



UNIVERSIDAD DE CHILE

Facultad de Arquitectura y Urbanismo

Escuela de Pregrado

Carrera de Geografía

ESTUDIO SOCIOECONOMICO DE LA DEMANDA DOMICILIARIA DE AGUA EN LA
CIUDAD DE ANTOFAGASTA DURANTE EL AÑO 2016:

Aportes Para la Adaptación al Cambio Climático en el Contexto Latinoamericano

Memoria para optar al título de Geógrafo

Jordán Alexander Ferreira Fuenzalida

Profesor guía: María Christina Fragkou

Santiago – Chile

2018

Trabajo financiado por el proyecto FONDECYT de iniciación número 11130631
“Metabolizando agua, construyendo escasez: impactos indirectos de la planta
desalinizadora La Chimba en la ciudad de Antofagasta.

Calificaciones

Agradecimientos

A mi madre
Por sus incontables noches despierta

CONTENIDO

Resumen	7
Introducción	8
Capítulo I: antecedentes	10
1.1 Planteamiento del problema	10
1.2 Área de estudio	16
Capítulo II: Marco Teórico	21
2.1 La evolución de los paradigmas hidráulicos en la gestión urbana de agua.	21
2.1.1 Paradigma hídrico tradicional	21
2.1.2 Movimiento hacia un nuevo paradigma hídrico	22
2.2 Nueva cultura del agua a través del manejo integrado de aguas urbanas	25
2.2.1 Manejo de la Demanda Doméstica de Agua	27
2.3 La necesidad de planificar ciudades en climas áridos	34
2.4 Adaptación al cambio climático en el contexto urbano	39
Capitulo III: Metodología y herramientas	44
3.1 Ámbito de estudio	44
3.2 Herramientas	44
3.3 Métodos	45
3.3.1 Primera parte: ajuste a la matriz de datos y filtro de la información	45
3.3.2 Segunda parte: justificación y articulación de las variables.	47
3.3.3 Tercera parte: procesamiento de los datos para el análisis socioeconómico del consumo de agua y la descripción de la percepción y hábitos en torno a la demanda de agua según nivel socioeconómico.	53
3.3.4 Cuarta parte: Índice de demanda doméstica de agua	54
3.3.5 Quinta parte: articulación de las cartografías	58
3.3.6 Sexta parte: objetivo número cuatro y cierre de la investigación	59
Capitulo IV: resultados	61
4.1 Objetivo número 1: Análisis socioeconómico del consumo de agua en la ciudad de Antofagasta	61
4.2 Objetivo número 2: Descripción de la percepción y hábitos entorno a la demanda doméstica de agua según nivel socioeconómico	72
4.3 Objetivo número 3: Índice de demanda doméstica de agua	80
4.3.1 Grupo socioeconómico	81

4.3.2	Tipología de vivienda	82
4.3.3	Consumo en litros	84
4.3.4	Índice de la demanda hídrica domiciliaria	86
4.4	Objetivo número 4	90
4.4.1	Estructura de precios	91
4.4.2	Reciclaje y reutilización de aguas grises	92
4.4.3	Campañas de concientización sobre el consumo de agua y educación ambiental	94
4.4.4	Desalación	95
	Capítulo V: Discusiones y Conclusiones	97
5.1	Introducción a las discusiones generales	97
5.2	Discusiones generales sobre los resultados	100
5.3	Discusiones sobre las medidas a tomar, posibles impactos y proyecciones para Antofagasta	105
5.4	Problemas metodológicos, debilidades del estudio y recomendaciones para estudios futuros	107
5.5	Aportes a la disciplina de la geografía.	114
5.6	Conclusiones	116
	Capítulo VI: referencias	118
	Anexos	125

ÍNDICE DE ECUACIONES, FIGURAS, ILUSTRACIONES, LISTAS Y TABLAS.

Ecuación 1: Conversión a consumo sin sobreconsumo	51
Ecuación 2: Conversión a consumo con sobreconsumo	52
Figura 1 Composición total de la muestra	46
Figura 2: Grafico de barras sobre el promedio de consumo por clase social	62
Figura 3: Grafico de participación en el consumo total por cada nivel socioeconómico	63
Figura 4: Grafico de consumo de agua por tipología de vivienda	64
Figura 5: Grafico de representación de tipología de vivienda sobre nivel socioeconómico	66
Figura 6: Grafico sobre participación en el consumo de cada grupo socioeconómico por tipología de vivienda	67
Figura 7: Grafico de consumo de agua por tipología de vivienda y nivel socioeconómico	69
Figura 8: Grafico de líneas sobre consumo por número de integrantes	70
Figura 9: Gráficos sobre percepción del servicio de agua potable en la ciudad de Antofagasta	73
Figura 10: Gráficos de barras para usos de agua	75
Figura 11: Grafico de barras sobre el uso de agua embotellada	76
Figura 12: Grafico sobre percepción de escasez	77
Figura 13: Grafico sobre razones para ahorrar	77
Figura 14: Grafico sobre tiempo viviendo en la ciudad de Antofagasta	78
Ilustración 1: Mapa Aridez Mundial	35
Ilustración 2: Mapa de la distribución de los grupos socioeconómicos en la ciudad de Antofagasta	82
Ilustración 3: Mapa de la distribución de los consumo residenciales de agua en la ciudad de Antofagasta	85
Ilustración 4: Mapa sobre la distribución de las tipologías de viviendas en la ciudad de Antofagasta	84
Ilustración 5: Mapa sobre la distribución del índice de demanda hídrica domiciliario	88
Lista 1: Resumen de preguntas utilizadas en la matriz de datos final. Elaboración propia en base a Encuesta proyecto Fondecyt 1113063, 1 año 2016	125
Tabla 1: Resumen de diferencias entre paradigmas hidricos	24
Tabla 2: Medidas para el manejo de la demanda hídrica	34
Tabla 3: Resumen de las muestras de las encuestas	45
Tabla 4 Estructuras familiares.	49
Tabla 5: Evaluación del consumo domiciliario	53

Tabla 6: Evaluación del nivel socioeconómico	55
Tabla 7: Evaluación de la tipología de vivienda	55
Tabla 8: Evaluación del número de integrantes	56
Tabla 9: Evaluación de la estructura familiar	56
Tabla 10: Escala de Saaty	57
Tabla 11: Resumen método AHP	57
Tabla 12: Evaluación del índice de demanda hídrica domiciliari	58
Tabla 13: Resumen de estructuras familiares	71

RESUMEN

Garantizar el acceso de agua potable para las personas es sin duda uno de los desafíos más importantes de este siglo, esta situación requiere de mayor atención en países que se encuentran en vías de desarrollo puesto que estos ya presentan problemas en la gestión de dicho recurso. Al mismo tiempo, la interrogante sobre los recursos hídricos en todo el mundo se verá agravada a través de los efectos del cambio climático, este hecho, sin duda, tendrá fuertes repercusiones socio-territoriales pudiendo gatillar nuevos conflictos por el agua. Evidentemente, este escenario sin las adecuadas precauciones tendrá fuertes impactos en las sociedades actuales y futuras puesto que las catástrofes inducidas por el cambio climático afectan desproporcionadamente a los más vulnerables.

Este y otro tipo de cuestionamientos instauran la necesidad de poner a las ciudades en un rol muy importante frente al cambio climático puesto que la planificación estratégica de las ciudades debe ser el canal mediante el cual puedan reducirse los riesgos de las sociedades humanas a sufrir catástrofes inducidas por el cambio climático como la escasez hídrica inducida por sequías.

El presente trabajo es un esfuerzo por incentivar mejores prácticas en la gestión hídrica enfocada en los consumidores residenciales, por otra parte, se pretende con este estudio de la demanda doméstica de agua la ciudad de Antofagasta, iniciar estudios para conocer la situación de la demanda hídrica de las ciudades chilenas de climas áridos y así aportar en mejorar la gestión del recurso en ciudades de zonas que podrían verse afectadas por la desertificación como la conurbación Coquimbo-La Serena. En este sentido, se toma la ampliación de la planta la chimba como hito para analizar la demanda doméstica de agua para que en trabajos posteriores se puedan trazar tendencias que permitan predecir la demanda en el futuro, así como influir en la demanda de agua de los consumidores de la ciudad de Antofagasta.

Los resultados muestran que la ciudad de Antofagasta presenta tendencias similares a las presentadas en la literatura especializada: el consumo es liderado por el nivel de ingresos, aunque aquí hay matices que destacar; la influencia de la urbanización y la tipología de vivienda es crucial en el consumo doméstico de agua; los grupos familiares más grandes consumen menos agua, entre otros resultados. Las distintas variables estudiadas son integradas en un índice que permite realizar un análisis más acabado de la ciudad con algunos aportes para los estudios de geografía urbana.

Para finalizar, el trabajo propone una serie de herramientas (como la reutilización de aguas grises) que pueden aportar en la reducción de la demanda de agua y disminuir la necesidad de nuevas fuentes de agua, mejorando la sustentabilidad del recurso y por lo tanto, reduciendo la posibilidad de sufrir grandes impactos frente al cambio climático en la ciudad de Antofagasta.

INTRODUCCIÓN

Seguramente Latinoamérica debe ser en varios aspectos una de las regiones más ricas del mundo, esto porque su grandiosa y basta geografía se conjuga con una gran disponibilidad de recursos naturales y una biodiversidad increíble que hace prescindir de siquiera mencionar el maravilloso caudal de los cientos de pueblos ancestrales que gracias a esta condición se forjaron y que dejaron, tras la masacre que vivieron a manos de los colonos europeos, avances culturales fundamentales para la construcción de la historia de la humanidad.

Actualmente, Latinoamérica sigue siendo un territorio riquísimo en recursos naturales; con una nación que comparte un origen, un presente y un futuro en común; empapada de un sincretismo cultural que, si bien vive subyugado bajo la globalización de los mercados, no olvida, de ninguna manera, sus raíces; cuestión que ha creado un pueblo heterogéneo, distinto en cada esquina de la región. Por otra parte, si bien se reconoce que la política del saqueo europeo ha mantenido, desde la colonización hasta nuestros días, al pueblo latinoamericano sumergido en la pobreza económica, es necesario enfatizar en que el modelo económico de explotación de recursos naturales instaurado durante la última mitad del siglo XX por las naciones “desarrolladas” del occidente en Latinoamérica, ha hecho que la brecha entre ricos y pobres en la región se haya disparado alarmantemente.

Esta desagradable situación, conjunción de la particularidad de cada contexto y un pueblo empobrecido, es aún más angustiante luego de ubicar a Latinoamérica dentro de los efectos del cambio en el clima de las regiones del mundo provocados por el calentamiento de la atmosfera. Esto se debe, por una parte, a que la particularidad de cada contexto obliga a abordarlos desde distintas perspectivas cada vez; por otra parte, los impactos de las catástrofes inducidas por el cambio climático afectan con mayor intensidad a los más vulnerables, hecho que se evidencia en casos como el huracán Katrina que devastó a la ciudad de Nueva Orleans en 2005 o los incendios forestales que golpearon la zona centro sur de Chile en 2017.

Frente a esta delicada situación, instituciones como la CEPAL (2014) señalan que los estados de la región son los encargados en llevar adelante los esfuerzos por reducir los riesgos inherentes de las sociedades a sufrir graves impactos a través de los eventos climáticos que pueden devenir en catástrofes para estas sociedades. A pesar de esto, la misma institución reconoce que estos estados son incapaces de llevar a cabo procesos de adaptación a los cambios climáticos que signifiquen efectivamente la reducción de este riesgo puesto que estos carecen del conocimiento necesario para evitar vicios en la adaptación, no tienen la capacidad ni la voluntad de planificar a largo plazo y son economías que, a grandes rasgos, viven del extractivismo de los recursos naturales.

Dicho esto, es posible mencionar que ciertamente los procesos de adaptación al cambio climático son profundamente importantes para la disciplina de la geografía, tanto que esta debe estar al frente de uno de los campos más importantes de debate instaurados

en los últimos años, fundamentalmente porque los resultados de la interacción entre el conjunto de elementos que significa la adaptación al cambio climático están estrechamente vinculados a la redefinición de la relación entre los habitantes y su entorno, no solo en términos teóricos, sino que también prácticos. Esta última idea es lo que se rescata de Barton (2009) cuando el autor señala que el proceso de adaptación al cambio climático debe ser implementado a nivel territorial mediante la planificación estratégica de las ciudades y sus entornos.

En este sentido, los aportes de la disciplina de la geografía para la adaptación al cambio climático deben ser fundamentales en todo sentido, puesto que probablemente debe no haber otro campo del conocimiento humano que logre comprender un proceso como este con tal integridad, y aquella es una característica que no puede dejar de enfatizarse. Asimismo, esta situación insta al quehacer geográfico a aportar con el conocimiento necesario para que los estados de las regiones en riesgo como Latinoamérica puedan desarrollar procesos de adaptación al cambio climático con mayores niveles de efectividad y evitar que los impactos afecten con mayor fuerza a los más pobres.

De este modo, y asumiendo la responsabilidad que cae sobre la geografía, este trabajo tiene como misión ser, principalmente, un aporte en la discusión sobre la adaptación de las sociedades hacia nuevos esquemas de organización que permita reducir los riesgos intrínsecos en los cambios del clima, toma como objeto geográfico de estudio la ciudad y sus habitantes, pero mirados a través de la demanda de un recurso fundamental para su funcionamiento como el agua; de este modo se logra observar principalmente los patrones de consumo de agua en relación a la posición socioeconómica de las familias de la ciudad, así como la relación entre la tipología de la vivienda y el consumo de agua; este último hecho da la posibilidad de observar los patrones de dispersión de la demanda de agua a lo largo de la ciudad, por lo que permite tener una radiografía de la demanda de recursos en relación a las formas de la ciudad, características fundamentales para la construcción de modelos de gestión de agua más sustentables, cuestión vital para la adaptación efectiva al cambio climático.

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Garantizar el acceso de agua potable para las personas es sin duda uno de los desafíos más importantes que deberá enfrentar la humanidad durante este siglo puesto que la distribución irregular del recurso a lo largo del planeta, la contaminación de las fuentes, la sobreexplotación de recursos, el deterioro ambiental y el crecimiento urbano amenazan con reducir tanto la calidad como la cantidad de agua disponible para completar esta y otras tareas de similar importancia (Gober, 2010; Meerganz Von Medeazza et Moreau, 2007). Esta situación requiere de mayor atención en países que se encuentran en vías de desarrollo puesto que, por una parte, estos ya presentan problemas para administrar los recursos hídricos con los que cuentan (sobre todo al interior de las ciudades), por otra parte, se espera que estas regiones del planeta sean las que mayor crecimiento poblacional y urbano experimenten en este siglo, con lo que la demanda de recursos por parte de estas ciudades se verá intensificada (Gober, 2010; Bouwer, 2002).

Al mismo tiempo, la interrogante sobre los recursos hídricos en todo el mundo se verá agravada a través de los efectos del cambio climático, puesto que se proyecta que el incremento de temperaturas a nivel mundial signifique, entre muchas otras consecuencias, la contracción de las fuentes regulares de agua dulce (IPCC, 2008). Este hecho, sin duda, tendrá fuertes repercusiones socio-territoriales pues esta nueva condición terminaría por gatillar un aumento de episodios de estrés hídrico a lo largo del mundo, o bien, agudizar los actuales conflictos por el agua (Esparza, 2014). Evidentemente, este escenario sin las adecuadas precauciones tendrá fuertes impactos en las sociedades actuales y futuras puesto que las catástrofes inducidas por el cambio climático afectan desproporcionadamente a los más vulnerables (Barton, 2009) lo que conlleva responsabilidades importantes en el incremento del hambre, de la pobreza, las epidemias y migraciones con consecuencias desastrosas entre los pueblos (Camargo et Mariscal, 2009). Este tipo de cuestionamientos y otros hechos, según Barton (2009), instauran la necesidad de poner a las ciudades en un rol muy importante frente al cambio climático puesto que la planificación estratégica de las ciudades debe ser el canal mediante el cual puedan reducirse los riesgos de las sociedades humanas a sufrir catástrofes inducidas por el cambio climático como la escasez hídrica.

A medida que los procesos de migración campo-ciudad comenzaron a hacerse más potentes empujando a las ciudades a crecer, estas se vieron en la necesidad de extender y desarrollar sistemas de gestión de agua que permitieran retirar las aguas servidas y mantener ciertos niveles de sanidad al interior de esta y lograr combatir de manera preventiva epidemias, sobre todo a comienzos del siglo XIX; de la misma forma, la necesidad de controlar la crecida de los cuerpos de agua cercanos a las ciudades en periodos de lluvias o deshielos y, fundamentalmente, proveer de agua para todos los procesos que ocurren al interior de las ciudades, tanto productivos como vitales de la

población que albergan, se convirtieron en asuntos permanentes en el proceso de gestión del agua urbana (Mitchel, 2006).

Tradicionalmente, la respuesta sistemática a la necesidad de más agua ha sido la apertura de nuevas fuentes para cubrir la demanda creciente de la población, no obstante, esta medida ha significado el agotamiento de las fuentes regulares poniendo en jaque la capacidad de la misma para recuperarse; por otra parte, la apertura de nuevas fuentes ha significado un costo tremendo para el sistema de gestión en términos económicos, sociales y medioambientales puesto que este tipo de manejo descansa sobre infraestructura rígida de gran calibre como represas, canales y diques, demasiado invasivos, sin la capacidad de adaptarse a los cambios intrínsecos que experimentan los entornos en los que se instalan teniendo que constantemente añadir una solución ingenieril para evitar el colapso del sistema. En este sentido, se espera que esto que se conoce como la tradicional respuesta ingenieril para la gestión de agua no sea capaz de responder a la problemática expuesta en torno al agua y el cambio climático debido a sus costos y la vulnerabilidad evidente que su rigidez significa (Bahri, 2012; McEvoy et Wilder, 2012).

En respuesta a los efectos adversos que significa esta tradicionalidad frente al cambio climático, diversos autores destacan la necesidad de redefinir los parámetros mediante los cuales se lleva a cabo la gestión hídrica urbana para fortalecer la administración del sistema hídrico frente a los nuevos desafíos que se proponen; estos nuevos bordes deben considerar la implementación de modelos de gestión con un enfoque puesto en planificar la demanda y responder a las necesidades actuales con los recursos que se cuentan, principalmente debido a que estos modelos de gestión pretenden la sustentabilidad y la integración como medidas para reducir la vulnerabilidad intrínseca de los sistemas frente a catástrofes y los efectos del cambio climático, asegurar el abastecimiento para los centros urbanos y reestablecer el equilibrio entre la disponibilidad del recurso y su consumo (Sauri, 2003; Arlosorff 1999; March, 2015).

No obstante, cabe destacar que, si bien se reconoce ampliamente la necesidad de modelos de gestión enfocados en el manejo y la planificación estratégica de la demanda por sobre la ampliación de la oferta, los estados continúan promoviendo soluciones técnicas para resolver cuestiones como la escasez hídrica pues siguen confiando en la misma trayectoria de la respuesta ingenieril para solucionar los problemas actuales y futuros, un ejemplo claro de esta situación es la expansión de la desalación (McEvoy et Wilder, 2012).

Ciertamente esta tecnología posee características que permiten considerarla para solucionar la problemática de la escasez y entregar agua de calidad en entornos urbanos con fuentes insuficientes, sobre todo en contexto áridos y semiáridos del planeta (Meerganz von Medeazza 2005), sin embargo, las externalidades negativas que posee la desalación han sido ampliamente identificadas y expuestas, entre ellas, aumentar la emisión de gases de efecto invernadero y ser una solución técnica-ingenieril para mantener la trayectoria del sistema (McEvoy et Wilder 2012; March, 2015) hecho que

devela la condición de maladaptación que envuelve a la desalación principalmente porque no cumple en reducir la vulnerabilidad de los sistemas humanos y naturales frente al cambio climático (Barnet et O'Neil, 2010).

En este sentido, instituciones como el banco mundial señalan que la desalación solo puede ser considerada luego de que todos los esfuerzos por reducir la demanda hayan sido aplicados y como parte de un plan general de gestión integral de agua debido a que la desalación por sí sola no puede responder a la problemática de la falta de agua sin gatillar problemas en otro sector (Schiffler, 2004; Meerganz von Medeazza, 2005)

En respuesta a esto, autores como March y Sauri (2009) destacan la importancia de contribuir con trabajos empíricos sobre la gestión de la demanda hídrica puesto que estos aportan al desarrollo de estrategias que no signifiquen aumentar la vulnerabilidad de las sociedades frente a las cuestiones hídricas que propone el cambio climático y promueven sistemas más eficientes y sustentables. En este sentido, conocer la cantidad de agua que demandan los distintos actores involucrados es esencial para planes, políticas y estrategias más sustentables en cualquier tipo de manejo integrado de recursos hídricos, fundamentalmente porque es información necesaria para manejar y pronosticar la demanda estacionaria de agua y asegurar la disponibilidad de agua para el consumo de la población (Sauri, 2003; March et Sauri, 2009; Arlosorff, 1999).

El estudio de la demanda hídrica considera tres principales tipos de consumo en orden decreciente: el agrícola, el industrial y el residencial (Kindler, 2010). No obstante, el ahorro o la disminución del consumo doméstico de agua es igual de importante para el futuro, debido a que este hecho puede ayudar a reducir el déficit hídrico, por lo tanto, aumentar la capacidad de regeneración del recurso, haciendo menos necesarias represas e infraestructura de gran escala; además de reducir considerablemente la presión sobre el medioambiente; sin mencionar el ahorro económico que significa, mejorando las utilidades y disminuyendo los costos económicos. Esto vuelve a los habitantes de las ciudades un elemento crucial para el estudio de la demanda de recursos a nivel urbano, puesto que la comprensión de los patrones de demanda de recursos permite idear estrategias para mejorar la gestión y disminuir la demanda urbana de recursos fundamentales como el agua y otros de gran importancia como la energía o el suelo (March et Sauri 2009; Rusell et Fielding, 2009; Kenney 2008; Sauri 2003).

Chile es un país que presenta una alta vulnerabilidad frente al cambio climático, entre algunas razones por tener zonas áridas y semiáridas propensas a la desertificación y diversos episodios de sequías y escasez hídrica que podrían verse agravados por este fenómeno (Ministerio del medio ambiente, 2014); lamentablemente, el desarrollo de literatura en torno a gestión de la demanda de agua y cambio climático en Chile es pobre y los casos están principalmente relacionados a la zona centro del país, fundamentalmente Santiago (Monsalve-Gavilán et al, 2013). Por esta razón se vuelve imprescindible desarrollar estudios en ciudades que se emplacen en el árido clima del norte grande de Chile principalmente porque estas necesitan fortalecer sus sistemas de gestión de agua para responder de mejor manera al crecimiento urbano y las posibles

consecuencias del cambio climático, de la misma forma, servir como experiencia de ayuda para planificar ciudades de zonas semiáridas (como la conurbación Coquimbo-La Serena) que, se espera, se verán afectadas por la desertificación.

Dentro de este contexto destaca la ciudad de Antofagasta, una ciudad del árido norte grande de Chile que brinda oportunidades para realizar cambios y avances en su sistema de gestión hídrico debido a su tamaño (Bahri, 2012) Ha tenido un crecimiento importante desde al menos 20 años de la mano de la minería del cobre (MOP, 2012). La ciudad se ha expandido hacia el norte con una estructura de baja densidad (Decreto 146/2016), y para soportar este crecimiento urbano y dar solución a los problemas de escasez hídrica, en el año 2003 se instala en la ciudad de Antofagasta la primera planta desaladora para consumo humano en Sudamérica llamada La Chimba (Banco Interamericano de Desarrollo, 2003).

La planta desaladora es controlada por la empresa sanitaria Aguas Antofagasta SA; el 94% de los clientes son consumidores domésticos y significan sobre el 90% de la demanda de agua de la ciudad (SISS, 2015). hasta el año 2016 el abastecimiento era cubierto en un 60% por la planta desaladora, sin embargo, durante aquel año se concreta un proyecto de ampliación de la planta para aumentar poco más de un tercio su producción de 600 hasta 850 litros por segundo; la puesta en marcha de la ampliación entra en funcionamiento durante finales del mismo año y termina por cubrir el 80% de la demanda. Se espera que para el año 2020 la alimentación de la ciudad provenga completamente desde la desalación (revista agua, 2016).

La instalación y posterior ampliación de la capacidad de producción de la planta desaladora de La Chimba en la ciudad de Antofagasta es evidencia de la profundización de los modelos de gestión basados en el aumento de la oferta y no en la gestión de la demanda, y como se ha expuesto anteriormente, las ciudades dependientes de fuentes de agua como la desalación son altamente vulnerables al cambio climático sobre todo si se encuentran en regiones áridas o semiáridas, por lo tanto, es urgente que ciudades como esta comiencen a implementar marcos de gestión acordes a su estado administrando de manera sustentable los recursos con los que cuenta y encuadrar la desalación dentro de una gestión mejor programada para evitar sus externalidades negativas y crear mejores condiciones para la adaptación de las sociedades al cambio climático.

A pesar de los cuestionamientos que pueden realizarse sobre la ampliación de la planta desaladora de La Chimba en el desarrollo del sistema de gestión hídrico en la ciudad de Antofagasta, es necesario destacar que este supone un evento importante ya que amplía la disponibilidad de agua en la ciudad, hecho que según Harlan (2009) puede gatillar un incremento en la demanda de agua debido a que los consumidores tienden a requerir más agua mientras más familiarizados estén con ella, lo que conlleva a la necesidad de nuevas fuentes de agua. Por esta razón es que resulta necesario, interesante y provechoso realizar una revisión de los principales rasgos de la demanda hídrica doméstica de la ciudad de Antofagasta durante el año en el que se construye la

ampliación de la planta desaladora (2016) para así contar con información de referencia que permita, entre otras cosas, estudiar su evolución a lo largo del tiempo y trazar trayectorias de demanda doméstica de agua a nivel urbano para crear y aplicar estrategias que permitan reducir el nivel de la misma demanda de recursos hídricos en la ciudad de Antofagasta y así, mediante el uso sustentable del recurso, disminuir la necesidad de fuentes como la desalación, tecnología de doble impacto en las sociedades vulnerables al cambio climático.

Esta investigación será guiada tras la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuáles son los principales rasgos de la demanda hídrica doméstica en la ciudad de Antofagasta durante el año en que se amplió la producción de agua desalada de la planta La Chimba y qué medidas deben ser aplicadas para mejorar la gestión urbana del agua en la ciudad?

La hipótesis de trabajo sugiere que la demanda de agua a nivel doméstico, entendido como grupo familiar, en la ciudad de Antofagasta presenta una cercana relación entre el nivel socioeconómico del núcleo familiar mismo y el nivel de consumo de agua. Así en estos casos, aplicar herramientas de gestión del agua enfocadas en el precio podría ser útil en el caso de Antofagasta.

Por otra parte, esta hipótesis también sustenta la idea de que las viviendas que poseen elementos exteriores como piscinas o jardines del tipo mediterráneo están sujetos a mayores consumos de agua. En este sentido, existiría la posibilidad para Antofagasta de implementar soluciones como la reutilización de aguas grises para el regadío o la aplicación de impuestos a artefactos como piscinas.

Para finalizar, la propuesta de trabajo supone que existe una relación entre la demanda de agua doméstica y ciertos patrones de urbanización característicos de la ciudad de Antofagasta. Este asunto presenta cierta importancia puesto que permite leer desde otra perspectiva en términos de la distribución de la demanda de recursos en la ciudad, lo que otorga la oportunidad de reconocer oportunidades y retos para aplicar otro tipo de herramientas de gestión urbana del agua.

Es pertinente mencionar entonces que este trabajo no busca ser sino otra cosa un aporte en términos de antecedentes para próximas estimaciones y estudios sobre la demanda hídrica doméstica en la ciudad de Antofagasta y para además soportar y alentar cualquier otro caso de estudio que pueda aportar desde la diferencia o la similitud de contextos.

La respuesta a esta pregunta de investigación será resuelta mediante el desarrollo del siguiente objetivo general:

Realizar un diagnóstico de carácter socioeconómico de la demanda doméstica de agua en la ciudad de Antofagasta para julio del año 2016, con el fin de determinar aspectos generales en términos de consumo de agua y hábitos y costumbres en torno a la demanda hídrica domiciliar de la ciudad y proponer medidas para la mejora de la gestión hídrica urbana en el caso de estudio.

Se pretende lograr alcanzar este objetivo general mediante los siguientes objetivos específicos:

- 1- Desarrollar un análisis de carácter socioeconómico del consumo doméstico de agua en la Ciudad de Antofagasta para julio del año 2016, con énfasis en la tipología de vivienda, el número de habitantes por vivienda y las estructuras de las familias.
- 2- Describir la percepción y los hábitos de los grupos familiares de Antofagasta en torno al agua como recurso y la demanda de este en términos socioeconómicos.
- 3- Mediante el desarrollo de un índice de demanda hídrica doméstica, revisar la distribución de la demanda hídrica domiciliaria en la ciudad de Antofagasta y realizar un contraste con la propuesta de densificación del plan regulador comunal de Antofagasta y el nivel de consumo de agua de la ciudad.
- 4- Presentar una serie de propuestas que aporten en la reducción del consumo de agua y en el desarrollo de una mejor gestión de la demanda hídrica domiciliaria en la ciudad de Antofagasta

1.2 ÁREA DE ESTUDIO

La región de Antofagasta se encuentra emplazada en la macro zona del norte grande de Chile, entre el paralelo 20°56' y 26°05' de latitud sur, zona marcada fuertemente por el clima desértico, cuestión que conlleva una gran aridez, una particular biodiversidad y una humedad especialmente baja. Es la segunda en términos de tamaño ocupando el 17% del territorio nacional (sin incluir la antártica) y el cuerpo de agua más representativo de la zona es el río Loa, el más largo de Chile sobrepasando los 440 kilómetros de extensión. En cuestión, Antofagasta es una región curtida por el rigor climático – y es que es justamente aquí donde se encuentra el desierto de Atacama, el más árido del mundo - y la vastedad del territorio, lo que ha determinado que su población se agrupe principalmente en polos dispersos dentro de la región relacionados con la actividad minera ya sea por su explotación o por servicios vinculados a ella como la exportación o almacenamiento de la producción.

La región de Antofagasta está dividida administrativamente en 3 provincias, las cuales se subdividen en 9 comunas: El Loa incluye a las comunas de Calama, Ollagüe y San Pedro de Atacama, y se encuentran hacia el interior de la región; luego, se encuentra Tocopilla que incluye a las comunas de Tocopilla y María Elena, y se halla hacia el sur de la región junto a la costa; y por último, La provincia de Antofagasta con Mejillones, Sierra Gorda, Taltal y la propia comuna de Antofagasta, que a su vez alberga a la ciudad de Antofagasta, capital regional y principal polo de la región. Esta última provincia, al igual que Tocopilla se encuentra junto a la costa, pero hacia el norte de la región (Reportes comunales, 2014).

Para la región, el último censo realizado en el año 2012 cuenta un total de 542.504 habitantes, y el INE proyecta un total de 635.800 habitantes para el año 2020, la comuna de Antofagasta tiene una población de 385 mil habitantes para el año 2013, lo que representa el 2,2% del total del país. La densidad poblacional solo alcanza los 4,3 habitantes por kilómetro cuadrado, de estos el 97,5% vive en las ciudades, dejando a la población rural con solo un 2,5% del total. Cabe destacar que la población rural de la región está caracterizada, en general, por una ascendencia indígena: Atacameña, Quechua y Aimara fundamentalmente.

Se debe mencionar que desde hace algunos años existe un despoblamiento progresivo que afecta a ciertas comunas de la región, principalmente a Tocopilla, María Elena y Ollagüe. Dentro de los motivos fundamentales de este fenómeno se encuentran causas laborales, ambientales y de aislamiento que ha llevado a los pobladores a migrar a otras ciudades de la región, principalmente Calama y Antofagasta. Estas ciudades se han convertido en verdaderos polos de atracción para la población que no solo se mueve desde dentro de la región, sino también desde su exterior, debido a diferentes externalidades que hacen a estas ciudades más atractivas que otras de la región o incluso del país. Esto último ha generado que las dos ciudades citadas alberguen cerca del 80% de la población de la región y que exista una gran población flotante vinculada a ellas además de un creciente fenómeno migratorio con personas viniendo desde países como Perú, Bolivia e incluso Colombia (Reportes comunales, 2014).

Según los indicadores económicos, la región es una de las mejores posicionadas en el país: el ingreso promedio de la comuna supera por sobre \$200.000 el promedio nacional

(\$838.400 y \$563.400); ocupa el segundo lugar del PIB país e índice de competitividad luego de la región metropolitana, primera con menor número de personas en situación de pobreza y primera en índice de igualdad. Esto quiere decir que la región en cuestión es realmente importante en asuntos de producción y generación de riquezas en relación a las otras del país.

Otro dato importante tiene que ver con las prestaciones monetarias de origen estatal que recibió la comuna, monto que se eleva por los sobre 14.800 millones de pesos para el año 2012. Este monto fue dirigido principalmente a la pensión básica solidaria (13.810 casos), el aporte previsional solidario (7.664 casos) y al subsidio al consumo de agua potable, destaca el número de casos que fueron beneficiados los cuales superan los 24.000 (reportes comunales, 2014; Biblioteca del congreso nacional, 2015).

El crecimiento económico se debe principalmente a la actividad minera de la región. Aquí se encuentran en funcionamiento diversas empresas cupríferas de talla mundial, incluida CODELCO, una de las compañías estatales productoras de metal más grandes del mundo. Solo la industria minera representa más de la mitad del producto interno bruto de la región, seguido desde muy lejos la construcción y la industria manufacturera. Por si sola la región de Antofagasta representa el 52% de la producción total de cobre a nivel país, y para el año 2012 sus exportaciones superaron los 26.800 millones de dólares.

Sin embargo, es necesario destacar que la minería no salva a la región de ser una de las peores en términos de encadenamiento productivo e innovación, y su principal actividad está estrechamente vinculada con la coyuntura económica internacional cuestión que vuelve todo el sistema de la región muy vulnerable en términos económicos y por lo tanto sociales, es fuertemente contaminante y dependiente de importaciones de insumos para su funcionamiento. Por otra parte, la minería en la región está estrechamente vinculada con la utilización de dos recursos muy importantes como el agua y la energía: solo la minera utiliza el 70% del agua de la región y un 85% de la energía, la cual es principalmente producida a base de combustibles fósiles, fundamentalmente carbón y diésel.

Esto último ha sido tema de discusión dentro de la sociedad Antofagastina ya que ha puesto en disputa ambos recursos, agua y energía, entre las empresas mineras y la sociedad civil, primero por el sobre uso y abuso que se hace del recurso vital el cual se presenta escaso, y segundo por la naturaleza de la matriz energética que sustenta la producción minera (Larraín, 2006).

En resumen, Antofagasta es una región de características geográficas y climáticas muy marcadas, muchos recursos, de un vasto territorio caracterizados por la aridez y la escasez de agua y de una interesante mixtura en su población. Si bien se presenta con una gran riqueza, atraviesa regularmente por problemas y percances debido a su debilidad en términos de estructura productiva la cual se muestra demasiado dependiente del presente económico y de recursos como la energía y, singularmente, el agua (GORE Antofagasta, 2014).

En otro ámbito, cabe mencionar que la problemática de la escasez en la región de Antofagasta se ve agravada debido a un marco regulatorio e institucional complejo, por el cual el agua en Chile adquiere una valorización económica y no se entiende como un

bien social puesto que (según el código de aguas de 1981) es definida como un bien de consumo que puede transarse en el mercado, dejando a los más vulnerables con pequeñas posibilidades de satisfacer sus necesidades. En consecuencia, el estado chileno no logra responder pronta y eficazmente a los conflictos de escasez hídrica, situación que vuelve al sistema de administración del recurso demasiado débil para dar solución a las problemáticas que se presentan, entre ellas las vinculadas al cambio climático. Por otra parte, la situación de escasez en el norte grande de Chile se encuentra encasillada y supeditada a los regímenes mineros que gobiernan el recurso en la región en desmedro de las necesidades de los grupos humanos que habitan ahí (Larraín, 2006).

El Banco mundial (2011) advierte estas debilidades por lo que promueve y financia iniciativas para superar los desafíos de países en vías de desarrollo como el caso chileno. En este sentido, proteger a los grupos vulnerables, los ecosistemas, mejorar el mercado de aguas chileno y fortalecer la gestión sustentable son ejes importantes para promover una mejor gestión. Estos desafíos también incluyen el fortalecimiento de la Dirección General de Aguas (DGA) y las organizaciones de usuarios para mejor dialogo sobre el recurso.

El estado chileno ha promovido planes para mejorar y fortalecer el manejo del recurso, la mayoría justificados sobre el avance de la infraestructura necesaria para ampliar la oferta y en algunos casos mejorar la eficiencia. La planificación con fronteras de mediano plazo apunta a sostener el desarrollo económico sin actuar sobre la integración y la sustentabilidad. (MOP, 2012). Por otra parte, cabe señalar que la integración de los distintos actores a un proceso de gestión de agua es actualmente imposible en Chile puesto que la regulación del recurso aun presenta muchos desafíos para superar antes de poder avanzar en la integración y permitir una mejor gestión del recurso (Donoso, 2018).

Los efectos del cambio climático sobre territorio chileno son reconocidos: aumento de temperaturas, disminución de la disponibilidad de agua, zonas áridas y semiáridas, desertificación y se espera que los eventos meteorológicos extremos como sequias e inundaciones impacten a Chile en los próximos años, los cuales podrán sentirse en diversos sectores como biodiversidad, agricultura, salud, recursos hídricos y el sector sanitario, infraestructura, energía y turismo entre otros. Las ciudades se verán especialmente afectadas debido a que depende de todos estos sectores; sostienen el crecimiento poblacional y consumen grandes cantidades de agua. Por lo tanto, el avance en la planificación y la gestión de los recursos en este sentido es vital (Claro, 2008; Jadrijevic et al, 2015).

Los avances institucionales del estado de Chile para hacer frente a esta problemática comienzan a desarrollarse en fines del siglo pasado, sin embargo, el trabajo más representativo aparece durante el primero gobierno de Michel Bachelet con una propuesta de Plan de acción nacional de cambio climático 2008 - 2012 (2006). Luego aparece un segundo plan nacional de adaptación al cambio climático en 2014 que tiene como principal objetivo fortalecer la institucionalidad de Chile para responder al cambio climático definiendo un marco conceptual sobre el fenómeno, establece los sectores prioritarios para la adaptación y define acción. Un trabajo principalmente de planteamiento.

Posteriormente, durante el año 2017 aparece un segundo plan de acción nacional al cambio climático. Este plan tiene contempladas acciones más concretas: disminución de los gases de efecto invernadero como principal propuesta de mitigación de los efectos, no obstante, este informe reconoce la pequeña proporción que significa Chile en términos de emisiones. Además, destaca la necesidad de adaptar la sociedad chilena al cambio climático. Las acciones propuestas para la adaptación están enfocadas en reconocer las oportunidades de adaptación mediante la evaluación periódica; reducir la vulnerabilidad a través del fortalecimiento de la institución y el desarrollo de capacidades (Ministerio de Medio Ambiente, 2017).

ÁREA DE ESTUDIO: CIUDAD DE ANTOFAGASTA

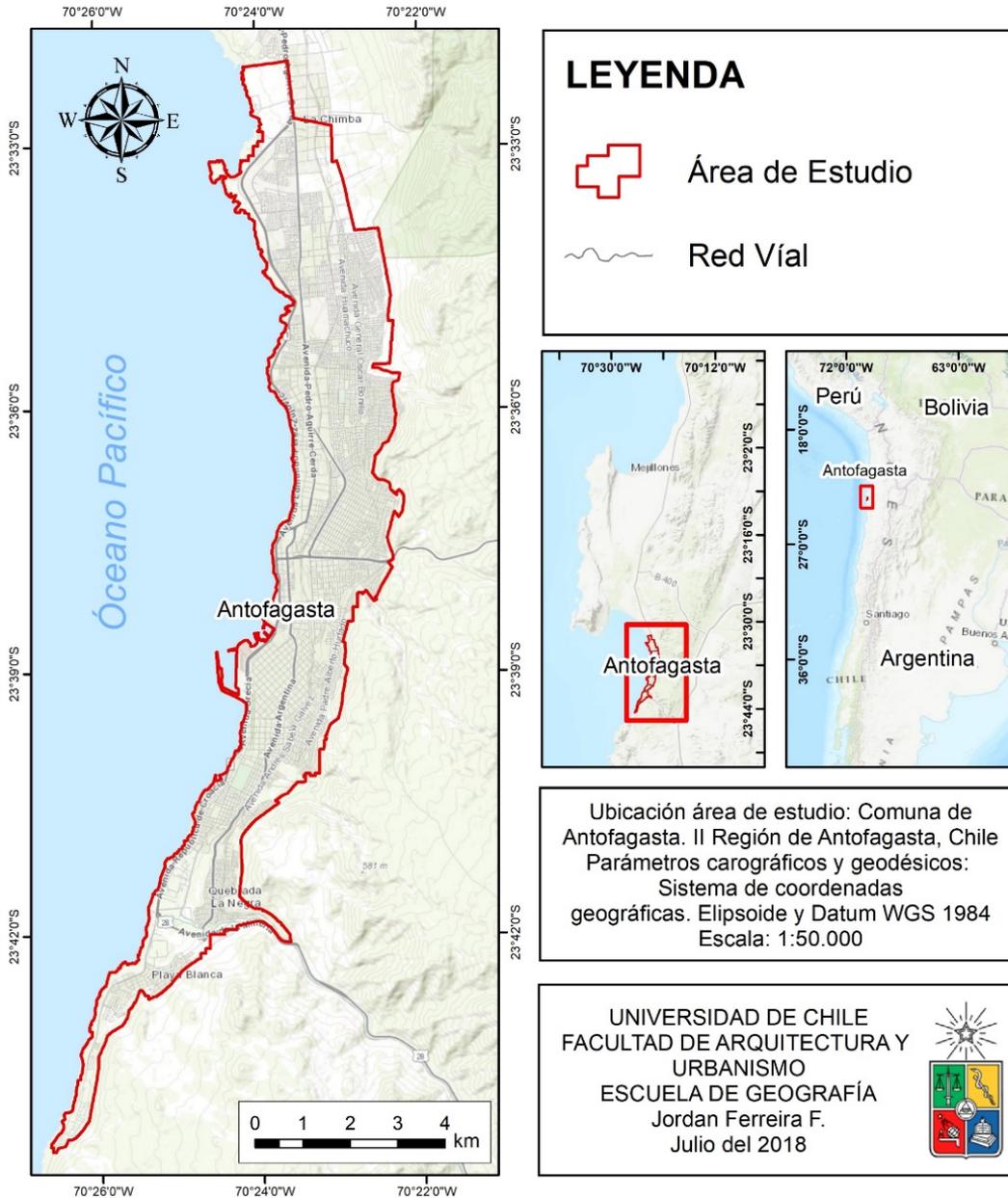


Ilustración 1: Mapa del Área de estudio, Ciudad de Antofagasta.

Fuente: Elaboración propia

2.1 LA EVOLUCIÓN DE LOS PARADIGMAS HIDRÁULICOS EN LA GESTIÓN URBANA DE AGUA.

2.1.1 Paradigma hídrico tradicional

Se entiende por paradigma hidráulico (tradicional) la gestión del recurso hídrico enfocado en el aumento de la oferta de agua mediante la apertura o la búsqueda de nuevas fuentes del recurso como estrategia para satisfacer la creciente demanda. se trata de una planificación centralizada y guiada por el estado que basa su eficacia y eficiencia en estructuras de gran escala como diques, canales y represas, marcos regulatorios estrictos y una elite profesional encargada del proceso de gestión que va desde la captación del recurso, la entrega y la recolección de este luego de su uso para tratamiento y reintegración al ciclo hidrológico (Gleick, 2000).

Este sistema convencional consta de tres partes que tienen cada una como metas (1) asegurar el acceso al agua de la población de las ciudades en constante crecimiento, (2) la infraestructura necesaria para la recolección y tratamiento de aguas servidas y (3) el manejo de las aguas de lluvias para evitar que estas afecten el metabolismo de la ciudad. En este sentido, es posible señalar que este paradigma es calificado como exitoso cuando se ha considerado para entregar agua de calidad, mejorar las condiciones de higiene de la población y luchar contra epidemias y enfermedades presentes en las ciudades desde mediados del siglo XIX en Europa y América. Sin embargo, estas tres partes han sido planificadas y entregadas siempre de manera aislada y poco conectadas entre ellas puesto que las agencias y autoridades involucradas en el proceso de planificación de esta infraestructura y servicios relacionados han estado tradicionalmente dirigidas por políticas desvinculadas entre sí y con diferentes escalas territoriales, teniendo como resultado normativas y legislación negligente que desencadenan problemáticas sociales como la escasez relativa del recurso (Mitchel, 2006; March 2015; Sauri, March et Rico-Amoros 2014; Farrelly et Brown, 2011; Bahri, 2012).

Actualmente este paradigma de manejo de agua y su correspondiente infraestructura está en una encrucijada llena de cuestionamientos debido al costo que significa su efectividad, su performance y su sustentabilidad. Por un lado, la falta de integración impide que el sistema responda a los nuevos retos de las ciudades como el crecimiento de la población, la contaminación y la sobreexplotación de los recursos; por otra parte, la rigidez y el tamaño de la infraestructura vuelven a este sistema vulnerable a las nuevas condiciones propiciadas por el cambio climático debido a que estas estructuras que componen el sistema de gestión del recurso se justifican y funcionan en base a certezas estadísticas que se verán modificadas por el cambio climático (March 2015; Sauri, March et Rico-Amoros 2014; Farrelly et Brown, 2011; Bahri, 2012; Gleick, 2000).

En términos prácticos es posible observar que el paradigma tradicional de gestión de agua en base a la ampliación de la oferta ha estado desconectado de los procesos de la planificación urbana, cuestión que se hace más evidente en los países en vías de

desarrollo donde el crecimiento de las ciudades hacia la periferia no es contenido ocasionando problemáticas de diversa índole que culminan en afecciones para el metabolismo urbano y una disminución en la calidad de vida en esas zonas del exterior de las ciudades; frecuentemente estas zonas pueden carecer de servicios de saneamiento y recolección de aguas servidas propiciando la proliferación de enfermedades que utilizan los medios acuáticos para reproducirse (Bahri, 2012). Esta situación de planificación urbana desconectada del ciclo hídrico y el contexto en el que la ciudad está inmersa también es evidente en ciudades de zonas áridas y semiáridas del mundo donde no se planifica una estructura de abastecimiento y gestión acorde al clima y, por el contrario, se termina repitiendo un modelo que funciona bajo condiciones climáticas distintas; esto sumado al crecimiento intrínseco de las ciudades significa una mayor presión sobre las fuentes regulares de agua ocasionando una disminución en la capacidad regenerativa del recurso, lo que a su vez se traduce en una reducción del recurso en términos de calidad y cantidad. En este sentido, para Gober (2010) el desarrollo sustentable del recurso es imprescindible en ciudades áridas y semiáridas del mundo que buscan resolver esta problemática.

Ampliamente es aceptado que la principal oportunidad para sobrellevar esta problemática presente en el modelo de gestión es realizar un cambio en el paradigma hacia modelos que supongan mayor sustentabilidad del recurso puesto que este tipo de gestión supone una reducción en términos de costos medioambientales, energéticos, económicos y sociales, además de herramientas para enfrentar los retos del cambio climático, el crecimiento poblacional y la contaminación (Gleick, 2000; Mitchel, 2006; March 2015; Sauri, March et Rico-Amoros 2014; Farrelly et Brown, 2011; Bahri, 2012).

Ampliar la oferta mediante nuevas fuentes para responder a la demanda que crece es contraproducente, sin embargo, actualmente los estados siguen invirtiendo en el mismo “*hard system*” de gestión ingenieril que no es capaz de adaptarse a los nuevos e inciertos retos del futuro debido a que funcionan bajo la certidumbre estadística y la respuesta tecnológica, lo que significa una mayor vulnerabilidad de los sistemas ante catástrofes. Esta idea de la tecnología como la solución para todas las problemáticas actuales y futuras solo perpetúa la condición actual para mantener el “*bussines as usual*” impidiendo a las sociedades avanzar hacia sistemas más flexibles que promuevan el aprendizaje y la implementación como herramientas de adaptación a esta incertidumbre climática (Farrelly et Brown 2011; McEvoy et Wilder 2012).

2.1.2 Movimiento hacia un nuevo paradigma hídrico

Este cambio paradigmático ha significado un avance desde un sistema de promoción hidráulica y expansión de la oferta como respuesta a la creciente demandada a un sistema de gestión que pretende responder al problema de la demanda mediante una gestión económica, un uso sustentable del recurso y una forma de gobernanza que comprende la multidimensionalidad del agua y su calidad, aspectos que, por lo tanto, significan un sostén argumentativo de una nueva y necesaria jerarquización de prioridades en el uso del agua (Bahri, 2012; Gleick, 2000; Meerganz von Medeazza, 2005).

En el nuevo paradigma el agua es nuevamente definida para valorizar su significado en distintos sistemas que no pueden conmutar su importancia puesto que todos parecen ser igual de importantes para el desarrollo del hombre. Vale decir, mientras el agua es valorizada en términos económicos en proporción a su aporte al proceso productivo, también recibe una importante connotación como elemento fundamental del ciclo biológico de la naturaleza; del mismo modo y a la misma vez, el agua es repensada y categorizada desde el valor cultural y social que significa en la cosmovisión del humano que la utiliza. (Bahri, 2012; March 2015).

Esto solo puede desencadenar en la necesidad de una integración de todas las valorizaciones del agua disponibles en su gestión y para esto es necesario que todos los actores involucrados puedan incidir en las decisiones desde su nicho, de modo que, el concepto de la integración de los distintos sectores y actores tanto políticos como civiles en la planificación es fundamental en el nuevo paradigma (Bahri, 2012; Sauri, March et Rico-Amoros, 2014; Unesco, 2009; March 2015).

No obstante, para poder realizar esta integración transversal de actores en el proceso de gestión del recurso es necesario que los marcos regulatorios bajo los cuales el estado desarrolla la gestión del recurso se vuelvan más abiertos y flexibles para permitir la participación de todos los sectores en la priorización de los usos y la jerarquización de los consumidores. Esta apertura de marcos regulatorios e integración de diferentes sectores debe resultar en la creación de agrupaciones e instituciones involucrados en una gestión de naturaleza multiescalares asociadas a infraestructura multiescalar que permita la disminución de la vulnerabilidad de los sistemas de gestión de agua demasiado caracterizados por la dependencia en las grandes construcciones como represas, canales y desaladoras (Unesco, 2009; March 2015; Bahri, 2012; Meerganz von Medeazza, 2005).

La base conceptual de este nuevo paradigma lo entiende como un proceso de adaptación mediante la multinstrumentalidad de instituciones e infraestructura a las condiciones del recurso en cada contexto como camino para ajustar los sistemas hídricos de las ciudades a sus realidades particulares. Esta gran cantidad de herramientas deben estar basadas en ciencia sólida y cuerpos técnicos de análisis para proponer estrategias que respondan a la necesidad de suplir la demanda actual y futura. En este sentido, es importante mencionar que una de las principales aristas de este nuevo paradigma es la disponibilidad del recurso para el futuro, por lo que la fortaleza y sus decisiones deben sostenerse bajo la modelación de situaciones, la prevención y manejo de emergencias, análisis estadísticos, participación político-comunitaria, estimación de cambios en los escenarios y la flexibilidad de la infraestructura (Farrelly et Brown 2011; Bahri, 2012; Sauri, March et Rico-Amoros 2014; Unesco 2009; March 2015; Meerganz von Medeazza, 2005).

Global water partnership (2012) desarrolla en base al trabajo de Moddemeyer (2010) y Pinkham (1999) una comparación entre los dos modelos que se presentan de manera resumida destacando algunas diferencias entre ambos en el siguiente cuadro.

Antiguo paradigma	Nuevo paradigma
el agua sigue un camino prescrito desde el suministro hacia el tratamiento y la disposición de los residuos	El agua puede y debe ser reusada tantas veces como sea posible en una secuencia de cascada en cuanto a su calidad
Las grandes infraestructuras son mejores y el sistema de recolección y tratamiento debe ser centralizado	el tratamiento y la recolección debe ser sostenida bajo pequeñas estructuras descentralizadas
El suministro de agua, el manejo de aguas servidas y el drenaje de aguas lluvias tienen diferencias físicas. La integración institucional ocurre por accidente histórico	El suministro de agua, el manejo de aguas servidas y el drenaje deben estar intencionalmente conectados mediante un manejo coordinado
La demanda es única e igual para todos los usuarios y la infraestructura es determinada por la cantidad de agua a la que está acostumbrada la cuenca o región en particular	La demanda es multifacética, por lo tanto, la infraestructura debe ser acorde a esta necesidad
Las instituciones son rígidas y evitan el desarrollo de innovación para el manejo del agua	La innovación es vital y necesaria en todos los aspectos del ciclo de agua urbana.

Tabla 1: Resumen de diferencias entre paradigmas (Fuente: Global water partnership)

Es fundamental que en el contexto urbano los modelos aplicados dentro del nuevo paradigma tengan como meta la maximización de los beneficios económicos, sociales y por sobre todo medioambientales de manera equitativa debido a que sistemas de gestión más sustentables suponen ciudades más amigables, menos contaminantes, menos consumidoras de recursos y más resilientes. En base a esta idea, la planificación de las ciudades debe considerar fundamental la planificación de sus sistemas de gestión de agua teniendo en cuenta las mismas bases que tiene el nuevo paradigma como son la integración de los actores, las múltiples escalas y la flexibilidad para la respuesta a eventos extremos.

Green Cities del banco mundial (2012) señala que hay tres aspectos principales para una buena administración de los recursos hídricos al interior de una ciudad que deben ser medulares durante el proceso de planificación de esta. Por una parte, la importancia de la vegetación autóctona como elemento esencial del paisaje urbano evitando la composición de vegetación foránea la cual puede significar un costo mayor en términos económicos y eco sistémicos. Luego, la cuenca como unidad elemental de administración del recurso hídrico: en los sistemas hídricos naturales la cuenca significa el escenario donde la mayoría de los procesos del ciclo hídrico se llevan a cabo mediante sus interrelaciones, por lo que es importante tener en cuenta a la cuenca misma cuando se busca administrar los recursos de manera eficiente y sostenible, asunto que nos lleva al tercer aspecto señalado por Green cities; La administración propuesta para la

disposición de las ciudades debe ser acorde con la cuenca y no interferir en su funcionamiento desarrollando jurisdicciones que calcen con la forma de la cuenca, de manera que la administración no interfiera con otras cuencas y por lo tanto con otros procesos y comunidades.

2.2 NUEVA CULTURA DEL AGUA A TRAVÉS DEL MANEJO INTEGRADO DE AGUAS URBANAS

La conferencia sobre agua y medio ambiente desarrollada durante enero de 1992 en la ciudad irlandesa de Dublín significó un gran aporte para la nueva comprensión de la multidimensionalidad del agua. En este evento se sentaron las bases de un nuevo paradigma hidráulico mediante la promulgación de los principios de Dublín que proponen, a grandes rasgos, un nuevo entendimiento del agua y su rol en los nuevos desafíos que debe enfrentar el hombre no solo frente al crecimiento económico y social sino también al cambio climático.

Estos principios pueden resumirse en cuatro pilares fundamentales para la nueva gestión del agua (UNESCO, 2003; 2009):

- El agua debe ser manejado de manera holística
- El manejo del agua debe realizarse a través de la gente, por la gente y cerca de ella
- Involucrar a la mujer a lo largo de la gestión del agua
- Habiendo asegurado todas las necesidades humanas básicas, se debe colocar al agua en el mayor rango económico posible que esta tiene un valor económico en sí misma

A partir de aquí, nuevos trabajos sobre política y gestión hídrica se desarrollan con una mirada más holística e integral del recurso que termina por reconocer una serie de nuevos inconvenientes en la gestión del recurso. Vale decir, este nuevo espectro del agua aporta un análisis mucho más profundo sobre la problemática que concierne a los modelos de gestión de agua, por lo que la literatura se va enriqueciendo con trabajos que apuntan a reformular áreas del manejo del agua a nivel no tan solo de ciudad, sino también de cuenca. Estos trabajos presentan diferentes medidas que se deben considerar para mejorar la gestión del agua entre las que se cuenta modificar los marcos regulatorios para hacerlos más participativos y flexibles; es necesario considerar el cambio climático y la rápida urbanización como pilares fundamentales de la cuestión del agua; es necesario manejar el agua de manera holística entre todos los interesados y principalmente con las comunidades de la cuenca; y por último, es urgente producir planes a largo, corto y mediano plazo para hacer frente a estos desafíos que presenta la contaminación y la explotación indiscriminada del recurso, entre otras ideas (Abderrahman, 2000; Scott et al 2013; Ritcher, 2013; UNESCO 2009, 2003; Banco mundial, 2012; Bahri, 2012; Starkl et al 2009; CEPAL 1999; V. G. Mitchell, 2006).

Así, buscando articular una respuesta que pueda fortalecer los sistemas urbanos de gestión hídrica actuales para hacer frente a problemas como la contaminación del agua, el constante crecimiento de la población y las ciudades, además de reducir la

vulnerabilidad de los sistemas a efectos del cambio climático como sequías e inundaciones, distintos planes de gestión en base a esta nueva mirada holística e integral del agua han comenzado a aparecer.

En el año 1993 el banco mundial introduce el concepto de *“Integrated urban water managemment”* o manejo integrado de aguas urbanas con el fin de involucrarse con los procesos de inversión en infraestructura para la gestión hídrica principalmente en las ciudades de países en vías de desarrollo y regiones del mundo donde el agua es un desafío constante. Tras constituir un nuevo cuerpo de herramientas y medidas para optimizar la gestión del agua enfocada en recibir la mayor cantidad de beneficios con la menor cantidad de recursos en contextos urbanos, sin duda este movimiento permite al banco ponerse a la vanguardia del nuevo paradigma de gestión hídrica. (Kindler, 2010).

Este concepto considera importante poner énfasis en el uso final que cada actor da al recurso puesto que esta acción transparenta el proceso de gestión y aumenta la capacidad de respuesta de los involucrados a los cambios que puedan aparecer. Otra cuestión importante en el entendimiento de este nuevo concepto que aborda las debilidades de la gestión tradicional es tener en cuenta que el consumo doméstico significa una porción menor cuando se compara con el consumo agrícola o industrial, no obstante, es importante reconocer que la demanda de agua para el consumo humano es la principal necesidad en las ciudades y que esta se mantendrá siempre en aumento, por lo que la problemática se instala de manera permanente. Además, no perder el foco en esta porción de la demanda de agua global es importante debido a que los avances que se pueden hacer en la disminución del agua consumida es positiva puesto que los beneficios económicos y sociales son incalculables (Kindler, 2010; Bahri, 2012; Domene et Sauri; 2006).

Actualmente El IUWM es un concepto ampliamente aceptado en la literatura vinculada a gestión hídrica principalmente debido a las razones expuestas anteriormente, asimismo cuenta con el respaldo de otras instituciones como la UNESCO y varias publicaciones que entregan lineamientos de cómo practicar una gestión más integral en los contextos urbanos actuales (Banco mundial 2012). En este sentido, el manejo integrado de aguas urbanas está enmarcado en la noción de manejo integrados de recursos hídricos, su objetivo principal es asegurar la sostenibilidad de recurso a largo plazo y se define como *“una planificación participativa y un proceso de implementación basado en ciencia sólida, la cual une a las partes interesada para decidir de qué manera satisfacer las necesidades a largo plazo de la sociedad en cuanto al agua y los recursos costeros mientras se mantiene los servicios ecológicos esenciales y sus beneficios económicos”* (UNESCO, pp 8. 2009).

En el marco de la gestión integral de aguas urbanas este debe ser un proceso flexible, participativo e interactivo que integre todos los elementos del ciclo del agua urbana (suministro, gestión pluvial y manejo de residuos) con el desarrollo urbano y la gestión de la cuenca fluvial para maximizar los beneficios económicos y sociales y medioambientales de manera equitativa. En términos prácticos, estos elementos del ciclo

deben ser administrados bajo cinco aristas que funcionan como lineamientos propuestos para obtener beneficios en sus dimensiones correspondientes: (1) optimización del recurso, (2) manejo de la demanda, (3) acceso al agua, (3) mejora de políticas y marcos regulatorios y (5) aproximación intersectorial a la toma de decisiones (Unesco, 2009).

Según la UNESCO (2009), el manejo integrado de aguas urbanas reconoce una serie de inconvenientes para su avance, destacando los conflictos que se desarrollan en países en vías de desarrollo en regiones áridas y semiáridas entre el desarrollo industrial y los grupos humanos que habitan esos territorios; diferentes agencias estatales con diferentes visiones y/o usos del agua, crecimiento económico estrechamente dependiente del agua, disputas entre privados por el recurso, entre otras situaciones. Estos conflictos sin duda desencadenan en un aumento de la vulnerabilidad de los más pobres frente a la escasez ya sea en términos físicos o económicos, a pesar de esto, se espera que el manejo integrado de aguas urbanas sufra una revolución debido principalmente a la necesidad de superar estos conflictos (Bahri, 2012).

Chile aún se encuentra lejos de poder desarrollar políticas que integren a los diferentes actores y aspectos relacionados no solo al ciclo del agua sino del recurso en su totalidad, esto debido a poseer un cuadro regulador demasiado enmarañado. Según la OECD (2011) Chile presenta una alta complejidad en su institucionalidad gubernamental con respecto al agua siendo el estado con la mayor cantidad de agencias relacionadas al recurso de toda la OECD con 16 instituciones públicas vinculadas de las cuales ninguna es una agencia especializada en la regulación del agua.

Esta misma institución señala que en Chile existen problemas para la integración y una gran diferencia en tres aspectos fundamentales para avanzar en un manejo del agua más íntegro. Por una parte, las instituciones vinculadas al agua no comparten la misma información con respecto al recurso; segundo, las agencias responsables son incapaces de desarrollar diseños o implementaciones acorde al contexto chileno; y, por último, el estado chileno mediante sus instituciones afines carece de conocimiento científico y técnico y de infraestructura vinculada a los actores locales para diseñar e implementar políticas de agua acordes a las necesidades locales (OCDE, 2011).

2.2.1 Manejo de la Demanda Doméstica de Agua

Harlan (2009) sostiene que la demanda de agua debe ser entendida en base a la Economía, la cual define el propio concepto de demanda como la voluntad de los individuos por consumir cierta cantidad de bienes o servicios. En este sentido, el autor propone comprender el fenómeno del consumo desde la teoría marxista la cual señala que, en condiciones de un incremento de los afluentes materiales, los bienes de consumo serán reemplazados por bienes de mayor valor, y que este hecho está estimulado principalmente por un deseo humano de identidad propia y una carrera simbólica por un estatus social; en tanto la prosperidad cree oportunidades, existirá una tendencia a incrementar los estándares de vida por medio de un aumento de las posesiones privadas. Por consiguiente, la población que es exitosa económicamente busca estándares más

altos para suplir sus necesidades básicas, lo cual conlleva la instalación de estilos de vida más lujosos (Harlan, 2009).

Durante el periodo posterior a la segunda guerra mundial, la cultura del consumo privado emergió en el mundo occidental alentando un sobreconsumo de energía y agua, comenzó a crecer la clase media y la vida se vuelca hacia el suburbio con grandes casas de amplios campos de pasto privados para la recreación de las familias. Este contexto se ve coloreado por un sentimiento de competencia social que se visualiza en los adornos que posee el hogar, adornos conseguidos mediante el dinero, cuestión que entrega una gratificación psicológica a los propietarios. Harlan (2009) apoya la idea de que mediante esta competencia por estatus social y gratificación psicológica es que las personas comienzan a consumir más artículos relacionados con el agua: aspersores, jacuzzis, piscinas, etc.

Naturalmente las personas que están acostumbradas a un acceso ilimitado al agua tienen una relación más estrecha con artículos que consumen agua, por consiguiente, más allá de solo cubrir las necesidades básicas, el agua es un elemento vital para sostener la imagen de un estatus social; de hecho, la elección de vivir en casa con un perfil de consumo de agua intensivo les entrega inevitablemente un aire de mayor estatus social. Esto ocurre mientras que existe una menor cantidad de personas que ven el agua un valor medioambiental y un recurso natural escaso, y que por lo tanto tienden a cuidarlo (Harlan, 2009).

La demanda de agua en las últimas décadas ha aumentado debido a que los estándares de vida se han elevado en todo el mundo con modelos habitacionales que intensifican el consumo de agua. No obstante, no solo en el sentido directo del consumo de agua puesto que estos nuevos estándares de vida también exigen mayor energía y mayor cantidad de bienes y servicios que igualmente necesitan de agua para ser producidos. En este sentido, la necesidad de controlar la demanda de agua se vuelve necesaria puesto que la extenuación de las fuentes de agua evidentemente significa una reducción de la disponibilidad de agua lo cual pone en claro riesgo la condición de vida del ser humano, sin siquiera mencionar los riesgos que supone el cambio climático en términos de recursos hídricos. Es indudable, entonces, que la aparición de un concepto como el "*Water demand management*" (WDM) o manejo de la demanda hídrica no puede resultar una casualidad de ninguna manera.

la literatura concuerda en que el sentido medular del manejo de la demanda hídrica radica en la naturaleza instrumental del concepto como una aproximación a la reducción del agua que se demanda para todos los usos posibles. En este sentido, este concepto puede ser entendido como un conjunto de herramientas dispuestas para la reducción del agua que se utiliza en distintos procesos; y si se enfoca principalmente en la demanda de agua en la ciudad podría entenderse como un proceso participativo vinculado al consumidor y el uso final del agua al interior de una vivienda para reducir la necesidad de mayor cantidad de agua (Kindler, 2010; Willis et al, 2011; Domene et Sauri, 2006).

Sin el menosprecio del concierto sobre lo que significa la gestión de demanda hídrica, es importante destacar la definición de Brooks (2006) que si bien no difiere de lo expuesto por otros autores en el sentido de que también se entiende como cualquier acción que permite utilizar el agua de manera más eficiente o disminuir la cantidad de agua necesaria para cumplir ciertas tareas, lo expuesto por este autor tiene la cualidad de poder incluir el concepto de gobernanza en la gestión de la demanda, de tal manera que es posible aproximar el concepto más hacia la gestión participativa de las comunidades y no depositarla sobre herramientas más rígidas como estructuras de precios y cuotas de consumo.

Brooks (2006) sostiene que el manejo de la demanda de agua es un concepto de gobernanza mientras sea necesario gobernar la demanda, tanto en el sentido de moderar como manejar la necesidad de más agua. Su definición por lo tanto se vuelve operacional y descansa sobre cinco componentes para el lineamiento de esta gestión: (1) reducir la cantidad y la calidad de agua necesaria para completar una tarea específica; (2) la naturaleza de la tarea debe ser ajustada para poder ser realizada con menor agua en términos de calidad o cantidad; (3) reducir las pérdidas de la red; (4) acomodar temporalmente los periodos de mayor demanda de agua y; (5) incrementar la posibilidad del sistema a operar en periodos de sequía (pp. 521).

De hecho, el WDM es un concepto enmarcado en el uso sostenible de los recursos hídricos como una propuesta de prácticas para reestablecer el balance entre la disponibilidad de agua y el consumo mediante la aplicación de herramientas tecnológicas, educacionales y/o económicas. Adquiere principal importancia en países en vías de desarrollo debido a cuestiones económicas, al crecimiento poblacional y la presión sobre el recurso hídrico sobre todo en zonas áridas (Sauri 2003; Arlosoroff 1998).

El manejo de la demanda es clave para el nuevo paradigma ya que implica y significa medidas sostenibles en términos sociales y ambientales; cumple un rol fundamental en la reducción de la vulnerabilidad al cambio climático, es necesaria y vital para la planificación de las ciudades y estrategias futuras, vincular a los consumidores con las instituciones y ayuda a reducir costos no solo del tipo económicos sino también ambientales y sociales. (Sauri, 2003; Kim et al, 2010; March et Sauri, 2009; Russell et Fielding, 2009; Bahri 2012; Chang et al, 2010; Kindler, 2010). Por ejemplo, según Zaghani, abrishamchi y ardakanian (2007) una correcta implementación de medidas para reducir la demanda de agua en las ciudades puede traducirse en aplazamiento de hasta diez años en proyectos de trasvase de cuencas.

Para comprender los distintos tipos de demanda utilizamos la clasificación de Kindler (2012) la cual señala que esta se divide entre usos locales (relacionados a los usos eco sistémicos del agua) usos de corriente (generación eléctrica, recreación) y usos de consumo (agrícolas, industriales y domésticos, entre otros). Puede ser entendida en diferentes niveles o escalas: está compuesta en primera instancia de una demanda de nivel nacional; posteriormente viene una demanda de nivel regional donde la unidad de diagnóstico está constituida por la cuenca; luego, el nivel municipal donde se encuentra

el consumo domiciliario, este nivel es la subdivisión de la cuenca en términos administrativos; para finalizar se encuentra el nivel más atómico o la demanda individualizada de industrias, producción agrícola y, por último, la demanda doméstica de agua.

Según donde se produzcan, los consumos domésticos de agua, pueden dividirse en consumos interiores y exteriores. Los primeros son los que se realizan al interior de la morada y se utilizan principalmente para el aseo personal y preparación de alimentos; los consumos exteriores son los que se realizan al exterior de la morada principalmente para el riego de jardines, lavado de autos, piletas y piscinas (Domene, Sauri et Parez 2004).

Si bien es cierto que entre los usos de consumo expuestos el doméstico es el que menos agua demanda en comparación con el industrial y el agrícola, en las ciudades el consumo doméstico es el principal demandante de agua. Por esta razón, las acciones de la gestión de la demanda de agua deben estar enfocadas no solo en gestionar el recurso, gestionar la producción y la distribución de este sino también la aproximación por parte del consumidor a la propia gestión del recurso. Esto vuelve a los consumidores domésticos la clave en la gestión de los recursos hídricos a nivel urbano puesto que es necesario conocer el comportamiento de los usuarios en relación a este bien para lograr aplicar y administrar efectivamente herramientas y medidas acorde al contexto en el que se enmarca cada ciudad (March et Sauri 2009; Rusell, 2010; Kenney 2008; Domene, Sauri et perez, 2004).

2.2.1.1 Factores que influyen en la demanda doméstica de agua

Con el fin de obtener mejores estructuras tarifarias para controlar la demanda de agua, el estudio de los componentes que influyen en la demanda comenzó vinculado a la economía. Posteriormente, y con la consideración de las múltiples dimensiones del agua, nuevos factores que iban más allá de cuestiones económicas comenzaron a integrarse en el estudio con el objetivo de comprender mejor las razones que llevaban a las personas a presentar tal o cual voluntad de consumir.

Estas nuevas dimensiones traen consigo nuevas variables que incluir en el análisis de la demanda final de agua de los consumidores que actualmente pueden ser agrupadas entre tres categorías: variables sociodemográficas como edad de los consumidores, tamaño familiar, estructura urbana y condiciones climáticas, genero, procesos migratorios entre otras variables muy interesantes para la geografía; el segundo grupo está referido a precios, tarifas y sus estructuras de cobro y consumo; mientras que la última categoría está relacionada con la psicología del consumidor y su construcción social sobre el recurso, sus hábitos, percepción tanto de sí mismo como de su entorno y comportamientos en torno al agua (Domene, Sauri et Parez, 2004; March et Sauri, 2009; Willis et al, 2011; Shan et al, 2015; Peters et al, 2016).

A continuación, se exponen las principales variables determinantes de la demanda de agua en base a lo propuesto por Sauri y March (2009) quienes desarrollan una revisión

de estas variables con el fin de sustentar estudios sobre la demanda de agua en términos teóricos y metodológicos. Lo expuesto por los autores es respaldado con trabajos de investigación que estudian y discuten sobre distintas variables y su incidencia en el consumo final registrado.

2.2.1.1.1 Número de habitantes y sus edades

Se reconoce que los residentes son cada vez más frecuentemente vistos como la unidad clave para analizar los cambios en la estructura demográfica y como elemento imprescindible para el análisis de la influencia del hombre en el medioambiente y el consumo de recursos naturales.

Diversos trabajos apuntan a una relación existente entre el tamaño del grupo familiar y el consumo donde se supone que los grupos demasiado pequeños y demasiado grandes son grandes consumidores de agua, esto se explica debido a que en una vivienda donde habita solo una persona el consumo es mayor; cuando hay más personas el consumo tiende a reducirse a medida que el grupo aumenta en número por cuestiones relacionadas a una economía de escala, sin embargo, este beneficio de economía de escala tiende a desvanecerse en algún punto. Por otra parte, el hacinamiento o muchas personas viviendo en espacios demasiado reducidos puede ocasionar un uso ineficiente del agua.

Para la estructura etaria de los residentes ampliamente se ha demostrado que los jóvenes ocupan más agua que los ancianos y que las familias con adolescentes o niños ocupan aún más agua. Las razones han sido profundamente discutidas en la literatura y la principal conclusión apunta a la diferencia de costumbres que cada uno de estos grupos tiene: mientras los jóvenes pueden ocupar más agua en aseo, los ancianos pueden tener más hábitos de ahorro debido a bajos niveles de ingresos, en tanto las familias con niños gastan más agua en lavar ropas y para confeccionar ambientes amigables para ellos como piscinas y jardines con juegos de agua (March et Sauri 2009; Kim 2010; Shan 2015).

2.2.1.1.2 Tipología y tamaño de la vivienda

La literatura concuerda con la influencia de la tipología del hogar en el consumo final, además considera que los elementos pertenecientes al hogar exterior como piscinas y jardines pueden ser factores importantes en el consumo final de agua y que es donde mayormente se puede hallar el ahorro (March et Sauri, 2009).

Wentz y Gober (2007) señalan que existe una relación entre el consumo y el tamaño del hogar; Sauri (2004) también encontró una cercana correlación entre el consumo y el tamaño del hogar, mediante los puntos de consumo que este tenía, sin embargo, la correlación no es tan cercana para explicar el tamaño de la vivienda y el consumo final. No obstante, esto sostiene que la tipología residencial sí está relacionada con la superficie del hogar, y que por lo tanto es posible relacionar el tamaño de la vivienda y el consumo final. Las viviendas plurifamiliares tienen superficies medias de 86 metros cuadrados, mientras que las viviendas unifamiliares tienen una superficie media de 173 metros cuadrados. Para el caso de las viviendas plurifamiliares, el consumo se presenta mucho menor que para los hogares unifamiliares.

Tan importante ha sido la comprensión de este factor que autores como Morote et al (2016) apoya la idea de que los elementos que más consumen agua en el hogar se encuentran al exterior de este, los jardines pueden significar más del 50% del consumo total del hogar. Domene y Sauri (2006) apuntan a que los jardines mediterráneos pueden llegar a representar el 30% del consumo del hogar, y llegar al 50% en épocas de verano.

Harlan (2009) sugiere que en las naciones desarrolladas de occidente el consumo doméstico de agua se divide en partes casi iguales entre el interior y el exterior del hogar. No obstante, en climas cálidos este equilibrio puede romperse y el consumo puede llegar a ser una tercera parte para el interior y dos terceras para los usos exteriores. En tanto, considerando las nuevas tecnologías de eficiencia que se incorporan a los hogares con cada vez mayor frecuencia, se espera que el consumo al interior del hogar disminuya, por lo tanto, el mayor potencial de ahorro se encontrara al exterior.

2.2.1.1.3 Estructura urbana

A diferencia del modelo de alta densidad que se encuentra hacia el centro de la ciudad, la sub-urbanización en la periferia de las ciudades ha traído consigo un modelo urbano conocido como “*urban sprawl*”, el cual se caracteriza por una baja densidad de viviendas con alta presencia de espacios ajardinados. Este modelo de ciudad se ha esparcido enormemente en el mundo occidental, sobre todo en la costa mediterránea de España y Francia, Estados Unidos y Australia, lugares donde los consumos por persona/día pueden superar los mil litros. Para este modelo, las piscinas y los jardines son eslabones medulares en el paisaje y han sido los elementos de mayor difusión dentro de este (Morote 2016; Wentz et gober, 2007).

Ampliamente se ha reconocido la influencia de la forma urbana en el consumo final, en relación a esto, Morote (2016) revisa la estructura urbana y la tipología de vivienda para, en conjunto con los ingresos de los habitantes de las viviendas, analizar las tendencias del consumo de agua en la ciudad de Alicante. Chang (2010) sostiene que la estructura del desarrollo residencial de vecindarios de baja densidad, el tamaño de la manzana y los espacios de esparcimiento están relacionados con el consumo de agua y que el análisis de tamaño barrial es muy importante para encontrar tendencias de consumo en la estructura urbana; El autor cita un trabajo comparativo de Allen (1999) donde se encontró que los consumos son mayores en los barrios de menor densidad. En la misma dirección, Sauri (2003) señala que la ciudad difusa consume más agua la ciudad compacta y que los jardines son elementales en este mayor consumo.

2.2.1.1.4 Nivel de ingresos y educación

La literatura reconoce una relación directamente proporcional entre el ingreso del hogar y el nivel de consumo de agua, y en efecto los hogares de mayor ingreso son los que más consumen más agua. Sin embargo, aún existen discusiones sobre las razones de esta relación (Harlan 2009). Por una parte se considera que la gente con nivel mayor de ingresos ha podido acceder a una mejor educación, tienen mayor conciencia o sensibilidad ambiental, así también viven en casas más nuevas con mayor eficiencia en respecto a los recursos que las casas antiguas, por lo que el consumo debería ser menor;

por el contrario pueden vivir en casas que son más intensivas en cuanto al consumo de agua, con jardines y piscinas, tener mayor cantidad de artículos que consuman agua y estar acostumbrados a estándares de vida más elevados.

En cuanto a la demanda de grupos económicos más bajos cabe destacar que presenta ciertos rasgos de rigidez en el sentido de que las familias más pobres tienen a presentar consumos que no varían según el precio del agua puesto que frecuentemente estos grupos limitan su consumo solo al necesario y estrictamente básico (March et Sauri, 2009; Harlan 2009; Willis et al 2011).

2.2.1.1.5 Precio del agua

El precio del agua yace sobre la construcción ideológica de que el mercado es el mejor instrumento para manejar la eficiencia y la distribución de los recursos naturales, el precio se convierte entonces en el instrumento económico más influyente en el consumo doméstico (Sauri, 2003).

La conclusión de la literatura de este factor es que el precio del agua es inelástico lo que significa que no importa el precio que esta tenga, el consumo tiende a ser igual. Sin embargo, existen unos matices que aclarar: cuando el consumo de agua es estudiado en grupos bajos y medios ingresos existe una elasticidad tendiente a cero, ya que estos se dedican a simplemente cubrir sus necesidades básicas; dicho de otra manera, para los grupos de bajos ingresos, el precio del agua es inelástico; para los grupos de mayores ingresos, se puede apreciar una elasticidad tendiente a uno, ya que estos grupos prefieren disponer de algunos usos cuando el precio del agua se torna mayor. (March et Sauri 2009; Sauri 2003; Willis et al; 2011).

2.2.1.1.6 Componente psicológico y social.

El estudio del componente psicológico y social de la demanda puede generar incontables aportes al entendimiento de este fenómeno, sus patrones y tendencias ya que mientras con más información se cuenta, mejor puede ser la precisión de las herramientas para reducir el consumo. Sin embargo, es necesario constantemente mantener en la mira el ambiente en el que se desenvuelven los consumidores puesto que el contexto siempre es determinante para las costumbres y la percepción de los individuos (De La Cruz y Gray, 2012; Russell et Fielding, 2009).

Gregory y Di Leo (2003) trabajan sobre la percepción del agua, sostienen que los siguientes factores influyen el comportamiento de los consumidores: características demográficas, preocupación o conciencia ambiental, implicancias personales y hábitos y reflexiones. Los mismos autores señalan que las personas propensas a ahorrar agua son jóvenes de mejores ingresos y buen nivel educacional que están constantemente participando de actividades medioambientales; en contraposición se hayan personas de bajos recursos sin tiempo o posibilidades de participar de estas actividades. Se sugiere que los cambios de hábitos se deben hacer sobre costumbres poco comunes o débiles, de esta manera la problemática del agua es introducida en la vida de quienes no tienen propensión a ahorrar.

Otros trabajos destacan detalles tan importantes como conectar a los consumidores con la naturaleza para concientizar el ahorro; entregar mayor información sobre la problemática del agua a las personas ya que estas carecen de fundamentos necesarios. Otro detalle importante tiene que ver con la significancia social del ahorro y la preocupación medioambiental, el compromiso para ahorrar debe ser social puesto que el individuo necesita a la comunidad para expresar y validar su actitud, además, la cooperación y el compromiso son cuestiones medulares para motivar la actitud de los consumidores, es decir, la gente debe confiar en el grupo (De La Cruz et Gray, 2012).

El resultado del estudio de las variables ha permitido el desarrollo de diversas medidas para gestionar la demanda de agua. Sauri (2003) agrupa estas medidas o herramientas principalmente en tres conglomerados: uno, herramientas económicas; dos, de educación y cambio de hábitos; y tres, tecnológicas. Para Kindler (2010), las medidas para el manejo de la demanda caben en 6 categorías resumidas en el siguiente cuadro:

Categoría	Medidas para el manejo de la demanda hídrica
Económicas	Estructuras de precios y niveles; subsidios, impuestos y créditos; prestamos de baja comisión y reembolsos; multas de incumplimiento
técnicas	Sistemas duales para distintos tipos de agua; equipamiento de riego eficiente, cosecha de aguas lluvia y reúsos
Educacionales	Educar, informar preventivamente, campañas de conservación, auditorías hídricas
Regulatorias	Regulación en el uso y consumo; códigos de construcción, para la planificación territorial y para la potabilización del agua
Administrativa Restrictivas	Racionalizar, persuasión moral y reducción voluntaria de los usos
Control operacional	Detección de fugas y reparación; control de presión e infiltración del alcantarillado

Tabla 2: Medidas para el manejo de la demanda hídrica (fuente: Herrington, 2006; World Bank, 1994.)

2.3 LA NECESIDAD DE PLANIFICAR CIUDADES EN CLIMAS ÁRIDOS

La definición de aridez radica sobre una cuestión estadística ya que está descrita como la falta de humedad atmosférica estimada en términos de promedios basados en registros históricos en una región determinada. La distribución de las zonas áridas y semiáridas del planeta se distribuye a lo largo y ancho del globo, por lo que podemos encontrar regiones áridas y semiáridas en las frías estepas del norte en Siberia y Canadá y al sur en la Patagonia latinoamericana; al igual que en zonas cercanas al Ecuador como el Sahara o el desierto de Atacama. Estas regiones áridas cercanas al Ecuador presentan una geografía caracterizada por una baja disponibilidad de fuentes de agua abundante, lo que condiciona totalmente su paisaje, vegetación, fauna y, por supuesto, el desarrollo de la vida humana (UNESCO 2009).

Es posible señalar que las ciudades que se emplazan en regiones de climas áridos y semiáridos cercanos al Ecuador presentan problemas de metabolismo urbano similares a los problemas que tiene ciudades en regiones climáticas más templadas. No obstante, las ciudades de regiones áridas y semiáridas son más frágiles al crecimiento intrínseco que viven puesto que se desarrollan en contextos donde los recursos son limitados, evidentemente, esto termina afectando a la ciudad ocasionando afecciones en el saneamiento urbano, el tratamiento de residuos y la propia gestión de recursos, entre otros. (Alshuwaikhat et Nkwenti, 2002; Gober, 2010).

La cuestión de escasez de recursos en regiones áridas y semiáridas del mundo es un problema puesto que esta es una construcción social y no significa una condición en mi misma presente en la naturaleza; en ese sentido, la escasez significa la ruptura entre la disponibilidad de un recurso para cubrir la demanda y la cantidad de recurso disponible para cierta tarea.

El problema es que la sobre explotación de recursos como el agua en contextos áridos y semiáridos significa la reducción de la capacidad de la fuente para recuperarse lo que determina una contracción del recurso que posteriormente tiene repercusiones medioambientales importantes que afectan el desarrollo de la vida humana.

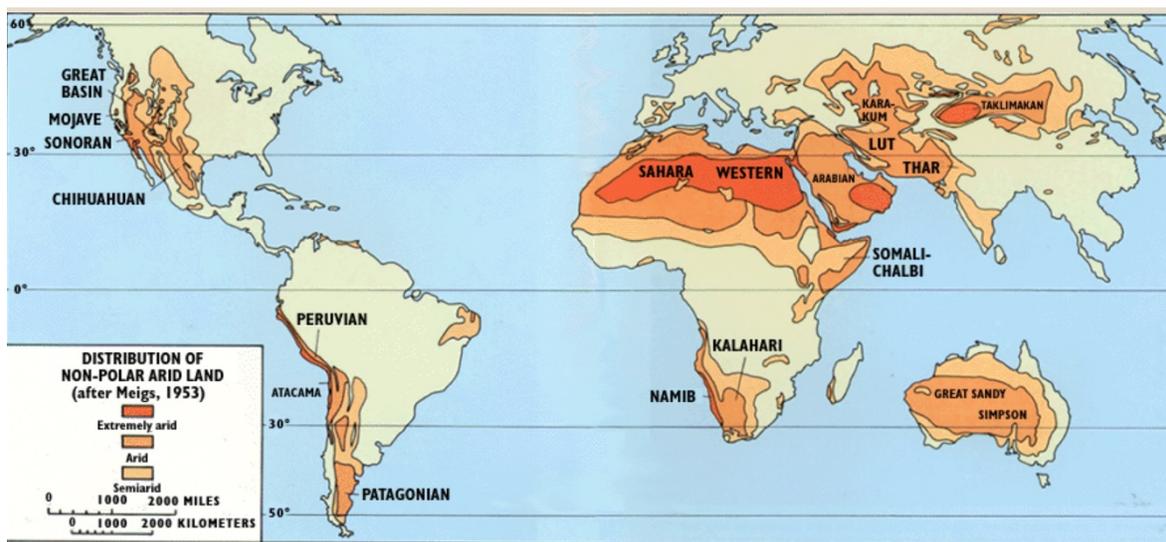


Ilustración 2: Mapa Aridez Mundial. (Fuente: UNESCO 2009)

Dicho de otra manera, la escasez hídrica de una región árida es causada por una incompatibilidad entre la disponibilidad limitada de recursos hídricos y las inadvertidas actividades que el hombre ejecuta en la región. Indudablemente ante los episodios de escasez hídrica la respuesta del paradigma tradicional es la apertura de nuevas fuentes de agua, sin embargo, en los contextos áridos la búsqueda de nuevas fuentes de agua frecuentemente reposa sobre grandes requerimientos energéticos para cumplir la tarea de aportar con nuevas fuentes a la red (Gober, 2010).

Adicionalmente, el agua es un recurso elemental en la producción energética puesto que es utilizado para mover turbinas, enfriar reactores y procesar combustibles fósiles como el petróleo. Este fenómeno de interrelación entre el agua y la energía conocido como el nexo agua-energía es incuestionablemente explícito en las ciudades áridas donde la necesidad de incrementar las fuentes de agua ha vuelto común la desalación, el trasvase de cuencas y el bombeo de napas freáticas, todos procesos que deben ser asistidos por grandes cantidades de energía. El problema de esta situación es que este hecho condiciona el desarrollo de la región en cuestión, puesto que mientras más estrecha sea la interdependencia entre la producción de agua y de energía el sistema, por una parte, se vuelve más costoso social, económica y ecológicamente, mientras que por otra, este se vuelve más vulnerable frente a cualquier catástrofe debido a que la interdependencia y la estrecha cercanía entre los sistemas permite que los problemas presentes en la gestión de uno de ellos repercuta de manera negativa en el otro (Alshuwaikhat et Nkwenti, 2002; Gober, 2010; Meerganz von Medeazza et Moreau, 2007).

La desalación es una muestra clara del nexo agua-energía, pues la producción de agua potable mediante las distintas técnicas de desalación es siempre un proceso muy intensivo en términos energéticos, sin embargo, es una fuente muy expandida en los países del golfo pérsico (ricos en combustibles fósiles), así como en los países adyacentes al Mediterráneo como Israel, Italia y España, en Australia y Estados Unidos. Indiscutiblemente la desalación se ha vuelto muy importante para el desarrollo económico de estos países pues se presenta como una solución técnica para la problemática de la escasez permitiendo la expansión económica al incorporar nuevas fuentes de agua que, como ya se ha explicitado, es vital para distintos procesos industriales, así como el saneamiento urbano. Teniendo esto último en consideración, distintas organizaciones y autoridades sostienen que la desalación es una herramienta técnica capaz de resolver la cuestión de la escasez, no obstante, las externalidades negativas de la desalación son ampliamente expuestas como exacerbar las inequidades existentes entre regiones tras el aumento en los precios del agua, introducir nuevas vulnerabilidades al sistema luego de intensificar el nexo agua-energía, incrementar la emisión de gases de efecto invernadero, inducir el crecimiento urbano, cambiar las relaciones políticas del sector hídrico, la degradación del ambiente marino después de la descarga de la escoria del proceso productivo del agua y nuevos conflictos sociales (Meerganz von Medeazza et Moreau, 2007; Meerganz von Medeazza; 2004; 2005).

A pesar de presenciar la emergencia de este nuevo paradigma hidráulico desde hace al menos 30 años donde la gestión eficiente del agua es más importante que la apertura de nuevas fuentes, la desalación ha sido impulsada desde los estados como otro tipo de propuesta ingenieril que significa el reacomodamiento de los sistemas para perpetuar los modelos de producción y extracción de recursos (McEvoy et Wilder, 2012). Este reacomodamiento de los sistemas no significa de ninguna manera una adaptación del modelo a las problemáticas que significa su intensidad sino más bien un nuevo apéndice que complejiza la estructura del sistema pero que bien le permite seguir funcionando. En este sentido, la desalación se entiende desde la teoría de "*path dependence*" (Nelson et

Winter, 1982) como una clase de medio que permite persistir con el mismo instrumento para solucionar la problemática, no obstante, su funcionamiento fuerza al sistema a permanecer en la misma trayectoria en la que el modelo ha seguido históricamente sin permitirle adaptarse a las nuevas condiciones del entorno en el que evoluciona y por lo tanto volverlo vulnerable a los cambios intrínsecos de los contexto en los que están inmersos.

Por otra parte, la implementación de la desalación desconectadas de los procesos de diseño y planificación de las regiones o ciudades se ha traducido en plantas desaladoras demasiado costosas que funcionan a media capacidad y con un alto impacto ambiental debido al consumo de energías producidas mediante matrices dependientes de combustibles fósiles y la descarga de las escorias del proceso de manufactura de agua. (March, 2015).

Otro antecedente relevante es que muchos países, sobre todo aquellos que se encuentran en vías de desarrollo, no pueden comprar desalación puesto que esta necesita grandes cantidades de capital para ser construidas, sin mencionar el mantenimiento de la planta y el costo que significa la gran cantidad de energía requerida para alimentar el proceso. Esta característica ha vuelto al agua desalada un *commodity* que algunos pueden comprar y otros no. En este sentido, la producción de agua desalada podría desencadenar conflictos sociales como nuevos tipos de escasez; incentivar un crecimiento urbano inapropiado de las ciudades en climas áridos; confrontar regiones productoras con otras regiones consumidoras de recursos pues la desalación podría ocasionar fluctuaciones en el precio de la energía y aumentar las disputas internacionales por el recurso. No obstante, y a pesar de las externalidades negativas y los altos costos que significa la desalación en términos sociales, energéticos y medioambientales, esta tecnología aún posee mucho potencial para ayudar a reducir la escasez hídrica en contextos áridos. Por este motivo, la desalación debe ser propuesta de manera sustentable en conjunto con otras alternativas que integra un plan de gestión que pueda reducir las externalidades negativas del proceso y aportar con nuevas herramientas para el mejor uso del recurso. (March, 2015; Cooley et al, 2006).

En síntesis, es posible sostener que la gestión del agua en las ciudades de regiones áridas y semiáridas del mundo ha sido planificada y desarrollada para sostenerse en base a grandes infraestructuras que han desembocado en un sistema hídrico incoherente con el contexto árido y parece más bien óptimo para una ciudad de otro tipo de clima con mayores recursos hídricos. Vale decir, el sistema de gestión de agua en las ciudades áridas no es compatible con su peculiar característica y por el contrario es una simulación de un sistema de gestión que considera una mayor cantidad de fuentes de agua en el área de la ciudad. Esta incompatibilidad indudablemente incrementa los costos del sistema y su vulnerabilidad ante catástrofes (UNESCO, 2009; Gober, 2010).

Por otra parte, las ciudades que se encuentran en regiones áridas y semiáridas del mundo serán severamente impactadas por el cambio climático, puesto que se espera que estas regiones vean disminuir sus fuentes regulares de agua dulce. Evidentemente,

esta nueva condición del clima posiblemente incrementara la tensión en los casos de escasez hídrica a lo largo del mundo e indudablemente incendiar nuevos casos en otras partes del globo. Esta problemática es aún más sensible en las regiones áridas de países en vías de desarrollo puesto que se espera que estos países sean los que mayores tasas de crecimiento urbano tengan en los próximos años, cuestión que evidentemente repercutirá en el sistema de saneamiento de la ciudad, degradará el medioambiente y su economía, además de incrementar las tasas de consumo de energía en estas ciudades que son frágiles a su crecimiento (Gober, 2010).

Debido a estas razones es que las ciudades de climas áridos y semiáridos de regiones donde las fuentes de agua son escasas deben apuntar hacia la sustentabilidad del desarrollo económico y el consumo de los recursos como la clave para resolver la problemática de la gestión de los mismos y fortalecer los sistemas que permiten el metabolismo de la ciudad de cara a las nuevas condiciones que significa el cambio climático (Alshuwaikhat et Nkwenti, 2002; Gober, 2010).

Ciertamente la sustentabilidad es un concepto que adquiere muchos significados en virtud del prisma con el que se observa, no obstante, el sentido medular de la definición sostiene la idea de establecer modelos de crecimiento económico que permitan responder a las necesidades actuales sin que se sobreexploten los recursos naturales puesto que esto compromete la capacidad del recurso natural para recuperarse y por lo tanto estar disponible para las generaciones futuras. Sin duda, la sustentabilidad también significa un paradigma para enfrentar el futuro de las naciones puesto que permite repensar el crecimiento económico desde los límites que propone la disponibilidad de recursos y no alimentar un sistema destinado al colapso medioambiental. En este sentido, el enfoque apropiado del desarrollo sustentable debe ser una aproximación capaz de abordar en conjunto el flagelo de la pobreza, el crecimiento económico equilibrado y la degradación del medioambiente (Cárdenas 1999).

Sin lugar a dudas, la sustentabilidad hídrica es clave en las regiones áridas para mantener un desarrollo equilibrado con los límites que propone el ambiente en el que se desarrolla la ciudad y así tener garantías en materias tan importantes como el desarrollo económico a largo plazo y un urbanismo que no degrade las condiciones de vida de los habitantes. (Alshuwaikhat et Nkwenti, 2002; Gober 2010).

Una de las claves para impulsar la sustentabilidad que requieren las ciudades de climas áridos es manipular la energía y el agua como recursos vinculados, operados con regulación y planificación integral por lo que ambos recursos deben ser vistos como un mismo sistema. En esta situación, es necesario que las ciudades desérticas eviten transportar agua de mala calidad desde grandes distancias; evitar cambiar la matriz energética desde combustibles fósiles a nuclear porque esta última requiere de más agua y evitar la desalación para aliviar la escasez de agua inducida por el cambio climático (Gober, 2010). y aunque el agua es escasa en estas regiones, poseen abundantes fuentes de energías renovables no convencionales como la geotérmica, la solar y la

eólica que deben ser aprovechadas para mejorar la sustentabilidad de estas ciudades (Alshuwaikhat et Nkwenti, 2002).

Por el contrario, un hecho preocupante cuando se encamina a las ciudades hacia un desarrollo sustentable yacen sobre la inquietud del impacto que podría traer la tan deseada reestructuración en el paisaje político que muchas veces se caracteriza por ser precario, dañar una comunidad móvil – como las ligadas al turismo- o sobrepasar las capacidades de la infraestructura establecida. Por este motivo, el desarrollo sustentable de cualquier ciudad al interior las regiones áridas necesitan un cuidadoso estudio de indicadores que asistan el manejo de la ciudad en la constante diaria; también necesitan desarrollar planes que posean esencialmente componentes socioeconómicos, medioambientales y socioculturales para promover la participación ciudadana la cual es vital para propiciar la regeneración de los espacios urbanos en términos sociales y económicos (Alshuwaikhat et Nkwenti, 2002).

2.4 ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL CONTEXTO URBANO

El efecto invernadero es un fenómeno que ocurre en la tierra causado por un grupo de gases que existen naturalmente en la atmosfera denominado “gases de efecto invernadero”, estos gases generan una capa que no permite que la energía que ha llegado a la tierra proveniente del sol vuelvan al espacio con facilidad, lo que provoca que el planeta se caliente alcanzando una temperatura promedio mayor a la que habría sin este fenómeno.

las masas de aire y los océanos son por esencia transmisores y distribuidores de la energía proveniente del sol, lo que implica que un aumento en la cantidad de energía que estos cuerpos transmiten significa un cambio en la manera en como estos la redistribuyen, este efecto es lo que se entiende como cambio climático, o una adaptación por parte de la tierra a las nuevas condiciones de energía al interior de la atmosfera.

Ciertamente la tierra ha pasado por muchos periodos en los que ha habido variaciones en la distribución, recepción y emisión de energía por distintas razones que van desde movimientos de grandes masas solidas al interior de la atmosfera y alzamientos tectónicos hasta movimientos cíclicos del eje de la tierra afectando los climas globales, es decir, periodos más fríos que se alteran con otros más cálidos de manera natural; por lo que es posible aseverar entonces que el cambio climático en la tierra es una constatación natural, de hecho, desde 1860, cuando comenzó a registrarse la temperatura, esta ha aumentado en promedio entre 0.3 y 0.6 grados Celsius y los cuatro años más calurosos se han registrado después de 1990 (PNUD, 2000).

Esta constatación del fenómeno presenta un inconveniente con respecto al ritmo con el que este cambio natural se va sucediendo ya que hay razones para creer que la acción del hombre ha acelerado el cambio climático puesto que el aumento de la temperatura registrado presenta una cercana relación con el estallido de la primera revolución industrial a comienzos del siglo XIX, hecho que significó un aumento de los gases de efecto invernadero en la atmosfera, especialmente de dióxido de carbono, desde este

punto de la historia la presencia de estos gases ha crecido de manera exponencial debido a la quema de combustibles fósiles como el carbón, el petróleo, el gas y la deforestación para la agricultura (PNUD 2000).

Para abordar este problema, la ONU crea en 1988 el panel intergubernamental sobre el cambio climático (desde ahora IPCC) mediante el programa de las naciones unidas para el medio ambiente y la organización mundial meteorológica buscando obtener una base científica sólida sobre las consecuencias que trae el cambio climático para así instalar la discusión de manera urgente en el concierto internacional y poder tomar prontas acciones para reducir su impacto en los sistemas tanto humanos como naturales (IPCC, 2018).

El IPCC (2008) señala que el cambio climático es un fenómeno que está en proceso y la actividad humana lo ha acelerado, en la misma línea, para el informe Stern (2007) *“el cambio climático constituye una amenaza contra los elementos básicos de la vida humana en distintas partes del mundo: acceso a suministro de agua, producción de alimentos, salud, uso de las tierras y medioambiente”* (Stern, 2007. Pp. 5).

En este sentido, la cuestión del agua del agua ha sido bastante relevante en el concierto global puesto que la falta de acceso a esta es una problemática relevante en muchas partes del mundo que está aconteciendo hoy en día y que se presume aumente con las nuevas condiciones que presenta el cambio climático. Se espera que para el 2100 la temperatura haya aumentado en comparación de 1990 entre 1 y 3.5 grado Celsius, esto traería como consecuencia una elevación de la isoterma cero lo cual dispondría menos agua almacenada como nieve en las montañas y un aumento en la salinidad del mar por lo que la evaporación del agua de este sería más difícil, periodos de lluvias más acotados que podrían significar lluvias más torrenciales o una disminución en ellas, entre otras consecuencias relacionada a las fuentes de agua (IPCC, 2008).

Además del IPCC (2008), otras instituciones como la CEPAL (2014) y el PNUD (2000) advierten que las regiones subdesarrolladas del planeta como Latinoamérica y el caribe son especialmente vulnerables a los efectos del cambio climático puesto que estas regiones son frágiles en términos sociales e institucionales, presentan economías extractivistas de poca especialización, además no poseen ni el conocimiento ni la capacidad política para llevar adelante los requeridos procesos para fortalecer sus estructuras frente a los impactos pueda significar el cambio climático; esta situación, evidentemente, tendrá repercusiones en el desarrollo de las economías que podría llegar a costar cerca del 5% del PIB regional actual, hecho que incidiría en el crecimiento de la pobreza en los distintos países y la pérdida de calidad de vida.

Se considera que Chile es especialmente vulnerable al cambio climático debido a tener zonas propensas a la sequía y la desertificación, áreas de borde costero de baja altura, zonas áridas y semiáridas, zonas expuestas al deterioro forestal, áreas urbanas con problemas de contaminación atmosférica, ecosistemas muy particulares por lo tanto

frágiles; por lo que se espera que los impactos se presenten principalmente en la economía, la biodiversidad, la salud y la sociedad. (Ministerio del medio ambiente 2014).

Los primeros esfuerzos en la institucionalidad chilena por incorporar la problemática del cambio climático, según Barton (2009) se encuentran en el año 1996 con la creación de un comité nacional para el cambio climático, instancia que según el autor *“fue una respuesta en términos de responsabilidad internacional post-Rio y en el convenio marco de cambio climático de la ONU”* (pp. 25); el principal aporte de este comité fue la fundamental tarea de informar sobre la vulnerabilidad de Chile frente a los impactos del cambio climático y establecer un inventario de emisiones de gases de efecto invernadero.

Durante el primer gobierno de Michelle Bachelet (2006 – 2010) se desarrolla el Plan de acción nacional de cambio climático (2008); este documento presenta un diagnóstico de nivel nacional y consideraciones de orden estratégicos para frenar el cambio climático. Es el primero documento que pone énfasis en este asunto a nivel gubernamental. Luego de esto, y para el segundo periodo de Michel Bachelet (2014-2018) el asunto del cambio climático es más presente en su agenda: se crea un plan nacional de adaptación al cambio climático (2014) para comenzar a trabajar de manera institucional en el asunto. Tanto así que el año 2015, el gobierno publica un documento para el acuerdo de Paris 2015¹.

En el año 2017, mientras presidía el gobierno del estado de Chile Sebastián Piñera el estado se publica un plan de acción nacional de cambio climático 2017-2022; el documento principalmente promociona la adaptación de las instituciones estatales para implementar y promover medidas de adaptación y mitigación de los efectos del cambio climático. Es posible notar que los objetivos aún se encuentran en etapas de reconocimiento y no de acción propiamente tal.

Es entonces oportuno señalar que el IPCC (2014) sostiene que estos riesgos e impactos relacionados con el cambio climático pueden ser reducidos mediante el uso correcto de las herramientas disponibles para cada sociedad buscando adaptarse a las nuevas condiciones que presenta el cambio climático, es decir, la propuesta sostiene que la clave para hacer frente al cambio climático es alentar y promocionar la adaptación al cambio climático.

La adaptación está definida por el IPCC (2008) como el proceso de ajuste de las sociedades al clima real o esperado y sus efectos. En los sistemas humanos la adaptación busca moderar o evitar el daño y/o explotar las oportunidades beneficiosas que pueden presentarse en el contexto de cada sociedad, por consiguiente, en algunos sistemas naturales, la acción del hombre podría facilitar el ajuste necesario de algunos ecosistemas hacia el cambio climático. En América latina la adaptación al cambio climático es un tema que no ha sido expandido lo suficiente y las medidas que hasta hoy se toman solo están relacionadas con la contención, mitigación y respuesta a los

¹ Contribución nacional tentativa de Chile (INDC) para el acuerdo climático Paris 2015.

desastres naturales; así también, la renovación de los cultivos mediante recambio de estos o el cambio de tierras (CEPAL, 2014).

En la misma línea, la CEPAL (2014) asume que el reto de la adaptación constituye la necesidad de instalar la discusión sobre los pueblos latinoamericanos, puesto que la región se encuentra muy atrasada en la articulación de propuesta para la adaptación al cambio climático, por lo tanto, debe haber un mayor interés en desarrollar conocimiento científico específico relacionado por parte de las naciones latinoamericanas ya que la falta de este para cada contexto limita las propuestas de acción y las opciones a seguir, principalmente porque las medidas requeridas son difíciles de vislumbrar y la rigurosidad institucional entorpece la capacidad de respuesta frente a los cambios. El aporte teórico para desarrollar mayor seguridad en los sistemas es totalmente necesario, esto ayuda a evitar que las medidas de adaptación al cambio climático en vez de reducir los impactos del fenómeno, pueden aumentar la vulnerabilidad de los sistemas tanto humanos como naturales.

En este sentido, un gran aporte al fortalecimiento de los sistemas es la teoría de la maladaptación, concepto propuesto por Barnett y O'Neill (2010) el cual tiene como base el supuesto de que existen ciertas acciones propuestas como medidas de adaptación al cambio climático que en vez de reducir la vulnerabilidad del sistema en el que se inserta, esta medida por el contrario aumenta los riesgos del sistema a los impactos de catástrofes inducidas por el cambio climático. Para evitar que las medidas de adaptación al cambio climático terminen por incidir de manera negativa en el proceso mismo de la adaptación, estas deben evitar caer en 5 definidas características para cumplir con la idea de una correcta adaptación al cambio climático: (a) aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero; (b) reducción del incentivo a adaptarse; (c) carga desproporcionada hacia los más pobres; (d) alta dependencia de las estructuras actuales y; (e) altos costos de oportunidad.

Los autores utilizan como ejemplo fundamental de esta teoría la desalación como fuente de agua para superar episodios de escasez hídrica, ejemplificando el caso de la ciudad australiana de Melbourne y su sistema de desalación para consumo humano; el argumento principal es que la desalación no cumple con ninguno de los criterios propuestos en el concepto de maladaptación al cambio climático.

Por otra parte, en términos de planificación para la adaptación de las sociedades al cambio climático, según Barton (2009) es necesario considerar el rol que deben cumplir las ciudades cuando estas sociedades presentan una alta urbanización, de hecho en 2005 la urbanización en Latinoamérica ya alcanzaba el 80% (CEPAL 2008). En relación a esto es oportuno mencionar que el proceso de adaptación evidentemente requiere de inserción territorial y sectorial mediante la planificación estratégica de las ciudades y sus entornos, sobre todo en ciudades de países subdesarrollados (Barton, 2009).

En términos prácticos Barton (2009) señala que es necesario integrar el cambio climático en la planificación estratégica de escala regional y local para hacer frente al aumento de

eventos de climáticos que significan un impacto en las sociedades que habitan el territorio como inundaciones, incendios forestales y olas de calor, en fin. Esto es fundamental considerando el caso ejemplificador del huracán Katrina que azoto a la ciudad de Nueva Orleans, puesto que este hecho demuestra que las catástrofes inducidas por el cambio climático suelen afectar con mayor intensidad a los grupos socioeconómicos más vulnerables principalmente debido a que estos suelen ubicarse en zonas de mayor riesgo o de infraestructura insuficiente.

Se destaca la necesidad de realizar constantemente el ejercicio de identificar la capacidad y las oportunidades de cada ciudad para adaptarse sobre todo en términos de procesos de aprendizaje social de la adaptación puesto que los casos pueden ser muy distintos; de cualquier manera, las limitantes como falta de liderazgo político, de inversión a largo plazo y la falta de conocimiento necesario se encuentran en la totalidad de casos (Barton, 2009).

3.1 ÁMBITO DE ESTUDIO

El desarrollo de este estudio se enmarca en el proyecto de investigación número 11130631: “Metabolizando agua de mar, construyendo escasez; los impactos indirectos de la planta desaladora la Chimba en la ciudad de Antofagasta” financiado por FONDECYT entre los años 2013 y 2016, a cargo de PhD María Chistian Fragkou, académica perteneciente a la escuela de geografía de la Universidad de Chile.

El estudio sobre la demanda doméstica de agua en la ciudad de Antofagasta tuvo como principal fuente de información una encuesta aplicada en el marco del proyecto de investigación durante julio del año 2016 en la ciudad de Antofagasta. La información recolectada constituyó una base de datos que luego fue puesta a disposición de los involucrados en el proyecto de investigación. En este trabajo, la base de datos señalada fue depurada y refinada con el fin de obtener solo la información necesaria para desarrollar los objetivos de este estudio, no obstante, la información contenida en la base de datos aún puede aportar mucho en estudios de diferente índole debido al amplio abanico de preguntas y el tamaño de la muestra alcanzada.

De este modo, es preciso señalar la naturaleza cuantitativa de esta investigación, sin embargo, esta característica no debe llamar al cierre a otras miradas metodológicas, sino que debe esperar abiertamente la inclusión de herramientas cualitativas para conservar y avanzar en la integridad del análisis. el mutuo soporte entre ambas clases de herramientas metodológicas es esencial en las investigaciones de ciencias sociales ya que aportan profundidad y consistencia, tanto así que la división entre metodologías de carácter cuantitativo y cualitativo es una separación inútil (Cook et Reichardt, 1986).

Este trabajo tiene como principal fuente metodológica el trabajo desarrollado por Morote, Hernández y Rico (2016) quienes realizan un estudio sobre la evolución del consumo hídrico doméstico en la ciudad española de Alicante entre los años 2000 y 2013 y su relación con la burbuja inmobiliaria española. Esta ciudad de la costa mediterránea española posee un clima árido similar a Antofagasta y un número de habitantes bastante parecido, ha tenido un crecimiento importante de la mano del turismo y el “*Housing*” o segunda vivienda, sin mencionar que posee instalaciones desalinizadoras.

Posteriormente, el autor relaciona esta tipología de vivienda con los ingresos socioeconómicos de los encuestados para realizar un análisis y trazar líneas de tendencias que posteriormente vincula con las fluctuaciones causadas por la burbuja inmobiliaria.

3.2 HERRAMIENTAS

En términos de herramientas pueden ser mencionados la utilización de ordenadores dotados de softwares para la búsqueda de bibliografía, principalmente en un buscador de literatura académica de internet provisionados por Google; mientras que para la

gestión de la bibliografía recopilada se utilizó el programa computacional *Mendeley*. También resulta pertinente mencionar la utilización de programas para la manipulación, modificación y creación de bases de datos como Excel, este programa se utilizó principalmente para trabajar sobre la matriz de datos mencionada y la organización esquemática de la información en gráficos y tablas para interpretación y análisis, también fue utilizado para el análisis jerárquico.

el Software para la gestión de datos geográficos ArcGis 10.2 fue utilizado para la esquematización y espacialización de la información sobre el territorio. El objetivo principal de su utilización estuvo vinculado con la creación de cartografías para la representación del área de estudio y las cartografías de los resultados correspondientes.

3.3 MÉTODOS

El trabajo realizado es principalmente de gabinete puesto que no se participó ni en la elaboración ni ejecución de las encuestas. El trabajo parte con la recepción de la matriz de datos fundamental que confeccionó el equipo investigador, posteriormente el trabajo fue dividido en 6 partes detalladas a continuación:

3.3.1 Primera parte: ajuste a la matriz de datos y filtro de la información

La encuesta realizada en el marco del proyecto señalado tiene la característica principal de poseer una naturaleza de muestreo estratificado, esto significa que la población encuestada es dividida en grupos en base a una característica en particular (como su condición socioeconómica) para conocer su tamaño en el universo total, de esta manera es posible encontrar un número mínimo de muestras que sea capaz de representar al grupo de individuos que poseen esa característica y por lo tanto extraer información

GSE	tamaño	proporción n	95% de confianza 3% de error	95% de confianza 10% de error	Entradas correctas en la matriz de datos
ABC1	6592	0,073	77	95	131
C2	23113	0,25	264	164	234
C3	26830	0,3	317	165	166
D	28260	0,31	327	165	180
E	6104	0,067	71	67 ²	40
n			1056	684	751

relacionada con esa característica (Casal et Mateu, 2003).

Tabla 3: Resumen de las muestras de las encuestas (Fuente elaboración propia)

² Con una confianza de 0,8 y un error del 10% se necesitan 41 encuestas; con una confianza de 0,85 y un margen de error del 10% son 52 encuestas. El número de encuestas con las que se cuenta para el estrato socioeconómico E es de solo 40 encuestas, lo que considerando el universo de las otras encuestas esto podría provocar algunas desviaciones o errores en los resultados encontrados para este sector socioeconómico. Los valores que arrojen el análisis del grupo mencionado serán mostrados sin embargo se considerará la eventual mención teniendo en cuenta el problema metodológico al cual la investigación se enfrenta.

La base de datos sufría de muchas entradas dispuestas de forma aleatoria dentro del orden número que carecían de información o presentaban algún tipo de mutilación, lo que por supuesto incomodaba el análisis de los datos puesto que esto podía influir en la información final sin mencionar que entregaría resultados menos prolijos. Por lo tanto, se decidió eliminar de la matriz cualquier entrada que presentara algún tipo de mutilación, no obstante, los números fueron reajustados para mantener la validez de la encuesta.

El resultado final son 751 encuestas utilizadas como información que compone una matriz de datos que será analizada para intentar encontrar patrones que describan las características de la demanda de agua que determina la demanda hídrica domiciliar. La muestra finalmente dividida por estratos sociales se representa en el siguiente gráfico.

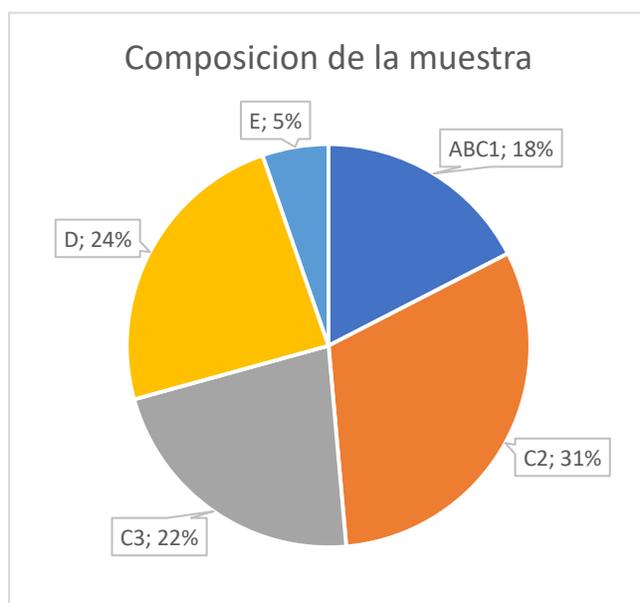


Figura 1 Composición total de la muestra (fuente: elaboración propia)

La propuesta metodológica para este trabajo se fundamenta principalmente en lo expuesto por March y Sauri (2009), Shan (2015) y Peters (2016) quienes dividen los factores determinantes de la demanda en tres grupos: económico, sociodemográfico y psicológicos. En esta parte el trabajo constituye principalmente esfuerzos por depurar la matriz para mantener solo información relevante para el análisis.

Entre la bibliografía revisada es posible notar que dentro de los componentes principales de un análisis de este tipo los elementos fundamentales son el nivel socioeconómico de los consumidores; la tipología de vivienda en la que habitan los consumidores y la estructura familiar. La información contenida en la matriz nos permite abordar estos tres componentes,

por lo que serán los principales indicadores a evaluar junto a los resultados que pueda entregar el análisis descriptivo del componente psicológico de los consumidores.

Para este análisis de los aspectos relacionados a la percepción, usos y hábitos, la descripción se consideró suficiente puesto que evita el compromiso con discusiones en términos que acrecentarían los bordes del trabajo; es una cuestión cualitativa que no es posible evaluar de la misma manera con un índice, por lo que se reduce a una descripción que cierra con algunos vínculos con el consumo observable.

Las preguntas provenientes de la encuesta que fueron seleccionadas están relacionadas con información necesaria para responder a estos determinantes, estas preguntas se encuentran enumeradas en el anexo número 1.

3.3.2 Segunda parte: justificación y articulación de las variables.

El trabajo comenzó con la justificación y explicación de los indicadores que se utilizan para analizar la demanda. Posteriormente, se discute sobre las preguntas seleccionadas en la encuesta para revisar qué aportes realizan sobre la cuestión psicológica de la demanda en el caso de estudio. La información generada en esta parte constituye la base de datos que posteriormente se esquematiza y ordena en gráficos para su análisis.

Indicador n° 1 nivel socioeconómico: la bibliografía señala que el precio del agua es inelástico, por tanto, al aumentar su precio, su demanda no se ve afectada. Sin embargo, esta aseveración tiene matices que precisar, de cualquier manera, a mayor nivel socioeconómico mayor es la demanda de agua.

Para este trabajo, los estratos sociales se caracterizaron en base a la encuesta ADIMARK (2013). La metodología de esta encuesta divide a los grupos en cinco clases sociales partiendo con ABC1 como la clase más acomodada; le sigue la clase C2; C3, D y termina en la clase de menor nivel socioeconómico E. el nivel socioeconómico de cada encuestado fue otorgado en la matriz de datos principal que desarrollo el proyecto de investigación.

Indicador n° 2 tipología de vivienda: los resultados demuestran que existe una relación entre el tamaño de la vivienda y el consumo, así mismo la presencia de elementos exteriores como piscinas y jardines y número de puntos de consumo en las viviendas. Investigadores como Chang (2010) y Morote (2016) señalan que incluso es posible correlacionar el tipo de urbanización con el consumo puesto que a menor densidad de construcción el consumo sería mayor.

Para este punto se utilizó una adaptación de la metodología propuesta por Morote (2016) quien divide a los consumidores primero en base a la forma de su casa y sus ingresos. Para este las tipologías propuestas se elevan a 8 dependiendo de la naturaleza de la construcción y la presencia de elementos exteriores:

- **Casa centro urbano:** las casas que no tienen elementos exteriores. Se incluyen casas en condominios que no tienen pasto, pero si piscina compartida porque se asume que la piscina se cobra en gastos comunes. Además, es posible observar que tienen un consumo similar.
- **Casa separada:** Viviendas con jardín y piscina privados, pueden estar o no en condominios
- **Casas condominio:** Existe una relación entre las piscinas compartidas y los condominios, es decir todos los que declaran tener piscinas para la comunidad declaran vivir en condominios. Aquí entran quienes tienen piscina compartida y pasto. Se cree que el pasto puede estar reflejado en la cuenta del agua, mas no la utilización de la piscina.
- **Casa semiseparada:** Posee algún elemento exterior como piscina privada o jardín, pero no ambos. puede o no estar en un condominio.
- **Bloque de Apartamentos Centro urbano:** no poseen elementos exteriores

- **Bloque de Apartamentos en condominio I:** No poseen jardines, pero si piscina cual pago se considera en los gastos comunes del condominio, conjuntamente, se concentran estratos sociales más altos, esto lo vuelve un grupo particular. La relación entre piscina comunitaria y condominio no es tan estrecha como se justificaba anteriormente, no obstante, este grupo se sustenta en la homogeneidad de sus clases sociales que son principalmente de estratos superiores socioeconómicamente.
- **Bloque de Apartamentos en condominio II:** Piscina para la comunidad y presencia de pasto o jardines, y también se considera que este consumo se paga en los gastos comunes; al mismo tiempo, las personas que habitan en este tipo de vivienda tienen un abanico más amplio de clases sociales cuestión que vuelve interesante este grupo, además la presencia de piscina comunitaria está estrechamente relacionada con el condominio.
- **Bloque de Apartamentos semiseparados:** eventualmente pueden poseer jardines o pasto, pero no piscinas comunitarias.

Indicador n° 3 estructura familiar: la bibliografía sostiene que los grupos etarios más bajos gastan más agua, mientras que los adultos mayores tienen mejores actitudes de conservación y ahorran más.

Si en la familia los adultos de más de 65 años son un tercio o más entonces en esa familia el consumo de se considera ser más bajo que el consumo de una familia donde los mayores de 65 años representan menos de un tercio del número de integrantes. Esto pasa porque en teoría en las familias donde hay un predominio de individuos menores de 65 años son familias que consumen mayor consumo de agua por tener menores hábitos de ahorro y son más propensos a utilizar el agua para crear ambientes para los niños, en cambio los adultos tienen mayores hábitos de ahorro y consumen menos agua porque tienen menor poder de adquisición. Por lo tanto, las familias donde hay muchos niños es posible disminuir el consumo.

Clase social	Estructura familiar
ABC1. Casos totales: 131	Familia de 3 integrantes: 29 casos : 1 niño y 2 adultos
	Familia de 4 integrantes 48 casos: 2 niños y 2 adultos principalmente
	Familia de 5 integrantes 24 casos : 3 niños y 2 adultos
C2: 235 casos	Familia de 3 integrantes 39 casos: 1 niño y 2 adultos
	Familia de 4 integrantes 99 casos: 2 niños y 2 adultos
	Familia de 5 integrantes 51 casos: no hay una combinación principal
C3: 167 casos	Familia de 3 integrantes 24 casos: 1 niño y 2 adultos
	Familia de 4 integrantes 72 casos: 1 niño y 3 adultos; 2 niños y dos adultos
	Familia de 5 integrantes: 36 casos: no hay una configuración principal
D: 180 casos	Familia de 3 integrantes: 17 casos: 1 niño y 2 adultos
	Familia de 4 integrante 62 casos: 2 niños y dos adultos; también se aprecian configuraciones de 1 niño y 3 adultos
	Familia de 5 integrantes: no hay una configuración dominante y todas las estructuras varían
E: 40 casos	Familia de 3 integrantes: 5 casos: 1 niño y 2 adultos
	Familia de 4 integrantes: 18 casos: 2 niños y 2 adultos principalmente
	Familia de 6 integrantes: 6 casos: las configuraciones varían

Tabla 4 Estructuras familiares. Elaboración propia en base a encuesta de proyecto FONDECYT n° 11130631

La matriz de datos entrega información sobre la cantidad de niños, jóvenes y adultos y adultos mayores de una vivienda. Conforme a esto se dividieron los casos agrupándolos por el número de integrantes totales que tenían. Las tres primeras modas fueron seleccionadas por cada estrato socioeconómico. La moda que obtiene la mayor frecuencia se posiciona en el centro de la distribución con los casos ordenados de mayor a menor. Posteriormente, se analiza las estructuras familiares presentes en el grupo de casos pertenecientes a esa moda y se asigna la estructura más representativa del grupo medido en base a las veces que esa composición se repite.

Las dos modas subsiguientes se instalan sobre o debajo de la moda principal dependiendo del número de integrantes que están representen y la proporción entre niños, jóvenes y adultos y adultos mayores de las estructuras presentes en las familias de estos grupos de modas se aplican para todas las que se encuentren alrededor de ellos con frecuencias que los vuelven grupos poco representativos.

Es términos concretos esto significa que todos los casos que presenten número de integrantes mayores o menores a la moda más frecuentada tendrán la misma estructura proporcional de las modas que están más cercanas a ellas. Cuestión que finalmente distingue 3 estructuras familiares: la de la moda principal la cual está determinada por

cierto número de integrantes y sus proporciones; los casos de las otras dos modas que también poseen un cierto número determinado de personas y; las familias que tienen números de integrantes que no calzan en las tres principales modas. Estos últimos constituyen un grupo que adquiere la proporción de las estructuras familiares de modas adyacentes.

Preliminarmente es posible observar que los adultos mayores no están representados de manera significativa en ningún caso, por lo que es posible señalar que todas las familias poseen la capacidad de ahorrar agua.

Indicador n° 4: número óptimo de integrantes: la literatura muestra que los consumos agregados entre varios usuarios tienden a tener un consumo de agua menor, aunque aún no es posible precisar el número óptimo de integrantes al interior de un núcleo familiar donde se encuentre la mejor distribución del consumo, se sostiene que a mayor número de integrantes el consumo es menor.

No hay muchos aportes que pueden encontrarse en la literatura para sostener el número exacto donde el consumo agregado alcanza su menor nivel, sin embargo, Sauri y March (2009) sostiene que en grupos hacinados la gestión hídrica es menos eficiente. Por esta razón, la evaluación del número óptimo de integrantes en un núcleo familiar se resolverá para el caso en cuestión.

La metodología propuesta para esta situación consiste en ordenar las entradas desde las clases sociales más altas hasta las más bajas y posteriormente ordenar de menor a mayor la cantidad de integrantes que registran las familias. Se revisa y anota la frecuencia en la que aparecen los valores para cada registro con tal de observar qué número de integrantes por familia era el que más se repetía y cómo varían los patrones según clase social.

Luego, se vinculó el promedio del consumo doméstico de agua en metros cúbicos mensuales por cantidad de integrantes en una familia y clase económica. Para finalizar se revisó la relación entre el consumo de agua, el número de habitantes para determinar cuál es la cantidad de integrantes que representa el menor promedio de consumo por persona. Esta relación es observada superponiendo el consumo promedio de la clase social para revisar de qué manera el consumo de las familias con determinada cantidad de integrantes se relaciona con el resto del grupo considerando donde está el consumo medio. Encontrar el menor consumo por integrante de la familia debajo del consumo promedio del nivel socioeconómico supondría que ese número de integrantes representa, además, un consumo menor entre sus pares, lo que reforzaría la idea de ser un número de integrantes donde el consumo agregado es bajo para su contexto.

Indicador n° 5 consumo de agua: Se puede analizar en base a litros por persona al día o metros cúbicos consumidos al mes por persona.

Este es un indicador de referencia puesto que se utiliza para materializar mediante un número el consumo de agua. Este consumo de agua es solo la representación numérica

de la demanda, la cual está determinada por una amplia gama de factores. El análisis de estos factores y el entendimiento de las relaciones entre ellos puede entregar pistas que ayuden a comprender la cantidad de agua consumida, es decir, lograr entender el consumo de agua registrado mediante el análisis de los factores que influyen sobre el resultado final es la clave para dividir entre un consumo de una familia rica de 4 personas y una pobre de ocho que podría ser similar sin embargo caracterizado por diferentes componentes.

Esta información tiene como base la declaración de facturaciones de los encuestados. Primero fue necesario corregir el consumo declarado puesto que existe un aporte estatal para familias más vulnerables de la ciudad que cubre una parte del consumo y que finalmente se ve reflejado en las cuentas que pagan. En una pregunta de la encuesta realizada se pidió a las familias declarar si poseían este subsidio, debían señalar en qué tramo³ estaban, y sobre esta declaración se corrige el consumo.

Luego de corregir la declaración de pagos que tiene cada entrada en base a la presencia de uno u otro tipo de subsidios se analizó la estructura de facturación entregada por Aguas Antofagasta S.A donde señalan que el cobro realizado a los clientes se desglosa de la siguiente manera:

- Cargo fijo, con un valor de \$981
- Consumo. Medido en metros cúbicos y con un valor de \$1442.15 para cada metro cubico
- Alcantarillado. Es el cobro que se hace por la recolección y el tratamiento de las aguas servidas. Para estos efectos, el agua consumida es igual al agua que se recoge. Tiene un valor de \$368.2 por metro cubico
- Sobre consumo. Es el valor que adquiere un metro cubico de agua luego de haber superado cierto umbral de consumo. Tiene un valor de \$4308.41
- Grifo. es el cargo que se entrega por la mantención de los grifos públicos. Tiene un valor mensual de \$1770

Con esta información se propone la siguiente fórmula algebraica para conocer los metros cúbicos consumidos en casa caso:

$$m^3 = \frac{\$ - 2751}{1810,35}$$

\$ es el dinero declarado en facturación
2751 es constituido por el cargo fijo y la mantención de grifos
1810.35 es el costo de cada metro cubico de agua

Ecuación 1: Conversión a consumo sin sobreconsumo (elaboración propia en base a facturación de Aguas Antofagasta SA

No obstante, esta fórmula solo puede ser utilizada hasta el umbral de los 40 m³ puesto que luego de esta línea, comienza el sobre consumo. Luego que el consumo supera los

³ El tramo 1 cubre el 50% de la factura mientras que el tramo 2 cubre el 75% de la factura.

\$75165 pesos, cada litro comienza a cobrarse como sobre consumo por lo que la ecuación propuesta no se puede utilizar. Para estos casos se elaboró la siguiente ecuación:

$$m^3 = \left(\frac{\$ - 75165}{4308.41} \right) + 40$$

\$ es el dinero declarado en facturación
4308.41 es el costo década metro cubico de agua
luego de la barrera de 40.

Ecuación 2: Conversión a consumo con sobreconsumo (elaboración propia en base a facturación de Aguas Antofagasta)

De esta manera se obtuvieron los consumos en metros cúbicos de cada hogar. Posteriormente los metros cúbicos fueron convertidos a litros, divididos por 30 para simular un mes y finalmente divididos por el número de habitantes para cada hogar. Esto nos permite obtener el consumo domiciliario de cada hogar, por cada habitante y por cada día. La nomenclatura de consumo litros/per cápita/día se encuentra en varios trabajos revisados (Morote et al 2016; Sauri, 2003).

La ejecución de esta ecuación que convierte los valores de facturación en el consumo de agua de la familia presenta valores que parten desde los 44 hasta los 767 litros por persona al día. Este amplio rango de valores fue agrupado mediante los quiebres naturales de Jenks (1967), esta metodología determina valores que funcionan como paredes para agrupar a los datos que tiene mayor gravitación entre ellos. El uso de esta metodología para determinar los rangos se justifica en una futura espacialización de los datos en cartografías resumen puesto que el principal uso de los quiebres naturales de Jenks se utilizan principalmente en la espacialización de datos estadísticos.

Para valorizar el consumo de agua por persona que se registra en las viviendas de los encuestados se utiliza el índice preparado para la OMS en el informe “*Domestic water Quantity, service level and health*” (Howard et Bartram, 2003) (anexo número 1). El informe muestra los descriptores de nivel de servicio de agua en relación a la higiene, su valorización está dividida en cuatro niveles de acceso desde no acceso hasta acceso óptimo. Esta tabla se utiliza como referencia para determinar rangos de consumo ajustados a los datos de la ciudad de Antofagasta, es decir, los rangos determinados mediante Jenks son evaluados en base a lo propuesto por la OMS.

El siguiente cuadro presenta una escala de evaluación para el consumo doméstico de agua por persona para la ciudad de Antofagasta. Los valores obtenidos según la agrupación por quiebres naturales de Jenks tiene como valor inicial el consumo más bajo registrado, mientras que el valor tope es el consumo más alto registrado en la matriz de datos.

Rango de valores (litros per cápita al día)	Nivel de acceso al agua	Evaluación del consumo
44.5 – 112	Acceso básico	Consumo mínimo
163	Acceso intermedio	Consumo bajo
240	Acceso optimo	Consumo medio
404	Acceso optimo	Consumo alto
706	Acceso optimo	Consumo excesivo

Tabla 5: Evaluación del consumo domiciliario (Fuente: elaboración propia)

Para finalizar esta etapa, toda la información procesada y ordenada de esta manera constituye una base de datos desde donde se consulta la información requerida para el análisis. Esta base de datos contiene la información ordenada de cada encuesta identificada por un folio; cada folio tiene asignado un nivel socioeconómico, una tipología de vivienda, un consumo por habitante, la estructura familiar asignada y el número de habitantes. así también, la información referida a la percepción y los hábitos de los consumidores de la ciudad: preguntas sobre usos del agua, percepción del servicio y la influencia de la planta, entre otras.

3.3.3 Tercera parte: procesamiento de los datos para el análisis socioeconómico del consumo de agua y la descripción de la percepción y hábitos en torno a la demanda de agua según nivel socioeconómico.

Esta parte del trabajo tiene como producto fundamental el procesamiento, análisis y disposición de los datos que permita y facilite la lectura de las tendencias y patrones que puedan presentarse, de tal manera que pueda ser posible reconocer y describir rasgos y características de las familias antofagastinas con respecto al consumo y la demanda de agua.

El trabajo se realiza principalmente en la plataforma del software para análisis de datos numéricos Excel, por lo cual es oportuno mencionar que las principales herramientas utilizadas en el procesamiento de los datos tienen una naturaleza aritmética, como promedios y porcentajes para explicar y ejemplificar la disposición de la información que consta de una serie de diagramas para la demostración de la información producida en base al trabajo con los datos.

Estas figuras se agrupan en dos categorías, cada una relacionada a un objetivo respectivamente, por lo tanto, la primera está relacionada con los indicadores señalados para el objetivo número 1; mientras que el segundo grupo son gráficos relacionados con la percepción y los hábitos concernientes al uso de agua en la ciudad de Antofagasta.

Lista de gráficos desarrollados:

Para objetivo número uno: Análisis socioeconómico del consumo de agua

- Consumo por clase socioeconómica
- Participación en el consumo total por nivel socioeconómico relacionado al tamaño de la muestra

- Consumo por tipología de vivienda
- Representación de cada tipología sobre el nivel socioeconómico en el total de la muestra
- Promedio de consumo por nivel socioeconómico sobre tipología de vivienda
- Participación en el consumo total de cada grupo socioeconómico por la tipología de vivienda
- Consumo promedio por número de habitantes por vivienda
- Estructuras familiares (tabla)

Para objetivo número dos: Descripción de la percepción y hábitos entorno a la demanda de agua

- 4 gráficos iniciales sobre la percepción de más agua; mejor calidad del recurso; mejor servicio de agua potable; efectos negativos causados por el agua
- ¿Utiliza agua potable en las siguientes actividades? Regar, beber, cocinar, aseo
- ¿Utiliza agua embotellada?
- ¿Falta agua en Antofagasta?
- ¿Ahorra agua?
- ¿Hace cuánto tiempo vive en Antofagasta?

3.3.4 Cuarta parte: Índice de demanda doméstica de agua

El desarrollo del objetivo número 3 parte luego de haber terminado el análisis de la demanda en base a las variables seleccionadas para observar el consumo de los residentes de la ciudad, además de haber descrito los hábitos y percepción de cada grupo socioeconómico; esto debido a que esta es información importante para valorar y calificar las características de cada encuestados en el trabajo posterior.

En esta parte del trabajo el producto que se busca generar es una serie de mapas que permitan la lectura y el análisis espacial de la demanda de los sectores de la ciudad buscando comprender qué relaciones pueden establecerse entre la potencia de la demanda en ciertos sectores de la ciudad y la morfología resultante del plano regular comunal instaurado en el año 2002 y sus posteriores modificaciones.

Se espera conseguir determinar la demanda hídrica domiciliaria mediante el desarrollo de un índice que se articulará en base a los 4 principales indicadores mencionados en el trabajo: tipología de vivienda, estructura familiar y número de integrantes y el nivel socioeconómico; el consumo doméstico es un indicador que será utilizado como punto de comparación para determinar si este índice de demanda se condice con un mayor consumo in situ.

El propósito de desarrollar un objetivo de este tipo es servir como una aplicación de la información recolecta en los objetivos anteriores a través de una integración de los conocimientos revisados en el marco teórico. Un índice de demanda hídrica bien puede servir para resumir una serie de variables estudiadas en el consumo doméstico y calificar en base a esto los ciertos tipos de consumidores domésticos o áreas de la ciudad donde merece prestar atención por sus altos o bajos números.

Para este trabajo se integrarán principalmente 4 variables: nivel socioeconómico, tipología de vivienda, número de integrantes del grupo que habita el inmueble y estructura familiar. estas variables son calificadas según su influencia en la demanda final de agua; a continuación, evaluadas mediante el método de Saaty (1980) para determinar el peso de cada variable en la demanda final de agua. Posteriormente los puntajes se ponderan de acuerdo al peso de la variable y se suman las variables. El índice es aplicado para cada entrada o encuestado para finalizar con cartografías que permitan relacionar la distribución del índice y la densidad establecida por el plano regular de Antofagasta con sus últimas modificaciones.

Este trabajo comienza con el desarrollo de 4 tablas de valoración para cada indicador. La escala utilizada va desde un mínimo 0 y llega hasta 10; cada situación fue dividida por el número de opciones para cada indicador, posteriormente se asigna la valorización pertinente dependiendo del nivel de demanda que significa esa condición.

Nivel socioeconómico	puntaje
ABC1	10
C2	8
C3	6
D	4
E	2

Tabla 6: Evaluación del nivel socioeconómico (Fuente: elaboración propia)

la evaluación de la tipología de vivienda se ordena de la siguiente manera teniendo como eje principal el gasto promedio de la tipología

Tipología de vivienda	Puntaje
Casa Separada	10
Casa Condominio	8.75
Casa Semiseparada	7.5
Casas Centro urbano	6.25
Bloque de apartamentos Condominio I	5
Bloque apartamentos semiseparados	3.75
Bloque de Apartamentos Condominio II	2.5
Apartamentos Centro urbano	1.25

Tabla 7: Evaluación de la tipología de vivienda (Fuente elaboración propia)

El número de integrantes se evalúa de esta manera debido a que se encontró que el consumo en grupos pequeños era muy alto perca pita, disminuía durante 3 y 4 personas y en 5 ya era posible encontrar el consumo por debajo del promedio. 6 personas es el número más preciso donde encontrar un consumo menor al promedio en cualquier estrato socioeconómico, luego de este número es difuso determinar si a mayor número de personas el consumo es menor puesto que los datos son irregulares, así que se deja así para evitar problemas y se asume a que luego de las 6 personas el consumo agregado es menor.

Número de integrantes	puntaje
1 – 2	10
3 – 4	8
5	6
6 o más	4

Tabla 8: Evaluación del número de integrantes (Fuente: elaboración propia)

Para la estructura familiar se consideró la relación entre niños, adultos y adultos mayores en la familia, considerando que una mayor cantidad de niños significa mayor consumo, y una mayor cantidad de adultos mayores significa menor consumo.

Estructura familiar	puntaje
2/3 niños y 1/3 adultos	10
½ niños y ½ adultos	8.75
1/3 niños y 2/3 adultos	7.5
Solo adultos	6.25
1/3 niños, 1/3 adultos y 1/3 adultos mayores	5
1/2 adultos y 1/2 de adultos mayores	3.75
1/3 adultos y 2/3 adultos mayores	2.5
Solo adultos mayores	1.25

Tabla 9: Evaluación de la estructura familiar (fuente elaboración propia)

Inmediatamente se evalúa la importancia o peso de cada uno de estos indicadores en la demanda que ejerce una familia; para esto se utiliza el proceso de análisis jerárquico y la escala de valores de Saaty (2008).

Intensidad	Definición	Explicación
1	Igual importancia	Las 2 actividades contribuyen de igual manera al objetivo
2	-	Intermedio
3	Moderada importancia	La experiencia y el juicio favorece levemente a una sobre la otra
4	-	Intermedio
5	Importancia fuerte	La experiencia favorece fuertemente a una sobre la otra
6	-	Intermedio
7	Muy fuerte o demostrada	Una actividad mucho más favorecida que la otra, su predominio es demostrado en la practica
8	-	Intermedio
9	Extremo	La evidencia que favorece una actividad sobre la otra es absoluta

Tabla 10: Escala de Saaty (Saaty, 1980)

Con la escala de Saaty y siguiendo la metodología propuesta para este proceso, se desarrolla la siguiente evaluación de las variables presentada en la tabla siguiente. El análisis jerárquico arroja un 7% de consistencia en la evaluación propuesta para estas variables

	Nivel socioeconómico	Tipología de vivienda	Número de integrantes	Estructura familiar	valor
Nivel socioeconómico	1	3	5	7	55,8%
Tipología de vivienda	1/3	1	3	5	26,3%
Número de integrantes	1/5	1/3	1	3	12,2%
Estructura familiar	1/7	1/5	1/3	1	5,7%

Tabla 11: Resumen método AHP (fuente elaboración propia en base a Saaty, 1980)

Ya habiendo evaluado el peso de cada variable o indicador en la demanda final, se procede evaluar las características de los encuestados en la base de datos mediante la siguiente fórmula de elaboración propia.

Índice de demanda hídrica

$$= (NSE * 0.558) + (TdV * 0.263) + (Nint * 0.122) + (EstFam * 0.057)$$

Donde:

- *NSE* es el puntaje correspondiente al nivel socioeconómico
- *TdV* es el puntaje entregado por tipología de vivienda
- *Nint* es el puntaje entregado por número de integrantes en la vivienda
- *EstFam* es el puntaje entregado por estructura familiar

El resultado del índice de demanda hídrica domiciliaria presenta los siguientes valores ordenados en la siguiente tabla desde una menor a una mayor demanda.

valor	Nivel de demanda
3.6 – 4.8	Demanda baja
4.8 – 5.8	Demanda media
5.8 – 6.8	Demanda media-alta
6.8 – 8	Demanda alta
8 – 9.6	Demanda excesiva

Tabla 12: Evaluación del índice de demanda hídrica domiciliaria (fuente elaboración propia)

3.3.5 Quinta parte: articulación de las cartografías

El trabajo relacionado a esta parte tiene como producto final una serie de cartografías para la representación espacial de los datos del índice articulado para contrastarlo con ciertas disposiciones de la normativa que regula la densidad de la ciudad. Así también, se pretende desarrollar otras cartografías para representar espacialmente los datos relacionados al consumo, la tipología de vivienda y el nivel socioeconómico; todo esto justificado sobre la importancia que tienen estas variables en la demanda hídrica. Obviamente se espera que estas cartografías también sean una perspectiva para analizar las dinámicas de la ciudad en torno al consumo de agua por parte de las familias antofagastinas y así comprender más profundamente la demanda domiciliaria de agua en la ciudad.

Es necesario señalar que información como estructura de la familia y cantidad de habitantes por inmueble no fue representada porque, si bien es información relevante e interesante de observar, la presentación de la información en términos espaciales sería muy compleja; por otra parte se considera que el exceso de información podría eclipsar puntos fundamentales del trabajo que ya son suficientemente evidentes con el trabajo que se presenta, por ejemplo, la relación entre el nivel socioeconómico y el consumo de agua.

Los datos de cada encuestado contenían un folio identificador con el cual se realizó una unión para unificar la base de datos creada y cada punto referenciado con la dirección que el encuestado aportó. Posteriormente, la información en formato *shapfile* sobre el plan regulador comunal de Antofagasta fue obtenida en la página del ministerio de bienes nacionales⁴. En términos generales, el trabajo propiamente tal realizado mediante el software mencionado estuvo relacionado con la esquematización y representación espacial de la información en cartografías para poder describir y analizar patrones espaciales como tendencias o concentraciones que pudieran identificarse, por lo cual, no es necesario mencionar alguna herramienta o metodología especial que se pudiera haber utilizado.

Las cartografías están principalmente enfocadas en representar las demarcaciones de la ciudad de Antofagasta, superficie que recuerda los límites del área de estudio. Luego, la ciudad esta subdivida en 6 sectores nombradas desde norte a sur como: La chimba, Nicolás Tirado, Salar del Carmen, Casco Central, Gran vía, La negra Coloso.

El resultado de este trabajo son un producto de 4 cartografías, todas con una versión acercada al norte, otra versión acercada al sur y una completa, enumeradas en la siguiente lista:

- índice de demanda hídrica domiciliaria
- consumo en litros per cápita por día
- tipología de vivienda
- Nivel socioeconómico

Para finalizar esta parte y cerrar el objetivo número 3, se realiza una descripción de los hallazgos y aspectos generales, relaciones entre variables, entre la demanda y el plano regulador comunal de la ciudad de Antofagasta

3.3.6 Sexta parte: objetivo número cuatro y cierre de la investigación

El producto esperado de esta parte es una serie de medidas propuestas para aportar en el manejo de la demanda y la reducción del consumo en la ciudad de Antofagasta. Esta parte recopila los hallazgos anteriores en este estudio y presenta en base a ellos una serie de posibles herramientas o planes que pueden aportar en la reducción del consumo de agua en la ciudad.

Si bien los tipos de herramientas para el control y la gestión de la demanda hídrica domiciliaria fueron abordados en el marco teórico, la importancia que se impuso en este ámbito no fue tan profunda y la revisión de esta parte de la teoría no es suficiente para abordar esta parte puesto que es necesario un mejor manejo de experiencias internacionales y aplicaciones empíricas o prácticas de estas herramientas. Por lo tanto, esta parte contiene una nueva revisión de trabajos que aporten en el mejor entendimiento y conocimientos de estas herramientas o propuestas.

⁴ Infraestructura de datos geoespaciales de Chile <http://www.ide.cl/>

De la literatura revisada se escogieron ejemplos de zonas del mundo áridas, semiáridas o de climas mediterráneos para que puedan aproximarse en algún sentido al caso estudiado. Con esta información se desarrolló primeramente una introducción que aporte en el entendimiento de este tipo de gestión; posteriormente una revisión por cada herramienta o propuesta. Para finalizar, propuestas innovadoras y comentarios globales.

Luego de haber revisado los resultados e identificados los hallazgos importantes se procede a redactar un apartado de conclusiones generales del estudio que, por lo tanto, describa un diagnóstico de la situación de la demanda hídrica residencial de la ciudad de Antofagasta para julio del año 2016.

Para cerrar este trabajo se propone una discusión que tensione los encuentros entre la línea teórica que sustenta este trabajo y los hallazgos resaltados. Esta discusión también tendrá aportes desde los impedimentos o problemas metodológicos que acompañaron este estudio como recomendaciones y anotaciones para evitar en posteriores trabajos.

Esta discusión busca contrastar el diagnóstico efectuado sobre Antofagasta y otras situaciones estudiadas alrededor del mundo.

4.1 OBJETIVO NÚMERO 1: ANÁLISIS SOCIOECONÓMICO DEL CONSUMO DE AGUA EN LA CIUDAD DE ANTOFAGASTA

El consumo doméstico de agua va disminuyendo a medida que el nivel socioeconómico avanza hacia estratos más bajos, por lo que es posible señalar que las clases sociales más acomodadas consumen más agua per cápita mientras que las clases más bajas presentan consumos menores. Los grupos familiares del segmento ABC1 consumen sobre 180 litros diarios por persona, las personas que pertenecen al estrato socioeconómico más bajo denomina E, consumen 152 litros per cápita diarios lo que muestra una diferencia de casi 30 L/D/P.

Cuando se observa la tendencia con que los valores de agua consumida cambian entre los grupos socioeconómicos no es posible determinar algún patrón claro que pueda entregar mayor información acerca de la evolución o el comportamiento de la demanda de agua residencial en relación a la posición social, vale decir que, si bien el consumo disminuye en tanto el nivel socioeconómico disminuye, no existe un patrón de decaimiento constante.

No obstante, analizando la distancia que existe entre cada grupo socioeconómico, medida en litros de agua, es posible determinar una existencia de dos agregados: uno que incluye a los dos primeros grupos socioeconómicos y, luego de una distancia de 14 litros, un segundo grupo que reúne a los estratos socioeconómicos C, D y E.

Por otra parte, constituir una línea divisoria a la altura del consumo promedio de la ciudad que alcanza los 168 L/D/P, nos permite volver a dividir los estratos socioeconómicos en dos grupos los cuales coinciden con la descripción anterior, puesto que el consumo de los dos primeros estratos socioeconómicos supera el consumo promedio de la ciudad, mientras que los tres restantes se mantienen en el segundo grupo. Esto podría sugerir que los encuestados agrupados en un conjunto u otro puedan presentar patrones de demanda de agua similares.

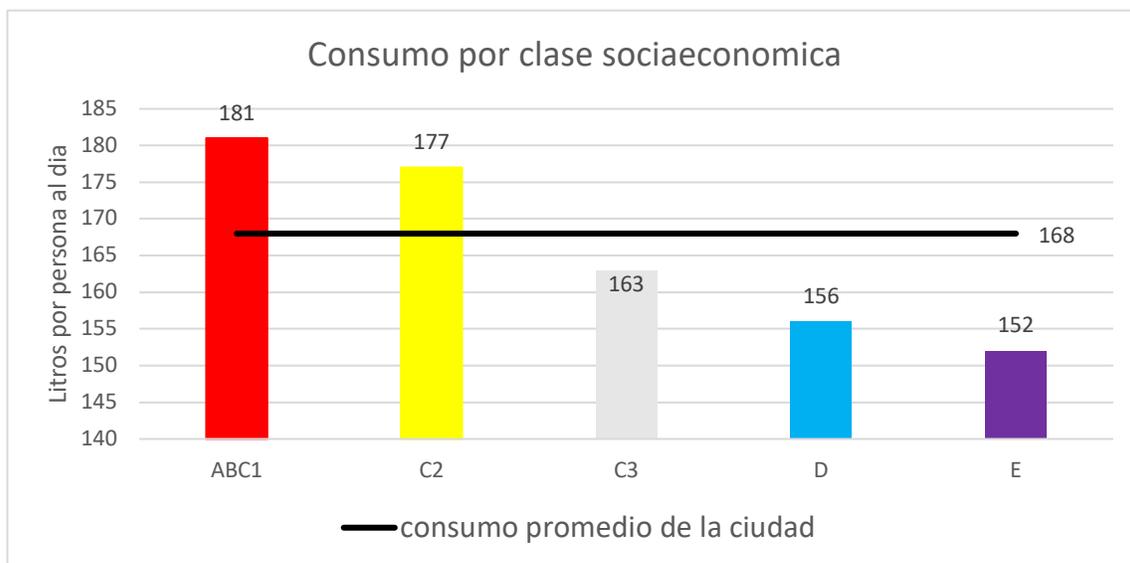


Figura 2: Gráfico de barras sobre el promedio de consumo por clase social (fuente: elaboración propia a partir del proyecto FONDECYT 1130631)

Cuando se analiza el peso de cada estrato socioeconómico en el consumo final, es posible observar que el consumo de las clases sociales que superan el consumo promedio significan 4 puntos porcentuales más que su peso en la muestra total puesto que ABC1 y C2 en conjunto el 52% del consumo y son el 48% de la población. En contraparte, Los grupos inferiores tiene consumos muy cercanos a su peso en la muestra, por lo que es posible señalar que existe una franja de consumo que es posible reducir en la ciudad sin perjuicio del real valor que esta reducción pueda significar.

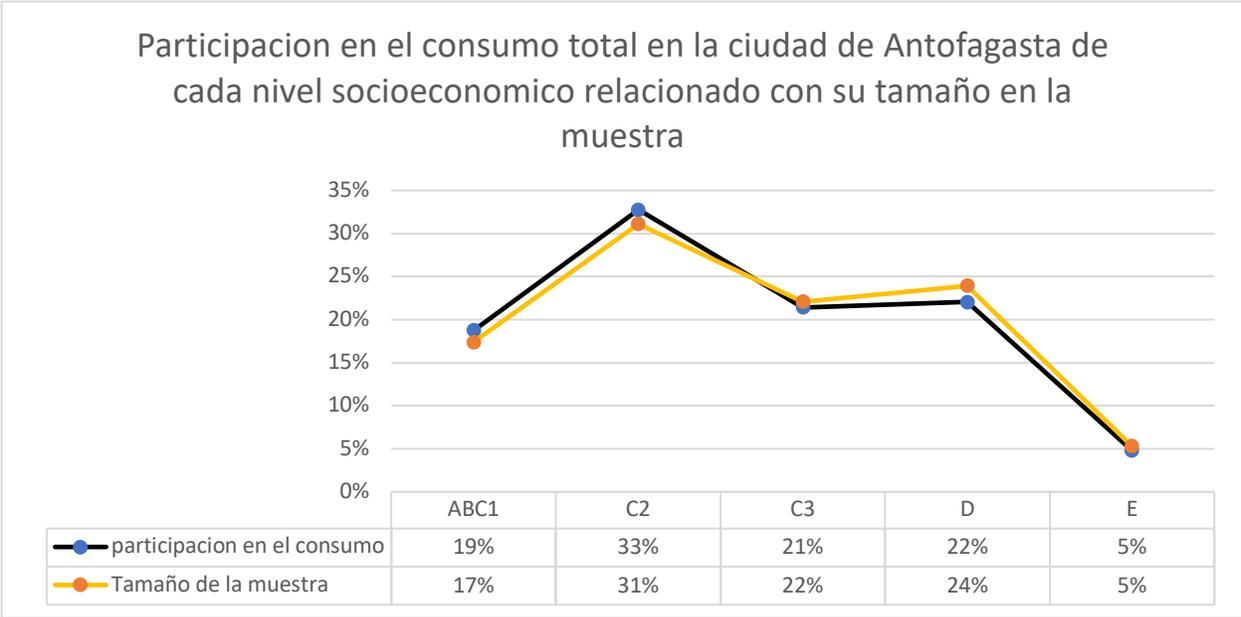


Figura 3: Gráfico de participación en el consumo total por cada nivel socioeconómico. (Fuente: fuente elaboración propia a partir del proyecto FONDECYT 1130631)

En base a estas observaciones es posible declarar que los grupos socioeconómicos superiores consumen más agua que el resto. Esto se condice con lo expuesto en la bibliografía, lo cual sugiere que el consumo de agua de una familia mejor posicionada socioeconómicamente es superior puesto que sus casas probablemente posean mayor número de puntos de consumo y mayor cantidad de artefactos que utilizan agua.

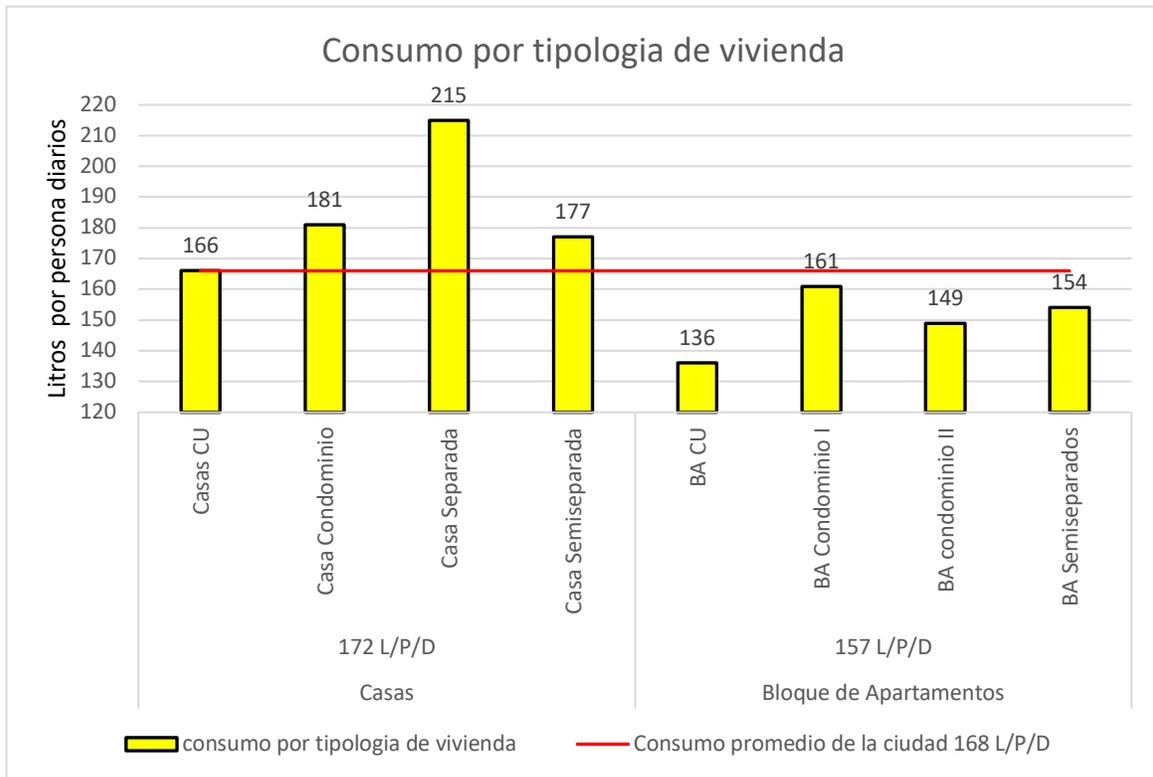


Figura 4: Gráfico de consumo de agua por tipología de vivienda (fuente: elaboración propia a partir del proyecto FONDECYT 1130631)

En términos de análisis por tipología de vivienda es posible señalar que, para las tipologías donde se incluye apartamentos y casas dentro del concepto de centro urbano (o la ausencia de elementos exteriores), se encuentra los habitantes de menor consumo destacando que Bloque de apartamentos Centro urbano es el menor consumo de la ciudad. Luego, las tipologías que más consumen son las que presentan elementos exteriores en las que destacan las casas separadas y los bloques de apartamentos en condominio I.

Existe una diferencia entre el consumo promedio según tipología de construcción: mientras las casas tienen un consumo promedio sobre 170 litros por persona al día, los apartamentos consumen 157 litros per cápita diarios. Al mismo tiempo, es necesario destacar que las tipologías de vivienda de bloque de apartamentos se mantienen todas bajo la línea del consumo de agua promedio de la ciudad, mientras que las casas, prácticamente todas superan el consumo promedio de la ciudad, con especial mención para Casas centro urbano, quienes apenas alcanzan los 166 L/D/P.

Es posible reconocer una diferencia pequeña entre las casas en condominios y las semiseparadas sin embargo llamativa puesto que ambas presentan diferentes cantidades de elementos exteriores (mientras las casas en condominios declaran pasto y piscinas comunitarias, las casas semiseparadas presentan uno u otro) el consumo no es muy distinto. Es posible que esto se deba a que las casas en condominio no

reconozcan en sus cuentas de agua el consumo por los elementos exteriores, pero sean más extensivas en el consumo por alguna razón, por lo que es necesario averiguar cuál es la razón. Para las casas semiseparadas es posible que su declaración de gasto en agua incluya estos servicios.

En orden decreciente en consumo las tipologías deberían ordenarse por: Casa separada, Casa semiseparada, Bloque de apartamentos en condominio II, Casa en condominio, Casa centro urbano, Bloque de apartamentos semiseparados, Bloque de apartamentos en condominio I y para finalizar los bloques de apartamento en centro urbano.

Atención especial recibe la tipología de Bloque de apartamentos en condominio I debido a que esta tipología presenta principalmente clases sociales más acomodadas, pero con un bajo consumo. Sin embargo, es necesario mirar con mayor detención puesto que el promedio de consumo de esta tipología de vivienda se ve influenciado por la presencia de algunas familias de clases sociales medias que en realidad tienen un peso muy pequeño en el grupo total, además de consumos menores de agua que si son quitados del análisis dejan al descubierto un alto consumo de esta tipología por parte de las clases sociales más acomodadas. Posiblemente la piscina y los jardines se refleje en los gastos administrativos del condominio y no en las facturas de agua de las familias; no obstante, es una tipología no menos intensiva en el consumo de agua.

Es necesario recalcar y hacer hincapié en que los condominios necesitan un análisis más acabado, puesto que por una parte son una tipología con alta presencia en expansión en la ciudad y su consumo no es bien entendido. Es ineludible analizar el consumo del condominio como unidad para determinar con mayor precisión las razones que conducen la demanda hídrica domiciliar de la ciudad. Aunque no es posible realizar un análisis más acabado en este trabajo si es posible señalar que en términos de consumo son más extensivos, si bien no se reflejan en sus cuentas, estas familias tienen presentes en sus entornos piscinas y pasto, cuestión inconsistente con un clima desértico.

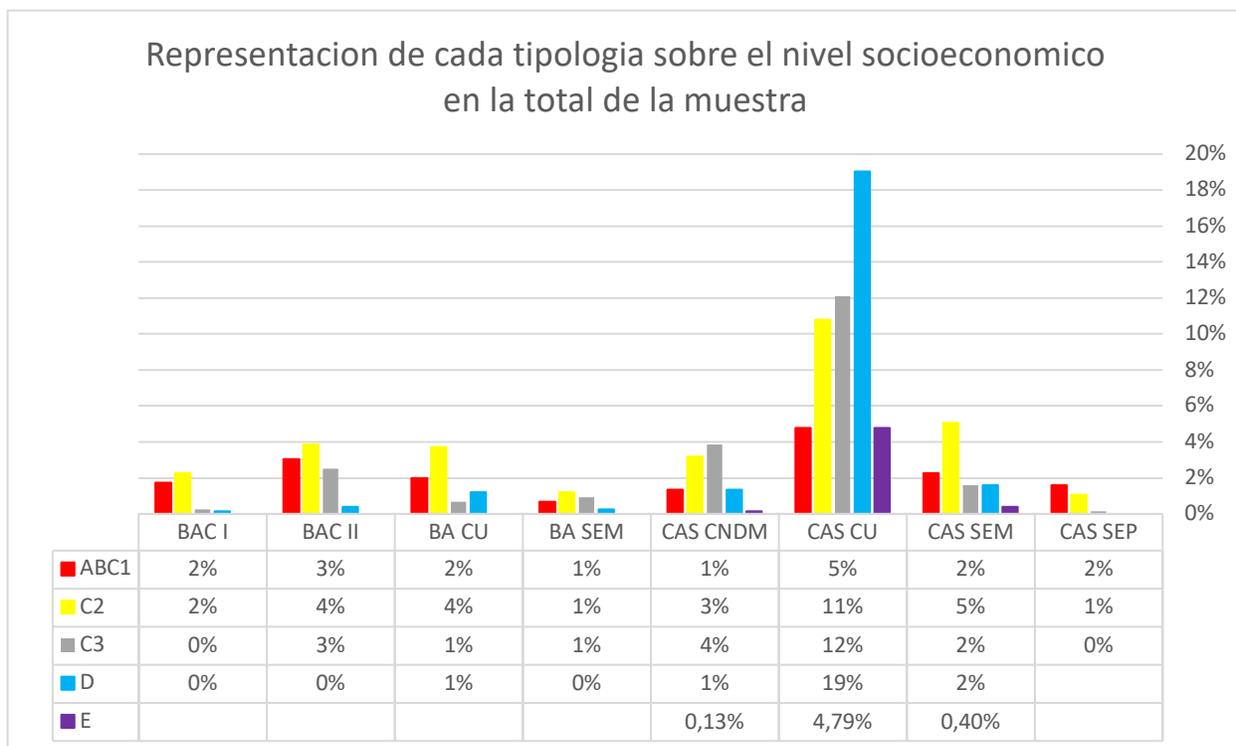


Figura 5: Gráfico de representación de tipología de vivienda sobre nivel socioeconómico (Fuente: elaboración propia a partir del proyecto FONDECYT 1130631)

La tipología de construcción de bloque de apartamentos esta principalmente habitada por grupos socioeconómicos más acomodados, no obstante, es posible encontrar un abanico más amplio de clases sociales en los apartamentos sin elementos exteriores; si bien existe una alta presencia de sector C2 en este tipo de departamentos, estratos como D y E se presentan en esta tipología de vivienda. Esto podría reforzar la idea de que los grupos socioeconómicos más bajos no están tan estrechamente relacionados con elementos exteriores como los estratos superiores.

Las casas que se presentan en condominios están habitadas principalmente por estratos medios (C2 y C3), sin embargo, es posible encontrar presencia de todas las clases sociales en esta tipología de vivienda.

La tipología más importante de la ciudad, considerando la proporción que ocupa de la muestra es la vivienda sin elementos exteriores, principalmente las Casas centro urbano. Esta tipología concentra casi la mitad de los casos con una alta presencia del estrato medio bajo denominado como D. es necesario señalar que los estratos de los extremos como ABC1 y E presentan la menor participación en las casas centro urbano, sin perjuicio de lo anterior, estos últimos estratos mencionados tienen mayor participación en el centro urbano que en cualquier otra tipología, lo que demuestra que son grupos relativamente pequeños en el universo.

Los primeros dos estratos socioeconómicos son los únicos que se encuentran en todas las tipologías de vivienda, lo que podría señalar que están más relacionados con elementos exteriores; las otras clases socioeconómicas están principalmente relacionadas con casas y la falta de elementos exteriores. Esto sugiere que el nivel socioeconómico es la principal determinante en la demanda hídrica domiciliar puesto que esta evidentemente significa una mayor relación con elementos exteriores y artículos que significan mayor necesidad de agua.

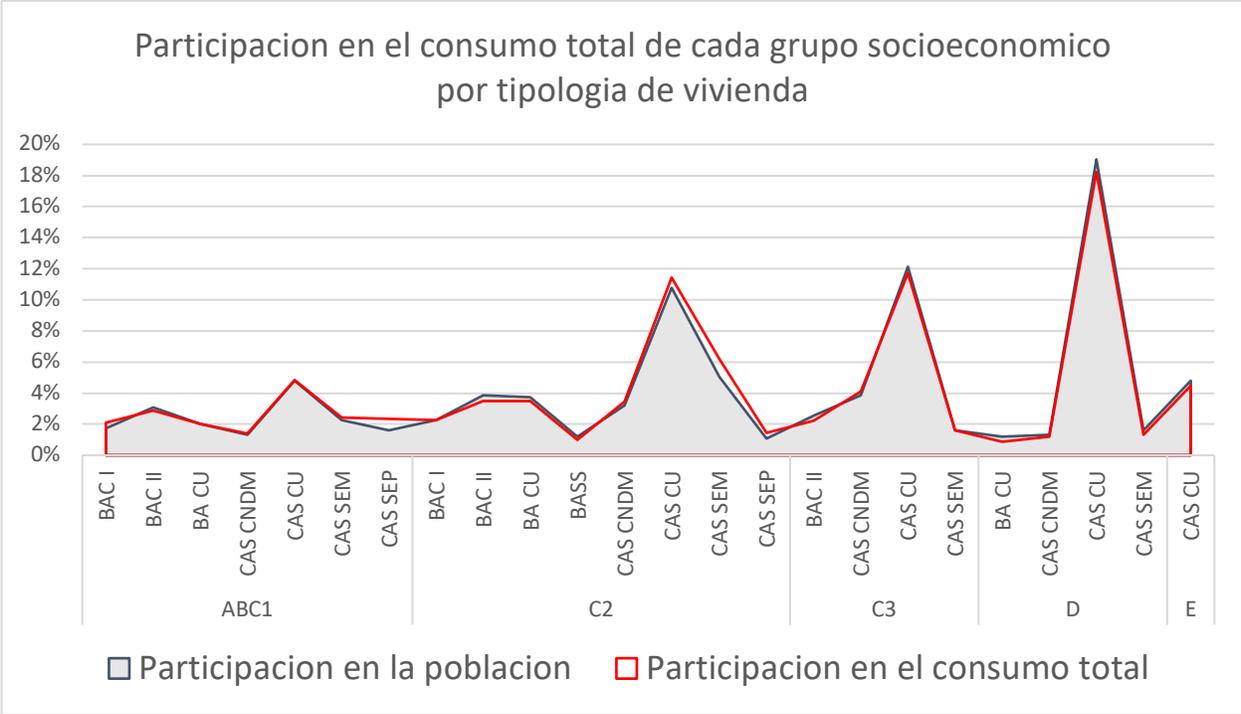


Figura 6: Gráfico sobre participación en el consumo de cada grupo socioeconómico por tipología de vivienda (Fuente: elaboración propia a partir del proyecto FONDECYT 1130631)

El siguiente gráfico representa el porcentaje de consumo de cada tipología de vivienda agrupado por clases sociales y el porcentaje de cada grupo resultante en la muestra final. Este gráfico permite revisar que grupo específico es el que presenta el mayor consumo y cómo se comporta este consumo en relación al tamaño, es una manera para disponer de una gran cantidad de datos de forma sencilla.

Entre las observaciones interesantes vinculadas a este último gráfico, la primera en ser señalada es la que tiene relación con las casas sin elementos exteriores o tipología de centro urbano, la tipología de vivienda más extendida de la muestra. Es posible observar que esta tipología tiene la mayor presencia transversalmente todas las clases sociales; representa cerca del 50% de las presencias en la encuesta con un consumo de valores

muy similares, aunque es necesario matizar que, en las clases sociales más bajas, el consumo de esta tipología de vivienda es menor en relación al tamaño de este grupo en la muestra.

No obstante, es preciso señalar la situación de las casas centro urbano del grupo socioeconómico C2 donde el grupo consume más agua en términos proporcionales, en tanto, para las casas centro urbano en C3 y D, estas casas consumen menor agua. Esto vuelve a reforzar la idea de que el consumo está conducido primero por la clase social de las familias.

Otra observación interesante sobre este gráfico tiene relación con el grupo socioeconómico ABC1 y C2, ya que mientras el consumo agregado vinculado al primer estrato mencionado presenta un peso relativo pequeño, el del segundo es mucho mayor por lo que debe recibir algún tipo de priorización. Es necesario recalcar que la tipología de vivienda vinculada a un grupo socioeconómico que más consume agua en la muestra son las casas separadas ABC1, sin embargo, el grupo C2 consume más agua porque es un grupo más grande, lo que muestra que no necesariamente la atención debe ser puesta en el grupo de mejor estatus socioeconómico, sino que, en una combinación de ambas características, el nivel socioeconómico y el tamaño del grupo en el universo.

Otra cuestión interesante que se puede desprender de este gráfico tiene que ver con la participación en el consumo de las tipologías de viviendas relacionadas a apartamentos, ya que estos esencialmente consumen menor agua en términos relativos. Independiente del grupo socioeconómico del que se esté hablando es posible observar que el consumo de los apartamentos es, en términos generales, menor a su tamaño lo que propone la idea de que la densificación de las viviendas significa menor consumo de agua, sin embargo, esto no significa necesariamente que estas tipologías sean menos intensivas en el uso de agua en términos de conjunto de viviendas.

Observaciones de esta forma podrían sugerir que si bien es necesario limitar y disminuir el consumo de las clases sociales más acomodadas con tipologías de viviendas de alta demanda de agua es necesario poner atención en grupos socioeconómicos más bajos con menor capacidad de demanda de agua y tipologías menos intensivas puesto que es aquí donde se realiza el mayor consumo a nivel de ciudad. Esto propone una interrogante bastante particular ¿es más importante enfocarse en manejar la demanda de los grupos que consumen más agua en términos individuales o colectivos?.

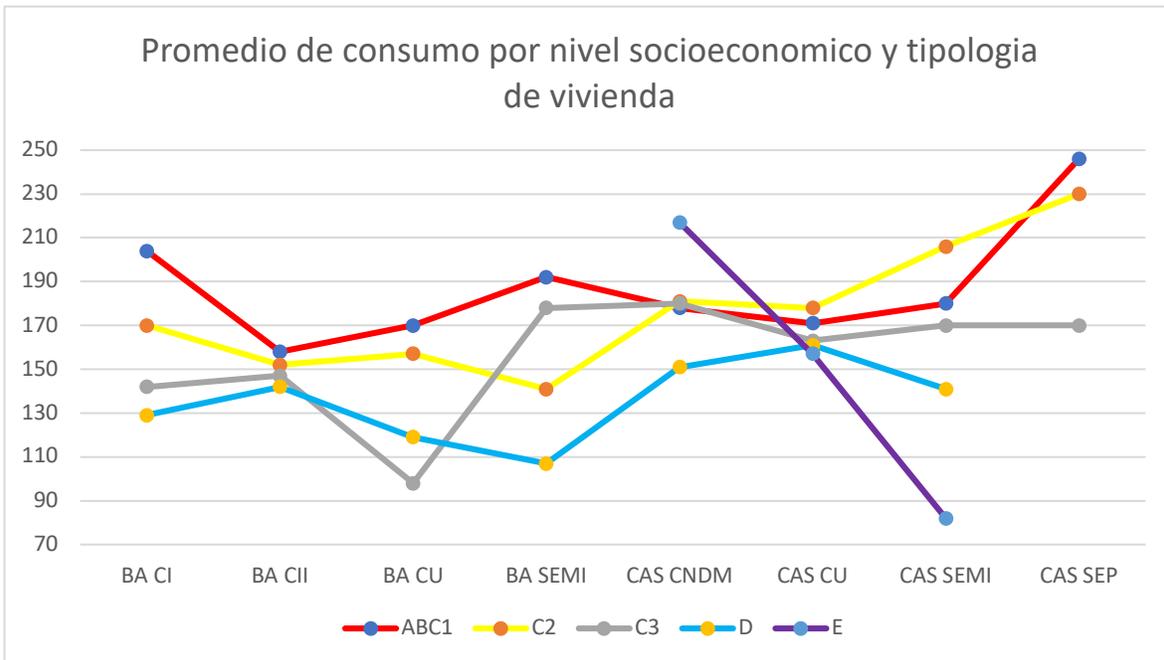


Figura 7: Gráfico de consumo de agua por tipología de vivienda y nivel socioeconómico (Fuente: elaboración propia a partir del proyecto FONDECYT 1130631)

Este gráfico corrobora la aseveración anterior puesto que demuestra que la clase social ABC1 se presenta principalmente en la zona superior de la tabla transversalmente a lo largo de las tipologías, así mismo, el estrato socioeconómico D podemos ver que este se encuentra en la parte inferior del esquema. Esto podría demostrar que los consumos de las clases sociales más altas son comúnmente mayores que los consumos de los grupos sociales más bajos, independiente de la tipología de vivienda.

Cuestiones llamativas de este último gráfico son las relacionadas con la concentración del consumo en torno a la tipología de vivienda de casas sin elementos exteriores; la concentración de los puntos en los bloques de apartamentos en condominio con pasto y piscinas comunitaria y las viviendas en condominio. Mientras las casas sin elementos exteriores pueden explicar esta similitud del consumo de las distintas clases sociales gracias a la ausencia de elementos exteriores, es posible que para los bloques de apartamentos la explicación esté relacionada con el pago de estos servicios en algún tipo de cuenta de gastos comunes.

Los datos que se escapan de la tendencia general que se aprecia en el último gráfico pueden ser atribuidos a fallas o problemas metodológicos. Por ejemplo, es posible observar la incongruencia del estrato E donde las fallas metodológicas son anteriormente mencionadas; en muchos otros casos los datos ocupan un espacio muy pequeño en la cuesta por lo que su precisión puede ser cuestionada.

El siguiente gráfico vincula el consumo de agua de los grupos familiares agrupados por nivel socioeconómico y la cantidad de personas que pertenecen al grupo familiar. la

literatura señala que los grupos pequeños demandan más agua y que esta demanda va disminuyendo en tanto el grupo se hace más grande hasta alcanzar un punto de consumo óptimo, no obstante, la cantidad de habitantes óptimos puede variar según distintos factores.

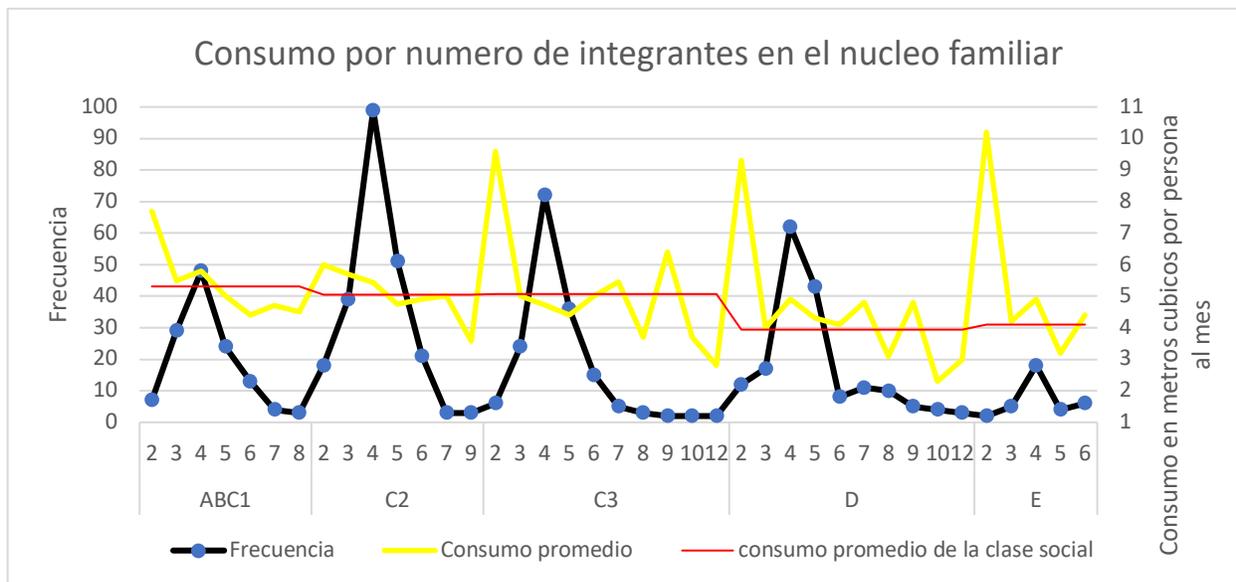


Figura 8: Gráfico de líneas sobre consumo por número de integrantes (Fuente: elaboración propia a partir del proyecto FONDECYT 1130631)

Esta investigación sostiene que para el caso de la ciudad de la ciudad de Antofagasta los grupos familiares pequeños, independiente de la clase socioeconómica, entre 2 y 3 personas el consumo es elevado. La demanda comienza a disminuir a partir de las 4 personas sin embargo aún supera la media. Entre 5 y 6 habitantes parece mostrar una demanda hídrica menor a la media del grupo socioeconómico, por lo que se señala esta franja como óptima para nuestro caso de estudio.

Posterior a este número de personas no es posible precisar si el consumo sigue disminuyendo puesto que los grupos más grandes que 5 o 6 habitantes son menos comunes y la frecuencia de ocurrencia de estos grupos puede presentar problemas metodológicos. Un ejemplo son grupos de 7 u 8 personas que consumen más que 5 o 6; e incluso grupos de 9 personas que tienen un consumo demasiado elevado.

Otra cuestión interesante que se desprende desde este último gráfico es que el número de integrantes por núcleo familiar que más se repite en la ciudad de Antofagasta es la familia con 4 integrantes y que a medida que el nivel socioeconómico va disminuyendo los grupos tienen a ser más grandes.

En resumen. Es posible sostener que las familias que tienen entre 2 y 4 personas demandan más agua; las familias que entre 5 y 6 integrantes presentan el número óptimo para este caso y que superior a este número de integrantes las relaciones no son tan claras.

La literatura señala que los adultos mayores consumen menos agua por distintos motivos y que las familias con niños demandan más *per se*. Esto sugiere que el comportamiento de los adultos mayores en torno a la demanda de agua es interesante de rescatar para aportar en el ahorro del recurso, sin embargo, este es un ítem imposible de discutir en esta investigación puesto que al estudiar la estructura de las familias de la ciudad de Antofagasta es posible dar cuenta de que la composición más común es la familia de cuatro integrantes con dos niños y dos adultos y en menor medida la familia de cuatro integrantes esta vez con un niño y tres adultos. La presencia de adultos mayores en las familias antofagastinas es bajo, incluso imposible de identificar en cualquier tipo de estructura familiar.

Más allá de esto, también es necesario destacar que nuevamente los números muestran más relación entre clase social y consumo que estructura familiar y consumo.

Clase social	Estructura familiar	Consumo ($\frac{m^3}{p}/mes$)
ABC1. Casos totales: 131	Familia de 3 integrantes: 29 casos : 1 niño y dos adultos	5.5
	Familia de 4 integrantes 48 casos: 2 niños y 2 adultos principalmente	5.8
	Familia de 5 integrantes 24 casos : 3 niños y 2 adultos	5
C2: 235 casos	Familia de 3 integrantes 39 casos: 1 niño y 2 adultos	5.7
	Familia de 4 integrantes 99 casos: 2 niños y 2 adultos	5.43
	Familia de 5 integrantes 51 casos: no hay una combinación principal	4.74
C3: 167 casos	Familia de 3 integrantes 24 casos: 1 niño y 2 adultos	5
	Familia de 4 integrantes 72 casos: 1 niño y 3 adultos; 2 niños y dos adultos	4.73
	Familia de 5 integrantes: 36 casos: no hay una configuración principal	4.4
D: 180 casos	Familia de 3 integrantes: 17 casos: 1 niño y 2 adultos	4
	Familia de 4 integrante 62 casos: 2 niños y dos adultos; también se aprecian configuraciones de 1 niño y 3 adultos	4.9
	Familia de 5 integrantes: no hay una configuración dominante y todas las estructuras varían	4.3

Tabla 13: Resumen de estructuras familiares (Fuente: elaboración propia a partir del proyecto FONDECYT 1130631)

4.2 OBJETIVO NÚMERO 2: DESCRIPCIÓN DE LA PERCEPCIÓN Y HÁBITOS ENTORNO A LA DEMANDA DOMÉSTICA DE AGUA SEGÚN NIVEL SOCIOECONÓMICO

Es necesario mencionar la importancia de reconocer, de la misma manera que los rasgos duros del consumo de agua en la ciudad, también adentrarse en las razones más profundas que guían o establecen la voluntad de los habitantes por tener tal o cual tipo de acercamiento hacia el recurso hídrico, puesto que esta manera es posible vislumbrar con mayor precisión medidas que logren influir en las razones de los consumidores para así disminuir su nivel de demanda de recursos.

Por otra parte, también es provechoso señalar que mediante la lectura de este tipo de información es posible aproximarse a comprender los hechos fundamentales que perciben los habitantes del territorio como definitorios del sistema hídrico mediante el cual se alimentan para así también comprender no solo al consumidor sino también la construcción psicológica que existe detrás del sistema hídrico ensimismo.

Luego de analizar los gráficos presentados para este objetivo se procedió a reunirlos por clase social y caracterizar a cada uno de estos para articular un perfil de percepción y costumbres por nivel socioeconómico.

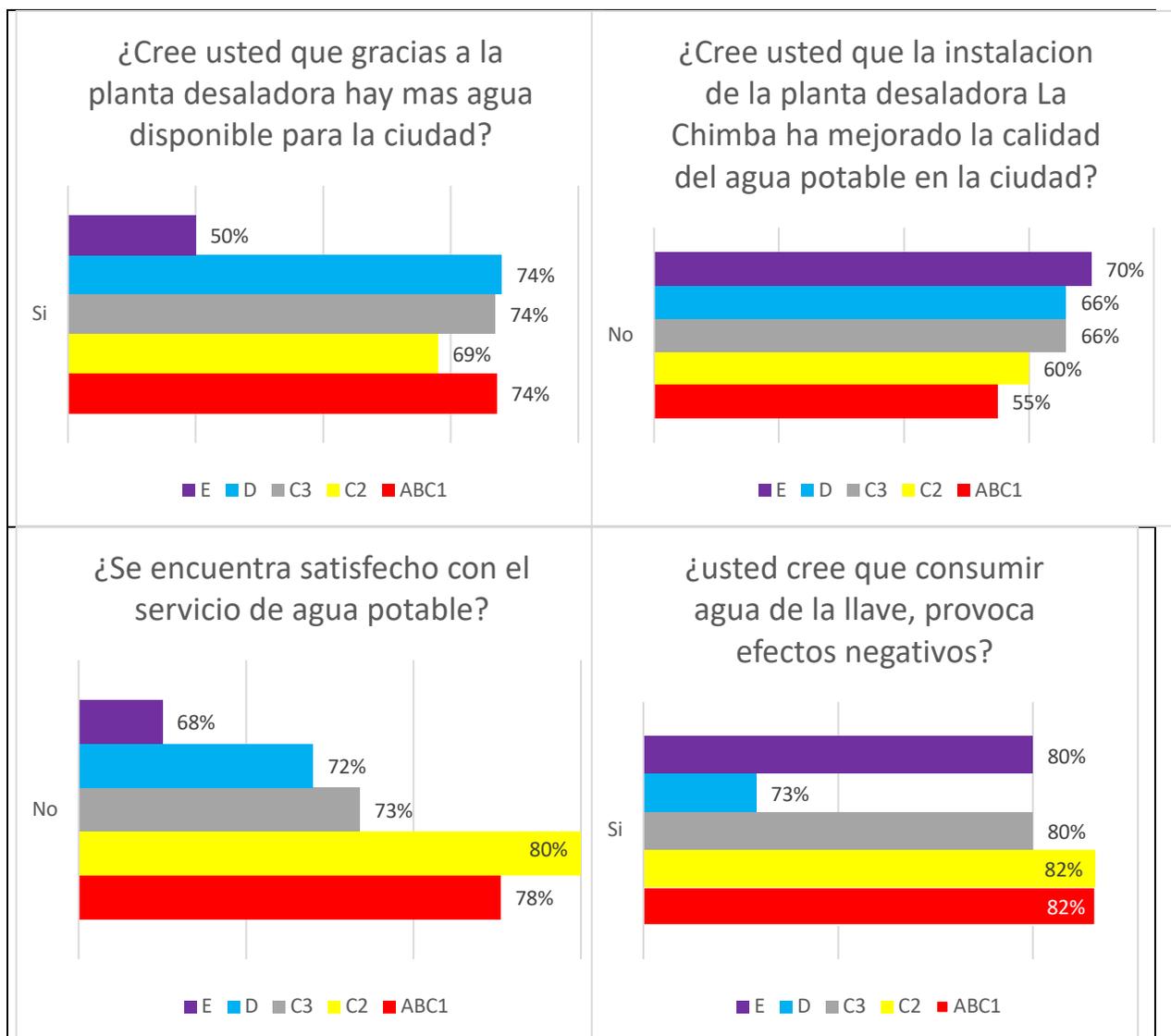


Figura 9: Gráficos sobre percepción del servicio de agua potable en la ciudad de Antofagasta (Fuente: elaboración propia a partir del proyecto FONDECYT 1130631)

El estrato socioeconómico ABC1, caracterizado por presentar el mayor consumo de la ciudad considera que la planta significa más agua para la ciudad, no obstante, dudan que esta signifique una mejora en la calidad del agua, puesto que solo la mitad señala que la desalación ha mejorado la calidad del agua. No se encuentran satisfechos con la calidad del servicio y creen que el agua potable causa efectos negativos. Para beber, utilizan agua embotellada, también un gran porcentaje la utiliza para cocinar. El agua potable es ampliamente utilizada en el aseo y el regadío de jardines.

En este grupo todos señalan tener actitud de ahorro de agua conducidas principalmente por el precio del agua en la región. En cuanto a otras razones para ahorrar poco más de

la mitad considera la escasez hídrica y el contexto desértico, no obstante, son el grupo que presenta la mayor porción de personas atentas a este tópico. Esto último hace una estrecha referencia con lo encontrado en la bibliografía donde se asume que la gente con mejor posición socioeconómica tiene un mayor grado de conciencia ambiental pero aun así no menor consumo.

El estrato socioeconómico ABC1 es el grupo que presenta mayor número de personas que viven hace menos de 20 años en la ciudad, incluso 1/3 de ellos vive hace menos de 10 años en la ciudad y la mitad de las personas lleva más de 20 años viviendo en la ciudad, muy diferente a los otros grupos socioeconómicos donde la gente que lleva viviendo en la ciudad por más de 20 años es cercana al 60%.

El grupo C2 cree que la planta desaladora de La Chimba significa más agua, pero no mejor calidad, no se encuentran satisfechos por el servicio entregado por la compañía sanitaria y consideran que el agua potable no es buena para salud, sin embargo, la usan para cocinar, para el aseo doméstico y personal y para regar (aunque esto último en menor medida que el estrato ABC1). Casi todos utilizan agua embotellada para beber y muchos para cocinar. Es un grupo en el que no se puede definir una opinión con respecto a la necesidad de más agua para la región o la ciudad puesto que la mitad de los encuestados señalan que el agua es escasa mientras que la otra mitad no hacen alusión a esta problemática.

Este grupo en su totalidad señala que su principal motivación para ahorrar está vinculada al precio del agua mientras solo la mitad considera la escasez y el contexto desértico para ahorrar. Esto entrega la sensación de que son un grupo que no está completamente consiente del contexto en el que están inmersos o no tienen mucho interés en la problemática.

Se destaca que el 40% de los encuestados lleva menos de 20 años viviendo ahí, sin embargo, el 60% restante lleva más de 20 años viviendo en la ciudad, por lo que es posible decir que, a diferencia de ABC 1, el grupo está compuesto principalmente por familias tradicionales de Antofagasta.

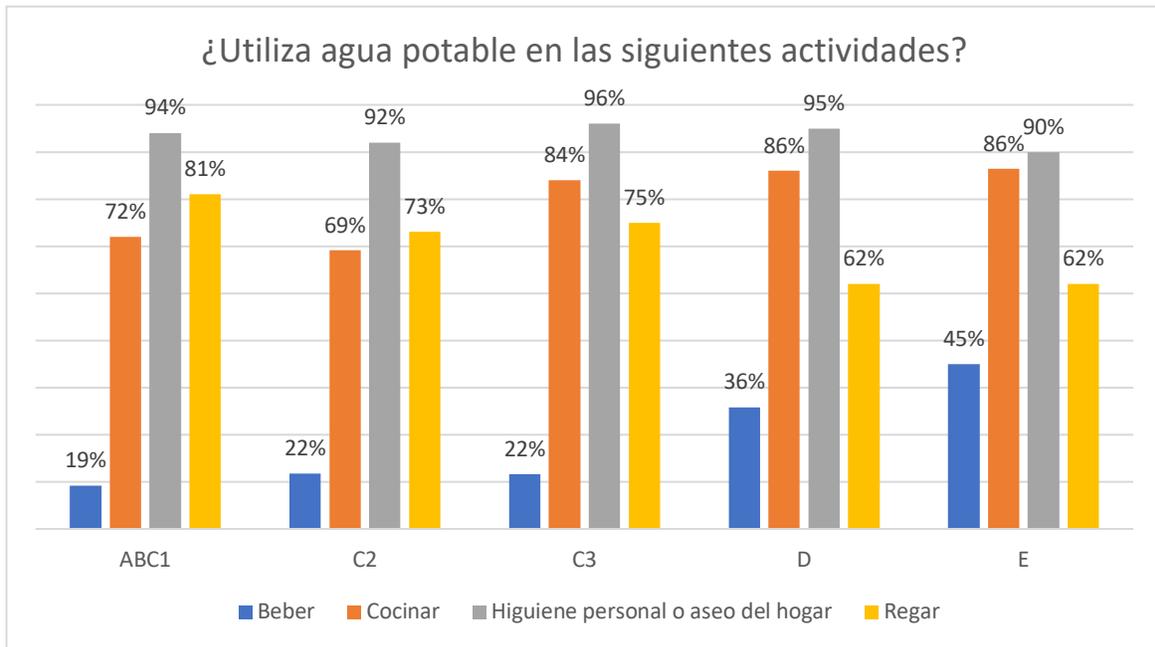


Figura 10: Gráficos de barras para usos de agua (Fuente: elaboración propia a partir del proyecto FONDECYT 1130631)

El estrato socioeconómico C3 responde de manera muy similar a lo expuesto por los otros dos grupos socioeconómicos: la planta significa más agua, pero no mejor calidad; están insatisfechos con el servicio entregado y consideran que el agua potable no es buena por la salud. Para la ingesta de agua prefieren el agua embotellada, aunque solo un 1/3 de los individuos de este grupo la utilizan para cocinar.

El agua potable, al igual que los grupos anteriores, la utilizan principalmente para aseo personal, de la vivienda y regar. Es necesario, de cualquier manera, señalar que la gente que declara regar es menor que en los dos grupos anteriores, esto podría estar vinculado con lo expuesto en los resultados del objetivo anterior que vinculan la menor presencia de elementos exteriores en los estratos socioeconómicos medios y bajos.

En cuanto al ahorro, declaran ahorrar por el precio del agua, pero son menos conscientes sobre el contexto desértico y la escasez. Cuando se les pregunta sobre la falta de agua a nivel regional o ciudad, el grupo no posee una postura clara y, al igual que en los otros grupos, la respuesta se divide de manera equilibrada entre sí y no. Muy pocos señalan ahorrar por recomendaciones de autoridades o empresas y 2/3 de la población vive hace más de 20 años en Antofagasta, lo que habla de una población más bien tradicional de la región.

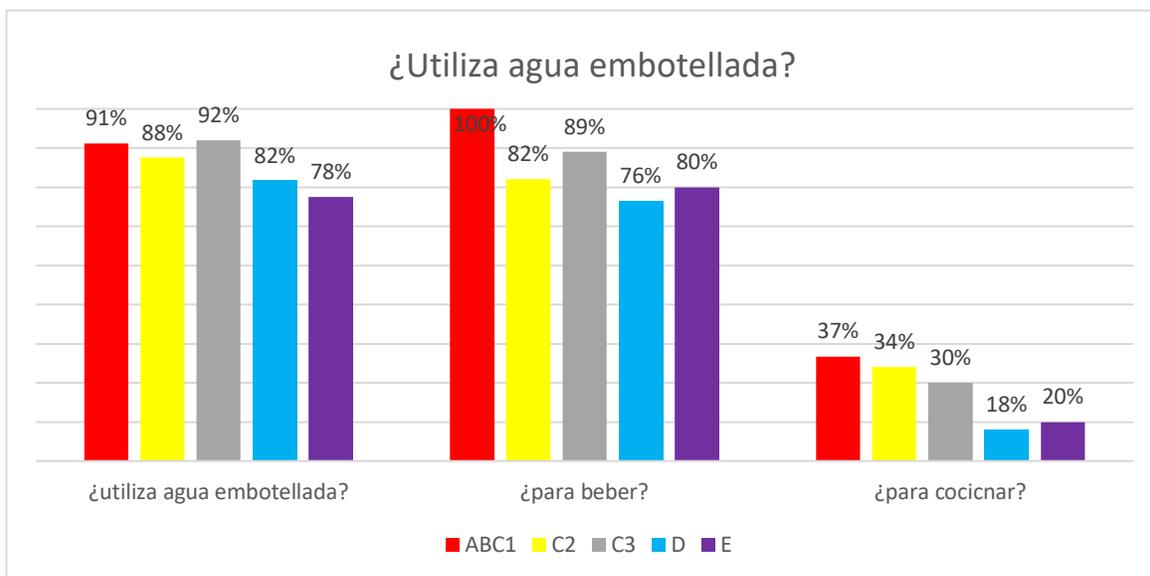


Figura 11: Grafico de barras sobre el uso de agua embotellada (Fuente: elaboración propia a partir del proyecto FONDECYT 1130631)

El estrato socioeconómico D mantiene la misma opinión que los grupos anteriores en cuanto a la planta desaladora La Chimba, el servicio y la calidad del agua potable. No obstante, en este grupo es posible encontrar una mayor cantidad de personas que declaran utilizar el agua de la llave para beber (2/5), aunque su consumo de agua embotellada es tan presente como en las otras clases socioeconómicas. El uso común del agua potable es, al igual que en los otros grupos, para aseo personal y del hogar, cocinar y regar (uso que disminuye por lo expuesto anteriormente en el estrato C3).

En cuanto a las actitudes tendientes al ahorro estas están fundamentadas, al igual que en los otros casos, principalmente por el precio, no obstante, son el grupo menos consiente del contexto de escasez y desierto. El 60% de la población en este grupo vive en Antofagasta hace más de 20 años.

El grupo E, el estrato socioeconómico más bajo, presenta una diferencia particular puesto que la mitad considera que no hay más agua en la ciudad a pesar de la planta desaladora. No obstante, al igual que los otros no creen que la planta signifique una mejora en servicio o calidad del agua potable, para este grupo el agua sigue siendo perjudicial para la salud.

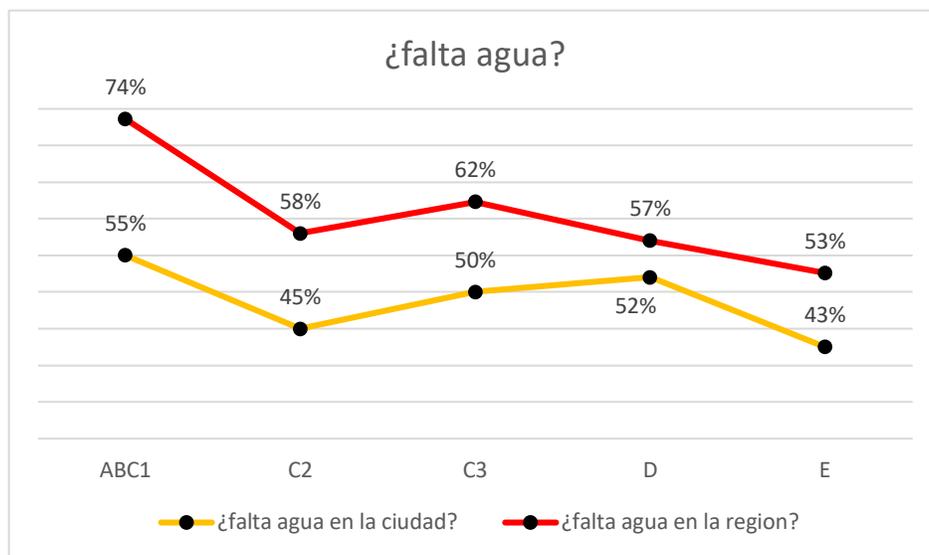


Figura 12: Gráfico sobre percepción de escasez (Fuente: elaboración propia a partir del proyecto FONDECYT 1130631)

El uso del agua embotellada también es alto en este estrato socioeconómico sin embargo no reemplaza totalmente el uso de agua potable para la ingesta, los individuos agrupados en esta sección declaran usar en gran medida el agua potable para beber y cocinar. Al igual que los otros grupos la usan para asear y regar.

Son el grupo que tiene menor conciencia sobre el contexto en el que están inmersos y aunque declaran ahorrar en la misma medida que todos los grupos socioeconómicos anteriores, su principal razón sigue siendo el precio del agua. No declaran ahorrar por recomendaciones de instituciones públicas o privadas y 2/3 de su población lleva viviendo en Antofagasta más de 20 años.

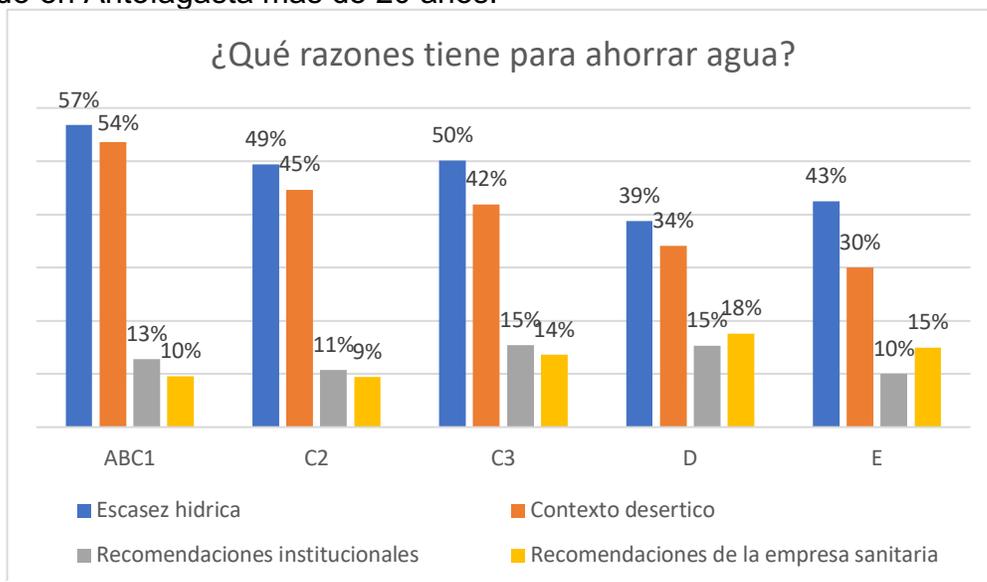


Figura 13: Grafico sobre razones para ahorrar (Fuente: elaboración propia a partir del proyecto FONDECYT 1130631)

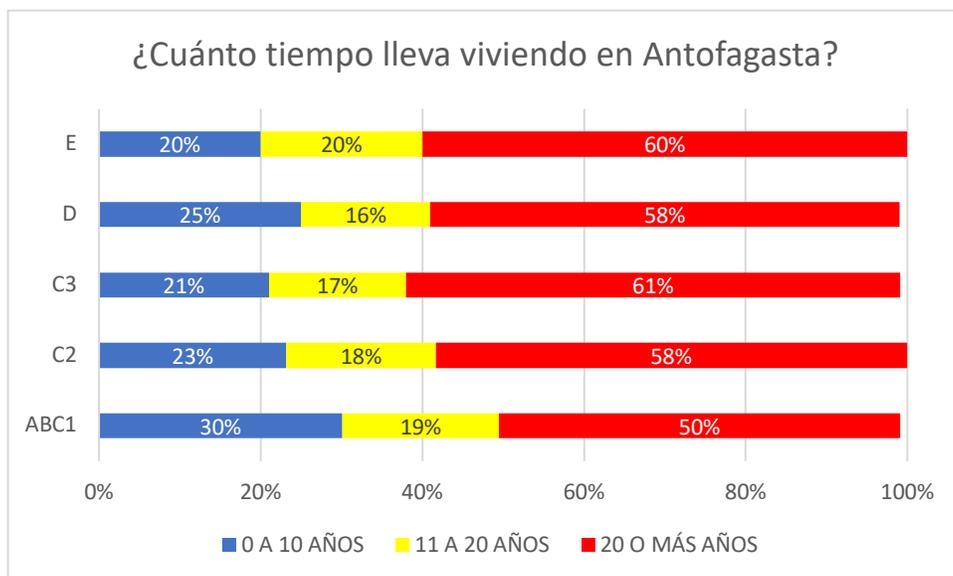


Figura 14: Gráfico sobre tiempo viviendo en la ciudad de Antofagasta (Fuente: elaboración propia a partir del proyecto FONDECYT 1130631)

En términos generales es posible señalar que los consumidores de Antofagasta creen que la planta desaladora La Chimba significa más agua para la ciudad, pero no mejor calidad, no están satisfechos con la entrega del servicio y consideran que el agua potable es dañina, aunque es necesario señalar que quienes la consumen son principalmente individuos de menores recursos económicos. El uso de agua embotellada en la ciudad es alto y la utilizan principalmente para beber y en muchos casos para cocinar.

No existe una certeza general de la situación de escasez en la que viven, aunque la gente está más consiente de la necesidad de agua a nivel regional que de ciudad. El reconocimiento de la escasez como una problemática y el contexto desértico solo llega a la mitad de la población.

Todos declaran ahorrar, la principal razón es el precio del agua, no obstante, es posible observar un alto número de individuos de clases sociales acomodadas que ponen las cuestiones medioambientales como una razón para ahorrar.

También es posible señalar, con respecto al ahorro, que no hay gran injerencia de las recomendaciones institucionales públicas o privadas, puesto que solo entre un 10 o un 15 por ciento de los encuestados señala seguir estas recomendaciones. Esto podría señalar que las campañas realizadas han tenido poco éxito o que, simplemente, no se han realizado un número suficiente de campañas para concientizar el ahorro.

En cuanto a la cantidad de años que llevan viviendo en la ciudad, el 60% de la población lleva viviendo allí más de 20 años; mientras que cerca de 20% de la población vive hace menos de 10 años en la ciudad. Si bien la calidad migratoria de los consumidores ha sido destacada en la bibliografía no es posible encontrar una relación entre el tiempo que

llevan viviendo en la ciudad y su consumo. No obstante, es posible señalar que un importante porcentaje de nuevos residentes de la ciudad están vinculados con el estrato socioeconómico ABC1 el que al mismo tiempo es el grupo que presenta el mayor consumo de agua por persona y una relación más estrecha con estilo de vida más intensivos hídricamente. Por el contrario, se encuentran los grupos sociales más bajos que manifiestan haber residido en la ciudad de Antofagasta por periodos más largos de tiempo y que evidentemente demandan menos agua.

4.3 OBJETIVO NÚMERO 3: ÍNDICE DE DEMANDA DOMÉSTICA DE AGUA

Con el desarrollo de un índice de demanda hídrica se busca integrar los principales aspectos de este trabajo hacia un resultado que pueda servir como una radiografía general de la demanda de agua en la ciudad de Antofagasta. Evidentemente, el esfuerzo de establecer un prisma de análisis de nivel similar al de la ciudad requiere de la inclusión de elementos que permitan anclar el índice con la ciudad en términos reales; en este sentido un aspecto importante para la disposición de la ciudad es su densidad residencial, una característica que está propuesta en las normas que rigen los límites de una ciudad y que por lo tanto condicionan el crecimiento de una ciudad y la distribución de la población entre sus fronteras.

La finalidad de manejar información sobre la densidad residencial que pueda ser contrastada con un índice de la demanda hídrica o con el consumo de agua es una herramienta muy potente puesto que permite rastrear el desarrollo del consumo residencial de agua a lo largo de las diferentes capas de la ciudad, además de mostrar pistas de cómo el consumo de agua varía en tanto la ciudad se va transformando históricamente en conjunto con sus residentes.

La ciudad de Antofagasta posee un plan regulador comunal del año 2002, con modificaciones el año 2016 donde se han reformado las densidades residenciales y los usos de suelo de los distintos paños de terreno e incorporado nuevos al límite urbano, sobre todo en la zona norte de la ciudad.

La densidad residencial de la ciudad ha variado con las modificaciones que se han propuesto para el plan regulador comunal dejando la siguiente estructura en la ciudad: el extremo norte de la ciudad posee una densidad residencial baja hacia la costa que luego siguiendo hacia el sur se transforma en una densidad media en tanto se acerca hacia la chimba. En la misma zona, pero hacia el pie de monte, la densidad es alta y condice con una de las zonas donde se concentran un gran número de los encuestada

Desde el límite norte de la ciudad y hacia el sur la densidad alta se mantiene en la franja central de la ciudad, dejando zonas de baja densidad hacia el pie de monte y media densidad hacia la costa. En la zona del casco central, donde se encuentra el puerto la densidad alta ocupa todo el centro y la costa de la ciudad, mientras que hacia el pie de monte la densidad se mantiene baja. En la cola sur de Antofagasta, al finalizar la ciudad, la densidad es completamente media.

Habiendo revisado en términos generales las condiciones de densidad de la ciudad de Antofagasta y antes de enfocar la descripción en el índice de la demanda hídrica domiciliaria, se procede a revisar ciertos aspectos influyentes en la demanda final de agua como el grupo socioeconómico al que pertenece el encuestado, así como la tipología de vivienda y el consumo de agua en litros, información que evidentemente puede entregar una mejor comprensión del comportamiento del índice de demanda hídrica domiciliaria a lo largo de la ciudad de Antofagasta.

Han sido seleccionados para ser cartografiados el estrato socioeconómico, la tipología de vivienda y el consumo de agua puesto que, primero, se han encontrado a lo largo de este trabajo evidencias para sostener argumentativamente la gran influencia del nivel socioeconómica de los encuestados en el consumo final de agua; segundo, la tipología de vivienda además de mostrar indicios sobre la relación entre elementos exteriores y el consumo de agua también puede aportar en el entendimiento de la estructura de la ciudad; por último, el consumo de agua es un número que permite corroborar la consistencia de los hallazgos.

4.3.1 Grupo socioeconómico

En la zona de La Chimba puesta sobre la costa, donde la densidad determinada por el PRC es media, es posible encontrar familias de clases sociales medias que se vuelven medias-altas en tanto se avanza hacia el sur. Justo en frente a este último lugar, hacia el pie de monte la densidad es alta y las familias son de clases sociales bajas y es posible encontrar la mayor cantidad de familias de clase E.

La costa norte del sector denominado como Nicolás Tirado está dominada por clases medias-altas, posee una densidad que se eleva hacia media mientras tanto las familias se vuelven de clases medias; el centro, de densidad alta, presenta una mezcla de clases tendientes a clases sociales bajas; luego, en el pie de monte, donde aparece una densidad baja, las clases sociales son principalmente bajas.

La zona del salar del Carmen puede ser tomada como zona de transición hacia áreas de la ciudad más acomodadas. El centro sigue teniendo una densidad alta y una mezcla de clases sociales que retoma cierto equilibrio entre presencia de clases sociales que se dividen la costa y el pie de monte entre acomodados y pobres respectivamente.

En la costa del sector denominado como Casco Central se muestran familias de estratos más acomodados mientras se exhibe un evidente quiebre con el pie de monte donde la densidad es baja al igual que el nivel socioeconómico de las familias que ahí habitan. Hacia el sur del puerto, las clases sociales altas se concentran en una densidad que sigue alta.

Desde este punto de la ciudad hacia el sur, existe un dominio evidente de las clases sociales altas y medias; es posible encontrar concentraciones de nivel socioeconómico ABC1 en la negra y entre gran vía y casco central.

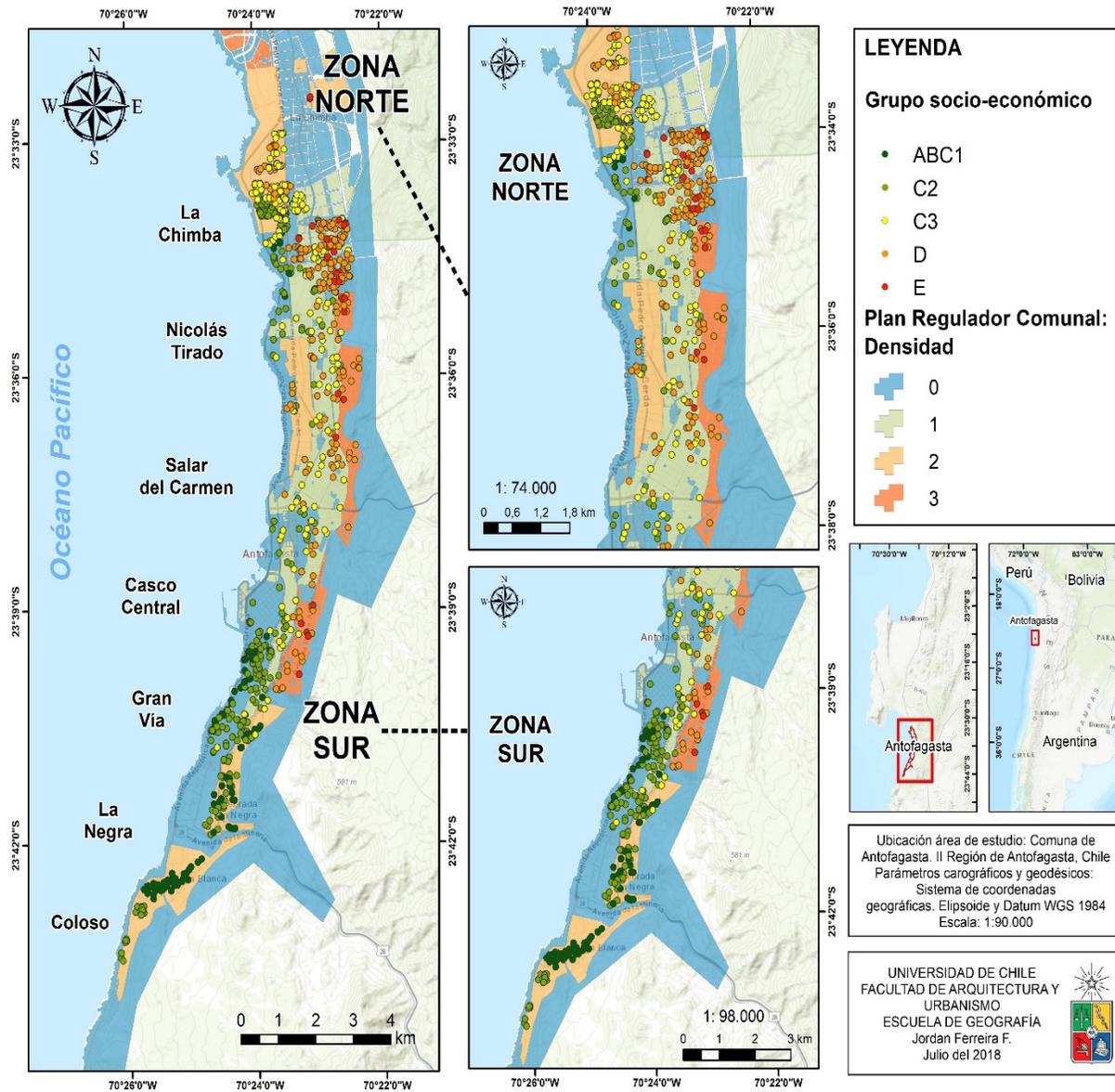


Ilustración 3: Mapa de la distribución de los grupos socioeconómicos en la ciudad de Antofagasta (Fuente: elaboración propia a partir del proyecto FONDECYT 1130631)

4.3.2 Tipología de vivienda

La Chimba, la parte más norte del área de estudio está claramente dividida entre la costa y el pie de monte; hacia la costa, la densidad es media, mientras que para el pie de monte la densidad es alta. esta característica se ve claramente reflejada en el tipo de vivienda que se encuentra en cada zona, ya que en la zona de densidad media es posible encontrar una heterogeneidad de tipologías de viviendas con elementos exteriores como pasto, jardines o piscinas mientras que en la zona del pie de monte existe un dominio de

la tipología de vivienda de centro urbano o sin elementos exteriores a excepción de algunos casos.

El dominio de la tipología de centro urbano se extiende hacia el sur sobre todo Nicolás Tirado y Salar del Carmen siguiendo el mismo patrón de ocupación en las zonas centrales de la ciudad que poseen densidades altas. En la zona de la costa es posible encontrar casos de viviendas que poseen algún tipo de elemento exterior.

Avanzando hacia el Casco Central, donde la densidad alta es predominante, comienza a aparecer un fuerte número de casos de bloque de apartamentos sin elementos exteriores que acompaña a la tipología de Casa centro urbano. Esto podría ser explicado por ser el conjunto antiguo de la ciudad que estaba acostumbrado a otro tipo de construcción de viviendas en un contexto histórico donde los elementos exteriores no eran comunes. No obstante, en tanto se avanza más hacia Gran Vía, comienza a desarrollarse una nueva mixtura de tipología de viviendas donde la falta de elementos exteriores cede ante los bloques de apartamentos y algunas casas que poseen pasto o piscinas.

Gran Vía es el comienzo de una zona donde la densidad alta es reemplaza por una densidad media incluyendo a La Negra y Coloso hasta el sur de la ciudad. En esta zona la tipología de vivienda es más divergente y muestra una clara heterogeneidad determinada por distintos tipos de viviendas con elementos exteriores. Hacia la costa, los bloques de apartamentos con piscinas o jardines son más numerosos, mientras que hacia el pie monte es posible encontrar condominios con viviendas separadas y semiseparadas.

Finalizando con La Negra y Coloso es posible señalar que estas son zonas predominantemente de casas por sobre bloques de apartamentos. Aquí los elementos exteriores son muy comunes e incluso son las zonas donde es más posible encontrar viviendas que posean al mismo tiempo pasto y piscina.

En resumen, es posible dividir la ciudad en tres partes que se condice con las nuevas zonas de ampliación de los límites urbanos tanto al norte como el sur. Mientras que el centro de la ciudad se caracteriza por presentar principalmente viviendas sin elementos exteriores, ya sean casas o bloques de apartamentos, en el extremo norte y sur de la ciudad, es común encontrarse con viviendas que posean algún tipo de elementos exteriores. De este modo es posible señalar que el nuevo tipo de construcción de vivienda que impera en la ciudad de Antofagasta se encuentra desmarcado del contexto árido en el que la ciudad se emplaza. Claramente, ha habido ánimos por articular un nuevo urbanismo de baja densidad en la ciudad que, como ya hemos tratado en este trabajo, significa mayor demanda de agua.

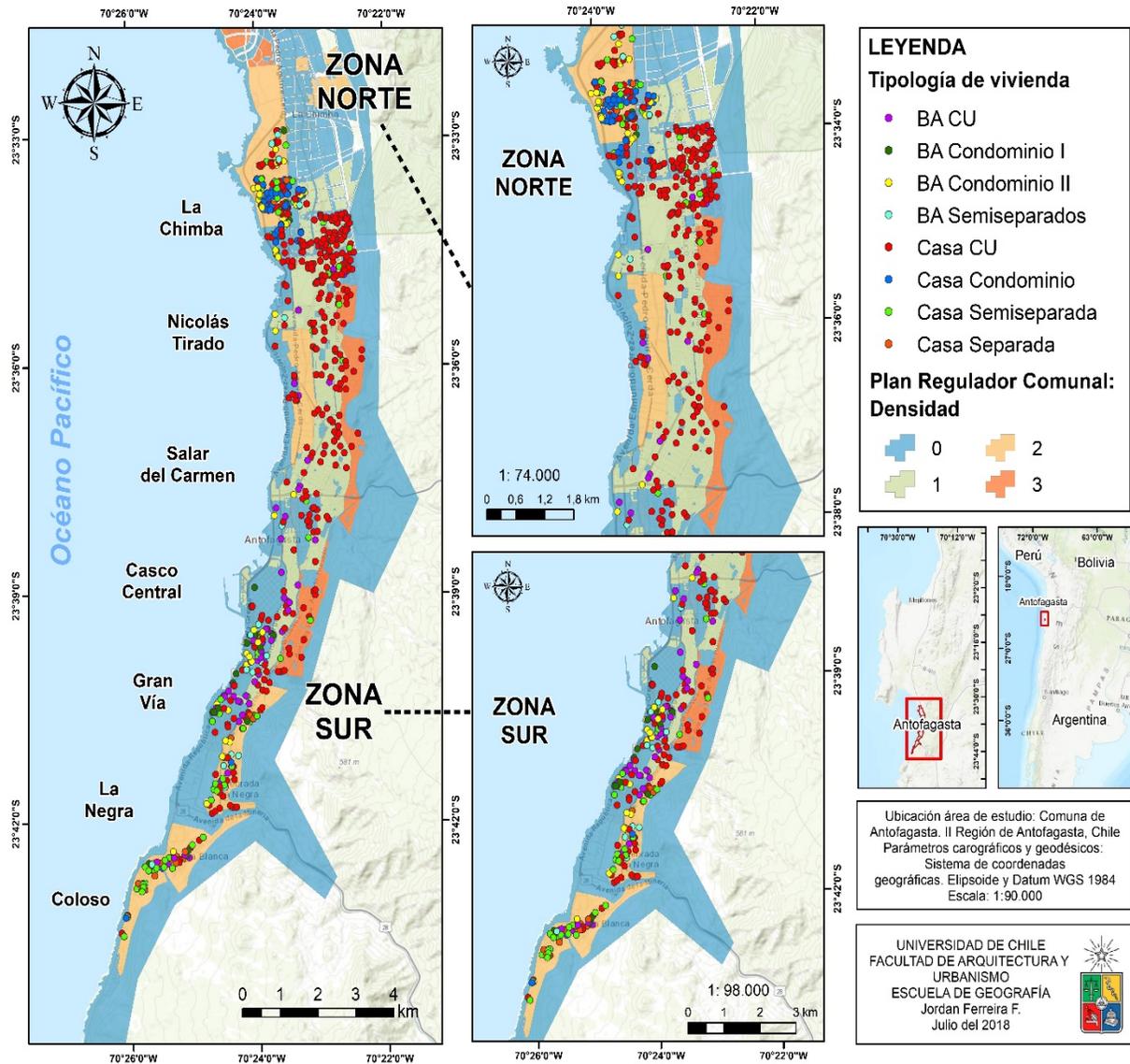


Ilustración 4: Mapa sobre la distribución de las tipologías de viviendas en la ciudad de Antofagasta (Fuente: elaboración propia a partir del proyecto FONDECYT 1130631)

4.3.3 Consumo en litros

En la parte de la costa en La Chimba el consumo de agua es heterogéneo con un leve predominio de consumos medios, y no es posible encontrar consumos que puedan ser considerados como excesivos. Hacia el pie de monte, donde la densidad es alta, los consumos siguen teniendo una tendencia hacia consumos mínimos y bajos, no obstante, aparecen consumos excesivos.

Bajando hacia Nicolás Tirado por la costa, el consumo de agua se mantiene en niveles bajos, sin embargo, hacia el interior el consumo es mezclado y es posible encontrar consumos mínimos y altos sin poder definir si existe un consumo dominante en el sector.

la distribución de los consumos domésticos de agua en el Salar del Carmen mantienen una relación muy similar con el sector anterior. Sin perjuicio de lo anterior es necesario hacer notar que en este sector de densidad media hay un predominio de consumos bajos y medios.

Como se ha señalado anteriormente es posible definir el sector de salar del Carmen como el comienzo de una transición hacia un sector distinto de la ciudad. Esta transición termina por fraguarse hacia el casco central puesto que es posible comenzar a observar desde este punto la consolidación de consumos medios y altos.

A partir de gran vía la densidad pase a ser media y es posible observar un predominio de consumos medios y altos con algunos casos excesivos.

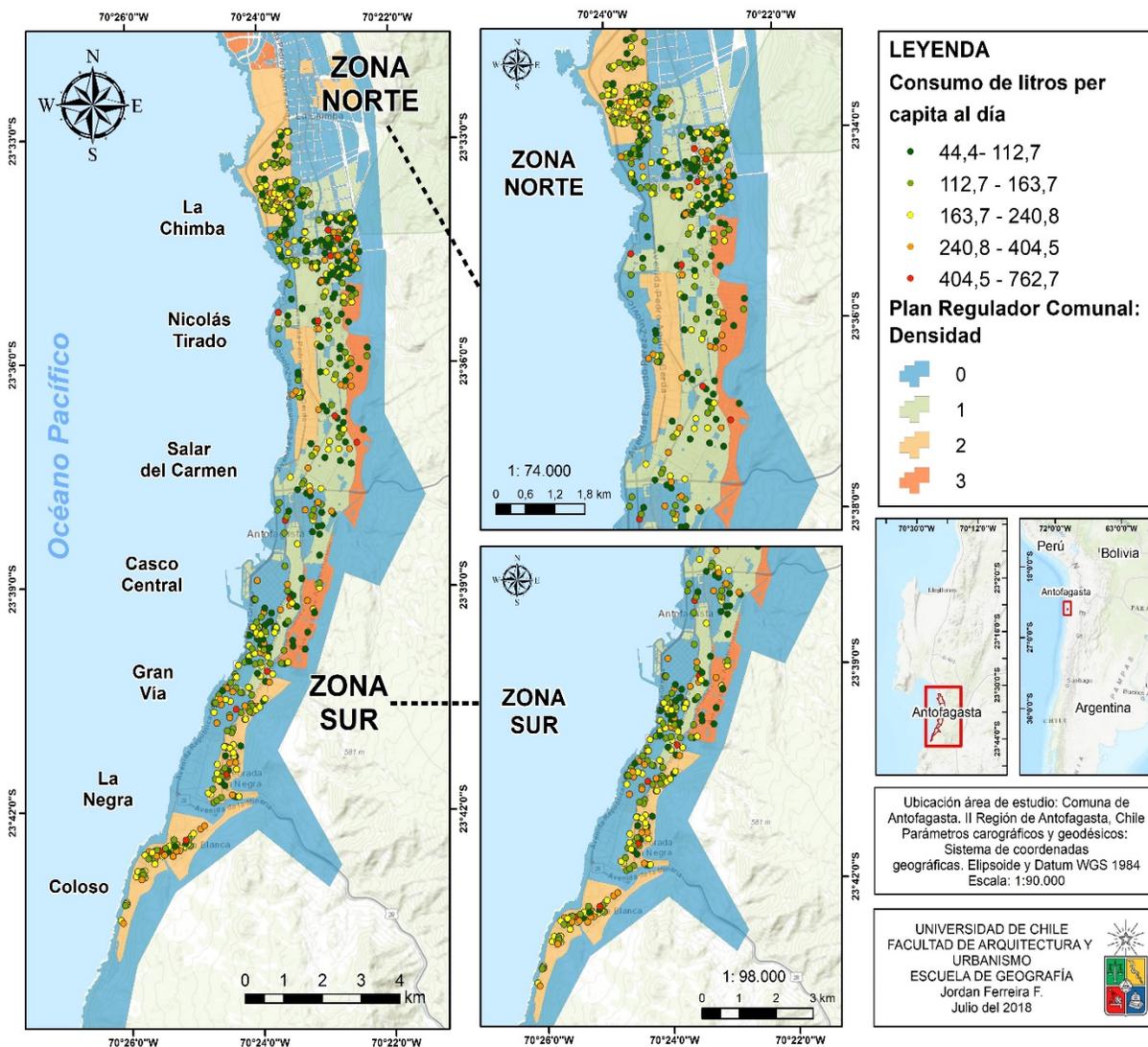


Ilustración 5: Mapa de la distribución de los consumo residenciales de agua en la ciudad de Antofagasta (Fuente: elaboración propia a partir del proyecto FONDECYT 1130631)

4.3.4 Índice de la demanda hídrica domiciliaria

Tal como se describió en el capítulo correspondiente al marco metodológico, los valores propuestos para el índice de demanda hídrica domiciliaria están tipificados desde una demanda de agua baja hasta una demanda excesiva. La distribución de estos valores en la ciudad se describe de la siguiente manera.

Tal como se pudo observar anteriormente en las cartografías articuladas para representar la distribución de algunas de las variables que dieron origen al mencionado índice, en la parte norte de la ciudad conocida como La Chimba, es posible constatar la diferencia entre la demanda hídrica de las familias que viven cercanas a la costa en una zona de densidad media y el pie de monte de una densidad más alta. En la costa es posible observar un dominio importante de valores de demanda media alta, alta y excesiva, sin perjuicio de la presencia de valores de demanda hídrica bajos y medios. Si bien esta es una zona donde el consumo de agua no es del todo elevado, es posible relacionar este mayor de demanda con la presencia de familias de niveles medios y medios altos además de una alta presencia de viviendas con elementos decorativos exteriores como jardines o piscinas.

En contraposición, el pie de monte de la zona denominada como La Chimba presenta niveles de demanda hídrica bajos y medios con algunos puntos amarillos y naranjos que significan una demanda de agua mayor. Esta zona está caracterizada por presentar grupos familiares más vulnerables y principalmente viviendas de tipología Centro Urbano o sin elementos exteriores.

De la misma forma que ha ocurrido a lo largo de toda la revisión de las variables revisadas para este objetivo, Nicolás Tirado y Salar del Carmen son zonas de transición hacia otros patrones de consumo hídrico, tipologías de vivienda y grupos socioeconómicos. No obstante, es necesario hacer hincapié en una descripción mucho más minuciosa para esta zona.

Esta franja de la ciudad esta principalmente caracterizada por una densidad alta hacia el centro de la ciudad, sin embargo, muestra densidades bajas hacia el pie de monte y medias hacia la costa. En relación a esto último cabe destacar que no es posible relacionar la densidad residencial con la demanda de este sector puesto que los valores observables no siguen un patrón determinado y por el contrario se muestran de manera aleatoria a lo largo de la zona destacada. Sin embargo, es posible señalar que la demanda de este sector casualmente presenta niveles de demanda altos o excesivos y los valores que más se repiten a lo largo de la franja hablan de valores en torno a una demanda media y baja.

Sin embargo, habiendo puesto total atención sobre la franja de Salar del Carmen es posible identificar una zona bastante especial donde los niveles de demanda hídrica bajos y medios desaparecen para permitir la consolidación de valores medios altos, altos y excesivos en tanto se avanza hacia el sur en la franja de Casco Central.

Ciertamente aún es posible encontrar hacia el pie de monte de Casco Central (de densidad baja) niveles de demanda hídrica domiciliaria bajos y medios, determinados principalmente por familias pobres y viviendas que no presentan elementos exteriores. Sin embargo, esta zona está dominada por índices de demanda hídrica domiciliaria medios-altos, altos y excesivos. Esta situación se mantiene igual a lo largo de la ciudad hasta su término pasando por Gran Vía, La Negra y Coloso.

Dentro de este sector sur marcado por una mayor demanda de agua, es posible encontrar un eje en torno a gran vía que divide este sector sur en dos, teniendo en la parte norte (de densidad alta) una demanda levemente menor en términos generales, condicionada principalmente por ser una zona donde los bloques de apartamentos son una tipología de vivienda muy esparcida. Luego, con la aparición de una densidad de carácter medio, la demanda de agua comienza a evidenciar niveles altos y excesivos con algunos casos de demanda media aislados.

Este sector de densidad media conformado por la parte sur de Gran vía, La negra y Coloso, es la zona donde mayor demanda se registra, y al mismo tiempo se condice con la franja de la ciudad donde más se encuentran tipologías de viviendas con elementos exteriores y familias de clases acomodadas por lo que no es coincidencia encontrar los mayores consumos de agua en esta zona.

En términos generales, la ciudad de Antofagasta podría dividirse entre tres sectores de acuerdo a los colores que presenta la cartografía de demanda hídrica domiciliaria: el norte está fuertemente marcado por una dicotomía entre la costa y el pie de monte causado por la expansión inmobiliaria que ha vivido la ciudad en los últimos años y que ha significado el encuentro de dos ciudades diferentes que, sin sorpresa alguna, enfrenta dos tipos de densidades distintas.

Posteriormente, se encuentra una franja de transición marcada por la presencia de familias pobres hacia el centro de la ciudad y el pie de monte. En esta zona la demanda de agua es completamente heterogénea y aleatoria, pero con una marcada presencia de valores menores. Esta transición comienza a consolidarse en tanto se avanza hacia el sur al encuentro con el sector de Casco central.

La tercera zona reconocible a simple vista es el sur de la ciudad, tradicionalmente conocido por ser el sector más acomodado de la ciudad de Antofagasta. Aquí la demanda de agua es importante de la mano de una mayor capacidad adquisitiva, lo que implica una relación más cercana con elementos al interior del hogar que exigen agua para su funcionamiento. Si bien es necesario reconocer que en este sector los bloques de apartamentos son una tipología bien expandida, estos no dejan de ser intensivos en términos de consumo agua al presentar en numerosos casos jardines y/o piscinas. Mención especial podría recibir el sector de La Negra y Coloso, donde prácticamente no existen niveles de demanda medios o bajos y, por el contrario, los colores rojizos son principales protagonistas.

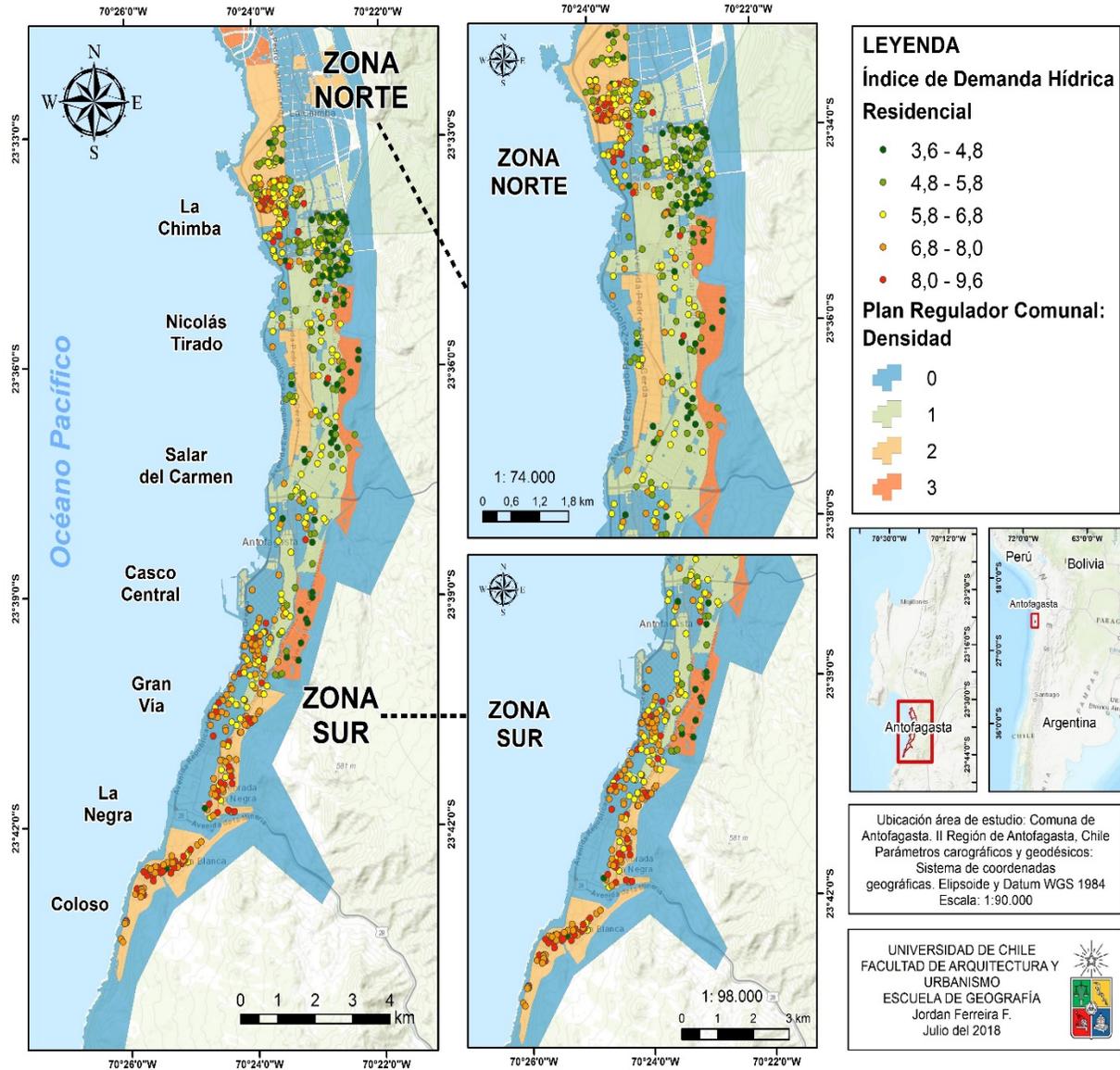


Ilustración 6: Mapa sobre la distribución del índice de demanda hídrica domiciliario (Fuente: elaboración propia a partir del proyecto FONDECYT 1130631)

Para finalizar el trabajo de este objetivo, cabe realizar un análisis enfocado en un desglose de los principales hallazgos en la ciudad de Antofagasta para destacar ciertas zonas que deberían centrar la atención y los esfuerzos para rescatar los aspectos positivos que determinan una menor demanda de agua o corregir las variables que fijan una mayor demanda hídrica.

Existe una aglomeración de casos de alta y media demanda hacia el norte de la ciudad, principalmente en la costa de La Chimba, que podría ser denominada como clúster norte.

Esta zona se encuentra vinculada a una densidad media que se vuelve llamativa no solo por la relación con una alta demanda domiciliar de agua sino porque es evidente que está relacionada a una forma urbana dispersa con viviendas de jardines y piscinas.

Posteriormente hacia el sur, entre el centro y pie de monte es posible identificar una aglomeración de casos de demanda baja llamada como clúster verde. Esta tendencia podría explicarse principalmente por la falta de elementos exteriores, la alta densidad residencial y un nivel de renta medio o bajo que se traduce en una demanda de agua enfocada en solo responder a las necesidades mínimas de los integrantes de la familia.

Luego existe una parte de transición relacionada a un centro histórico donde se mezclan indistintamente clases sociales y diferentes clases de tipos de viviendas con el comercio y los servicios, volviendo a esta zona central tradicional de la ciudad una zona de baja demanda hídrica domiciliar.

A continuación, es posible definir una zona donde la alta demanda de agua comienza a verse consolidada, no obstante, esta zona muestra una densidad alta donde la tipología de apartamento es bien común. a pesar de ser una zona donde habitan clases sociales altas y los elementos exteriores no son extraños esta zona no presenta un exceso de la demanda por el hecho de constituir una zona urbana compacta.

Finalizando hacia el sur de la ciudad con una zona de densidades medias que presenta altos niveles de renta en conjunto con elementos al exterior del hogar. Esta es evidentemente la zona donde más agua se demanda puesto que es donde más se concentran los indicadores que determinan un alto consumo de agua por lo que es necesario trabajar sobre esta área de la ciudad buscando disminuir los índices de demanda hídrica domiciliar.

En relación al vínculo que existe entre la densidad residencial y la demanda de agua, es posible señalar apoyados en lo encontrado principalmente en la zona sur de la ciudad y en el clúster norte de La Chimba cierta correlación entre la demanda de agua y la densidad donde una menor densidad significa mayores niveles de demanda de agua; esto al mismo tiempo se contrasta con zonas centrales de la ciudad donde la alta densidad demuestra niveles de demanda más bajos.

4.4 OBJETIVO NÚMERO 4

Entre las medidas esenciales que se requieren para hacer frente al reto de satisfacer la creciente demanda de agua a nivel urbano destacan (a) la introducción de nuevas tecnologías para reducir la demanda de agua y pérdidas en el sistema; (b) introducción modificaciones a los marcos regulatorios de las instituciones encargadas de vigilar la gestión del agua; (c) incrementar el precio del agua y por último (d) construir planes de mediano y largo plazo para trabajar sobre las vulnerabilidades del sistema frente a catástrofes y eventos inesperados (Abderrahman, 2000)

El trabajo de Sauri y canto (sfecha) sostiene que el trabajo de la gestión del agua para la disminución de la demanda del recurso se debe hacer a nivel local y en conjunto con las autoridades. En este sentido la municipalidad (o la forma de gobierno local) puede resultar la unidad perfecta para la gestión de la demanda hídrica, puesto que en rangos jerárquicos de división territorial es la unidad más pequeña mediante la cual el estado ejerce su jurisdicción y por lo tanto el contacto más cercano entre el estado y el ciudadano, esto impone una responsabilidad sobre las municipalidades a la hora de promover y patrocinar el ahorro del recurso y la disminución de la demanda.

El mismo trabajo previamente citado destaca la importancia del desarrollo de nuevas normativas en la gestión de agua en comunidades españolas vinculadas, principalmente, a la zona mediterránea. De este trabajo se puede desprender que el desarrollo urbanístico de ciertas ciudades de estas comunidades como Valencia y Barcelona han dispuesto la necesidad de reconocer el impacto que la urbanización tendrá sobre los recursos hídricos vinculados a estos centros urbanos; por lo cual, es necesario desarrollar la capacidad de planificar ciudades que tengan herramientas para administrar sus recursos sacando el mejor provecho posible.

Sauri y Canto (sfecha) sostienen que la disminución de la demanda de agua significa una liberación de presión sobre el recurso que permitirá a las fuentes incrementar su capacidad de regeneración, en este sentido, los autores destacan una gran cantidad de iniciativas en las mismas comunidades que promueven el ahorro de agua y la disminución de la demanda con alentadores resultados. En las principales iniciativas identificadas están las campañas de educación sobre el recurso y el ahorro de este, vinculación de la problemática con la industria hotelera, implementación de nuevas tecnologías de bajo consumo y normativas que afectan finalmente sobre la demanda como nuevas tarifas y estructuras de precio, además de nuevas regulaciones y exigencias para la construcción de casas y el desarrollo urbano.

La propuesta desarrollada para el caso estudiado plantea trabajar sobre la estructura de precios y tarifas para influir en el consumo de los estratos socioeconómicos más altos; reciclaje y reutilización de aguas grises para disminuir la necesidad de nuevas fuentes de agua e influir sobre el paisaje urbano y campañas de educación de la población sobre la problemática del agua y su demanda. mención especial recibe la desalación, sobre la cual se desarrollaron alternativas y propuestas para una mejor vinculación con el medio y la disminución de sus externalidades negativas.

4.4.1 Estructura de precios

Como ya hemos discutido anteriormente en ciertas partes de este trabajo, el factor precio es muy importante en la gestión de la demanda hídrica puesto que es la herramienta de mayor efectividad para reducir la demanda de agua (peters et al, 2016), aunque con matices. Diferentes trabajos han encontrado que a medida que el precio del agua varía, el consumo de los sectores más acomodados varía, no obstante, el consumo de los sectores medios bajos y bajos tiende a mantenerse igual puesto que estos grupos solo consumen agua para cubrir sus necesidades básicas.

Los resultados presentados sugieren que el precio del agua en Antofagasta es un factor bastante presente en los habitantes de la ciudad de Antofagasta; un ejemplo claro de esta situación es que prácticamente todos los consumidores señalan ahorrar agua debido al precio de esta, es decir, consideran que el agua en la ciudad es cara. A partir de esto, es posible señalar que la cuestión del precio es un tanto delicado y que es necesario establecer estructuras de precio que no signifiquen un aumento del precio del agua por unidad de medición de agua puesto que esto afecta directamente a todos los consumidores por igual incluyendo los de menores recursos, por el contrario, deben afectar la estructura del cobro para apuntar a determinados clientes.

Por otra parte, este trabajo ha encontrado que los habitantes de la ciudad consideran que la planta significa en sí más agua, cuestión que podría inducir un consumo inapropiado a la realidad de Antofagasta y, entonces, la necesidad de nuevas fuentes de agua. Para evitar que esto ocurra, el costo de aumentar el consumo de agua debe ser duro para los consumidores.

En base a estas aseveraciones se propone una estructura de precios que disminuya la cantidad máxima de agua que se puede consumir antes de comenzar a ser cobrada como sobre consumo. Se espera que esto signifique una disminución de la demanda en la medida que la gente no quiera pagar más. Por otra parte, se propone subir el valor del sobre consumo para que el costo por más agua aumente sin afectar a consumidores de pocas cantidades.

Impuesto a las piscinas privadas o de comunidades residenciales. Las piscinas no son de ninguna manera un artículo de primera necesidad que al ser retirado del escenario signifique una disminución en la calidad de vida de los Antofagastinos, por lo que se propone que las piscinas privadas sean consideradas como un artículo de lujo en el contexto nortino y sobre todo de la ciudad de Antofagasta, por lo que deben ser tratadas bajo este perfil y adjudicárseles un impuesto por tenerlas. El impuesto puede estar determinado por el volumen de agua y la capacidad de los propietarios para reciclar el agua que invierten en este artículo.

Una nueva política de subsidios en la región que promueva el uso sustentable del agua en las comunidades mediante un compromiso más cercano de los consumidores con la gestión del agua. En este sentido se proponen nuevos requisitos para postular al subsidio de agua potable en la ciudad que exija mantener el consumo de agua por debajo de un

umbral; así también, una batería de programas para fomentar el reciclaje de aguas en la ciudad.

4.4.2 Reciclaje y reutilización de aguas grises

El término aguas grises refiere a aguas servidas que se generan en las duchas y lavado de ropa de cada hogar. Por lo general este tipo de agua es manejada mediante las mismas cañerías que se utilizan para transportar aguas servidas con mayor concentración de contaminantes y material biológico como las aguas del baño y la cocina que conocidas bajo el concepto de aguas negras.

A diferencia de estas últimas aguas negras, las grises aun poseen propiedades que no han sido degradadas del todo por los contaminantes del uso del hogar lo que permiten su reutilización, principalmente en usos que no son potables como el riego de jardines, el llenado del estanque del inodoro o la recuperación de acuíferos. Esta reutilización del agua permite la reducción de la demanda de agua y la necesidad de nuevas fuentes de agua, reducción de la energía para la gestión del agua y, por lo tanto, la reducción de la huella de carbono; permite cumplir con una amplia gama de necesidades económicas y sociales mientras reduce los costos asociados (Allen, et al 2010).

Madungwe y Sakingwa (2007) señalan que cerca del 60% del agua consumida al interior del hogar termina convirtiéndose en aguas grises; mientras que Domene y Sauri (2006) señalan que reciclar las aguas grises para el inodoro puede ahorrar hasta un 1/5 del consumo del hogar, estos autores presentan trabajos con resultados muy similares: Mah (2009) señala que el uso de aguas grises puede significar ahorros sobre el 40% del consumo; mientras que Maimon (2010) señala que las aguas grises utilizadas en la irrigación de jardines pueden significar un ahorro de hasta 50% en el consumo.

Entre las unidades de reciclaje de aguas grises comercializadas existen varios modelos para construir en el hogar o instalar fácilmente. Estas unidades tienen consumos energéticos que dependen del grado de tratamiento que realizan en el agua, los cuales pueden ir desde remover uñas, pelos y otros cuerpos incluso hasta sales, bacterias e incluso virus, principalmente mediante procesos físicos de filtración y desinfección de forma química.

Allen (2010) distingue 3 tipos de aparatos para el reciclaje de aguas grises:

- Sistemas de desviación: son todos los aparatos que permiten la reutilización de agua sin tratamiento ni almacenamiento como lavamanos vinculados con estanques de inodoro.
- Unidades de tratamiento físico-químico: estas unidades van acompañadas de estanques para el almacenaje por lo que requieren de un tratamiento para evitar proliferación de enfermedades. Estas unidades son más complejas por lo que requieren energía para, entre otras cosas, bombear el agua para la reutilización o la filtración.
- Unidades de tratamiento biológico: son la vanguardia del mercado y funcionan bajo procesos de oxidación de los componentes biológicos que se suman al agua

después de su utilización. Existen unidades que pueden procesar y almacenar hasta 50 metros cúbicos de aguas grises.

Japón, el reino unido, Alemania, Australia y estados unidos son los principales compradores de esta tecnología por diferentes necesidades sin embargo con una cuestión en común: el reciclaje de agua y la disminución de la demanda (Allen et al, 2010)

en Australia, por ejemplo, la utilización de las aguas grises ha contribuido a reducir el consumo de energía para el tratamiento de aguas servidas, la necesidad de nuevas fuentes de agua y la recuperación de acuíferos. Mientras que en el Líbano, Sudáfrica, Egipto, palestina y Namibia el agua gris es utilizada para alimentar la agricultura (Madungwe et Sakuringwa, 2007).

se considera que el reciclaje de aguas y reutilización de aguas grises es una herramienta de tipo tecnológica que podría ser utilizada en el caso de estudio, entre otras razones por la baja pluviometría de la zona que no justifica la utilización de otro tipo de fuentes no convencionales como la cosecha de aguas lluvias. Además, Antofagasta es una ciudad que está evolucionando hacia una tipología de vivienda incoherente con su contexto, si desea mantener las áreas verdes, entonces la implementación del reciclaje de aguas es una cuestión vital en la nueva urbanización de baja densidad que presenta Antofagasta sobre todo en las zonas de expansión de la ciudad.

la literatura revisada sostiene que es aconsejable la introducción de este tipo de tecnologías mediante campañas que enseñen y demuestren las bondades y beneficios de la reutilización de agua; además de la necesidad de concientizar sobre el correcto uso de estas aguas. De la misma forma, un código sobre la reutilización de aguas grises para cada municipio debe ser escrito puesto que es necesario una estandarización del sistema para su comprensión y el estudio; es necesario, además, establecer indicadores mínimos para la calidad de esta agua y su manipulación; y, por supuesto, establecer protocolos para la correcta ejecución de los distintos tipos de proyectos de reciclaje de agua grises.

Una vez habiendo cumplido con esas dos cuestiones fundamentales, es necesario continuar introduciendo esta nueva tecnología en los hogares de la ciudad, no obstante, es importante anclarlo a la estructura urbana de la ciudad. Para esto se proponen las siguientes medidas:

- La obligación impuesta a todas las empresas constructoras para que todas las nuevas construcciones deban contar con sistemas de cañerías estratégicos para la reutilización de las aguas grises. Es decir, una separación de las cañerías dependiendo de la calidad de agua que transporten, así como una diagramación de la red que permita la interconexión de este sistema con una unidad de reciclaje de agua. Para las construcciones en forma de edificios de apartamentos, también es obligación tener estos sistemas, pero organizados de manera tal que permitan la recirculación del agua entre todos los consumidores. Además, fomentar el uso de las aguas grises y de piletas en el regadío de los jardines en condominios

- Un grupo de subsidios estatales para la modificación y/o adición de nuevas cañerías al hogar que permita la instalación de unidades de reciclaje y reutilización de aguas grises

4.4.3 Campañas de concientización sobre el consumo de agua y educación ambiental

Sauri (2003) señalan que la región metropolitana de Barcelona, las campañas de concientización en épocas de sequías han sido consideradas como herramientas para la gestión de la demanda, no obstante, la evaluación de esta herramienta ha sido siempre un tanto dificultosa puesto que la evaluación es compleja debido a la existencia de otros factores que influyen sobre la demanda que no son considerados dentro de la campaña, por ejemplo, diferencias entre los habitantes de la ciudad compacta y la difusa. Esto sugiere que los otros elementos que inciden sobre la demanda de agua en algún caso en particular deben ser reconocidos y estudiados para permitir la evaluación de las campañas y, obviamente, la articulación de las mismas que están obligadas reconocer la diferente naturaleza de los consumidores.

Esta es una herramienta que presenta la oportunidad de crear episodios de encuentro entre la ciudadanía y el aparato público para fortalecer las relaciones e integrar la problemática del agua a todos los niveles de la sociedad. Las campañas son necesarias en tanto se desea empoderar a la población y entregarle conocimiento adecuado para hacer frente a los nuevos escenarios de escasez y las nuevas características del clima mundial.

Es necesario, entonces, concientizar a la población sobre la problemática del agua que ocurre no solo en contextos áridos o desérticos como el caso de Antofagasta, sino que también educar a la población sobre los cambios que depara la evolución del clima global. Por otra parte, también es necesario educar a la población para que realice un uso sustentable de los recursos puesto que disminuir la demanda en un sector supone una reducción en la presión de un recurso de otro sector vinculado.

En este sentido, la recomendación que propone este trabajo es la creación de una oficina en el departamento educacional de la municipalidad de Antofagasta que este encargado de la promoción de un uso sustentable del recurso, así como de la educación de hábitos de consumo más acordes al contexto desértico de la ciudad. Así también procure la correcta adaptación de la población a los cambios que signifique el calentamiento global en la región de Antofagasta promoviendo y patrocinando herramientas de reducción del consumo energético o hídrico.

Esta oficina debe estar preocupada de la creación, aplicación y evaluación de estas campañas teniendo en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Seryanian, Sinatra, polikoff 2014 concluyeron que las campañas centradas en conocimientos sobre ahorro de agua eran más efectivas que las campañas centradas en otros aspectos como identidad social.

- El estado debe promover el ejemplo puesto que la imagen de este influye en la credibilidad de la campaña
- Las campañas deben tener un gran respaldo de las variables utilizadas para influir sobre la demanda de modo que sea posible una correcta evaluación al finalizar la campaña según sea estimado su desarrollo.
- Las campañas deben tener en cuenta tanto determinantes socioeconómicas como demográficas y psicológicas.

4.4.4 Desalación

La desalación ciertamente es propuesta en muchas ocasiones como una solución para la escasez hídrica (March, Sauri et Rico-amorós, 2014), no obstante, sus externalidades negativas han sido ampliamente identificadas destacando el impacto medioambiental que significa vertir la escoria del proceso devuelta al mar y el alto consumo energético que este mismo proceso significa (March, 2015). Por estas cuestiones es que es imperativo trabajar la desalación en un marco que permita reducir estas externalidades.

Una cuestión fundamental para el desarrollo de marcos que tengan como objetivo reducir los impactos negativos de la es la creación de recursos humanos y capacidad administrativa enfocada en la desalación. En este sentido es muy importante instaurar la desalación como un pilar fundamental de los centros de enseñanza como institutos y universidades de tal manera que se construyan polos de conocimiento que promuevan y desarrollen avances en la gestión del agua producida mediante la desalación (Genthner, 2001; Al-Jayyousi. 2000).

Además de la generación *in situ* de capital humano y conocimiento para desarrollar mejores prácticas asociadas a la gestión del agua, la desalación y el contexto; otro asunto importante a considerar es el alto consumo energético que significa la desalación, sobre todo en los países en vías de desarrollo. Esto debido a que la energía que sostiene este proceso proviene regularmente de matrices de sostenidas mediante combustibles fósiles. En este sentido, la literatura revisada sostiene que la desalación debe ser alimentada mediante energías renovables no convencionales como la solar o eólica. Entre otros motivos porque las zonas áridas y semiáridas del planeta son zonas donde el potencial para generar energía solar es suficiente para generar lo que la industria señalada necesita; además, las energías renovables no convencionales como la solar descomprimen la relación del nexo agua y energía cada vez más intensificada en ciudades de contexto áridos puesto que disminuir la cantidad de agua utilizada en el proceso de producción energética, disminuye la necesidad de producir más agua conformando un círculo virtuoso de descomprensión en el nexo (mithioulakis et al 2006; eltawil 2009; García-Rodríguez 2003).

Teniendo estas dos cuestiones en cuenta se propone crear, un código de normas y protocolos para la instalación y administración de la industria desaladora con fines sanitarios o potables. El código de desalación propuesto debe contener consideración y normativas en cuestiones como:

- alimentación de la planta desaladora mediante energías renovables no convencionales
- un marco de manejo para la descarga de salmuera que permita la rápida dispersión del concentrado
- modelos de gestión de desalación para distintos niveles territoriales, necesidades y contextos climáticos
- nuevos organigramas que promuevan la aproximación del sector público a la desalación con el fin de permitir abordar cuestiones como el trabajo directo con las comunidades, nuevas regulaciones locales para incentivar la adaptación al cambio climático y la gobernanza.
- Vincular la desalación con el entorno y la industria local.

5.1 INTRODUCCIÓN A LAS DISCUSIONES GENERALES

Con la intención de contextualizar los resultados obtenidos, el apartado de discusiones se inicia contrastando las condiciones que hacen particular a Antofagasta (y por lo tanto a esta investigación) con otros casos que pudiesen servir como referencia para observaciones más objetivas y comparaciones sobre los rasgos que dominan el consumo de agua en la ciudad de estudio. No obstante, es necesario recalcar que no es posible encontrar en el contexto latinoamericano algún caso de estudio que permita la comparación de ambos trabajos, puesto que los estudios de demanda hídrica residencial en Latinoamérica no son tan comunes, menos los que vinculan la problemática del agua y el cambio climático. Por otro lado, encontrar una ciudad que presente características similares a las del contexto de Antofagasta (ubicada en un desierto, dependiente de una fuente de agua natural que se encuentra a una enorme distancia, vinculada a la industria de la extracción de materias primas, con un crecimiento importante en términos urbanos y económicos de la mano de esta industria, que además estuviera en un país en vías de desarrollo y que utilice la desalación para abastecimiento de la ciudad misma) no es muy fácil en esta región; posiblemente buscar referencias de ciudades en zonas áridas y semiáridas de México tendría buenos resultados, sin embargo, es preciso señalar que la industria mexicana de desalación para consumo humano no representa las mismas condiciones que las observadas en Chile, puesto que si bien es posible encontrar varias plantas que abastecen a la industria y la hotelería, la desalación a gran escala para alimentar a la población está recién comenzando en México (Arreguín, 2015; Ocaño, 2016).

Por otra parte, buscar referencias de países que poseen regiones áridas y semiáridas al interior de sus fronteras con un largo recorrido en la desalación, nos lleva indudablemente hacia los países europeos colindantes con el Mediterráneo como España, Italia e Israel y a otros de la esfera anglosajona como Estados Unidos y Australia, todos ellos pertenecientes al primer mundo y alejados de la realidad de Antofagasta con políticas más maduras en materia de desalación más acabadas.

Naturalmente sería posible encontrar casos en la región MENA⁵ donde las condiciones climáticas son muy similares a Antofagasta, pero el componente cultural de esta región es muy fuerte; por otra parte, MENA cuenta con países con grandes reservas de combustibles fósiles como petróleo y gas, por lo que la producción de agua desalada es sin duda menos costosa, cuestión que explicaría su expansión en el golfo pérsico, por ejemplo (Montaño Sanz, 2011).

Mediante las razones expuestas hasta este punto se intenta demostrar que la comparación entre el caso de Antofagasta y estudios de demanda residencial de agua llevados a cabo en contextos que nos permitan comparar los resultados obtenidos no es

⁵ Acrónimo en inglés para referirse a la región del medio oriente y el norte de África

muy sencillo, sobre todo considerando que el estudio de la demanda de agua tiende a presentarse principalmente en el mundo anglosajón y Europa (March et Sauri, 2009).

Ciertamente esta situación demuestra que existe una necesidad por expandir los estudios relacionados a este tópico sobre todo en países en vías de desarrollo de todo el mundo con regiones áridas puesto que la fragilidad de estas frente al cambio climático ha sido ampliamente expuesta durante este trabajo. En este sentido, la falta de episodios para comparar no debe ser visto como un impedimento sino como una oportunidad de fomentar nuevos casos de estudios en la región latinoamericana, de manera que estos sirvan para fortalecer y mejorar los sistemas de gestión de agua para consumo humano no solo en países con regiones áridas del continente sino también en territorios donde la sobreexplotación de recursos naturales ha significado un aumento de los casos de escasez hídrica.

Habiendo considerado esto, los resultados extraídos de este estudio serán contrastado con los dos principales trabajos que sirvieron de guía metodológica para el desarrollo de este mismo: Morote (2016) y Domenech, Sauri y Perez (2004) Estos trabajos desarrollados en España (Alicante y Barcelona respectivamente) fueron seleccionados principalmente debido a la simpleza que mostraba la metodología aplicada por parte de los autores, las cuales se ajustaba a los límites y riquezas que poseía el marco en el que se desarrollaba este trabajo, no obstante, cabe recalcar que ninguna de los dos casos mencionados cuenta con una semejanza satisfactoria con Antofagasta, a excepción de Alicante, ciudad que por lo mencionado anteriormente es el caso revisado que más pudiese compararse con la realidad de Antofagasta.

Con respecto a Morote (2016) es necesario no olvidar que este trabajo tuvo su estudio en un país desarrollado, hecho que propone un contexto totalmente distinto al encontrado en la ciudad de Antofagasta. Esto puede traducirse en varias cosas que distintas entre un caso y el otro, por ejemplo, las tendencias de consumo de agua en países en vías de desarrollo tienden a disminuir, entre otras razones porque las directrices de desarrollo urbano son a compactar las ciudades. No obstante, cabe señalar que el modelo de expansión urbana en los territorios europeos adyacentes a la cuenca del Mediterráneo ha seguido patrones de urbanización de baja densidad, hecho que el autor aproxima para explicar el aumento de la demanda en la primera mitad de la década del 2000 en la ciudad de Alicante. Pero la demanda de agua en la ciudad no aumento debido solamente al crecimiento urbano de baja densidad puesto que es posible encontrar un gran aporte al aumento de la demanda de parte de la industria hotelera y el turismo.

Efectivamente el investigador ha señalado que la conjunción del crecimiento hotelero y urbano de baja densidad significan ineludiblemente un aumento del consumo de agua. Sin embargo, el autor ha descubrieron que las tendencias de evolución en el consumo de agua pasan por periodos de contracción y expansión, estas variaciones pueden ser correlacionadas con el dinamismo económico y social de la ciudad: tendencias demográficas, campañas de ahorro, expansión del turismo y la industria hotelera.

Entre los hallazgos realizados por este autor se encuentran una tendencia a la reducción del consumo desde el año 2007 en adelante en todas las tipologías de viviendas (posiblemente debido a la crisis económica del año 2008), principalmente en los estratos altos quienes han disminuido su consumo incluso en más de un 50%; por otra parte, importantes contracciones se registran en los niveles de ingresos medios sin elementos exteriores, las menores reducciones están relacionadas a niveles de renta altos, pero con casas que no son intensivas con el agua. En cuanto a las tipologías es interesante destacar que, al igual que en el caso de Antofagasta, la tipología de centro urbano se encuentra en todas las clases sociales, además, las casas semiseparadas son la tipología que menos ha disminuido su consumo sin lograr definir las razones.

Otro hecho que podría explicar la disminución del consumo en esta ciudad es que el aumento del precio del agua se elevó más de un 75% en 13 años, destacando como principal aumento las tarifas para la red del servicio. Este aumento en el precio del agua ha significado una disminución en la capacidad de compra de las familias las cuales han tenido que disminuir su consumo para solucionar el aumento del precio.

Table 2. Evolution of domestic water consumption by urban typology and economic rent in the city of Alicante (L/house/day), 2007–2013. Source: AMAEM. Elaborated by the authors.

		2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Trend % (2007–2013)
Urban core	High income	336	293	305	338	305	305	309	-8.02
	Average income	246	217	208	223	223	212	204	-17.07
	Average-low income	233	218	215	201	204	200	189	-18.84
	Low income	290	320	325	314	281	287	273	-5.86
Blocks of apartments	High income	392	383	370	366	378	336	356	-9.18
	Average income	328	311	315	322	319	305	289	-11.89
Semi-detached houses	High income	492	507	493	488	485	486	479	-2.64
	Average income	312	317	305	318	321	295	296	-5.12
Detached houses	High-average income	2300	2424	2146	1989	1842	1603	1052	-54.26

Ilustración 7: Evolución del consumo de agua por tipología en Alicante. Fuente: Morote et al (2016)

En tanto, las medidas de conservación de agua como campañas y el uso de tecnologías de ahorro, el autor señala que estas han tenido efectos en la reducción del consumo, sin embargo, no es posible tener suficiente claridad con respecto a la influencia final del reuso de aguas grises y cosecha de lluvias en el caso estudiado.

Entre las principales conclusiones propuestas por el autor es que la instalación de tecnologías, el incremento de la conciencia medioambiental, el precio del agua y el uso y reuso de aguas para riego privado y público tiene efectos en la disminución del consumo de agua en la ciudad de Alicante, pero así también la crisis económica que afectó a España a finales de la década pasada.

En cuanto al trabajo desarrollado en el área metropolitana de la ciudad de Barcelona por Domenech, Sauri y Parez (2004), es importante señalar que este mantiene una distancia

temporal importante con el caso estudiado en Antofagasta, no obstante, se debe considerar que los resultados obtenidos por los autores señalados son de gran importancia para la contextualización de los resultados puestos que ambos siguieron una metodología muy similar y apuntando a reparos no tan distintos.

Entre los principales resultados encontrados en este trabajo se destaca que las variables identificadas como trascendentales en estudios previos como el precio del agua y la renta del grupo familiar no son tan impactantes en el consumo final y que, por lo tanto, el factor más determinante en el consumo doméstico de agua en el área de estudio es la tipología de vivienda y su tamaño. En este sentido cabe señalar que para el estudio citado la demanda de agua aumenta en tanto aumenta la superficie del hogar, pero disminuye a medida que el grupo familiar aumenta.

Otro hallazgo importante de este caso presentado señala que, como fuera posible esperar, las zonas urbanas compactas del área metropolitana de Barcelona consumen menos agua que las zonas de baja densidad. En tanto para los niveles de renta, se asume que los niveles más altos tienen mayores consumos en viviendas unifamiliares con elementos exteriores, y que este caso no se presenta en las viviendas plurifamiliares.

5.2 DISCUSIONES GENERALES SOBRE LOS RESULTADOS

a) Demanda de agua y estratos socioeconómicos

Entre los resultados generales que, en efecto, puede leerse a través de la revisión de los objetivos es posible señalar que para el caso de Antofagasta existe una relación muy cercana entre los niveles de demanda de agua y el estrato socioeconómico al que pertenece el grupo familiar encuestado, esto podría reforzar la idea que vincula a las clases sociales más acomodadas con mayores niveles de consumo de agua; dicho de otra manera, en nuestro caso de estudio se comprueba que existe una relación directamente proporcional entre los niveles de renta de los encuestados y el consumo residencial de agua.

Cabe destacar que Sauri y otros en el trabajo publicado en el año 2004 señalan que, para el caso de la región metropolitana de Barcelona, la condición socioeconómica de los encuestados no significa la primera razón del consumo, y más aún, los resultados demuestran que la tipología de vivienda es más influyente que el perfil socioeconómico, pero sobre eso se discutirá más adelante. Por lo pronto es necesario señalar que se puede apreciar en los resultados de este caso que el nivel de renta (56%) tiene mayor incidencia en el consumo que la tipología (26,3%), que el número de integrantes del grupo familiar (12%) y que la estructura familiar (6%), con lo cual se alza como el principal factor de demanda de agua.

Otra relevante aseveración relacionada con este punto tiene que ver con el uso del agua en el hogar en términos del nivel socioeconómico. Mediante un análisis de los resultados que muestran las preguntas de la encuesta sobre los usos del agua en los hogares de Antofagasta pueden reconocerse patrones que suponen que los estratos socioeconómicos más bajos tienen un uso del agua al interior del hogar que solo

compromete los usos esenciales, es decir, las clases sociales más bajas usan el agua solo para sus necesidades básicas como el aseo personal y del hogar, para cocinar y beber.

Teniendo esto último en consideración, cabe destacar que los resultados han demostrado que existe un grupo de habitantes de Antofagasta que presentan un volumen de consumo de agua mayor en relación al tamaño que este grupo ocupa dentro del universo de Antofagasta y que este grupo está conformado principalmente por encuestados pertenecientes a los niveles de renta más altos y algunos sectores medios de la ciudad. Esto, sin duda, nos hace poner nuestra atención en este grupo, puesto que es posible señalar que es en este sector de la sociedad antofagastina donde es viable obtener una reducción efectiva de los niveles de demanda, no obstante, el peso de este grupo en la unidad estudiada solo nos permitiría reducir hasta un 5% de los actuales niveles de demanda, un número significativamente pequeño.

De esta manera, el consumo proporcional de las clases altas tiene un margen de reducción hacia el promedio de la ciudad no tan significativo por lo que es posible señalar que disminuir el consumo de agua en estos niveles de renta no significa, de ninguna manera, una reducción importante en la demanda de agua de la ciudad, por lo que es necesario apuntar a todos los grupos sociales si se quiere disminuir la demanda de este recurso y por lo tanto la necesidad de nuevas fuentes ¿pero cómo es posible reducir el consumo de los grupos vulnerables que no solo son el grupo más numeroso del caso de estudio sino que también consumen agua solo para cubrir las necesidades básicas?

b) Demanda de agua y tipología de vivienda

En base a los resultados obtenidos en este trabajo es posible señalar que en la ciudad de Antofagasta ha sido posible corroborar que existe una relación entre la tipología de las viviendas y el nivel de consumo de agua. Esta aseveración se sustenta en el hecho de que es posible observar que las viviendas que presentan elementos exteriores como piscinas y/o jardines tienen un consumo mayor que los hogares con ausencia de ellos. Además, es posible observar tendencias que sugieren con certeza que el consumo de los apartamentos o viviendas de bloques tienen consumos menores que las viviendas singulares

Cabe destacar que los resultados obtenidos por tipología de vivienda concuerdan con lo expuesto en el trabajo de Morote (2016) puesto que el autor también ha encontrado una relación de consumo con la tipología de vivienda; e incluso es posible leer en su trabajo que el ingreso o el nivel de renta también determina consumos mayores los que al ser combinados con la tipología de vivienda demuestran rasgos similares a lo planteado anteriormente en estas discusiones pero que Sauri (2004) descarto argumentando que para el caso de Barcelona la tipología de vivienda tenía más incidencia en el consumo final que el nivel de renta.

Otro resultado interesante para comentar tiene que ver con el trabajo de la ciudad de Barcelona donde se encontró, como ya se ha dicho, una relación más estrecha entre el

consumo de agua y la tipología de vivienda que con los ingresos del grupo familiar; además, en este trabajo se destacó que en el caso de Barcelona la relación entre niveles de renta altos y viviendas unifamiliares con elementos exteriores son los consumos mayores de la ciudad, mismo hecho que se encontró en la ciudad de Antofagasta, el cual puede ser utilizado como argumento para sugerir que la principal causa de demanda de agua es la posibilidad de pagar por el recurso.

Parece necesario destacar en este punto un detalle que también es posible encontrar en el trabajo citado previamente en estas discusiones; y es que el autor señalado también ha demostrado que las distintas configuraciones de tipologías de viviendas tienen consumos distintos. Este hecho es posible observarlo, además, en el cuadro elaborado por Morote (2016) y citado previamente donde aparecen consumos menores relacionados con el centro urbano, algunos mayores vinculados a las casas semiseparadas y los más altos aludiendo a casas separadas.

En otro ámbito, cabe recalcar la lectura de la ciudad que se puede hacer a través del análisis del nivel de demanda de agua de las tipologías de viviendas y como estas se distribuyen a lo largo de la ciudad, esto naturalmente nos permite evidenciar los consumos que pueden aparecer en zonas donde la ciudad ha tendido a difuminarse (como el norte o el sur de la ciudad) o a compactarse con mayores densidades residenciales dejando en evidencia la relación de consumo y una de estas dos formas de la ciudad. En este sentido, es posible observar cómo en las zonas del norte y del sur es donde las tipologías más intensivas en su consumo de agua se encuentran, mientras que hacia el centro de la ciudad los bloques de apartamentos y las viviendas sin elementos exteriores dominan el espacio con consumos menores.

Este último punto parece guardar una reflexión importante a discutir entre los resultados propuestos por Sauri (2004) y los hallazgos de este trabajo ya que es posible señalar que, para el trabajo del autor citado, el principal indicador de la demanda de agua resultaba ser la tipología de vivienda, mientras que para el caso de Antofagasta el precio del agua se alza como el factor más determinante en el consumo de agua. Si bien es posible encontrar muchísimas diferencias entre Barcelona y Antofagasta para explicar esta diferencia, la respuesta a esta situación podría estar dada por la forma de la ciudad puesto que Sauri (2004) ha señalado que la tipología de vivienda es más importante para describir las tendencias en consumo de agua en tipologías de viviendas plurifamiliares y que en los casos de viviendas unifamiliares, el nivel de renta es más importante.

Este hecho en contrastado con los resultados de Morote (2016) donde es posible observar que las familias de más alta renta son quienes poseen los mayores consumos independiente de la tipología de vivienda, podría demostrar que es posible presumir que las variables determinantes de la demanda de agua en las distintas ciudades varía en tanto cambian sus formas. Ciertamente es necesario para corroborar esta declaración poder revisar las formas de las ciudades que hemos puesto en tensión en este punto, no obstante, a grueso modo es posible señalar que en términos de tamaños Barcelona es más grande que Antofagasta y Alicante, ciudades con tamaños poblacionales similares; y que su área metropolitana alberga más gente que ambas ciudades señaladas.

En términos del índice de demanda doméstica de agua es posible señalar que el índice demuestra que existe una ciudad de Antofagasta fragmentada donde los rasgos sociales pueden verse traslucidos en la cantidad de agua que se consume, posiblemente esto permita señalar que existen zonas donde el acceso al agua puede ser una cuestión urgente, y que por otra parte existen zonas de la ciudad donde la cuestión de la escasez hídrica se ve escondida detrás de instalaciones como la desalación.

Es fundamental también reconocer que ambas zonas, tanto las de altos índices de demanda de la misma manera que las de baja demanda, necesitan ser revisadas con mayor definición puesto que posiblemente deban existir dos situaciones contrapuestas que no pueden ser abordadas con la misma mirada. Por una parte, es posible esperarse que las zonas de baja demanda hídrica domiciliaria puedan ser zonas del pie de monte, con campamentos irregulares y de pocos accesos a saneamiento; mientras que las zonas de mayor demanda hídrica posiblemente estén caracterizadas por barrios residenciales de estratos sociales altos.

c) Percepción del servicio y mirada global de la ciudad

En relación a otros hechos encontrados en este trabajo resulta interesante discutir sobre cuestiones importantes como la percepción de los consumidores de la ciudad con respecto a la calidad del servicio de agua y el contexto en el que viven debido a que la lectura de estos resultados puede significar un mayor entendimiento de las condiciones de consumo como nuevas consideraciones para el desarrollo de herramientas y estrategias que promuevan el uso sustentable de los recursos hídricos así como una imagen más clara sobre la situación del área de estudio.

Para comenzar es fundamental señalar que entre un 20 y 30 por ciento de la población de Antofagasta son habitantes que llevan menos de 10 años viviendo en la ciudad, una proporción importante que podría deberse al auge económico que ha experimentado la ciudad. En este sentido, la literatura revisada señala que existen distintas razones por las cuales pensar que el consumo de los migrantes es en alguna medida menor que los habitantes tradicionales de una ciudad, no obstante, para nuestro caso de estudio, los vínculos que pueden haber entre migrantes y consumo no son muy fuertes puesto que si bien es posible indicar que el grupo socioeconómico ABC1 con el mayor consumo presenta el nivel más alto de personas viviendo hace menos de diez años en Antofagasta, las tendencias no son tan claras ni marcadas a lo largo de los otros estratos socioeconómicos como para forzar una discusión más profunda sobre este punto. Por lo pronto solo es posible señalar que la mayoría de la población de la ciudad lleva viviendo allí más de 10 años y más de la mitad de la población tiene un tiempo de residencia mayor a los 20 años en la ciudad.

Es importante señalar este hecho puesto que guarda una relación con la percepción de la situación árida en la que está inmersa la ciudad de Antofagasta debido a que cerca de la mitad de los habitantes si consideran que falta agua en la ciudad, no obstante, la percepción de la necesidad de más agua en la región es más alta y puede elevarse sobre

el 60% de la población. Esta cuestión, por una parte, puede sugerir que los habitantes, quienes llevan muchos años en este escenario, guardan razones para suponer que el contexto árido no incide tanto en el panorama de la ciudad (o quizás no lo notan), el cual puede estar sustentado en este paradigma tradicional de gestión que permite esconder o disfrazar la escasez hídrica a través de la apertura de nuevas fuentes como la desalación; por otra parte, supone que los Antofagastinos viven sin ser profundamente conscientes del contexto en el que se encuentran y que la demanda de agua residencial no considera la sustentabilidad del recurso ni el contexto desértico del norte grande de Chile y que, como han demostrado los resultados, estos consumen agua en tanto la capacidad económica del grupo familiar permita.

En cuanto a la cuestión de la desalación, esta ha significado un cambio en la mentalidad del antofagastino puesto que la instalación de La Chimba ha significado para ellos un aumento en la cantidad de agua disponible para la ciudad, pero de ninguna manera una mejora en la calidad del recurso o del servicio entregado. Este hecho es bastante llamativo si se considera que el proceso de la desalación tiene un producto limpio y puro que abastece al 60% de la población y la proporción crece con los años, por lo que pudiese atribuirse la mala calidad del servicio probablemente a la red de distribución del recurso. esta observación podría llevarnos a pensar que el sistema de gestión (tradicional) de agua de Antofagasta en su conjunto es ineficiente, malo o inadecuado para el contexto en el que se desarrolla.

En términos de compromisos institucionales tanto públicos como privados, los residentes de Antofagasta dejan entrever que estos son escasos o inexistentes y que prácticamente, a la fecha del desarrollo de esta investigación, no hay campañas que busquen disminuir la demanda de recursos, un uso sustentable o concientizar sobre la problemática del agua con resultados demostrables o al menos considerables en sus frutos.

Efectivamente la falta de participación del estado en impulsar un mejor uso del recurso hídrico puede leerse como eso mismo, una ausencia, negligencia o desinterés por gestionar recursos tan importantes para el desarrollo de la vida que amerita una guardia fuerte para garantizar la justa y correcta asignación en un contexto de agravada escasez por el actuar del mercado y un paradigma de gestión insoportable que navega con rumbos peligrosos.

Esta ausencia de estado participativo en la gestión hídrica crea una distancia entre la ciudadanía y las instituciones públicas que puede verse traducido en una merma de las capacidades de las sociedades para adaptarse a los impactos del cambio climático puesto que, como fue expuesto anteriormente, la clave para el fortalecimiento de las estructuras sociales frente al fenómeno mencionado depende de la proximidad de las instituciones con la población. Esto, conjuntamente con un sistema de gestión que disfraza u oculta la escasez hídrica y sumado a una red de distribución que condiciona la calidad del servicio de agua de la ciudad significa a juicio del autor un ramo de factores que permiten señalar que Antofagasta presenta serias debilidades frente al cambio

climático y que de no hacer nada por mejorar esta situación la ciudad está destinada a sufrir graves consecuencias causadas por el cambio climático.

5.3 DISCUSIONES SOBRE LAS MEDIDAS A TOMAR, POSIBLES IMPACTOS Y PROYECCIONES PARA ANTOFAGASTA

a) Estado y marcos regulatorios

A lo largo de este trabajo se han puesto en evidencia numerosas razones para sostener la necesidad de reducir los niveles de demanda de agua en la ciudad de Antofagasta, no obstante, los resultados han demostrado que reducir los niveles de demanda de los estratos altos si bien es posible no significa, a la larga, grandes contribuciones a la meta puesto que la proporción de estos no es de ninguna manera significativa en el universo total del caso de estudio. Por lo tanto, si se desea reducir la demanda de agua inevitablemente debe ponerse atención sobre los grupos pertenecientes a estratos sociales más bajos puesto que estos son más numerosos, sin embargo, es rotundamente importante señalar que, como también se ha expuesto anteriormente, los grupos de menores recursos solo utilizan el agua para cubrir sus necesidades básicas.

Probablemente la única vía que pudiese utilizarse para alcanzar aquel objetivo de reducir la demanda de grupos que de por sí ya consumen poca agua en términos comparativos es a través de la incorporación de tecnología de ahorro de agua en el entorno de los consumidores. Evidentemente esta acción de introducir nuevas herramientas para la gestión del agua a nivel residencial debe estar acompañado de una correcta campaña de concientización del contexto desértico en el que está inmerso Antofagasta y lo que significa este avance en términos de sustentabilidad del agua y una nueva estructura de precios.

Naturalmente esta introducción de nuevas tecnologías de ahorro requiere de un cambio en los límites de la participación del estado en la cuestión del agua puesto que, por una parte, es necesario que se hagan incentivos que permitan la entrada de estos artículos tecnológicos en el mercado; mientras que, por otra parte, debe haber un cambio en la manera en la que el estado influye sobre la demanda residencial de agua puesto que a esta altura solo se limita a subsidiar el consumo de los más pobres debido a que este mecanismo es más sencillo que promover herramientas de gestión de escala residencial. En este sentido cabe destacar que los subsidios estatales para cubrir gastos relacionados al consumo de agua no deberían tener este fin y por el contrario deberían apuntar a mejorar las condiciones de gestión de agua a nivel domiciliario financiado tecnología de ahorro y mecanismos para esto como la instalación de cañerías diferenciadas para la reutilización del agua al interior del hogar y sistemas de reciclaje de aguas grises. Esto ayudaría a reducir el consumo en vez de seguir financiando una demanda mayor, hecho que evidentemente significa un cambio en el paradigma de gestión de agua.

Considerando el delicado escenario que enfrenta el agua no solo en Antofagasta o el norte de Chile, las regiones áridas del planeta, países en vías de desarrollo o Latinoamérica, sino todo el mundo, el estado de Chile (y los estados del mundo) deben

participar activamente en la gestión de uno de los recursos más importantes para la vida humana, sino es que el más importante, el cual no puede quedar en manos del mercado puesto que las consecuencias de permitir que un bien escaso ypreciado como el agua sea regulado por el mercado capitalista solo puede generar más escasez e injusticias en la asignación del recurso para todos los actores involucrados.

Por estas razones, el estado chileno, uno de los más deficientes en términos de gestión del agua en la OCDE (2011) debe implementar nuevos organismos que se preocupen exclusivamente de mejorar este panorama y proponer nuevas regulaciones que permitan el desarrollo de todas las aristas de la demanda de agua en armonía para evitar lidiar con cuestiones tan delicadas como la escasez hídrica. En este sentido, la implementación de nuevos marcos regulatorios y planes de distinta escala espacial y temporal son fundamentales para la aproximación del estado a la gente y la problemática propuesta.

A juicio del autor de este trabajo estos nuevos marcos regulatorios deben ser propuestos por un nuevo ente único y estatal encargado de la gestión del agua para la superación de escasez, la buena gestión del agua y nuevas políticas hídricas a lo largo de todo el país, pero con una aproximación territorial que entienda la particularidad de cada caso, puesto que un movimiento como este permitiría al estado ser más activo, propositivo y participativo de la gestión del agua cerca de la gente. Esta nueva institución debe tener como primera misión establecer un código de aguas grises para determinar parámetros y protocolos mínimos para su implementación, exigencias y decretar su exigencia en establecimientos comerciales y en el turismo y la hotelería; además, un compendio de nuevas de normas urbanísticas vinculantes que decreten nuevas exigencias para garantizar condiciones mínimas en el desarrollo urbano y permitan dimensionar el impacto de este en recursos como el agua, la energía y el territorio. para finalizar, también debe ser importante crear un código de desalación teniendo en consideración el rápido avance que ha tenido esta tecnología en Chile y la introducción que el estado ha hecho en distintos niveles de su aparato; este código necesita, de la misma manera, establecer normas sobre los usos del agua marina y protocolos mínimos que aseguren una correcta implementación de una tecnología que parece está destinada a vivir un auge tremendo en los próximos años en este país.

b) Antofagasta y la desalación

Al comparar el consumo de agua entre las ciudades de Alicante y Antofagasta es posible señalar que la ciudad española presenta consumos muchísimos más altos que la chilena, este hecho puede ser atribuido a distintos factores no obstante cabe recalcar que se reconoce que los consumos de agua en países desarrollados tienden a disminuir puesto que sus estructuras urbanas son más densas mientras que en países en vías de desarrollo el consumo de agua se espera que crezca exponencialmente, esto debido principalmente a que estas regiones del mundo serán las que experimentaran los mayores crecimientos poblacionales en los próximos años.

Frente a este escenario cabe preguntarse si la reducción de la demanda residencial de agua en Antofagasta permitirá a la ciudad enfrentar este crecimiento poblacional sin la necesidad de abrir nuevas fuentes de agua. Lamentablemente no es posible responder a esta pregunta en este trabajo puesto que la respuesta requiere de información que el investigador no posee en este momento y que además incluirla en el trabajo significaría integrar una nueva dimensión con el costo de reestructurar todo el conjunto; no obstante, sin duda la reducción de la actual demanda de agua significaría una holgura que permitiría a la ciudad y su población un espacio para crecer sin estresar las fuentes actuales de agua.

Pero luego ¿Qué es posible esperar de la condición de Antofagasta? A juicio del autor la desalación se convertirá en un pilar fundamental para el desarrollo en todo ámbito dentro de un futuro no tan lejano, sumada la condición geográfica tan especial de Antofagasta es de esperar que la ciudad depende sino es completamente será en gran medida de la desalación. Dicho esto, es necesario considerar que el crecimiento de la ciudad en términos económicos significará la necesidad de abrir nuevas plantas desaladoras puesto que es la única vía por la cual la ciudad puede mantenerse, pero ¿Qué significa una ciudad como Antofagasta dependa de una fuente de agua como la desalación?.

Naturalmente esta pregunta debe considerar en la respuesta el impacto ambiental que conlleva la descarga de la escoria del proceso productivo y el consumo energético requerido, sin mencionar los impactos sociales y los costos económicos que la instalación de la industria desaladora significa. Pero más allá de esto, cabe mencionar que el crecimiento económico de la ciudad se traducirá en la construcción de más plantas que, al depender tanto del auge económico, pueden convertirse en “fuentes secas” que no tienen los recursos monetarios suficientes para mantenerlas en operación en periodos de crisis económicas naturales del ciclo capitalista.

En síntesis, con respecto a la desalación y Antofagasta, se puede decir que la ciudad está destinada a eventualmente depender por completo de la desalación, pero que si esta sigue implementándose como ha sido hasta ahora, la desalación será más una fuente de problemas que de otra cosa, por lo que es fundamental implementar nuevos marcos regulatorios que permitan a la desalación operar dentro de un ambiente seguro y con la capacidad de reducir al mínimo posible sus impactos negativos y reforzar los positivos, por ejemplo, como herramienta de adaptación al cambio climático. Para esto, como primer paso es imprescindible contar con la capacidad de generar conocimiento y capital humano relacionado al proceso de desalación a nivel país y especialmente en las regiones áridas y semiáridas del país.

5.4 PROBLEMAS METODOLÓGICOS, DEBILIDADES DEL ESTUDIO Y RECOMENDACIONES PARA ESTUDIOS FUTUROS

a) Ejecución de las encuestas.

Cabe recordar que la fuente de los datos utilizados en esta investigación surge desde una encuesta aplicada en el marco del proyecto de investigación número 1113063 financiado por FONDECYT. La metodología de aplicación de esta encuesta significó

entregar una copia de la encuesta a cada familia a través de los niños alumnos de distintos colegios de la ciudad; esto permitió al equipo investigador alcanzar todos los puntos de la ciudad y todas las clases sociales.

Durante el desarrollo del objetivo número 1, donde se analizó la estructura de las familias con el fin de encontrar alguna correlación entre el consumo de agua y la composición de la familia, fue posible observar que existían composiciones familiares muy comunes en Antofagasta y que se repetían constantemente sin importar la clase social, por ejemplo, la familia de dos adultos y dos niños; por otra parte, también fue posible observar que la presencia adultos mayores era muy baja en las estructuras familiares. En base a esto surgieron dudas sobre la metodología que se utilizó para la aplicación de la encuesta puesto que esta podría significar una alta presencia de niños y una baja aparición de adultos mayores por cuestiones que podrían parecer obvias como la diferencia etaria de los grupos y su relación con el establecimiento educacional. Posiblemente decir que, al ejecutar la encuesta a través de los colegios, las familias sin niños y/o que podrían estar más vinculadas a personas de mayor edad podrían no aparecer reflejados en la encuesta.

Esto, evidentemente significa una implicancia importante en el trabajo final ya que pierde consistencia y representatividad de todos los espectros de la población de la ciudad de Antofagasta; el trabajo se vuelve débil y cuestionable puesto que los resultados ya no pueden ser vinculados a todos los habitantes y deja afuera un grupo de consumidores de agua muy importante para el análisis, los adultos mayores, el cual llama la atención por el bajo consumo que significan en relación a otros grupos etarios de los cuales se pueden tomar muchas lecciones para la creación e implementación de medidas para reducir el consumo (March et Saurí, 2009).

Sin embargo, es necesario recalcar que al mirar las estadísticas comunales entregadas por la biblioteca del congreso nacional relacionadas a los rangos etarios para el año 2016, es posible observar que los adultos mayores de 65 años que habitan en la ciudad de Antofagasta representan solo el 8% del total de la población (BCN, 2105), hecho que ciertamente podría explicar la baja presencia de adultos mayores en la encuesta e, indubitablemente, devolverles la consistencia a los resultados encontrados.

b) Grupo Socioeconómico E

Ciertamente uno de los problemas más comunes al momento de trabajar con bases de datos que contienen tantas entradas y tanta información de la que se desea revisar para vislumbrar la realidad de los fenómenos que esta información representa, es que muchas veces la información puede presentar mutilaciones que condicionan la validez de esa información puesto que significan un caso de representación de la realidad de la cual no se conoce cierta característica entre un grupo determinado de entradas de las cuales si se conoce esa característica. Entonces las entradas son inconsistentes entre ellas puesto que no se dispone de todas en igualdad de condiciones, lo cual genera zonas manchadas o con borrones que no permite visualizar la escena por completo.

A juicio del investigador que desarrolla este trabajo, esto presenta una problemática muy importante a resolver puesto que la aleación de entradas correctas con otras que presentan mutilaciones puede significar una distorsión de la realidad. Por esto es que se justifica haber quitado de la base de datos todas aquellas entradas que significaran mutilaciones en sus datos, que dicho sea de paso poseen la virtud de mostrarse de manera aleatoria a largo de la base de datos y los estratos socioeconómicos.

Sin duda existen herramientas matemáticas en el campo de la estadística que permiten resolver cuestiones como estas, entre ellas la extrapolación de información cercana a la faltante o el uso de promedios, no obstante, es necesario reconocer por parte del investigador que este carece de conocimientos suficientes en dicha ciencia que le permitan proponer un recurso más cómodo para la resolución de dicha problemática que tan solo reacomodar los valores de margen porcentual de error e índice de confianza que dominan el tamaño de la muestra para conceder una holgura en los números necesarios y eliminar las entradas que presentan mutilaciones.

La modificación de estos valores no supone, ni asomo, un riesgo para la credibilidad o a la consistencia del trabajo puesto que la variación no es, de ninguna manera, y como se puede observar en el apartado referente a la metodología, abultada. Sin embargo, debe hacerse hincapié en un hecho muy importante para la investigación relacionado con el estrato socioeconómico E.

Tanto antes como después de la modificación de los valores, el mencionado estrato no contaba con las entradas suficientes que su representatividad exigía, lo cual significa realmente una limitación para el trabajo. Frente a este hecho no existen muchas alternativas, por lo que solo cabe reconocer que los resultados obtenidos y relacionados a este estrato socioeconómico deben no ser precisos y por consiguiente presentar nuevos valores para el grupo mencionado, hecho que si bien no busca ser una justificación en términos metodológicos, pretenden demostrar la real dimensión de la problemática la cual, a juicio del investigador, es bastante punzante en el sentido de que es un detalle muy presente a lo largo de todo el trabajo y sobre todo cuando se observa este de manera completa.

A pesar de esta situación, es importante destacar que la tipología de vivienda que más se repetía en el estrato social E era la de centro urbano y se encontraban principalmente en la zona norte de la ciudad, hacia el pie de monte. Estos detalles no son menos importantes y deben ser considerados a la hora de hacer conclusiones generales del trabajo, puesto que permite aseverar que el trabajo fue capaz de reconocer algunos rasgos de este grupo socioeconómico, cuestión que queda demostrada en la figura número 7, grafico sobre consumo de agua por tipología de vivienda y nivel socioeconómico, donde el centro urbano de E ocupaba una posición en el grafico mismo muy acorde con lo hallado en la literatura.

Sin embargo, esta situación no parece tan extraña para el investigador puesto que es de esperarse que el nivel más bajo de los estratos socioeconómicos pueda estar débilmente

representado en una ciudad que destaca en términos económicos con el segundo sueldo promedio más alto del país (INE, 2016) y la segunda posición del PIB nacional (Banco Central, 2016).

Evidentemente este hecho de ninguna manera permite señalar que no existan niveles de pobreza extrema en la ciudad, puesto que, si bien el sueldo es alto, el costo de vida lo es también (INE, 2016) cuestión que efectivamente se ha traducido en diferentes desafíos, entre ellos el crecimiento descontrolado de la problemática de la vivienda en la ciudad que según cifras de TECHO CHILE (2017) tiene más de 6750 familias antofagastinas viviendo en campamentos – que dicho sea de paso significa condiciones deficientes de acceso al agua y saneamiento- 3000 familias más que en Santiago y la mitad del norte grande.

Podríamos suponer, en base a estos hechos, que la ciudad de Antofagasta muestra tener otros niveles de pobreza que no son del todo comparables a los números a nivel nacional por lo que amerita una mirada de mucho más detalle para comprender el dinamismo socioeconómico único de la ciudad que lamentablemente no es posible comprender a cabalidad con la encuesta Adimark; cuestión que nos lleva al siguiente punto de la discusión.

c) Encuesta Adimark

Adimark es una encuesta que presenta una metodología basada en el análisis de los datos obtenidos en el CENSO del año 2002 de los cuales los desarrolladores articularon una serie de indicadores para construir 5 perfiles socioeconómicos que permiten caracterizar a las familias chilenas y su poder de consumo. Entre los indicadores seleccionados están el ingreso del jefe de hogar, el nivel de educación y la tenencia de ciertos artefactos al interior del hogar (GFK Adimark, 2016), datos muy importantes para realizar un análisis muchísimo más enriquecedor justamente para este trabajo.

Si bien esta encuesta se ha mostrado confiable y ha sido utilizada en distintos documentos como la encuesta bicentenario, la actualización de las variables es fundamental puesto que las características que pueden atribuirse a cada estrato socioeconómico parecen estar en un contexto distinto puesto que, por ejemplo, hoy en día la mayoría de los artefactos por los cuales la encuesta preguntaba se encuentran en un gran número de hogares, por otra parte, ha habido un incremento en los ingresos de los hogares chilenos (INE, 2016). Sumado a esto, debido a la generalidad que caracteriza a la encuesta, esta es incapaz de mirar las puntualidades de los casos como el que ocurre en Antofagasta y que fue comentado en el punto anterior.

Es decir, la encuesta Adimark no es precisa para describir la situación socioeconómica y carece de las herramientas para demostrar las reales dimensiones de la situación de la ciudad de Antofagasta, hecho que condiciona el desarrollo de este trabajo, puesto que, si bien la encuesta permite una mirada de las condiciones socioeconómicas de la ciudad, esta no entrega verdaderos detalles de las familias, detalles que sin duda podrían ser muy importantes para el estudio de la demanda residencial de agua. Trabajar con los

datos del CENSO del 2012 nos hubiera permitido una mayor certeza de la situación en distintos ambientes, no solo para establecer los reales niveles de ingresos en la ciudad, sino que también para aportar en la discusión sobre la influencia del género, la cultura o etnicidad y la educación de los consumidores en la demanda de agua; además, sería posible definir con mayor precisión tipologías de vivienda más representativas de la realidad urbana de Antofagasta. Lamentablemente no fue posible trabajar con los datos del CENSO puesto que la aplicación de la versión 2012 de la encuesta contuvo errores metodológicos graves que terminaron por invalidar aquella ejecución y exigir una replicación durante el año 2017.

Finalmente, el resultado de esto es tener solamente una clasificación de las familias sin poder acceder a las características reales de las familias. Esto evidentemente presenta una debilidad profunda en el trabajo presentado ya que carece de un análisis que podría haber sido muy interesante y enriquecedor, el cual nos hubiera permitido ahondar aún más en las causas que conducen el consumo de agua en la ciudad.

d) Condominios y tipología de vivienda

La tipología de vivienda utilizada en este trabajo tiene como base conceptual los aportes de Morote (2016), los cuales consideran una justificación para la articulación de las tipologías muy simple y en concordancia con la literatura; así también lo pone en manifiesto Sauri (2003) quien, al igual que Morote y este trabajo, toman como principales fundamentos para categorizar las viviendas la presencia de elementos exteriores a la vivienda tal como jardines y/o piscinas y la naturaleza de la construcción como edificios o unidades de suelo. En este sentido, este trabajo considera que la articulación de las tipologías de vivienda es un aspecto fundamental de un estudio de este tipo que fue bien abordado desde un comienzo.

No obstante, es necesario destacar que el trabajo con las tipologías de vivienda en este estudio fue particularmente delicado debido a que una mirada más delicada de los datos mostraba que los consumos de ciertas tipologías tendían a concentrarse cuando se cruzaban más de un indicador, por ejemplo: clase de construcción (apartamentos o casas) presencia de elementos exteriores y clase social. Esto obligó a configurar nuevas tipologías de viviendas distintas y más específicas que las presentadas en los trabajos mencionados; las cuales, evidentemente, se justificaban en la necesidad de destacar aquellas características que se vuelven muy interesantes debido al contexto del estudio; es el caso, por ejemplo, de la tipología de vivienda Apartamentos en condominios I, la cual se destaca por la alta presencia de estratos socioeconómicos altos, un alto consumo y al mismo tiempo una concentración en ciertos lugares de la ciudad, principalmente Gran Vía, zona de alta plusvalía.

Este hecho puede leerse desde dos perspectivas completamente opuestas, debido a que presentan una condición favorable o desfavorable dependiendo del prisma con el que se observe, pero bien ambas muy aceptables. Por un lado, la articulación de tipologías en relación con la ciudad permite mirar la estructura de la misma de una manera distinta que presenta detalles muy interesantes; sin embargo, la discusión con respecto a este

aspecto se realizará más adelante dentro de las reflexiones en torno a los aportes de este trabajo a la disciplina de la geografía.

Por el contrario, la lectura que puede hacerse desde la parte opuesta es que la articulación de tipologías más específicas requiere, evidentemente, muchísima más información para lograr explicar de manera precisa las eventualidades de sus características. Esto es algo que ocurre en este trabajo y que significa una debilidad puesto que en ciertas tipologías dejan al descubierto distintas dudas que no logran ser resueltas, y pudiesen haberlo sido si se contara con aquella información; por ejemplo, cómo es que las familias que viven en condominios pagan por el agua que se utiliza en la mantención de piscinas y jardines, sí es que es mediante sus cuentas personales de agua o en gastos comunes del condominio. Esto último permitiría afinar los datos de consumo y por lo tanto mejores lecturas, debido a que para este trabajo se considera que el consumo de cada vivienda está dado por el monto que declaran facturar (pero que para los casos de condominio podría significar no mencionar el gasto de agua en la mantención de jardines y/o piscinas).

En este sentido, este trabajo debe declarar una nueva debilidad puesto que no cuenta con la información necesaria para una mayor precisión sobre una tipología de vivienda tan intrigante como las relacionadas a los condominios, primero porque son una tipología muy expandida en Antofagasta y segundo, considerando que estos son una forma habitacional que debe responder a ciertas reglas de convivencia podría ser interesante analizar para revisar su eventual influencia en el consumo de agua.

De cualquier manera, cabe destacar que las familias que habitan en condominios viven *per se* en ambientes que tienden a mayores consumos de agua. En este sentido, es necesario destacar que la aproximación de los estudios de demanda de agua no debe realizarse desde el consumo en sí mismo, que solo representa un valor, sino que deben ser abordados desde las causas que determinan el número registrado en el consumo para de esta manera conocer las tendencias que presentan los distintos consumos y lograr trazar trayectorias que puedan ser intersectadas para dirigir las hacia consumos más acordes a sus contextos. Cuestión que nos introduce hacia el siguiente punto.

e) Recomendaciones para nuevos estudios

Luego de haber experimentado todas las complicaciones que significaron los percances ocurridos a lo largo de este trabajo y comentados en el punto anterior, se expone de manera sencilla algunas consideraciones que deberían considerarse en próximos trabajos que persigan objetivos similares a este para de esta manera evitar encontrarse con este tipo de vallas o tener antecedentes que permitan vislumbrar herramientas o condiciones para superarles.

Por una parte, es importante, fundamental, contar con la mayor cantidad de información socioeconómica puesto que el precio del agua ha sido reconocido en la literatura como uno de los factores más influyentes en la demanda final, siendo considerado por sí solo como una de las principales medidas para el manejo; además, es importante trabajar con

los datos censales puesto que esto permite precisar de mejor manera las condiciones materiales de los encuestados,, dicho de otra forma, la información socioeconómica más acuciosa permite explicar de mejor manera la relación entre la ciudad, la materialidad de la vivienda y la demanda de agua de los consumidores.

Pero además permite tener mayor claridad sobre el contexto socioeconómico en el que se da esta demanda puesto que, para el caso de Antofagasta, es evidente que la ciudad tiene problemas en el mercado de las viviendas que no ha sido resuelto y que evidentemente se traduce en campamentos con malas condiciones de saneamiento y acceso al agua. Este hecho es bastante delicado puesto que significa un gran desafío a superar de cara al cambio climático y que ciudades como Antofagasta ya están enfrentando hoy en día, pero que justamente no se ve reflejado en este trabajo.

Un mejor conocimiento de la materialidad de las viviendas y poder tener mayor certeza de las condiciones de la misma podría abrir una puerta interesante al estudio de la demanda de agua en ciudades Latinoamericanas o regiones donde el acceso al agua es un problema para los pobladores puesto que permitiría, de la misma manera, planificar no tan solo la demanda, sino también el suministro del recurso.

Por otra parte, un percance que esta investigación debió haber evitado fue no contar con la información suficiente para una mejor comprensión del consumo de edificios que contaban con jardines y/o piscinas, puesto que, si bien pudimos acceder a la información del consumo al interior de la vivienda propiamente tal, no fue posible determinar la cantidad de agua que se utiliza en la mantención de estas amenidades ni tampoco conocer la estructura de cobro ni el monto de los gastos comunes.

Esta información hubiera sido de mucha utilidad para conocer efectivamente el consumo de estas familias incluyendo el gasto en agua que se genera para mantener los espacios que comparten con otras, sin embargo, eso hubiera presentado un problema metodológico imposible de sobrellevar por este trabajo, puesto que tener datos de cuanto es el gasto de agua de un condominio significaba dividirlo en la cantidad de personas que habitaban en el condominio. Por esta razón es que, a juicio del investigador, la metodología implementada puede ser justificada debido al contexto en el que se desarrolló.

No obstante, resulta necesario hacer hincapié en la necesidad de desarrollar propuestas y metodologías que logren integrar el gasto de agua en común de los habitantes de un condominio para la mantención de los espacios que requieren de agua para tener mayor certeza de los datos con los que se está trabajando y para lograr evaluar, eventualmente, la performance de los condominios en términos de gestión del agua.

5.5 APORTES A LA DISCIPLINA DE LA GEOGRAFÍA.

Sin duda el control de la demanda ha sido tradicionalmente considerado un campo de estudio vinculado principalmente a ciencias económicas pero que ha evolucionado hacia comprensiones más holísticas del fenómeno incorporando nuevas variables a estudiar tremendamente interesante para el quehacer geográfico como rasgos demográficos, por ejemplo.

Por otra parte, el origen de este trabajo tiene su justificación en la necesidad de comenzar estudios en el contexto latinoamericano de demanda hídrica domiciliaria con la intención de aportar en el desarrollo de modelos de gestión más sustentables de los recursos como una estrategia de mitigación de los efectos del cambio climático, campo de investigación también importante para la geografía.

En efecto, es posible mencionar que este trabajo está repleto de temas muy interesantes para la disciplina geográfica, sin embargo, cabe destacar que un pilar fundamental de la comprensión del fenómeno de la demanda de agua en Antofagasta ha sido la lectura a nivel ciudad, hecho que inevitablemente impone la necesidad de comprender el fenómeno desde el foco señalado y en este sentido, destacar la importancia de la geografía urbana en el análisis del trabajo resulta fundamental.

Poniendo como ejemplo el trabajo desarrollado en torno al índice de demanda hídrica doméstica, es necesario señalar, primero que: el consumo es tan solo un dato registrado sobre el volumen de agua, mientras que la demanda es el conjunto de variables que dan explicación al registro del consumo, por lo tanto es posible señalar que la demanda de agua es una construcción social determinada por una serie de variables entre las que se destacan es el rango etario y el nivel de ingresos del grupo o individuo que consume agua, como ejemplos. Debe esto ser dicho para lograr comprender luego que la demanda, en este sentido, significa una predisposición a consumir agua determinada por el entorno, por lo cual es posible mencionar que la materialidad que rodea a los consumidores, al ser mirada a nivel de ciudad nos entrega una delimitación de las formas de la ciudad y su relación con el consumo de recursos.

Segundo, si esta materialidad se vincula con otros detalles socioeconómicos de los consumidores posiblemente el análisis de los límites de la ciudad sea muchísimo más profundo y con la capacidad de generar aportes interesantes en la lectura de la misma. Naturalmente este es el efecto que se espera con el índice de demanda doméstica de agua, el cual busca a través de la valorización de las características de los consumidores evidenciar zonas donde la demanda de agua es más alta y que al mismo tiempo se pueda explicar las razones de este nivel de modo que sea posible tratar estas razones.

Así el índice permite ubicar sitios prioritarios donde la demanda sea demasiado alta y trabajar sobre las razones que inciden en el nivel de consumo, además puede entregar indicios de zonas donde pueda haber problemáticas hídricas como falta de acceso a saneamiento, en fin; incluso solo mirando los patrones de esparcimiento del índice es

posible evidenciar la fragmentación de la ciudad de Antofagasta y los nuevos modelos de urbanización que han experimentado sus límites.

En síntesis, cabe mencionar que la posibilidad de mirar este trabajo desde la geografía urbana no es más que una consecuencia en tanto existe la necesidad de vincular los resultados con el territorio y las distintas escalas que significa una ciudad, pero sin duda la falta de esta mirada determinaría un trabajo insuficiente debido a que su aporte en alimentar políticas de gestión carece entonces de objetivo tangible, por lo que incluir los estudios de demanda hídrica residencial dentro de la geografía urbana es fundamental.

Pero ¿De qué manera debe ser entendida la geografía urbana que albergue los estudios de demanda hídrica? Autores como Pacione (2001) y Carreras y García Ballesteros (2006) coinciden por una parte en que la geografía urbana es una gran área de las ciencias sociales con la capacidad de mirar las ciudades desde distintos prismas, mientras que por otra parte, su principal cometido es explicar la distribución de pueblos y ciudades así como los contrastes entre ellos en términos socio espaciales; además, los mismo autores coinciden en la capacidad de esta disciplina para estudiar y comparar las similitudes y diferencias de las trayectorias que las ciudades recorren.

Este tipo de definición nos permite el cometido de incluir el estudio de la demanda hídrica derechamente en el campo de la geografía urbana en tanto comienza a estudiar la relación entre los rasgos urbanos y el consumo de recursos y permite clasificar y agrupar las ciudades en base a su nivel de demanda de recursos para estudiar sus trayectorias. En este sentido, este trabajo posiblemente permita leer la ciudad de Antofagasta desde una perspectiva urbana el nivel de consumo de recursos, hecho que, aunque no es el cometido final del trabajo, por lo visto significa aportes en tanto se avanza hacia ciudades más sustentables en estos términos

Para cerrar, se valora mencionar que se espera con esta reflexión aportar en el desarrollo de nuevos límites en los estudios de sustentabilidad mirados a través de la geografía urbana puesto que avanzar en el análisis de las ciudades en torno a su nivel de consumo de recursos como el agua y la energía es fundamental en la actualidad para establecer las reales dimensiones de lo que significa sustentable en términos urbanos sobre todo cuando el urbanismo sustentable es entendido por autores como Hernández Moreno (2008) como la simple expresión de la arquitectura sustentable.

5.6 CONCLUSIONES

Como ejercicio de cierre es pertinente mencionar en este apartado que la hipótesis propuesta en el comienzo de esta investigación señalaba que las características de la demanda de agua en la ciudad de Antofagasta se encontraban en condiciones similares a las propuestas en la bibliografía por lo que se podría esperar que ciertos consumos pudieran ser explicados de la misma manera que eran explicados en la bibliografía. Y en efecto es posible señalar que, para ciertos aspectos, las respuestas entregadas en este trabajo coinciden con lo planteado en la bibliografía, mencionando como ejemplo la relación entre consumos mayores y elementos exteriores, o consumos mayores por persona en grupos familiares pequeños. No obstante, es necesario señalar que fue posible comprobar que hubo diferencias entre lo planteado en la hipótesis y lo expuesto en la bibliografía puesto que para ciertas investigaciones el componente circunstancial que dominaba la demanda en el caso de Barcelona era la tipología de vivienda y no el nivel de ingresos como se plantea en este caso de estudio.

En este sentido, solo queda señalar que la hipótesis no termina por cumplirse completamente, sin embargo, no deja rastros de una incompatibilidad, sino que demuestra razones para seguir avanzando en este tipo de estudios en tanto se intentan resolver las razones que esgrimen las diferencias entre los casos de estudios señalados.

En otro ámbito, el estado de la demanda hídrica del área de estudio hace referencia a las características generales de estos condicionantes que determinan los niveles de consumo, por lo que es posible señalar como conclusiones que en la ciudad de Antofagasta la demanda hídrica residencial está determinada principalmente por el estrato socioeconómico de los encuestados; además, la ciudad muestra patrones de desarrollo de urbanización de baja densidad hacia los extremos de la ciudad, factor determinante de un nivel mayor de demanda hídrica domiciliaria. Otra cuestión fundamental que destacar es que existe un porcentaje pequeño de personas que tienen consumos elevados en la ciudad por lo que es necesario disminuir el nivel de consumo promedio en la ciudad para obtener resultados positivos y que la tecnología para ahorrar y reutilizar agua y la introducción de campañas de ahorro son fundamentales para conseguir este objetivo.

Igualmente cabe mencionar que la demanda de agua en la ciudad de Antofagasta presenta una fuerte influencia cultural puesto que los habitantes de la ciudad viven con una apreciación de la calidad del servicio de agua potable negativa, hecho que los lleva a preferir agua embotellada para el consumo humano y utilizar el potable solo para ciertos hábitos domésticos. No obstante, los pobladores de la ciudad consideran que la desalación es un aporte para la ciudad en tanto significa una nueva fuente de agua, hecho que probablemente eleve el nivel de demanda hídrica, pero que de ninguna manera es una respuesta a las problemáticas del servicio en la ciudad.

Para cerrar, a groso modo es posible señalar en base a lo expuesto en este trabajo es que la ciudad de Antofagasta es una ciudad marcada por las rigurosidades del clima, pero además también por inclemencias del crecimiento económico que sin duda han

generado una ciudad desigual, fragmentada, con espacios determinados por características muy marcadas como problemas de vivienda y segregación social que se dejan entrever en la forma en que los residentes consumen los recursos y que de seguir creciendo con el mismo modelo que ha utilizado hasta ahora es de esperar que los impactos del cambio climático resuenen en todos los aspectos, por lo tanto, la necesidad de reformular el proyecto de ciudad es fundamental.

CAPÍTULO VI: REFERENCIAS

- ADBERRAHMAN W. (2010). *Urban Water Management in Developing Arid Countries*. International Journal of Water Resources development, Vol. 16, pp. 7 - 20.
- ALSHUWAIKHAT et NKWENTI (2002). *Developing Sustainable Cities in Arid Regions*. Cities, Vol 19, No 2, pp 85 - 94.
- AL-JAYYOUSI, ODEH (2000). *Capacity Building for desalination in Jordan: necessary conditions for sustainable water management*. EN: Conference on Desalination Strategies in South Mediterranean Countries, cooperation between Mediterranean countries of Europe and the Southern Rim of the Mediterranean. Jerba, Tunez. Nov, 13, 2000. The European Desalination Society and Ecole Nationale d'Ingenieurs de tunis. pp. 169 – 179
- ARLOSOROFF S (1998). *Water Demand Management*. EN: Regional Conference On Promoting Sustainable Consumption in Asian Cities. Fukuoka, Japón. Jun 29, 1998.
- ARREGUÍN F. (2015) *Baja California y Quintana Roo: Pioneros de la desalación en México* [en línea] <https://www.iagua.es/blogs/felipe-arreguin/baja-california-y-quintana-roo-pioneros-desalacion-mexico> [consulta: 15 noviembre 2018]
- BAHRI, A. (2012). *Integrated urban water management GWP TEC Background Paper No 16*, May 2012, 89 p.
- BANCO CENTRAL (2016) *Cuentas Nacionales de Chile, PIB regional 2016* [En Línea] https://si3.bcentral.cl/estadisticas/Principal1/Informes/CCNN/regional/CCNNPIB_Regional2016.pdf [consulta 2 de diciembre 2018]
- BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO (2003): *Planta desalinizadora de Antofagasta, Informe de impacto social y ambiental*. Ecology and environment consultores.
- BANCO MUNDIAL (2011): *Diagnostico de la gestión de los recursos hídricos Chile. Departamento de medio ambiente y desarrollo sostenible para américa latina y el caribe*
- BANCO MUNDIAL (2012): *Gestión integral de aguas urbanas*. Green Cities, Washington DC pp. 40
- BARNETT J, O'NEILL S. (2010). *Maladaptation. Global environmental change*, Vol 20, pp 211 - 213.
- BARTON J. (2009). *Adaptación al Cambio Climático en la Planificación de Ciudades-Regiones*. Revista de geografía Norte Grande. No 43, pp 5-30.
- BATES C, KUNDZEWICZ Z, WU S, PALUTIKOF J. (2008) *El Cambio Climático y el Agua*. Documento Técnico del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, Secretaria del IPCC. Ginebra 244 pp.
- BIBLIOTECA DEL CONGRESO NACIONAL DE CHILE (2015): *Reportes Estadísticos Comunes*. [En Línea]<<https://reportescomunales.bcn.cl/2015/index.php/Antofagasta#Poblaci.C3>

.B3n_porsexo_e_.C3ADndice_de_masculinidad_2002_y_2015_INE>
[Consulta: 20 noviembre 2018]

- BOUWER H. (2002) *Integrated Water Management for the 21st Century: Problems and Solutions*. American society of Civil Engineers. Vol 128, No 4, 193 – 202
- BROOKS D (2006) *An Operational Definition of Water Demand Management*. *Water Resources Development*. Vol, 22, No 4, pp 521 – 528
- CAMARGO I et MARISCAL K (2012) *Escasez de agua: En busca de soluciones normativas*. *Economía informa*. No 374, pp 53 – 75
- CARDENAS L (1999) *Definición de un Marco Teórico para Comprender el Concepto del Desarrollo sustentable*. *Revista de Urbanismo*. Número 1. Pp 1 – 16
- CARRERAS C. et GARCIA BALLESTEROS A (2006). *La geografía urbana* En: *Tratado de Geografía Humana*. Primera Edición, Mexico, Arthropos Editorial. pp 84 – 93
- CASAL J et MATEU E (2003) *Tipos de Muestreo*. *Rev. Epidem. Med. Prev*, vol 1 pp 3-7
- CHANG, HOSSEIN PARANDVASH, SHANDAS (2010). *Spatial Variations of Single Family Residential Water Consumption in Portland, Oregon*. *Urban Geography*, Vol 31, No 7, pp 953 - 972.
- CHILE. I M ANTOFAGASTA. 2016. DECRETO N° 145/2016: Modificación plano regulador de la ciudad de Antofagasta. Febrero 20126
- CLARO E. (2008). *Integrando la Adaptación al Cambio Climático en las Políticas de Desarrollo ¿Cómo Estamos en Chile?* *Redesma*, Vol. 2, pp: 15 - 22.
- CIRCE (2001) *La Desalación Como Alternativa al PHN*. Universidad de Zaragoza. pp 108.
- COMISION ECONOMICA PARA AMERICA LATINA Y EL CARIBE (1999) *Gestión de Cuencas y Ríos Vinculados con Centros Urbanos*. Santiago, CEPAL 1999
- COMISION ECONOMICA PARA AMERICA LATINA Y EL CARIBE (2008) *Anuario estadístico de América latina y el caribe*. Santiago, CEPAL 2008
- COMISION ECONOMICA PARA AMERICA LATINA Y EL CARIBE (2014). *Procesos de Adaptación al Cambio Climático: Análisis de América Latina*. Santiago de Chile, CEPAL 2014
- COOK T et REICHARDT CH (1986) *Métodos cualitativos y cuantitativo en investigación evaluativa*. Sage Publications, Madrid.
- DE LA CRUZ, MARIA TESERA ET GRAY, J. MICHAEL E (2012). *Water Use and Abuse in the United States: behavioural patterns behind excess water consumption and an argument for an efficient demand side remedy*. *Earth Common Journal*, Vol 2, pp 1 – 19.
- DOMENE E, SAURÍ D, PARÉS FRANZI M. (2004). *Factores Condicionantes del Consumo Doméstico de Agua. El Caso de la Región Metropolitana de Barcelona*. En: *Jornadas sobre El Análisis Económico en la Directiva marco del Agua: Incidencia e Implicaciones para España*. Madrid, 10-11 noviembre 2004

- DOMENECH L et SAURÍ D, (2010). *Socio-technical transitions in water scarcity contexts: Public acceptance of graywater reuse technologies in the Metropolitan Area of Barcelona. Resources, Conservation and Recycling*, Vol 55, pp 53 - 62.
- DONOSO G. (2014) *Integrated Water Management in Chile*. En: MARTINEZ-SANTOS P., ALDAYA M., LLAMAS M., *Integrated Water Resources Management in the 21 Century: Revisiting the paradigm*. Londres, Reino Unido. Taylor & Francis Group. pp: 217 – 234
- DONOSO G. (2018) *Water Policy in Chile. Global Issues in Water Policy*. Springer Vol 21 pp 226
- ELTAWIL M, ZHENGMING Z, YUAN L. (2009) *A Review of Renewable Energy Technologies Integrated with desalination systems. Renewable and sustainable energy reviews*. Vol, 13 2245 – 2262
- ESPARZA M. (2014) *La sequía y la escasez de agua en México. Situación actual y perspectivas futuras. Secuencia, revista de historia y ciencias sociales*. No 89, pp 193 – 219
- FARRELLY M. et BROWN R (2011). *Rethinking urban water management: Experimentation as a way forward*. *Global Environmental Change*. Vol 21, pp 721 – 732
- GARCÍA-RODRÍGUEZ (2003). *Renewable Energy Applications in Desalination: State of art. Solar Energy*. Vol 75, pp 381 – 393
- GFK Adimark (2016) Encuesta Nacional Bicentenario [En Línea] <<https://encuestabicentenario.uc.cl/wp-content/uploads/2016/11/UC-ADIMARK.pdf>> [consultado 13 diciembre 2018]
- GLEICK P. (2000) *A Look at Twenty-first Century Water Resources Development*. *Water International*. Vol, 25, No 1, pp 127 – 138.
- GLOBAL WATER PARTNERSHIP TECHNICAL COMMITTEE (2012) Estocolmo, Suecia. (No 16)
- GOBER P. (2010). *Desert urbanization and the challenges of water sustainability. Environmental Sustainability*, Vol 2 pp, 144 - 150.
- HARLAN S, YABIKU S, LARSEN L, BRAZEL A. (2009). *Household water consumption in an arid city: affluence, affordance and attitudes*. *Society & Natural Resources: An international Journal*. Vol 22, No 8, pp 691 – 709
- HERNANDEZ MORENO S. (2008) *Introducción al urbanismo sustentable o nuevo urbanismo*. *Espacios públicos*, Vol 11, número 23. pp 298 - 307
- INE (2016). Ingreso laboral promedio de Chile [En Línea] [http://www.ine.cl/prensa/detalle-prensa/2017/07/25/ingreso-laboral-promedio-mensual-en-chile-fue-de-\\$517.540-en-2016](http://www.ine.cl/prensa/detalle-prensa/2017/07/25/ingreso-laboral-promedio-mensual-en-chile-fue-de-$517.540-en-2016) [consulta 12 diciembre 2018]
- IPCC (2014) *Summary for policymakers*. EN: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White

(eds.]). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1-32.

- IPCC (2018). *¿Qué es el IPCC?* Noviembre 2018, de Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático Sitio web: http://www.ipcc.ch/home_languages_main_spanish.shtml
- JADRIJEVIC M., SANTIS G., MUCK K., FARIAS F. (2015). *Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático*. Chile, agosto 2015: MMA.
- KENNEY D, GOEMANS C, KLEIN R, LOWREY J, KEVIN R. (2008) *Residential water demand management: Lessons from Aurora, Colorado*. *Journal of the American Water Resources Association*. Vol 44, No 1, pp 192 – 207
- KIM S H, CHOI S H, KOO J K, CHOI S J, HYUN I H. (2007) *Trend Analysis of Domestic Water Consumption Depending Upon Social, Cultural, Economic parameters*. *Water, Sciences & Technology: Water Supply*. Vol 7, No 5 – 6, pp 61 – 68.
- KINDLER J. (2010) *Water Demand Management EN: HYDROLOGIC ANALYSIS TO INFORM BANK POLICIES AND PROJECTS: Bridging the gap*. (2010). Washington DC, EUA. The World Bank. 128 pp
- LARRAIN S. (2006) *El agua en Chile: Entre los derechos humanos y las reglas del mercado*. Polis, Vol 14, pp 1 – 17.
- MADUNGWE E et SAKURINGWA S. (2007) *Graywater reuse: A strategy for water demand management in Harare*. *Physics and Chemistry of the Earth*. Vol 7, pp 1231 – 1236
- MARCH H et SAURÍ D. (2009). *What lies behind domestic water use? A review essay on the drivers of domestic water consumption*. Boletín de la AGE. No 50, pp 297 – 314
- MARCH H, SAURÍ D, RICO-AMORÓS A. (2014) *The End of Scarcity? Water desalination as the new cornucopia for mediterranean Spain*. *Journal of Hydrology*. Vol 519, pp 2642 – 2651
- MATHIOULAKIS E, BELESSIOTIS V, DELYANNIS E. (2006) *Desalination by using alternative energy: Review and state-of-art*. EN: Euromed 2006 conference on desalination strategies in south mediterranean countries: cooperation between countries of Europe and the southern Rim of the Mediterranean. Montpellier, France, 21 – 25 de mayo de 2006. European desalination society and the University of Montpellier II. pp 19.
- MCEVOY J et WILDER M (2011) *Discourse and Desalination: potencial impacts of proposed climate change adaptation interventions in the Arizona-Sonora border region*. *Global Environmental Change*. Vol 22, pp 353 – 363
- MEERGANZ VON MEDEAZZA G. (2004) *Water desalination as a long-term sustainable solution to alleviate global freshwater scarcity? A North-South Approach*. EN: Conference on Desalination Strategies in South Mediterranean Countries, cooperation between Mediterranean countries of Europe and the Southern Rim of the Mediterranean. Marrakech, Marruecos. European Desalination Society and Office National de l'Eau Potable 287 – 301 pp.

- MEERGANZ VON MEDEAZZA G. (2005). *“Direct” and Socially-Induced Environmental Impacts of Desalination*. EN: Conference on Desalination and the environment. Santa Margherita, Italia. 22 – 26 mayo, 2005. European Desalination Society. 57 – 70
- MEERGANZ VON MEDEAZZA G ET MOREAU V. (2007) *Modelling of water-energy systems. The Case of Desalination*. Energy. Vol 32, 1024 – 1031 pp.
- MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS (2012) *Plan Regional de Infraestructura y Gestión del Recurso Hídrico al 2021*. Dirección Regional de Planeamiento MOP Región de Antofagasta
- MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE (2014) *Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático. Departamento de Cambio Climático, MMA, Chile*. pp. 80
- MITCHELL G. (2006). *Applying Integrated Urban Water Management Concepts: A Review of Australian Experience*. Environmental Management. Vol 37, No 5, pp 589 – 605
- MONSALVES-GAVILÁN P, PINCHEIRA-ULBRICH J, ROJO MENDOZA F. (2013) *Climate Change and its Effects on Urban Spaces in Chile: A summary of research carried out in the period 2000-2012*. Atmosfera. Vol, 26, No 4, pp 547 – 566
- MONTAÑO SANZ B. (2011) *Análisis Económico de la Desalación*. Tesis doctoral. Universidad de Alicante. pp 334
- MOROTE A. HERNANDEZ M ET RICO A. (2016). *Cause of Domestic Water Consumption Trends in The City of Alicante: exploring the links between the housing bubble, the types of housing and the socio-economics factors*. Water, Vol 8, pp 1-18.
- NELSON R ET WINTER S. (1982) *An Evolutionary Theory of Economic Change*. The Belknap Press of Harvard University Press. Cambridge, Massachusetts
- OCAÑO M (2016): *Construirán en México la mayor planta desalinizadora del hemisferio* [En línea] < <https://www.excelsior.com.mx/nacional/2016/08/29/1113683>> [Consulta: 12 noviembre 2018]
- OECD (2011), *Water Governance in OECD Countries: A Multi-level Approach*, OECD Studies on Water, OECD Publishing, Paris
- PACIFIC INSTITUTE: *Desalination, with a grain of salt: A California Perspective*. (2006), Oakland, CA, EUA. 89 pp.
- PACIFIC INSTITUTE (2010) *Overview of Graywater Reuse: The Potencial of Graywater Systems to Aid Sustainable Water Management*. Oakland, CA, EUA.
- PACIONE M. (2001) *Urban Geography: A Global Perspective*. Tercera edición, Estados Unidos, Taylor And Francis group.
- PETERS A (2016): *Consumer behavior and social aspects of water consumption*. UE. DAIAD pp. 54
- REPORTES COMUNALES (2014) *Ministerio de Desarrollo Social de Chile*. Serie de Informes Comunales número 1.
- REVISTA AGUA (2016) *Comenzó puesta en marcha de ampliación de Planta Desaladora Norte de Aguas Antofagasta* [En Línea] <

<http://www.revistagua.cl/2016/10/25/comenzo-puesta-marcha-ampliacion-planta-desaladora-norte-aguas-antofagasta/>>

- RUSSELL S. et FIELDING K. (2009) *Water Demand Management Research: A psychological perspective*. Water Resources Research, Vol 46, pp 1 – 12
- SAATY T (2008) *Decision making with the analytic hierarchy process*. Services Sciences, Vol 1 no 1 pp 83 – 98
- SAATY T (1980) *The Analytic Hierarchy Process*, McGraw Hill International.
- SAURÍ D. (2003) *Lights and Shadows of Urban Water Demand Management: The case of the Metropolitan Region of Barcelona*. European Planning Studies. Vol 11, No 3. 229 – 243 pp.
- SAURI D et CANTÓ S (SIN FECHA) *Integración de políticas sectoriales: Agua y Urbanismo*. Fundación Nueva Cultura del agua
- SCOTT C et al (2011) *Policy and Institutional dimensions of the water-energy nexus*. Energy Policy. Vol 39, pp 6622-6630
- SCHIFFLER M (2004). *Perspectives and challenges for desalination in the 21st century*. EN: Conference on Desalination Strategies in South Mediterranean Countries, cooperation between Mediterranean countries of Europe and the Southern Rim of the Mediterranean. Marrakech, Marruecos. European Desalination Society and Office National de l'Eau Potable. 1 – 9 pp.
- SEYNARIAN V, SINATRA G, POLIKOFF M. (2005) *Comparing Communication Strategies for Reducing Residential Water Consumption*. Journal of Environmental Psychology. Vol 41, pp 81 – 90
- SHAN Y, YANG L, PERREN K, ZHANG Y. (2015) *Household Water Consumption: Insight from a Survey in Greece and Poland*. Procedia engineering. Vol, 119. 1409 – 1418
- STARKL M, BRUNNER N, WERNER F, WIMMER J, (2008): *Design of an institutional decision-making process: the case of urban water management*. Journal of environmental management. Vol 90, pp 1030-1042
- STERN N (2007) *La Economía Del Cambio Climático*. Nueva York, Cambridge University Press. pp 712.
- SUPERINTENDENCIA DE SERVICIOS SANITARIOS (2015) Informe de Gestión Del Sector Sanitario
- TECHO-CHILE (2017). Cifras Nacionales [En Línea] <
<http://chile.techo.org/cis/monitor/monitor.php#>> [Consulta: 13 de diciembre 2018]
- UNESCO (2003) Informe de las Naciones Unidas Sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo. World Water Assessment Programme
- UNESCO (2009) *Integrated Urban Water Management: Arid and Semi-Arid Regions*. Paris, France. The United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. Vol 3.
- WENTZ E et GOBER P. (2007). *Determinants of Small-area Water Consumption for the City of Phoenix, Arizona*. Water Resources management, Vol 21, pp 1849 - 1863.

- WILLIS R, RODNEY S, PANUWATWANICH K, WILLIAMS P, HOLLINGSWORTH A. (2011) *Quantifying the Influence of Environmental and Water Conservation Attitudes on Household End Use Water Consumption*. Journal of Environmental Management. Vol 92, 1996 – 2009 pp.
- WIREs Water (2015) 2:231 – 243
- ZARGHAMI M, ABRISHAMCHI A, ARDAKANIAN REZA. (2007) *Multi-criteria Decision Making for Integrated Urban Water Management*. Water Resource Management. Vol 22, 1017 – 10297

ANEXOS

Anexo número 1, pagina 36: Lista 1: Resumen de preguntas utilizadas en la matriz de datos final. Elaboración propia en base a Encuesta proyecto FONDECYT 1113063, año 2016

- I. Pregunta 5: ¿Cuántas personas viven en su vivienda? Si__ /NO__
- II. Pregunta 6: ¿Cuántas personas de ellas, tienen 15 o menos años? __
- III. Pregunta 7: ¿Cuántas personas de ellas, tienen entre 15 y 65 años? __
- IV. Pregunta 8: ¿Cuántas personas de ellas, tienen 65 años o más? __
- V. Pregunta 11: ¿Cuál es la dirección de referencia de su hogar?
- VI. Pregunta 12: ¿vive usted en un condominio? SI__ /NO__
- VII. Pregunta 13: Su vivienda es: Casa__ / Departamento__
- VIII. Pregunta 14: ¿tiene pasto en su vivienda? (Si vive en departamentos, considere áreas comunes) SI__ / NO__
- IX. Pregunta 15: ¿Tiene piscina su vivienda?
 - B. No
 - C. Si, de uso comunitario (Departamentos o condominios)
 - D. Si, de uso particular
- X. Pregunta 16: ¿usted sabe que hay una planta desalinizadora que abastece la ciudad de agua potable? SI__ /NO__
- XI. Pregunta 18: ¿cree usted que, gracias a la planta desalinizadora ha mejora la calidad de agua? SI__ /NO__
- XII. Pregunta 19: ¿cree usted que, gracias a la planta desalinizadora hay más agua disponible para la ciudad? SI__ / NO__
- XIII. Pregunta 29: ¿Cuánto es el gasto promedio mensual de la cuenta de agua en su vivienda?
- XIV. Pregunta 31: ¿recibe actualmente un subsidio de agua potable?
 - A. No
 - B. Si, el subsidio de tramo 1 que cubre el 50% del total de la cuenta
 - C. SI, el subsidio de tramo 2 que cubre el 75% del total de la cuenta
- XV. Pregunta 32: ¿se encuentra satisfecho con la calidad del agua potable de la llave? SI__ /NO__
- XVI. Pregunta 36: ¿usted cree que consumir agua de la llave, provoca efectos negativos? SI__ /NO__
- XVII. Pregunta 40: indique en que actividades utiliza el agua de la llave
 - A. Beber
 - B. Cocinar
 - C. Higiene personal
 - D. Limpieza del hogar
 - E. Riego de plantas y/o áreas verdes
- XVIII. Pregunta 41: ¿utiliza agua embotellada en su vivienda? SI__ /NO__
- XIX. Pregunta 44: ¿para que utiliza el agua embotellada en su vivienda?
 - A. Beber

- B. Cocinar
- C. Lavar alimentos
- D. Tomar medicamentos
- E. Otros (Especificar)

- XX. Pregunta 47: ¿usted considera que la ciudad de Antofagasta tiene un problema de falta de agua? SI___/NO___
- XXI. Pregunta 48: ¿usted considera que la región de Antofagasta tiene un problema de falta de agua? SI___/NO___
- XXII. Pregunta 49: ¿ahorra?
- XXIII. Pregunta 50: ¿Por qué?

Anexo número 2. Pagina 38 “Domestic water Quantity, service level and health”
(Fuente: Howard et Bartram, 2003)

Service level description	Distance/time measure	Likely quantities collected	Level of health concern
No access	More than 1000m or 30 minutes total collection time.	Very low (often less than 5 l/c/d).	Very high as hygiene not assured and consumption needs may be at risk. Quality difficult to assure; emphasis on effective use and water handling hygiene.
Basic access	Between 100 and 1000m (5 to 30 minutes total collection time).	Low. Average is unlikely to exceed 20 l/c/d; laundry and/or bathing may occur at water source with additional volumes of water.	Medium. Not all requirements may be met. Quality difficult to assure.
Intermediate access	On-plot, (e.g. single tap in house or yard).	Medium, likely to be around 50 l/c/d, higher volumes unlikely as energy/time requirements still significant.	Low. Most basic hygiene and consumption needs met. Bathing and laundry possible on-site, which may increase frequency of laundering. Issues of effective use still important. Quality more readily assured.
Optimal access	Water is piped into the home through multiple taps.	Varies significantly but likely above 100 l/c/d and may be up to 300l/c/d.	Very low. All uses can be met, quality readily assured..

Anexo numero 3: pagina 78. Resumen de variables usadas en investigaciones anteriores (Fuente: Chang et al, 2010)

TABLE 1. STRUCTURAL AND SOCIOECONOMIC VARIABLES USED FOR EXPLAINING VARIATIONS IN URBAN RESIDENTIAL WATER CONSUMPTION

Author(s) (year)	Study area	Independent variables	
		Structural	Socioeconomic
Agthe and Ballings (2002)	Tucson, Arizona	Number of bedrooms, building age, pools, indoor water saving devices	Water price
Balling et al. (2008)	Phoenix, Arizona	Pools, landscaping, lot size	Income
Bradley (2004)	Asian cities	Property type	Household size, economy, employment
Clarke et al. (1997)	Leeds, UK	Property type, property size	Income, ownership
Day and Howe (2003)	Sydney, Australia	Garden, land use	Water use behavior, demography
Domene et al. (2005)	Barcelona, Spain	Garden, water saving devices	Income
Durga Rao (2005)	India	Distance from city, land use/cover	Population density
Fox et al. (2009)	Stevenage, UK	Number of bedrooms, housing type, garden	
Huei (1990)	Taipei, Taiwan	Number of bedrooms	Household size, employment
Koo et al. (2005)	Seoul, Korea		Employment, population
Kenney et al. (2008)	Aurora, Colorado	Number of bedrooms, building age	Household size, income, age of owner, ownership, water price, water conservation
Liu et al. (2003)	China		Household size, income, water price
Martinez-Espineira (2002)	Spain	Housing type	Occupancy
Renwick and Green (2000)	California	Lot size, indoor water saving devices	Price, income
Schleich and Hillenbrand (2009)	Germany	Housing type	Household size, income, water price, age of population
Syme et al. (2004)	Perth, Australia	Garden	Income, conservation attitude, lifestyle
Troy and Holloway (2004)	Adelaide, Australia	Housing type	Household size,
Tinker et al. (2009)	Austin, Texas	Building size, lot size, appraised value, pools	