	Periodo Bs:	2.047,98
Dotación:	1.280	En Convenio Bs:	0,00
Uso:	Residencial 3		
Und. de Vivienda:	32	Deuda Actual Bs:	4.562,11



N.I.C.: 1025823

N° de Control: Aviso de Cobro n°: AC-2023-000000121384

Titular de Contrato: JUNTA DE CONDOMINIO DEL EDF. G  
Dir. de Suministro: C/RIF: J-313350818  
AVENIDA AMERICAS, CONDOMINIO CONJUNTO RESIDENCIAL MONSEÑOR S/N, EDIFICIO G, LIBERTADOR, MERIDA.

MEDIDOR N°	LECT. ACT.	LECT. ANT.	CONSUMO	TIPO. FACT
			1195	Directo

Detalle del Aviso de Cobro			
CONCEPTO	CANTIDAD	PRECIO	MONTO
Recolección y disposición de aguas servidas	448,00	0,000000	0,00
Cargo fijo agua potable	448,00	1,285347	575,84
Agua potable	448,00	0,000000	0,00
Cargo fijo aguas servidas	448,00	0,428445	191,94
Agua potable - Bloque 1	747,00	1,285347	960,15
Recolección y disposición de aguas servidas - Bloque 1	747,00	0,428445	320,05
SUB-TOTAL			2.047,98
Total:			2.047,98

(G) Concepto Gravable Los Precios y conceptos indicados en este documento se rigen por lo dispuesto en la Gaceta Oficial N° 36190 del 14-04-1993

Información Adicional
ESTE DOCUMENTO DEBE SER CONSIDERADO UNA NOTIFICACIÓN DE CORTE

Emisión:	12/05/2023
Vencimiento:	27/05/2023
	13/04/2023-11/05/2023
Monto Pago Periodo Bs	
Bs	2.047,98

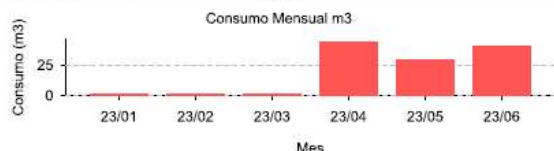
Bdigital.ula.ve



Aguas de Mérida. RIF: G-20007690-9  
Av Las Américas, CC El Rodeo Nivel 2, Local S/N°  
Urb El Rodeo, Mérida, Mérida, Zona Postal 5101.

Titular de Pago: MORA CONTRERAS JESUS ALBERTO -	
Dir. Envío:	CALLE PRINCIPAL BOSQUE,S/N, URB.STA.MARIA CLL.Araguaney #, LIBERTADOR,MÉRIDA.
Organización:	División Comercial Libertador
Ciclo/Ruta:	1-30060-161-1
N° Anterior:	2003006016101

Datos del Servicio		Balance de Deuda	
Días Facturados:	30.0	Deuda Anterior Bs:	0,00
Periodo:	02/05/2023-01/06/2023	Periodo Bs	349,31
Dotación:	40	En Convenio Bs:	0,00
Uso:	Residencial 5		
Und. de Vivienda:	1	Deuda Actual Bs:	349,31



N.I.C.: 1004565

N° de Control: Aviso de Cobro n°: AC-2023-000000157452

Titular de Contrato: MORA CONTRERAS JESUS ALBERTO -  
Dir. de Suministro: C/RIF: V-3499375  
CALLE PRINCIPAL BOSQUE,S/N, URB.STA.MARIA CLL.Araguaney #,  
LIBERTADOR,MÉRIDA.

MEDIDOR N°	LECT. ACT.	LECT. ANT.	CONSUMO	TIPO. FACT
			40	Directo

Detalle del Aviso de Cobro			
CONCEPTO	CANTIDAD	PRECIO	MONTO
Recolección y disposición de aguas servidas	15,00	0,000000	0,00
Cargo fijo agua potable	15,00	6,549467	98,24
Agua potable	15,00	0,000000	0,00
Cargo fijo aguas servidas	15,00	2,183135	32,75
Agua potable - Bloque 1	25,00	6,549467	163,74
Recolección y disposición de aguas servidas - Bloque 1	25,00	2,183135	54,58
SUB-TOTAL			349,31
Total:			349,31

(G) Concepto Gravable Los Precios y conceptos indicados en este documento se rigen por lo dispuesto en la Gaceta Oficial Nro. 35190 del 14-04-1993

Informacion Adicional		Emisión:	03/06/2023
		Vencimiento:	18/06/2023
		02/05/2023-01/06/2023	
		Monto Pago Periodo Bs	
		Bs	349,31

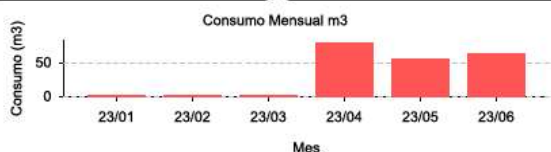
Bdigital.ula.ve



Aguas de Mérida. RIF: G-20007690-9  
Av Las Américas, CC El Rodeo Nivel 2, Local S/N\*  
Urb El Rodeo, Mérida, Mérida, Zona Postal 5101.

Titular de Pago: CHALBAUD ELOY -	
Dir. Envío:	CALLE PRINCIPAL BOSQUE,S/N, AV.URD.#38-9 GRUP.ESP.MED. Y O, LIBERTADOR,MÉRIDA.
Organización:	División Comercial Libertador
	Ciclo/Ruta: 5-50050-163-0 Nº Anterior: 2005005016300

Datos del Servicio		Balance de Deuda	
Días Facturados:	30.0	Deuda Anterior Bs:	0,00
Periodo:	08/05/2023-07/06/2023	Periodo Bs	1.358,13
Dotación:	180	En Convenio Bs:	0,00
Uso:	Comercial A		
Und. de Vivienda:		Deuda Actual Bs:	1.358,13



N.I.C.: 1015073

Nº de Control: Aviso de Cobro nº: AC-2023-000000179907

Titular de Contrato: CHALBAUD ELOY -  
Dir. de Suministro: CI/RIF: V-6262185  
CALLE PRINCIPAL BOSQUE,S/N, AV.URD.#38-9 GRUP.ESP.MED. Y O,  
LIBERTADOR,MÉRIDA.

MEDIDOR Nº	LECT. ACT.	LECT. ANT.	CONSUMO	TIPO. FACT
			63	Directo

Detalle del Aviso de Cobro			
CONCEPTO	CANTIDAD	PRECIO	MONTO
Recolección y disposición de aguas servidas - Bloque 2 (G)	63,00	3,147285	198,28
Cargo fijo agua potable (G)	30,00	9,441941	283,26
Agua potable - Bloque 2 (G)	63,00	9,441941	594,84
Cargo fijo aguas servidas (G)	30,00	3,147285	94,42
SUB-TOTAL			1.170,80
Impuesto de Ventas (I.V.A 16 %)	1.170,80	0,160000	187,33
Total:			1.358,13

(G) Concepto Gravable Los Precios y conceptos Indicados en este documento se rigen por lo dispuesto en la Gaceta Oficial Nro. 35190 del 14-04-1993

#### Información Adicional

Emisión: 08/06/2023  
Vencimiento: 23/06/2023

08/05/2023-07/06/2023

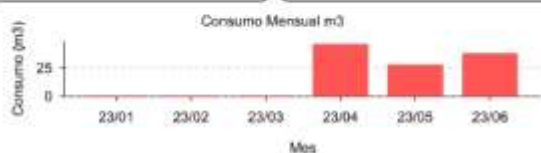
Monto Pago Periodo Bs  
Bs 1.358,13



Aguas de Mérida, RIF: G-20007690-9  
Av Las Américas, CC El Rodeo Nivel 2, Local S/N°  
Urb El Rodeo, Mérida, Mérida, Zona Postal 5101.

Titular de Pago: LORENZO MOTTI PIZZINATO.	
Dir. Envío:	CALLE PRINCIPAL BOSQUE S/N, AV 3 INDEP EDF CENTENARIO, LIBERTADOR, MÉRIDA.
Organización:	División Comercial Libertador
Ciclo/Ruta:	3-30170-203-0
N° Anterior:	2003017020300

Datos del Servicio		Balance de Deuda	
Días Facturados:	32.0	Deuda Anterior Bs:	0,00
Período:	04/05/2023-05/06/2023	Período Bs:	568,63
Dotación:	120	En Convenio Bs:	0,00
Uso:	Comercial B	Deuda Actual Bs:	568,63
Und. de Vivienda:			



N.I.C.: 1008370

N° de Control: Aviso de Cobro n°: AG-2023-000000169817

Titular de Contrato: LORENZO MOTTI PIZZINATO.	
Dir. de Suministro:	CU/RIF: J-294259480
CALLE PRINCIPAL BOSQUE S/N, AV 3 INDEP EDF CENTENARIO, LIBERTADOR, MÉRIDA.	

MEDIDOR N°	LECT. ACT.	LECT. ANT.	CONSUMO	TIPO. FACT
			38	Directo

Detalle del Aviso de Cobro			
CONCEPTO	CANTIDAD	PRECIO	MONTO
Reconocimiento y disposición de aguas servidas - Bloque 2 (0)	38.00	2.077073	78.93
Carga fijo agua potable (0)	21.00	6.231275	130.86
Agua entubada - Bloque 3 (0)	38.00	8.991556	341.76
Carga fijo agua servida (0)	21.00	2.077073	43.62
SUB-TOTAL			495.20
Instituto de Ventas (I.V.A. 18 %)			89.16
Total:			584.36

(0) Concepto Gravitado Los Precios y conceptos indicados en este documento se rigen por lo dispuesto en la Decretal Nro. 25193 del 14-04-1993.

Información Adicional	Emisión:	05/06/2023
	Vencimiento:	21/06/2023
	04/05/2023-05/06/2023	
	Monto Pago Período Bs	
	Bs	568,63

Bdigital.ula.ve

**FACTURA**

Cuenta: 20-03-0190-13601

Merida (Libertador)

Cliente: EL LLANO C.A. PANADERIA Y PASTELERIA

C.I.RIF: J-30229357-0

Dirección Fiscal: AVENIDA 03 INDEPENDENCIA FRENTE LA PLAZA EL LLANO MERIDA

Forma Libre

Nro Factura Serie: A0006738344

Fecha de Emisión: 04/01/2023

Fecha de Vencimiento: 30/01/2023

Hora de Emisión: 11:34:06 pm

**DATOS DEL SERVICIO**

Acueducto: Metropolitano

Uso: Industrial A

Condición: Normal

Dotación M3: 250

Consumo Promedio M3: 100

ZONA 103

Tarifa M3Bs: 4.50

Distribución: 1

Cargo Fijo M3: 42

Agua Servida M3: 20

Ruta: 20703-0190

No. Contrato: 20-J-30229357-0-13601

El Consumo Máximo Contratado es hasta 250 M3

**DESCRIPCION DEL SERVICIO DE AGUA**

Periodo Facturado

Inicial: 05/12/2022

Final: 04/01/2023

Días Leídos: 28

Lectura Agua Potable

Anterior: 0

Actual: 0

M3 Promedio: 100

LA SUSPENSIÓN DEL SERVICIO SE EFECTUARA CON UN MES VENCIDO Según lo Establecido en la L.O.P.S.A.P.S. Art.63, Item E

El Consumo Diario es de: 5785 Litros. Con Pocos Cambios Puede Moderar el Consumo

**DEUDA PENDIENTE POR PAGAR**

Facturación Vencida Agua Potable:

3 Facturas Vencidas Bs. 1,529.66

Facturación Otros Conceptos:

0 Factura Por Pagar Bs. 0.00

**DEUDA VENCIDA**

Bs. 1,529.66

CORTE PROGRAMADO

**FACTURACION DEL MES**

Descripción de la Operación

Cantidad M3 Precio Unitario Bs.

Monto Bs.

Colectación de Agua Servida Según Consumo

20

4.00

80.00

Servicio de Agua Potable Cargo Fijo M3

42

4.50

189.00

Servicio de Agua Potable con Consumo

100

4.50

450.00

Si consumo está siendo  
reducido según lo  
estipula la Ley Orgánica  
para la Presición  
de los Servicios de  
Agua Potable y  
Saneamiento y  
G.O. No. 30.788  
del 10-2011.

TOTAL CANTIDAD M3 FACTURADOS DEL MES

162

MONTO EXENTO Bs.

0

BASE IMPONIBLE Bs.

729

IVA 16.00 % Bs.

116.64

TOTAL A PAGAR Bs.

845.64

DEUDA VENCIDA Bs.

1,529.66

DEUDA DEL MES Bs.

845.64

ESTA FACTURA  
VENCE EL DIA:

18 / 01 / 2023

DEUDA TOTAL

Bs. 2375.30

\*\*\* AVISO DE CORTE \*\*\*

ES COPIA FIEL Y EXACTA DE LA FACTURA ORIGINAL

Atención al cliente por el 8000-AGUAMERIDA ( 248283722 ) o visita www.aguasmexico.com.mx

ORIGINAL - CLIENTE

N° de Control

00-00-1125287661

Forma Libre

Fecha de Emisión: 04/01/2023

Fecha de Vencimiento: 18/01/2023

Cuenta: 20-03-0190-13601

Uso: Industrial A

Nro Factura Serie: A0006738344

C.I.RIF: J-30229357-0

Serial: EL LLANO C.A. PANADERIA Y PASTELERIA

Dirección: AV. 4 BOLIVAR # 28-28 ( ESTACIONAMIENTO )

Monto del Mes Bs. 845.64

gracias

SE PAGA CON CANCELACIÓN DE PAGOS  
EN LA OFICINA DE COLECCIÓN DE PAGOS