

# DOCUMENTO TÉCNICO GENERAL

## PROYECTO

**DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE UNA SOLUCIÓN INTEGRAL DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE MEDIANTE DESALINIZACIÓN E INFRAESTRUCTURA DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN PARA MITIGACIÓN DEL RIESGO DE DESABASTECIMIENTO EN EL DISTRITO DE SANTA MARTA.**

CONTRATO: CMA 001-2025

## UNIÓN TEMPORAL EYD SM 2025

Santa Marta  
 JUNIO DE 2026

### Consultor Contrato CMA 001-2025

	NOMBRE	CARGO	FIRMA
<b>Elabora</b>	Agustín Barros Trout M.P. 25202-50476 CND	Director de Proyecto UT EYD SM 2025	

### Interventor Contrato CMA 001-2025

	NOMBRE	CARGO	FIRMA
<b>Aprueba</b>	Gustavo Adolfo Hernández Cortes M.P. 08202-097720 ATL	Director de Interventoría Universidad del Magdalena	

### Entidad Contratante Contrato CMA 001-2025

	NOMBRE	CARGO	FIRMA
<b>Supervisa</b>	Luis Felipe Gutierrez Castillo M.P. BL230-30375	Gerente de Infraestructura Alcaldía Distrital de Santa Marta	

## CONTENIDO

<b>CONTENIDO .....</b>	<b>2</b>
<b>1. LOCALIZACIÓN.....</b>	<b>6</b>
<b>2. PERÍODO DE DISEÑO .....</b>	<b>8</b>
<b>3. POBLACIÓN DE DISEÑO.....</b>	<b>9</b>
<b>3.1. Población Permanente .....</b>	<b>9</b>
<b>3.2. Población Flotante.....</b>	<b>11</b>
<b>3.3. Población Migrante .....</b>	<b>13</b>
<b>3.4. Población Total.....</b>	<b>15</b>
<b>4. PROYECCIÓN DE CONSUMOS Y CAUDALES .....</b>	<b>18</b>
<b>4.1. Dotación Neta.....</b>	<b>18</b>
<b>4.2. Dotación Bruta.....</b>	<b>19</b>
4.2.1. Escenario 1- Pérdidas Técnicas del 25%.....	19
4.2.2. Escenario 2- Pérdidas Técnicas del 40%.....	19
<b>4.3. Caudal Medio diario (Qmd) .....</b>	<b>21</b>
4.3.1. Escenario 1- Pérdidas Técnicas del 25%.....	21
4.3.2. Escenario 2- Pérdidas Técnicas del 40%.....	22
<b>4.4. Caudales Máximo Horario (QMD) .....</b>	<b>24</b>
4.4.1. Escenario 1- Pérdidas Técnicas del 25%.....	25
4.4.2. Escenario 2- Pérdidas Técnicas del 40%.....	26
<b>4.5. Caudales Máximo Horario (QMH) .....</b>	<b>28</b>
4.5.1. Escenario 1- Pérdidas Técnicas del 25%.....	29
4.5.2. Escenario 1- Pérdidas Técnicas del 40%.....	30
<b>5. OFERTA HÍDRICA DEL SISTEMA .....</b>	<b>33</b>
<b>5.1. FUENTES DE ABASTECIMIENTO .....</b>	<b>33</b>
<b>5.2. CONCESIONES SOBRE LAS FUENTES SUPERFICIALES.....</b>	<b>33</b>
<b>5.3. CONCESIONES SOBRE FUENTE SUBTERRÁNEA.....</b>	<b>34</b>
<b>5.4. PRODUCCIÓN TOTAL DEL SISTEMA.....</b>	<b>34</b>
5.4.1. Caudales medios diarios producidos en la ciudad .....	34
<b>6. BALANCE HÍDRICO DEL SISTEMA .....</b>	<b>37</b>
<b>7. PROPUESTA DE REDUCCIÓN DEL DEFICIT DURANTE EL HORIZONTE DE DISEÑO .....</b>	<b>40</b>
<b>7.1. ACCIONES PROPUESTAS A CORTO PLAZO .....</b>	<b>41</b>
7.1.1. Política de Reducción de Pérdidas Técnicas .....	41

7.1.2.	Entrada en Funcionamiento de una nueva Fuente de Abastecimiento .....	41
7.1.3.	Entrada en Funcionamiento de una segunda Fuente de Abastecimiento .....	42
7.1.4.	Entrada en Funcionamiento de una tercera Fuente de Abastecimiento .....	42
<b>8.</b>	<b>LOCALIZACIÓN DE LA PLANTA DESALINIZADORA .....</b>	<b>43</b>
8.1.	Localización Estación de Bombeo de Agua Cruda .....	43
8.2.	Localización Captación e Inmisario de agua cruda .....	44
8.3.	Localización Línea de Impulsión Agua Cruda .....	45
8.4.	Localización Tanque de Almacenamiento .....	46
8.5.	Localización Línea de Impulsión Planta Desalinizadora - Tanque de Almacenamiento .....	47
8.6.	Líneas de conexión Tanque de Almacenamiento y las Redes de Distribución del Norte de Santa Marta y Taganga .....	47
8.7.	Manejo del Rechazo .....	48
<b>9.</b>	<b>DISEÑO HIDRÁULICO DEL SISTEMA .....</b>	<b>50</b>
9.1.	Estructura de Captación de Agua de Mar .....	50
9.2.	Tubería del Inmisario .....	52
9.3.	Sistema de Bombeo de Agua Cruda .....	53
9.4.	Tubería de Impulsión Estación de Bombeo – Planta Desalinizadora .....	54
9.5.	Sistema de Bombeo Agua Potable .....	56
9.6.	Tubería de Impulsión Planta Desalinizadora – Tanque de Almacenamiento .....	57
9.7.	Tubería conexión Tanque de Almacenamiento – Red de Distribución Santa Marta .....	59
9.8.	Tubería conexión Tanque de Almacenamiento – Red de Distribución Taganga .....	61
9.9.	Sistema de Bombeo Rechazo .....	63
9.10.	Tubería conexión Desalinizadora – Emisario Submarino Existente .....	64

## LISTADO DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación del Distritos de Santa Marta .....	6
Figura 2 Area de influencia directa del proyecto .....	7
Figura 3. Proyección de Población Permanente. ....	10
Figura 4. Proyección de Población Flotante.. ....	13
Figura 5. Proyección de Población Migrante.....	14
Figura 6. Proyección de Población Total.....	16
Figura 7. Proyección del Caudal medio diario. ....	21
Figura 8. Proyección del Caudal Máximo Horario (QMD).....	25
Figura 9. Proyección del Caudal Máximo Horario (QMD). Escenario N° 2 .....	27
Figura 10. Proyección del Caudal Máximo Horario (QMD). Escenario N° 1 .....	29
Figura 11. Proyección del Caudal Máximo Horario (QMD). Escenario N° 2 .....	31
Figura 12. Caudal Medio Diario Vs Caudal Producido .....	37
Figura 13. Caudal Medio Diario bajo escenario de reducción de perdidas .....	38
Figura 14. Comparativo de déficit de Caudal.....	39
Figura 15. Modelo conceptual para superación del Desabastecimiento hídrico.....	40
Figura 16 Esquema Conceptual sector de bombeo predio Barrio Pescaíto (Imagen Satelital Google Earth).....	43
Figura 17 Posibles localizaciones Estación de Bombeo Agua Cruda (Imagen Satelital Google Earth).....	44
Figura 18 Esquema Localización de la estructura de captación de agua de mar (Imagen Satelital Google Earth) .....	45
Figura 19 Esquema Conceptual trazado tubería de impulsión agua cruda (Imagen Satelital Google Earth).....	46
Figura 20 Esquema localización tanque de almacenamiento (Imagen Satelital Google Earth) .....	46
Figura 21 Esquema trazado tubería de impulsión Desalinizadora – Tanque de Almacenamiento .....	47
Figura 22 Esquema trazados de líneas de conexión Tanque de Almacenamiento redes de distribución Santa Marta y Taganga (Imagen Satelital Google Earth) .....	48
Figura 23 Esquema trazados de líneas de agua de rechazo desde la Planta Desalinizadora hasta el Emisario Submarino de agua residual (Imagen Satelital Google Earth) .....	49
Figura 24 Esquema Estructura de Captación Agua de Mar (Imagen Satelital Google Earth).....	50

## LISTADO DE TABLAS

Tabla 1 Area y perímetro de cada sector .....	7
Tabla 2. Datos de Censos Existentes. ....	9
Tabla 3. Proyección de Población Permanente.....	9
Tabla 4. Camas disponible en Hoteles en Santa Marta y Tas de Ocupación (2010-2012) .....	11
Tabla 5 Estimación de Población. ....	11
Tabla 6. Proyección Población Flotante. ....	12
Tabla 7. Proyección Población Migrante. ....	14
Tabla 8. Proyección Población Total. ....	16

Tabla 9. Dotación por Habitantes. ....	18
Tabla 10. Dotación Históricas en la Ciudad.....	18
Tabla 11. Proyección del Caudal medio diario.....	21
Tabla 12 Concesiones Fuente Superficiales.....	33
Tabla 13 Resumen producción de agua Santa Marta .....	34
Tabla 14 Caudal Déficit.....	37

## LISTADO DE GRAFICAS

**No se encuentran elementos de tabla de ilustraciones.**

## 1. LOCALIZACIÓN

El proyecto “**ELABORACIÓN DE LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL PLAN MAESTRO DE ACUEDUCTO, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL DEL DISTRITO DE SANTA MARTA, DEPARTAMENTO DEL MAGDALENA, DE CONFORMIDAD CON LAS NECESIDADES DE PLANEACIÓN DEL TERRITORIO, LA NORMATIVIDAD TÉCNICA Y AMBIENTAL VIGENTE, Y LOS LINEAMIENTOS DEL PRESTADOR DEL SERVICIO Y DEL ENTE TERRITORIAL**”.

La ciudad de Santa Marta se encuentra a orillas de la bahía del mismo nombre sobre el Mar Caribe, en las estribaciones de la Sierra Nevada de Santa Marta en el departamento del Magdalena. Sus coordenadas geográficas son: 11° 14' 50" de latitud norte y 74° 12' 06" de latitud oeste.

El perímetro limita por el norte y el oeste con el Mar Caribe, por el este con el departamento de La Guajira y por el sur con los municipios de Aracataca y Ciénaga, la altura promedio de la ciudad es de 2 msnm.

Figura 1 Ubicación del Distritos de Santa Marta



La consultoría comprende la elaboración de estudios a nivel de factibilidad que permitan proyectar, estructurar y priorizar técnicamente las inversiones necesarias en infraestructura hidráulica y sanitaria del Distrito, con un horizonte de planeación de 25 años. Este trabajo deberá servir como insumo

técnico para procesos posteriores de formulación, financiación y ejecución de obras de acueducto, alcantarillado sanitario y drenaje pluvial.

La ejecución de las actividades requeridas para “**ELABORACIÓN DE LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL PLAN MAESTRO DE ACUEDUCTO, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL DEL DISTRITO DE SANTA MARTA, DEPARTAMENTO DEL MAGDALENA, DE CONFORMIDAD CON LAS NECESIDADES DE PLANEACIÓN DEL TERRITORIO, LA NORMATIVIDAD TÉCNICA Y AMBIENTAL VIGENTE, Y LOS LINEAMIENTOS DEL PRESTADOR DEL SERVICIO Y DEL ENTE TERRITORIAL**”, se realizarán en las siguientes áreas:

**Figura 2** Área de influencia directa del proyecto



El proyecto cubre el Perímetro Urbano y Rural del Distrito de Santa Marta, desglosado específicamente en las siguientes zonas:

**Tabla 1** Área y perímetro de cada sector

ZONA	AREA (Ha)	PERÍMETRO (m)
<b>PERÍMETRO URBANO</b>	5.437	89.575
<b>NORTE</b>	339	10.492
<b>NOR ORIENTAL</b>	453	18.712
<b>PLAN PARCIAL BURECHE</b>	362	9.706
<b>RODADERO Y ALEDAÑOS</b>	125	9.763
<b>SUR</b>	1.005	17.500

## **2. PERÍODO DE DISEÑO**

Con base en lo establecido en la Resolución 0330 de 2017, en su Artículo 40, el Período de Diseño para todos los componentes de un sistema de acueducto en Colombia será de 25 años. En ese sentido, teniendo en cuenta que, las obras que se proyecten en el marco de la ejecución del Plan Maestro de Acueducto y alcantarillado de la Ciudad de Santa Marta no entrarían en operación en el año 2026, si no que, muy seguramente tardará cercad de 4 años en ser construidas, la proyección de la población se llevará a hasta el año 2055.

### 3. POBLACIÓN DE DISEÑO

#### 3.1. Población Permanente

Como insumo para la proyección de la población hasta el horizonte de diseño, se cuenta como insumo con los datos de DANE para los censos realizados en los años 2005 y 2018. Esta es la única información oficial desagregada con la que se cuenta en este momento, los datos oficiales son los siguientes:

**Tabla 2.** Datos de Censos Existentes.

CENSO	
AÑO	POBLACIÓN
2005	414.387
2018	479.853

Con base en esta información oficial, se procede a realizar la proyección poblacional mediante los siguientes métodos:

- Aritmético
- Geométrico
- Exponencial
- Wappaus

Los resultados obtenidos de la aplicación de estos métodos estadísticos de proyección se presentan a continuación:

**Tabla 3.** Proyección de Población Permanente.

AÑO	ARITMÉTICO	EXPONENCIAL	GEOMÉTRICO	WAPPAUS	PROMEDIO
2019	484889	485298	485298	485288	485193
2020	489925	490805	490805	490785	490580
2021	494961	496374	496374	496345	496014
2022	499996	502006	502006	501969	501494
2023	505032	507702	507702	507658	507024
2024	510068	513463	513463	513414	512602
2025	515104	519289	519289	519237	518230
2026	520140	525182	525182	525129	523908
2027	525176	531141	531141	531090	529637
2028	530211	537168	537168	537123	535418
2029	535247	543263	543263	543228	541250
2030	540283	549427	549427	549407	547136
2031	545319	555661	555661	555661	553076
2032	550355	561967	561967	561992	559070
2033	555391	568343	568343	568400	565119
2034	560427	574792	574792	574888	571225
2035	565462	581314	581314	581457	577387

AÑO	ARITMÉTICO	EXPONENCIAL	GEOMÉTRICO	WAPPAUS	PROMEDIO
2036	570498	587910	587910	588108	583607
2037	575534	594581	594581	594842	589885
2038	580570	601328	601328	601662	596222
2039	585606	608151	608151	608570	602620
2040	590642	615052	615052	615566	609078
2041	595677	622031	622031	622653	615598
2042	600713	629089	629089	629832	622181
2043	605749	636227	636227	637105	628827
2044	610785	643446	643446	644474	635538
2045	615821	650748	650748	651940	642314
2046	620857	658132	658132	659507	649157
2047	625893	665599	665599	667176	656067
2048	630928	673152	673152	674948	663045
2049	635964	680790	680790	682827	670093
2050	641000	688515	688515	690814	677211
2051	646036	696327	696327	698911	684400
2052	651072	704229	704229	707121	691663
2053	656108	712219	712219	715446	698998
2054	661143	720301	720301	723889	706409
2055	666179	728474	728474	732452	713895

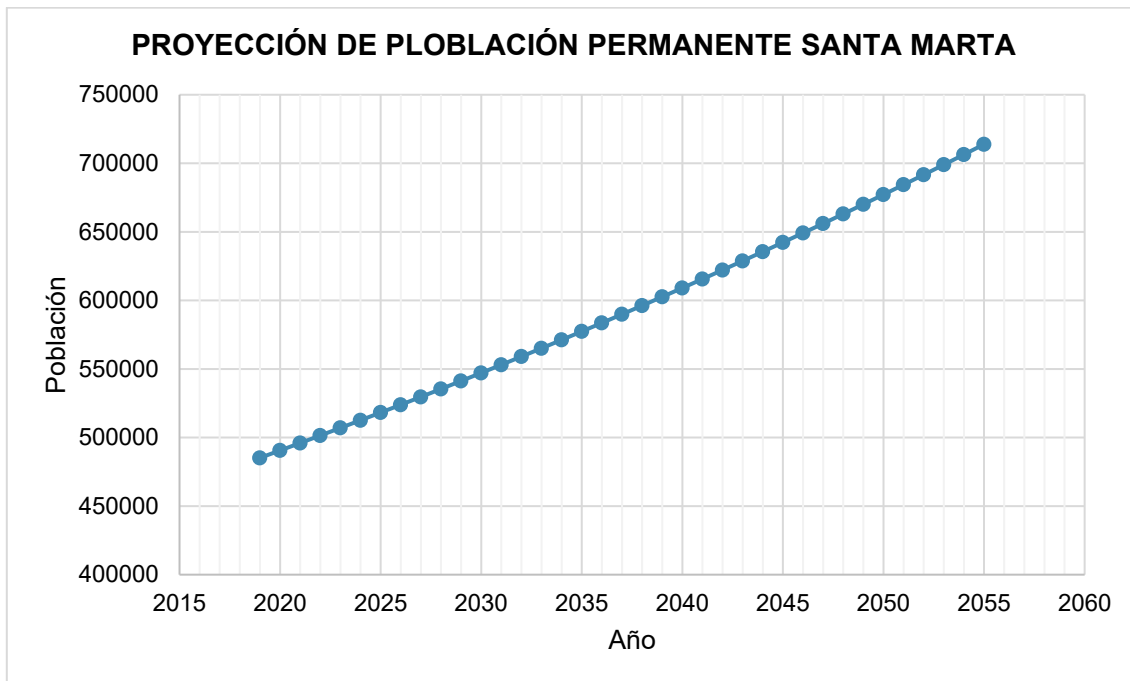


Figura 3. Proyección de Población Permanente.

### 3.2. Población Flotante

Para la proyección de la población flotante, se tuvo en cuenta el análisis realizado por La Universidad del Magdalena en el marco de la ejecución del proyecto “**Estudio para el Fortalecimiento de la Infraestructura Sanitaria de Santa Marta para los Requerimientos Proyectados en los Próximos 50 Años**”, llevado a cabo entre los años 2014 y 2015. De este estudio se extrae la siguiente información:

*“El cálculo de la población flotante requiere tanto el número de camas de hotel como la tasa de ocupación. La tasa de ocupación se basa en los datos facilitados por COTELCO, mientras que los del número de camas se basan en el Registro Nacional de Turismo. Para estimar la tasa de ocupación la metodología se basó en los datos disponibles de enero 2012 a junio de 2014. La temporada alta se define como la tasa de ocupación reportada en temporada alta. La temporada baja como la reportada en temporada baja. En la zona de interés se registran 14,779 camas.*

*La base de datos de COTELCO que se utilizó para realizar los cálculos se encuentra en el Anexo 2. Base de Datos COTELCO.*

La Tabla 4. Camas disponible en Hoteles en Santa Marta y Tas de Ocupación (2010-2012) muestra el número de habitaciones y las tasas de ocupación por temporada turística.

Zona	Número de camas	Tasa de ocupación hotelera (temporada alta)	Tasa de ocupación hotelera (temporada baja)
Santa Marta	13,687	78.6%	46.4%
Taganga	1,092		

Fuente: COTELCO y Registro Nacional de Turismo. Cálculos propios.

Tabla 4. Camas disponible en Hoteles en Santa Marta y Tas de Ocupación (2010-2012)

*Para incorporar la hotelería informal en los cálculos se requiere un estimativo del número de personas promedio por unidad de vivienda. Anteriormente se mencionó que a partir del estudio de la hotelería paralela en el Distrito Turístico de Santa Marta (2010) este número es de 7 personas en promedio por apartamento.”*

Tabla 5 Estimación de Población.

ZONA	Basada en METROAGUA	Basada en Electricaribe/Catastro
Santa Marta	420,751	418,011
Bonda	8,851	6,559
Taganga	5,203	6,733
Resto	24,917	44,905

ZONA	Basada en METROAGUA	Basada en Electricaribe/Catastro
<b>Población flotante temporada alta</b>	39,181	47,562
<b>Población flotante temporada baja</b>	19,606	23,800
<b>Población total permanente</b>	459,722	476,207

Según el estudio de la Universidad de Los Andes, el número de viviendas destinadas al hotelería informal es superior a las reportada por Metroagua en su momento. De acuerdo con esto, se establece como población flotante para 2014 en temporada alta 47562 habitantes y en temporada baja 23800 habitantes.

A este dato, se aplicaron las mismas tasas de crecimiento estimada para la población permanente, para cada uno de los métodos, obteniendo las siguientes proyecciones de población flotante:

**Tabla 6.** Proyección Población Flotante.

AÑO	TEMPORADA ALTA	TEMPORADA BAJA
2019	57626	28564
2020	59850	29565
2021	62152	30599
2022	64538	31665
2023	67011	32766
2024	69575	33903
2025	72237	35079
2026	75003	36295
2027	77876	37553
2028	80865	38855
2029	83976	40205
2030	87216	41603
2031	90594	43055
2032	94119	44560
2033	97801	46125
2034	101651	47751
2035	105680	49442
2036	109903	51203
2037	114334	53038
2038	118991	54953
2039	123894	56953
2040	129064	59043
2041	134526	61232
2042	140312	63527

AÑO	TEMPORADA ALTA	TEMPORADA BAJA
2043	146454	65936
2044	152993	68471
2045	159979	71142
2046	167471	73962
2047	175539	76948
2048	184272	80117
2049	193782	83492
2050	204213	87098
2051	215750	90966
2052	228640	95135
2053	243224	99653
2054	259977	104578
2055	279595	109989

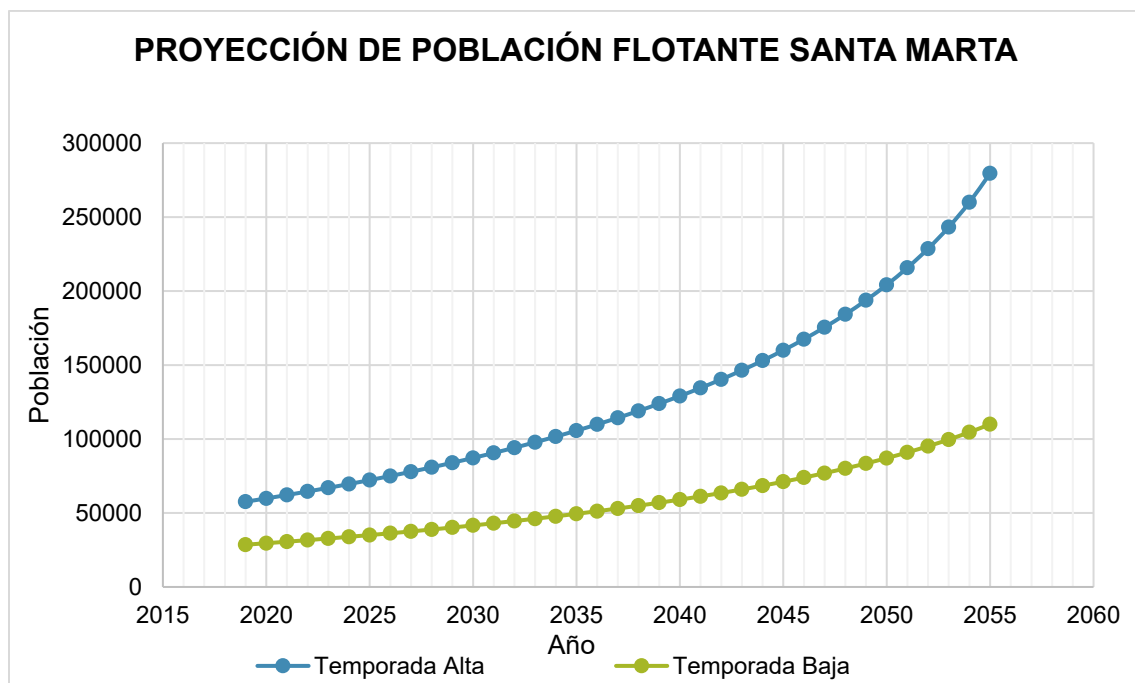


Figura 4. Proyección de Población Flotante..

### 3.3. Población Migrante

De acuerdo con la Mesa de Coordinación de Asuntos Migratorios de la Ciudad de Santa Marta, para 2024 había en la ciudad un total de 59533 migrantes. Con el fin de poder tener en cuenta esta población, que ha demostrado ser una condición permanente en la ciudad, se ha proyectado su crecimiento análogo a como se hizo con la población permanente.

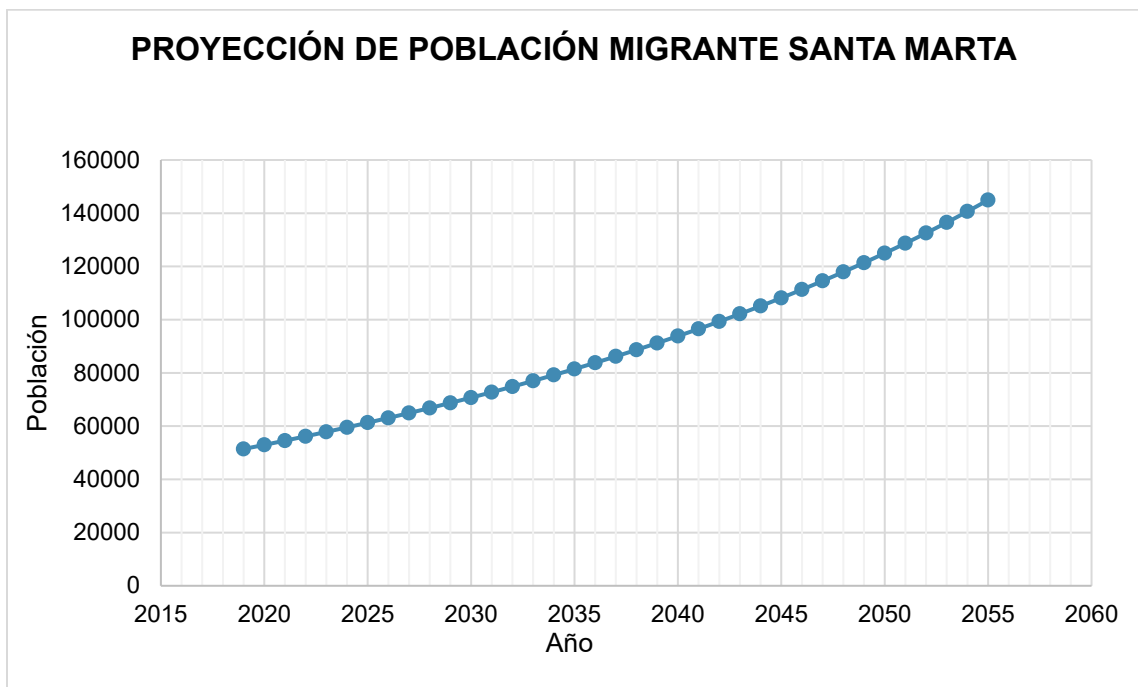


Figura 5. Proyección de Población Migrante.

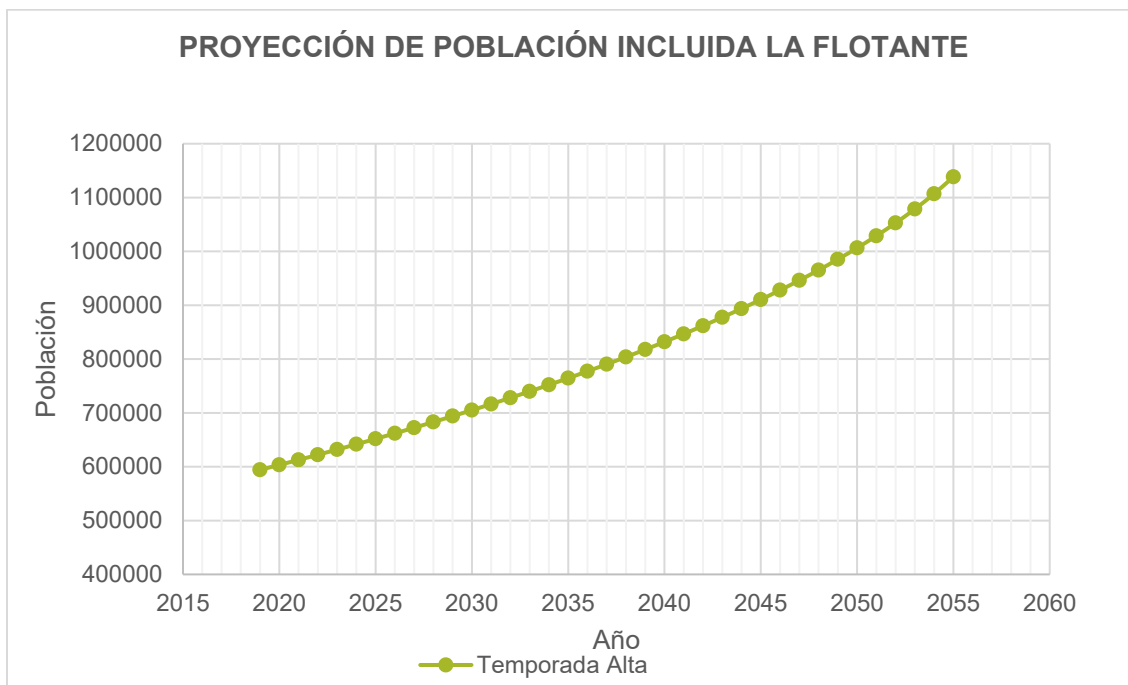
Tabla 7. Proyección Población Migrante.

POBLACIÓN MIGRANTE					
AÑO	ARITMÉTICO	EXPONENCIAL	GEOMÉTRICO	WAPPAUS	PROMEDIO
2019	52541	50956	50956	51165	51405
2020	53939	52567	52567	52743	52954
2021	55338	54228	54228	54367	54540
2022	56736	55941	55941	56038	56164
2023	58135	57709	57709	57760	57828
2024	59533	59533	59533	59533	59533
2025	60931	61414	61414	61361	61280
2026	62330	63355	63355	63246	63072
2027	63728	65357	65357	65190	64908
2028	65127	67423	67423	67197	66793
2029	66525	69553	69553	69270	68725
2030	67924	71751	71751	71411	70709
2031	69322	74019	74019	73625	72746
2032	70720	76358	76358	75915	74838
2033	72119	78771	78771	78286	76987
2034	73517	81260	81260	80741	79195
2035	74916	83828	83828	83284	81464
2036	76314	86478	86478	85922	83798
2037	77712	89210	89210	88659	86198

POBLACIÓN MIGRANTE					
AÑO	ARITMÉTICO	EXPONENCIAL	GEOMÉTRICO	WAPPAUS	PROMEDIO
2038	79111	92030	92030	91501	88668
2039	80509	94938	94938	94454	91210
2040	81908	97938	97938	97525	93827
2041	83306	101033	101033	100721	96523
2042	84705	104226	104226	104050	99302
2043	86103	107520	107520	107520	102166
2044	87501	110918	110918	111140	105119
2045	88900	114423	114423	114921	108167
2046	90298	118039	118039	118873	111312
2047	91697	121769	121769	123008	114561
2048	93095	125617	125617	127340	117917
2049	94494	129587	129587	131882	121388
2050	95892	133682	133682	136650	124977
2051	97290	137907	137907	141662	128692
2052	98689	142265	142265	146937	132539
2053	100087	146761	146761	152495	136526
2054	101486	151399	151399	158362	140662
2055	102884	156183	156183	164562	144953

### 3.4. Población Total

Con base en las proyecciones de la población permanente y la flotante, se puede establecer la proyección de la población total para temporada alta y baja. A continuación, se presenta esta proyección:



**Figura 6.** Proyección de Población Total.

**Tabla 8.** Proyección Población Total.

AÑO	POBLACIÓN TOTAL	
	TEMPORADA BAJA	TEMPORADA ALTA
2019	565162	594224
2020	573099	603384
2021	581153	612706
2022	589323	622196
2023	597618	631863
2024	606038	641710
2025	614589	651747
2026	623275	661983
2027	632098	672421
2028	641066	683076
2029	650180	693951
2030	659448	705061
2031	668877	716416
2032	678468	728027
2033	688231	739907
2034	698171	752071
2035	708293	764531
2036	718608	777308
2037	729121	790417

AÑO	POBLACIÓN TOTAL	
	TEMPORADA BAJA	TEMPORADA ALTA
2038	739843	803881
2039	750783	817724
2040	761948	831969
2041	773353	846647
2042	785010	861795
2043	796929	877447
2044	809128	893650
2045	821623	910460
2046	834431	927940
2047	847576	946167
2048	861079	965234
2049	874973	985263
2050	889286	1006401
2051	904058	1028842
2052	919337	1052842
2053	935177	1078748
2054	951649	1107048
2055	968837	1138443

## 4. PROYECCIÓN DE CONSUMOS Y CAUDALES

En este capítulo se describirá el procedimiento seguido para la estimación del caudal de para el horizonte de diseño.

### 4.1. Dotación Neta

En conformidad con la Resolución 0330 de 2017, en su Artículo 43, para poblaciones localizadas por debajo de los 1000 m.s.n.m, como es el caso de la Ciudad de Santa Marta, se le asignará una dotación Neta máxima de 140 l/h\*día.

**Tabla 1. Dotación neta máxima por habitante según la altura sobre el nivel del mar de la zona atendida**

ALTURA PROMEDIO SOBRE EL NIVEL DEL MAR DE LA ZONA ATENDIDA	DOTACIÓN NETA MÁXIMA (L/HAB*DÍA)
> 2000 m s. n. m.	120
1000 - 2000 m s. n. m.	130
< 1000 m s. n. m.	140

**Tabla 9.** Dotación por Habitantes.

A pesar de lo anterior la ESSMAR E.S.P, prestadora del servicio de acueducto y alcantarillado sanitarios de la ciudad, cuenta con registros históricos de consumo y dotación en Santa Marta. A continuación, se presentan los datos históricos de la empresa;

DENSIDAD HABITANTES POR	AÑO	DOTACIÓN NETA						
		ESTRATO 1	ESTRATO 2	ESTRATO 3	ESTRATO 4	ESTRATO 5	ESTRATO 6	PROMEDIO
3.80 hab/suscriptor		(L/hab-d)	(L/hab-d)	(L/hab-d)	(L/hab-d)	(L/hab-d)	(L/hab-d)	(L/hab-d)
	2008	172	175	199	251	130	131	177
	2009	169	182	197	210	133	129	170
REGISTRO DE MEDIDAS DE AGUA DURANTE LOS ÚLTIMOS 10 AÑOS REPORTADAS AL SUI.GOV.CO	2010	76	85	96	125	132	127	107
	2011	74	83	96	124	130	120	105
	2012	81	92	103	125	131	129	110
	2013	76	83	96	118	117	114	101
	2014	95	77	80	96	104	108	94
	2015	112	77	80	91	95	93	92
	2017	44	47	51	63	58	55	53
	2018	57	61	61	69	69	73	65
	2019	49	57	55	57	56	53	54

**Tabla 10.** Dotación Históricas en la Ciudad.

Dado que desde 2015, se ha intensificado el desabastecimiento de agua potable a través de la red de distribución y entró en operación el reparto de agua a todos los sectores de la ciudad mediante carros cisterna, se promediará la dotación neta teniendo en cuenta los registros del 2010 al 2015. Del anterior ejercicio, se obtuvo una Dotación Neta media de 110 l/(hab\*d), destacar que se tuvo en cuenta los estratos 3, 4, 5 y 6.

Debido a que, lo que se espera es que, una vez se garantice continuidad y cantidad de agua en el sistema de acueducto de la Ciudad de Santa Marta, los consumos se aproximen a los 140 l/(hab\*d), será esta la Dotación Neta empleada para los cálculos.

#### **4.2. Dotación Bruta**

De acuerdo como lo establece la Resolución 0330 de 2017, en su Artículo 44, para la estimación de la Dotación Bruta el máximo porcentaje de Pérdidas Técnicas debe ser de del 25%; incluidas las ocurridas en todos componentes del sistema, así como las necesidades de la Planta de Tratamiento de Agua Potable. De acuerdo con esto, se procede a estimar la Dotación Bruta por habitante para la Ciudad de Santa Marta:

La estimación de la Demanda Bruta se llevará a cabo bajo 2 escenarios. Escenario 1, corresponde a la estimación de la Demanda Bruta suponiendo las pérdidas técnicas máxima que permite la norma. El Escenario 2, corresponde a la estimación de la Demanda Bruta de acuerdo con la realidad del sistema de acueducto de la Ciudad de Santa Marta.

##### **4.2.1. Escenario 1- Pérdidas Técnicas del 25%**

A conseguir este escenario debería ir encaminadas las políticas y acciones de reducción de pérdidas de la empresa prestadora del servicio. En un horizonte no mayor a 25 años, deberían las pérdidas técnicas ser máximo del 25% si se quiere que el sistema de acueducto de la ciudad sea sostenible y los esfuerzos por conseguir nuevas fuentes sea efectivos frente al desabastecimiento del recurso que hoy sufre la ciudad.

$$D_b = \frac{D_N}{1 - \%P}$$

$$D_b = \frac{140 \frac{l}{Hab * Día}}{1 - 0.25}$$

$$D_b = 186.7 L/(Hab - Día)$$

##### **4.2.2. Escenario 2- Pérdidas Técnicas del 40%**

En la ciudad de Santa Marta, hasta la fecha, no existe un estudio técnico concluyente que establezca el porcentaje de pérdidas en el sistema de acueducto, sin embargo, desde la empresa prestadora de servicio se habla de pérdidas de alrededor del 67%, con base en el informe de “Diagnóstico de la Situación Actual del Manejo de la Gestión por Demanda” correspondiente al primer entregable del proyecto “Consultoría para la elaboración del Plan estratégico de Gestión por Demanda en Santa Marta” el cual se encuentra aún en revisión del equipo técnico de la ESSMAR E.S.P.

Es importante resaltar que, dicho porcentaje de pérdidas corresponde a la totalidad de las pérdidas técnicas y comerciales. Este mismo informe establece que, 52% corresponden a pérdidas técnicas y

un 15% a pérdidas comerciales. Sin embargo, al leer el informe, es claro que las estimaciones de las pérdidas técnicas se llevan a cabo a través de la utilización de un estudio realizado por Lambert et al, 2000, en el cual se estableció el Umbral Mínimo de Fugas (UMF), mediante el cual se establece los caudales mínimos de fugas esperados por Km de tubería diario. Si bien el informe establece que la metodología de Lambert et al, 2000 ha demostrado ser extrapolable a sistemas que operan bajo condiciones diferentes aquellas en las que se llevaron a cabo las pruebas, lo cierto es que dichas pruebas se llevan a cabo en sistemas con continuidad en la prestación de servicios y presurizados. La realidad el sistema de Santa Marta es que, muchos sectores de la ciudad no cuentan con continuidad total del servicio y reciben el agua unos días si y otros no; esta situación afecta la longitud efectiva de las tuberías y operación simultánea y, por supuesto, los tiempos de duración de las fugas.

Adicionalmente, el informe de diagnóstico a que se hace referencia, en su página 102 expone el balance hídrico realizado por la ESSMAR E.S.P. en el que se puede observar que la empresa establece que, las pérdidas en el sistema son el 62.18%; de las cuales el 50.43% corresponden a técnicas comerciales y el 11.75% a pérdidas técnicas. Se puede observar entonces, que entre el balance realizado por la ESSMAR E.S.P. y la consultoría hay relativa coincidencia en cuanto al porcentaje de pérdidas totales, con una diferencia de 5%; sin embargo, hay una gran discrepancia entre los porcentajes de distribución de dichas pérdidas entre comerciales y técnicas.

Como conclusión de lo anterior, no existe a la fecha un documento concluyente sobre la estimación de las pérdidas técnicas en el sistema de acueducto de la Ciudad de Santa Marta, si se tiene en cuenta las estimaciones de la ESSMAR E.S.P serían serían de 11.75%, que parece ser subestimadas, y si se tiene en cuenta el informe de diagnóstico presentado por la “Consultoría para la elaboración del Plan Estratégico de Gestión por Demanda en Santa Marta” sería del 52%, que parece sobre estimado.

En la ciudad de Santa Marta, existe un alto porcentaje de pérdidas comerciales en las aducciones del sistema, por supuesto, también las hay en la red de distribución, pero sin lugar a duda, las pérdidas comerciales en las aducciones son de mayor proporción. Así mismo, las pérdidas comerciales corresponden a un porcentaje mayor que las pérdidas técnicas, sin embargo, se asumirá que de ese 62% de pérdidas totales, un 40% corresponden a las técnicas.

$$D_b = \frac{D_N}{1 - \%P}$$

$$D_b = \frac{140 \frac{l}{Hab * Día}}{1 - 0.4}$$

$$D_b = 233.3 L/(Hab - Día)$$

### 4.3. Caudal Medio diario (Qmd)

La estimación del Caudal medio diario (Qmd) se llevará a cabo bajo los dos escenarios establecidos durante la estimación de la Demanda Bruta.

#### 4.3.1. Escenario 1- Pérdidas Técnicas del 25%

Teniendo como insumos la Población y la Dotación Bruta para pérdidas técnicas del 25%, se estiman los Caudales medio diarios para cada año en el horizonte de diseño, tanto para temporada baja, como para temporada alta. Los resultados obtenidos se presentan a continuación.

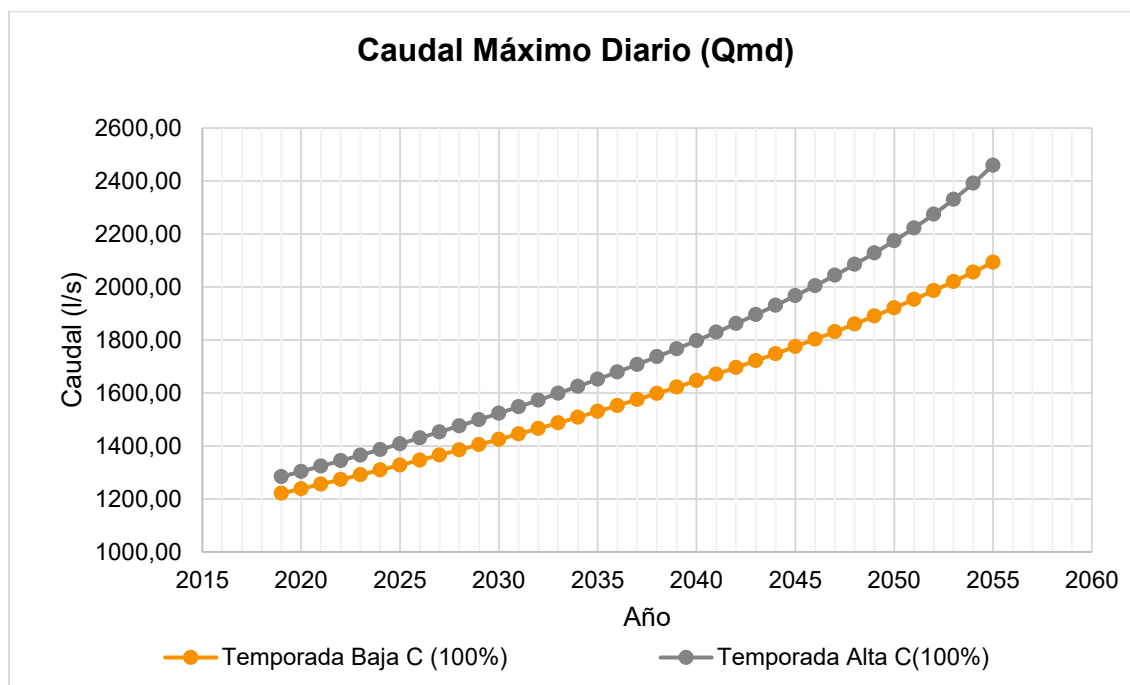


Figura 7. Proyección del Caudal medio diario.

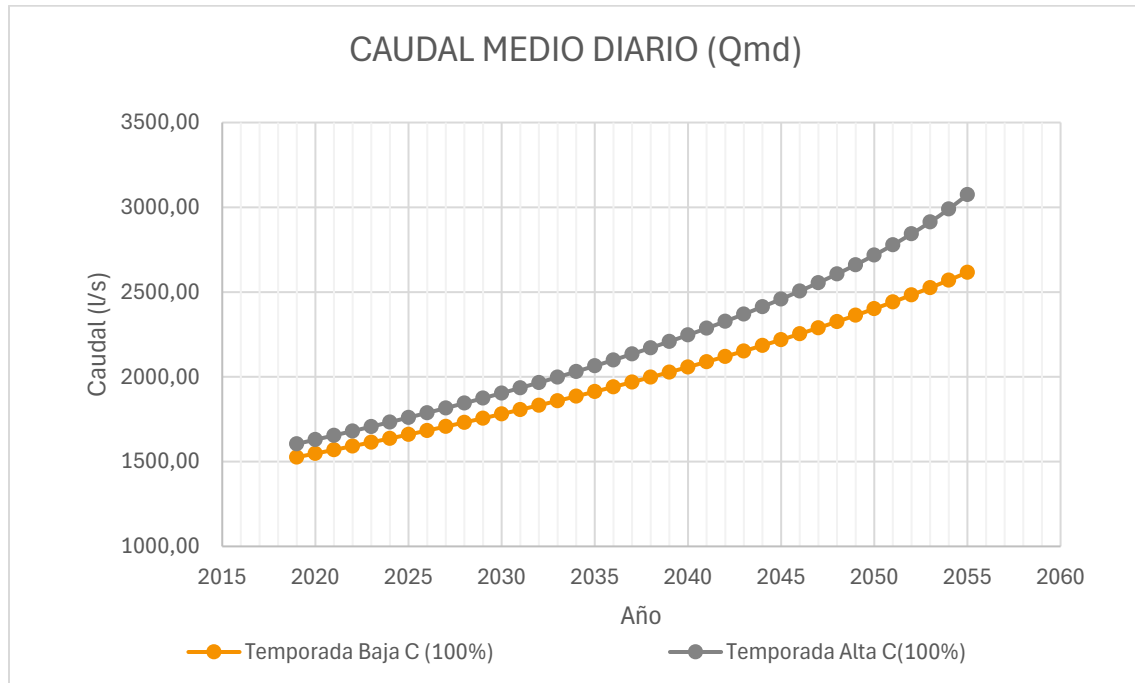
Tabla 11. Proyección del Caudal medio diario

AÑO	COBERTURA 100%	
	Temporada Baja	Temporada Alta
2019	1221.03	1283.82
2020	1238.18	1303.61
2021	1255.58	1323.75
2022	1273.23	1344.25
2023	1291.15	1365.14
2024	1309.34	1386.41
2025	1327.82	1408.10
2026	1346.58	1430.21
2027	1365.64	1452.76

AÑO	COBERTURA 100%	
	Temporada Baja	Temporada Alta
2028	1385.02	1475.78
2029	1404.71	1499.28
2030	1424.73	1523.28
2031	1445.10	1547.81
2032	1465.83	1572.90
2033	1486.92	1598.56
2034	1508.39	1624.84
2035	1530.26	1651.76
2036	1552.55	1679.37
2037	1575.26	1707.69
2038	1598.43	1736.78
2039	1622.06	1766.69
2040	1646.18	1797.46
2041	1670.82	1829.18
2042	1696.01	1861.90
2043	1721.76	1895.72
2044	1748.12	1930.73
2045	1775.11	1967.04
2046	1802.78	2004.81
2047	1831.18	2044.19
2048	1860.36	2085.38
2049	1890.37	2128.65
2050	1921.30	2174.32
2051	1953.21	2222.81
2052	1986.22	2274.66
2053	2020.44	2330.63
2054	2056.03	2391.77
2055	2093.17	2459.60

#### 4.3.2. Escenario 2- Pérdidas Técnicas del 40%

Teniendo como insumos la Población y la Dotación Bruta para pérdidas técnicas del 40%, se estiman los Caudales medio diarios para cada año en el horizonte de diseño, tanto para temporada baja, como para temporada alta. Los resultados obtenidos se presentan a continuación.



**Tabla 12.** Proyección del Caudal medio diario

AÑO	Qmd (l/s)	
	COBERTURA 100%	
	Temporada Baja	Temporada Alta
2019	1526.29	1604.77
2020	1547.72	1629.51
2021	1569.47	1654.68
2022	1591.54	1680.31
2023	1613.94	1706.42
2024	1636.68	1733.01
2025	1659.77	1760.12
2026	1683.23	1787.76
2027	1707.05	1815.95
2028	1731.27	1844.73
2029	1755.89	1874.10
2030	1780.92	1904.10
2031	1806.38	1934.77
2032	1832.28	1966.12
2033	1858.65	1998.21
2034	1885.49	2031.06
2035	1912.83	2064.71

AÑO	Qmd (l/s)	
	COBERTURA 100%	
	Temporada Baja	Temporada Alta
2036	1940.69	2099.21
2037	1969.08	2134.61
2038	1998.03	2170.97
2039	2027.58	2208.36
2040	2057.73	2246.83
2041	2088.53	2286.47
2042	2120.01	2327.38
2043	2152.20	2369.65
2044	2185.15	2413.41
2045	2218.89	2458.80
2046	2253.48	2506.01
2047	2288.98	2555.23
2048	2325.44	2606.73
2049	2362.97	2660.82
2050	2401.62	2717.90
2051	2441.51	2778.51
2052	2482.78	2843.32
2053	2525.56	2913.29
2054	2570.04	2989.71
2055	2616.46	3074.50

#### 4.4. Caudales Máximo Horario (QMD)

Para la estimación del Caudal Máximo Diario la Resolución 03330 de 2017 establece, en su Artículo 47. Que el Factor K1 debe calcularse para cada caso con base en los registros históricos de macromedición. En condiciones excepcionales en las que dicha información no esté disponible, debe justificarse la selección de los valores empleados.

En el caso particular de sistema de acueducto de la Ciudad de Santa Marta, a pesar de contar con registros históricos de macromedición, estos no pueden ser utilizados para la estimación del coeficiente K1 toda vez que, al presentarse continuidad en la prestación del servicio, las fluctuaciones de los consumos registrados por el Macromedidor no representan las costumbres de uso de la comunidad servida. Como consecuencia de esta situación, se empleará como coeficiente K1 para la estimación del QMD un valor de 1.2, que se encuentra por debajo del límite superior establecido por la Resolución 0330 de 2017.

4.4.1. Escenario 1- Pérdidas Técnicas del 25%

Teniendo como insumos la Población y la Dotación Bruta para pérdidas técnicas del 25%, se estiman los Caudales Máximos Diarios para cada año en el horizonte de diseño, tanto para temporada baja, como para temporada alta. Los resultados obtenidos se presentan a continuación.

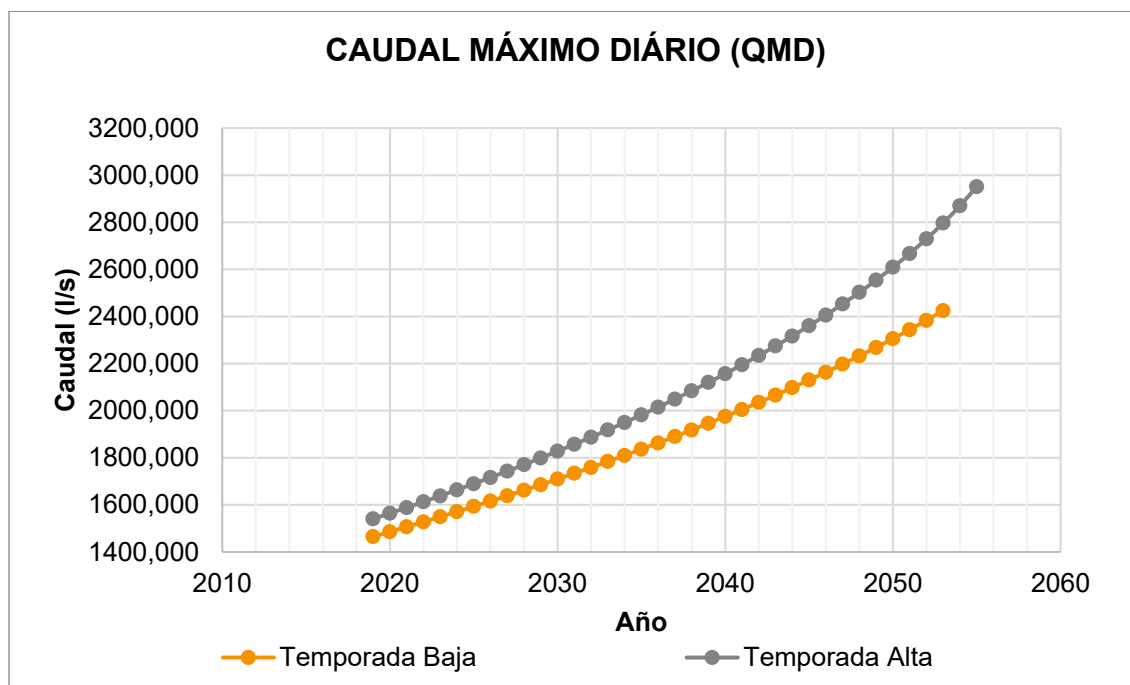


Figura 8. Proyección del Caudal Máximo Horario (QMD).

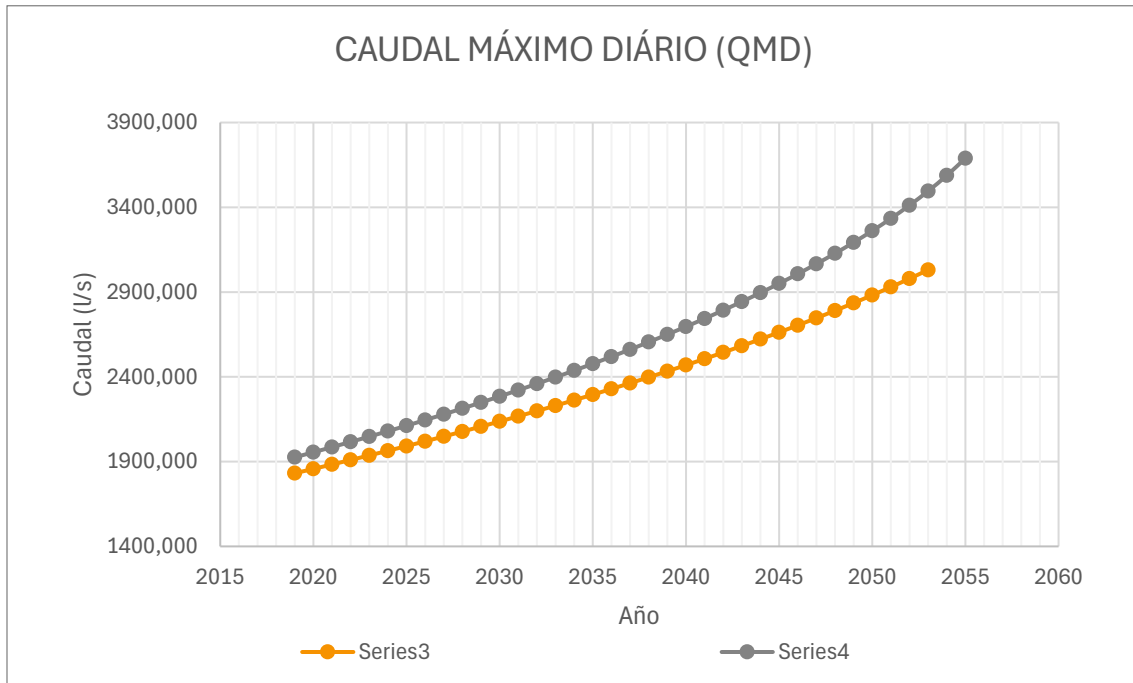
Tabla 13. Proyección Caudal Máximo Diário (QMD).

AÑO	CAUDAL MÁXIMO DIÁRIO (QMD) (l/s)	
	COBERTURA 100%	
	Temporada Baja	Temporada Alta
2019	1465.235	1540.58
2020	1485.812	1564.33
2021	1506.693	1588.50
2022	1527.874	1613.10
2023	1549.380	1638.16
2024	1571.210	1663.69
2025	1593.379	1689.71
2026	1615.898	1716.25
2027	1638.773	1743.31
2028	1662.023	1770.94
2029	1685.652	1799.13
2030	1709.680	1827.94

AÑO	CAUDAL MÁXIMO DIÁRIO (QMD) (l/s)	
	COBERTURA 100%	
	Temporada Baja	Temporada Alta
2031	1734.126	1857.37
2032	1758.991	1887.48
2033	1784.303	1918.28
2034	1810.073	1949.81
2035	1836.315	1982.12
2036	1863.058	2015.24
2037	1890.314	2049.23
2038	1918.111	2084.14
2039	1946.474	2120.03
2040	1975.421	2156.96
2041	2004.989	2195.01
2042	2035.211	2234.28
2043	2066.112	2274.86
2044	2097.739	2316.87
2045	2130.134	2360.45
2046	2163.340	2405.77
2047	2197.419	2453.03
2048	2232.427	2502.46
2049	2268.449	2554.39
2050	2305.556	2609.19
2051	2343.854	2667.37
2052	2383.466	2729.59
2053	2424.533	2796.75
2054	2467.238	2870.12
2055	2511.800	2951.52

#### 4.4.2. Escenario 2- Pérdidas Técnicas del 40%

Teniendo como insumos la Población y la Dotación Bruta para pérdidas técnicas del 40%, se estiman los Caudales Máximos Diarios para cada año en el horizonte de diseño, tanto para temporada baja, como para temporada alta. Los resultados obtenidos se presentan a continuación.



**Figura 9.** Proyección del Caudal Máximo Horario (QMD). Escenario N° 2

**Tabla 14.** Proyección Caudal Máximo Diário (QMD). Escenario N° 2

AÑO	CAUDAL MÁXIMO DIÁRIO (QMD) (l/s)	
	COBERTURA 100%	
	Temporada Baja	Temporada Alta
2019	1831.544	1925.73
2020	1857.265	1955.41
2021	1883.366	1985.62
2022	1909.843	2016.38
2023	1936.725	2047.70
2024	1964.012	2079.62
2025	1991.724	2112.14
2026	2019.873	2145.32
2027	2048.466	2179.14
2028	2077.529	2213.67
2029	2107.065	2248.92
2030	2137.100	2284.92
2031	2167.657	2321.72
2032	2198.739	2359.35
2033	2230.378	2397.85
2034	2262.591	2437.27
2035	2295.394	2477.65

AÑO	CAUDAL MÁXIMO DIÁRIO (QMD) (l/s)	
	COBERTURA 100%	
	Temporada Baja	Temporada Alta
2036	2328.822	2519.05
2037	2362.892	2561.54
2038	2397.639	2605.17
2039	2433.093	2650.03
2040	2469.276	2696.20
2041	2506.237	2743.76
2042	2544.014	2792.85
2043	2582.640	2843.58
2044	2622.174	2896.09
2045	2662.667	2950.56
2046	2704.175	3007.21
2047	2746.774	3066.28
2048	2790.534	3128.07
2049	2835.561	3192.98
2050	2881.945	3261.48
2051	2929.818	3334.21
2052	2979.333	3411.99
2053	3030.666	3495.94
2054	3084.048	3587.66
2055	3139.750	3689.40

#### 4.5. Caudales Máximo Horario (QMH)

Para la estimación del Caudal Máximo Horario la Resolución 03330 de 2017 establece, en su Artículo 47. Que el Factor K2 debe calcularse para cada caso con base en los registros históricos de macromedición. En condiciones excepcionales en las que dicha información no esté disponible, debe justificarse la selección de los valores empleados.

En el caso particular de sistema de acueducto de la Ciudad de Santa Marta, a pesar de contar con registros históricos de macromedición, estos no pueden ser utilizados para la estimación del coeficiente K2 toda vez que, al presentarse continuidad en la prestación del servicio, las fluctuaciones de los consumos registrados por el Macromedidor no representan las costumbres de uso de la comunidad servida. Como consecuencia de esta situación, se empleará como coeficiente K2 para la estimación del QMD un valor de 1.2, que se encuentra por debajo del límite superior establecido por la Resolución 0330 de 2017.

#### 4.5.1. Escenario 1- Pérdidas Técnicas del 25%

Teniendo como insumos la Población y la Dotación Bruta para pérdidas técnicas del 25%, se estiman los Caudales Máximos Horarios para cada año en el horizonte de diseño, tanto para temporada baja, como para temporada alta. Los resultados obtenidos se presentan a continuación.

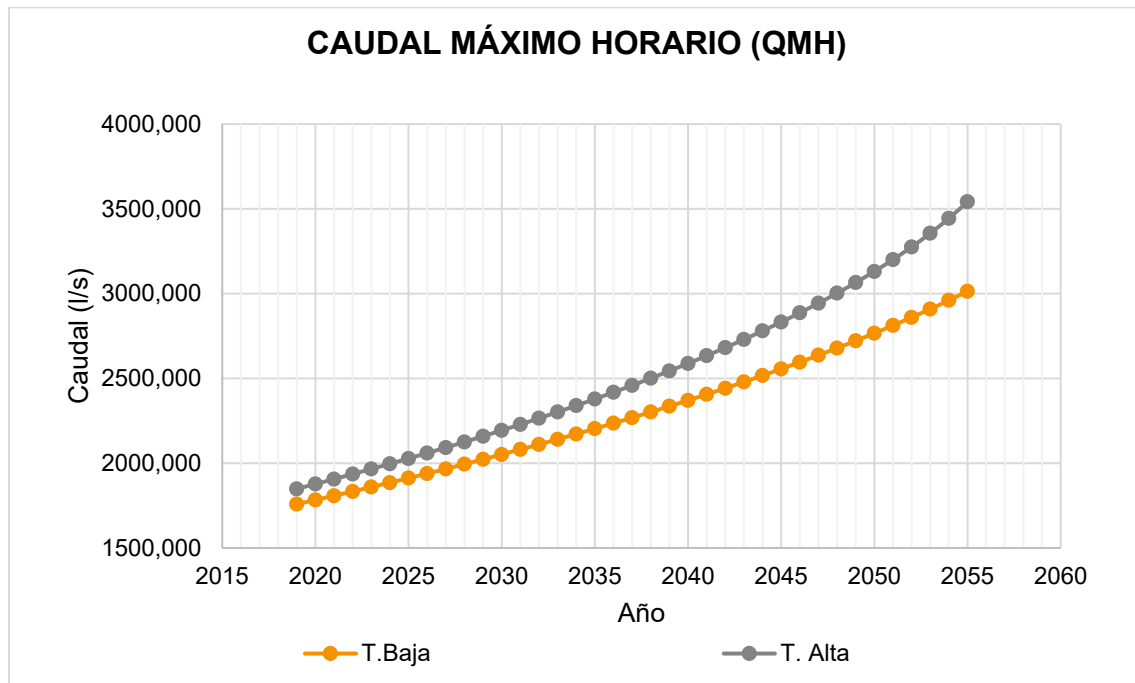


Figura 10. Proyección del Caudal Máximo Horario (QMD). Escenario N° 1

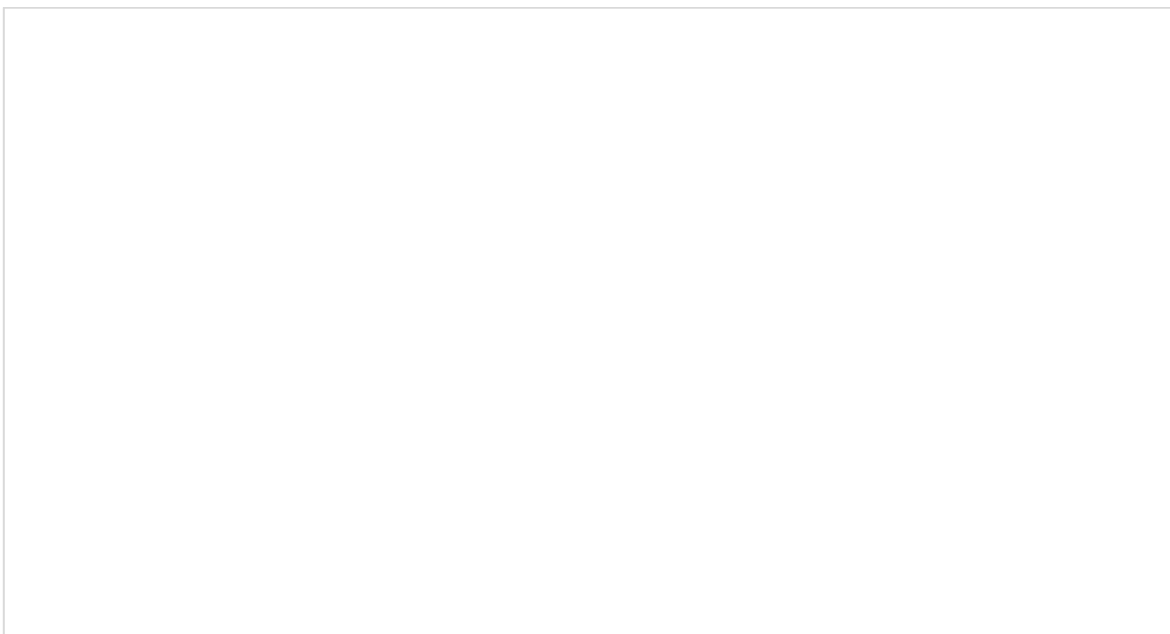
Tabla 15. Proyección Caudal Máximo Horario (QMH). Escenario N° 1

AÑO	COBERTURA 100%	
	Temporada Baja	Temporada Alta
2019	1758.282	1848.70
2020	1782.975	1877.19
2021	1808.032	1906.20
2022	1833.449	1935.72
2023	1859.256	1965.80
2024	1885.452	1996.43
2025	1912.055	2027.66
2026	1939.078	2059.50
2027	1966.527	2091.98
2028	1994.428	2125.13
2029	2022.782	2158.96
2030	2051.616	2193.52
2031	2080.951	2228.85

2032	2110.789	2264.97
2033	2141.163	2301.93
2034	2172.088	2339.78
2035	2203.578	2378.54
2036	2235.669	2418.29
2037	2268.376	2459.08
2038	2301.734	2500.96
2039	2335.769	2544.03
2040	2370.505	2588.35
2041	2405.987	2634.01
2042	2442.253	2681.14
2043	2479.335	2729.84
2044	2517.287	2780.24
2045	2556.160	2832.54
2046	2596.008	2886.92
2047	2636.903	2943.63
2048	2678.912	3002.95
2049	2722.138	3065.26
2050	2766.668	3131.03
2051	2812.625	3200.84
2052	2860.160	3275.51
2053	2909.440	3356.10
2054	2960.686	3444.15
2055	3014.160	3541.82

#### 4.5.2. Escenario 1- Pérdidas Técnicas del 40%

Teniendo como insumos la Población y la Dotación Bruta para pérdidas técnicas del 40%, se estiman los Caudales Máximos Horarios para cada año en el horizonte de diseño, tanto para temporada baja, como para temporada alta. Los resultados obtenidos se presentan a continuación.



**Figura 11.** Proyección del Caudal Máximo Horario (QMD). Escenario N° 2

**Tabla 16.** Proyección Caudal Máximo Horario (QMH). Escenario N° 2

<b>CAUDAL MÁXIMO HORARIO (QMH) (l/s)</b>	
<b>COBERTURA 100%</b>	
<b>Temporada Baja</b>	<b>Temporada Alta</b>
2197.852	2310.87
2228.718	2346.49
2260.039	2382.75
2291.812	2419.65
2324.070	2457.25
2356.814	2495.54
2390.068	2534.57
2423.847	2574.38
2458.159	2614.97
2493.034	2656.41
2528.478	2698.70
2564.520	2741.90
2601.188	2786.06
2638.487	2831.22
2676.454	2877.42
2715.109	2924.72
2754.473	2973.18

<b>CAUDAL MÁXIMO HORARIO (QMH) (l/s)</b>	
<b>COBERTURA 100%</b>	
<b>Temporada Baja</b>	<b>Temporada Alta</b>
2794.587	3022.86
2835.471	3073.84
2877.167	3126.20
2919.712	3180.04
2963.131	3235.44
3007.484	3292.52
3052.817	3351.43
3099.168	3412.29
3146.609	3475.31
3195.201	3540.68
3245.009	3608.66
3296.129	3679.54
3348.641	3753.69
3402.673	3831.58
3458.334	3913.78
3515.781	4001.05
3575.199	4094.39
3636.799	4195.13
3700.857	4305.19
3767.699	4427.28

## 5. OFERTA HÍDRICA DEL SISTEMA

Teniendo como insumo la información compartida por la empresa prestadora del servicio de agua potable en la Ciudad de Santa Marta (ESSMAR E.S.P.), se llevó a cabo un análisis de la producción de agua en el sistema. A continuación, se presenta el desarrollo de este análisis:

### 5.1. FUENTES DE ABASTECIMIENTO

El sistema de acueducto del Distrito de Santa Marta cuenta con 4 fuentes de abastecimiento: tres de ellas de tipo superficial lóatico y una tercera de Gaira; las dos primeras abastecen la Zona Norte de la ciudad y el Río Gaira abastece la Zona Sur. Como fuente complementaria se tiene el acuífero de la Ciudad de Santa Marta a través de la explotación de pozos profundos.

Operativamente, el sistema se encuentra organizado en dos zonas: Zona Norte y Zona Sur. Estas zonas han funcionado históricamente de manera independiente; no obstante, existe una interconexión hidráulica entre ambos sectores, construida en tubería GRP de 350 mm de diámetro y con una longitud aproximada de 3,5 km. Esta conexión se emplea para disponer parte de las aguas de la Zona Sur para la Zona Norte cuando sea necesario.

La Zona Norte comprende el sistema que abastece el perímetro urbano de Santa Marta, incluyendo el sector de Taganga.

La Zona Sur comprende sectores como Gaira, El Rodadero, el corredor hotelero y el área del Aeropuerto Simón Bolívar, los cuales son abastecidos principalmente mediante el sistema asociado al río Gaira y el apoyo de pozos profundos.

### 5.2. CONCESIONES SOBRE LAS FUENTES SUPERFICIALES

En la actualidad, la ESSMAR E.S.P. cuenta con concesiones sobre el recurso superficial emitida por CORPAMAG para los Río Piedras, Manzanares y Gaira, las características de cada concesión se presentan en cuadro siguiente cuadro resumen:

Estado	Nit	Usuario	Ubicación del predio	Fuente	Municipio	Caudal	Vence
VIGENTE	901064574-9	ESSMAR E.S.P.	Vereda Paso del Mango, corregimiento de Bonda - Distrito de Santa Marta.	Rio Manzanares	Santa Marta	330	9/09/2029
VIGENTE	800181106-1	ESSMAR E.S.P.	Margen derecha del Río coordenadas N11°09'52.01" - W74°10'20.58" - Santa Mar	Rio Gaira	Santa Marta	450	27/12/2029
VIGENTE	800181106-1	ESSMAR E.S.P.	Sata Marta, Vereda Transjordania	Rio Piedras	Santa Marta	435	28/07/2032

**Tabla 17 Concesiones Fuente Superficiales**

Fuente: CORPAMAG

De acuerdo con la anterior tabla, entre las fuentes superficiales que abastecen el sistema de acueducto de la ciudad de Santa Marta, se cuenta con un total de 1215 l/s de agua concesionada.

### 5.3. CONCESIONES SOBRE FUENTE SUBTERRÁNEA

En cuanto a la utilización del Acuífero de la Ciudad de Santa Marta como fuente subterránea de bastecimiento del sistema de acueducto es importante decir que, la ciudad cuenta con una batería de pozos subterráneos que, de acuerdo con lo reportado por ESSMAR E.S.P., en la actualidad aportan en promedio 445 l/s como caudal diario.

### 5.4. PRODUCCIÓN TOTAL DEL SISTEMA

A continuación, se presenta un cuadro resumen donde se condensa la totalidad de la producción de agua potable en el sistema acueducto de la ciudad de Santa Marta:

SISTEMA DE PRODUCCIÓN	CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN (L/s)	CAUDAL DE PRODUCCIÓN PROMEDIO (L/s)
PTAP MAMATOCO	765	643.6
PTAP EL ROBLE	550	387.5
BATERÍA DE POZOS	445	146
<b>TOTAL</b>	<b>1760</b>	<b>1177.1</b>

Tabla 18 Resumen producción de agua Santa Marta

Fuente: ESSMAR E.S.P

Como se puede observar en la anterior tabla, el caudal promedio diario potabilizado en el sistema es de 1177 l/s, caudal que ha llegado a ser inferior cuando se atraviesa eventos extremos de sequía como el experimentado durante el año 2015. En aquel entonces, de acuerdo con los registros de ESSMAR E.S.P. estuvieron alrededor de 980 l/s.

Teniendo como insumo los datos entregados por ESSMAR E.S.P. de caudales de salida de las diferentes plantas de potabilización y de los pozos operativos con que cuenta la ciudad, se llevó a un análisis de los caudales promedio de los últimos 5 años, obteniendo lo siguiente:

#### 5.4.1. Caudales medios diarios producidos en la ciudad

A continuación, se presentan los datos de volúmenes y caudales multianuales en cada una de las plantas potabilizadoras y a batería de pozos de la Ciudad de Santa Marta:

<b>VOLUMENES MESAUALES SALIDA PTAP MAMATOCO (M3)</b>					
<b>Mes</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>	<b>2025</b>	<b>2026</b>
Ene	1,938,495	1,864,799	1,839,536	1,762,227	1,850,953
Feb	1,414,907	1,666,603	1,542,223	1,697,483	1,616,671
Mar	1,229,796	1,649,635	1,206,831	1,832,375	1,985,773
Abr	1,211,460	1,429,059	1,043,570	1,738,803	1,932,671
May	1,455,627	1,415,802	1,449,943	1,889,368	
Jun	1,379,527	1,502,534	1,655,646	1,771,609	
Jul	1,782,707	1,825,785	1,631,983	1,774,764	
Ago	1,694,745	1,779,649	1,574,166	1,875,146	
Sep	1,650,854	1,748,275	1,510,111	1,864,230	
Oct	1,674,049	1,767,753	1,500,446	1,906,464	
Nov	1,578,599	1,704,900	1,511,278	1,848,851	
Dic	1,714,394	1,897,800	1,727,894	1,880,392	
<b>CAUDAL PROMEDIO (L/S)</b>	<b>593.8</b>	<b>642.3</b>	<b>577.0</b>	<b>692.7</b>	<b>712.6</b>

Al promediar los caudales promedios diarios anuales, se obtiene el caudal promedio diario multianual para la PTAP de Mamatoco que corresponde a los 643.3 l/s reportados en la Tabla 18 de este documento.

<b>VOLUMENES MESAUALES SALIDA PTAP EL ROBLE (M3)</b>					
<b>Mes</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>	<b>2025</b>	<b>2026</b>
Ene	1,074,822	1,033,704	1,041,615	1,145,702	1,052,150
Feb	960,892	986,017	971,374	1,068,778	947,909
Mar	1,037,606	1,054,915	960,643	1,182,777	1,067,353
Abr	933,515	941,173	849,634	1,115,685	1,072,029
May	961,083	977,891	1,002,813	1,111,518	
Jun	904,806	950,427	943,106	1,111,983	
Jul	1,015,285	1,009,791	964,183	1,172,766	
Ago	982,901	984,343	987,211	1,288,341	
Sep	934,322	1,010,957	838,868	988,126	
Oct	953,591	966,339	894,419	999,885	
Nov	907,022	958,236	965,737	1,103,770	
Dic	1,030,371	1,028,978	1,094,831	1,100,985	
<b>CAUDAL PROMEDIO (L/S)</b>	<b>371</b>	<b>377</b>	<b>365</b>	<b>425</b>	<b>399</b>

Al promediar los caudales promedios diarios anuales, se obtiene el caudal promedio diario multianual para la PTAP de Mamatoco que corresponde a los 387.5 l/s reportados en la Tabla 18 de este documento.

En cuanto al caudal promedio de producción registrado en la Tabla 18 para la batería de pozos, es necesario decir que se utilizó el promedio diario multianual ya que, la siguiente tabla muestra de

manera clara que, la producción de los pozos ha venido en descenso durante los últimos 5 años. Dado este escenario, para la estimación de la oferta media, registrada en la Tabla 18, se tubo en cuenta el caudal promedio del último año.

<b>VOLUMENES MESALES SALIDA PTAP BATERIAS DE POZOS (M3)</b>					
<b>Mes</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>	<b>2025</b>	<b>2026</b>
Ene	746,839	877,970	731,541	382,969	437,602
Feb	668,494	776,313	698,837	493,720	357,816
Mar	785,492	864,145	749,109	505,666	337,811
Abr	926,443	830,199	682,058	505,234	380,798
May	837,923	856,040	696,273	459,827	
Jun	808,555	851,399	642,446	434,752	
Jul	830,296	604,952	573,800	463,568	
Ago	643,963	619,217	562,576	299,638	
Sep	780,230	638,583	519,467	296,694	
Oct	605,363	622,314	573,135	385,442	
Nov	833,142	660,167	462,564	405,656	
Dic	841,191	685,496	360,375	410,835	
<b>CAUDAL PROMEDIO (L/S)</b>	295.2	281.9	230.0	160.0	146.2

## 6. BALANCE HÍDRICO DEL SISTEMA

Al realizarse un balance hídrico entre la producción de agua potable en la Ciudad de Santa Marta y el Caudal Medio Diario requerido en escenario actual con pérdidas comerciales del 40%, suponiendo que no adicione una nueva fuente de abastecimiento al sistema, se tendría el siguiente panorama de desabastecimiento proyectado en el tiempo:

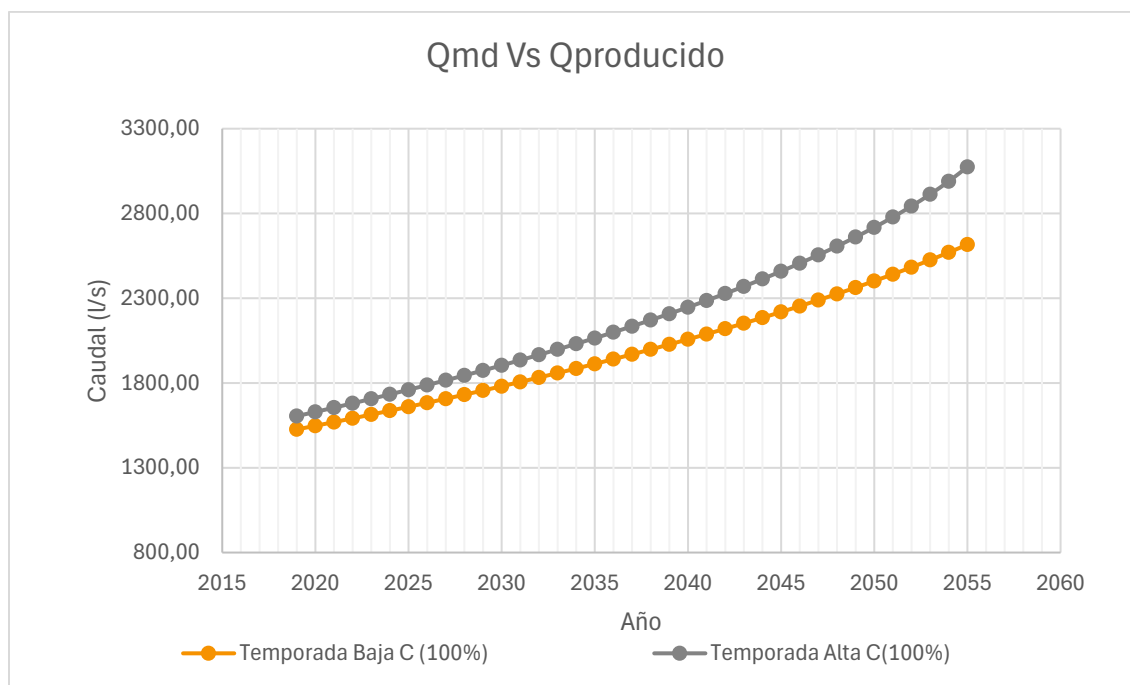


Figura 12. Caudal Medio Diario Vs Caudal Producido

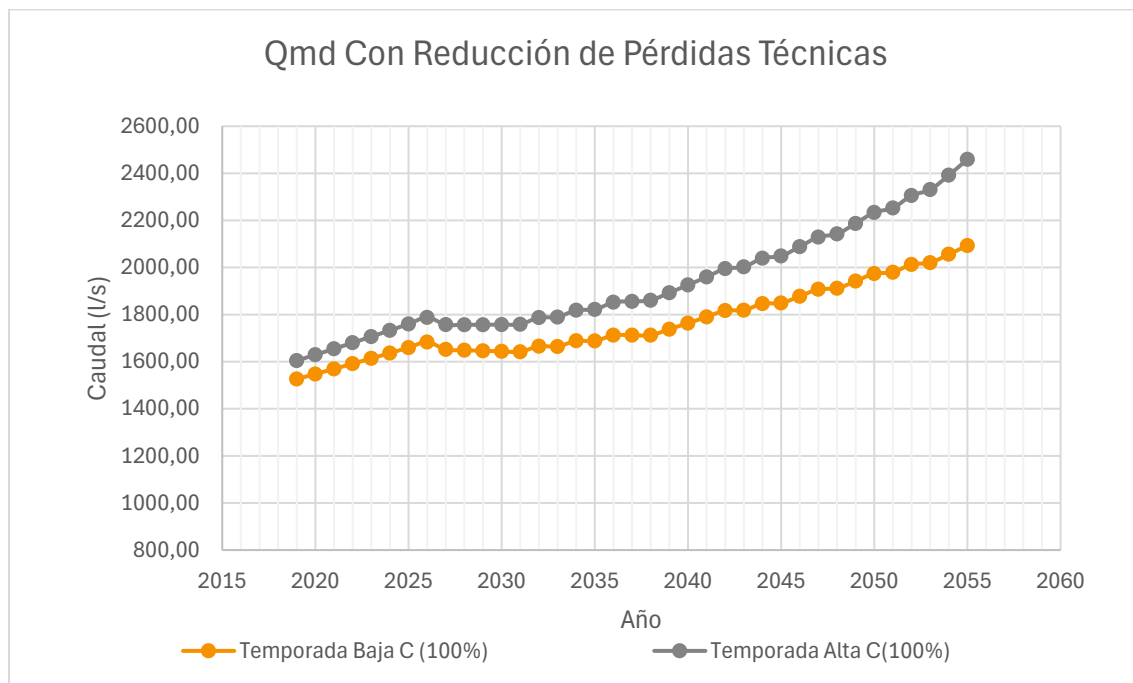
Tabla 19 Caudal Déficit

AÑO	DEFICIT (L/S)	AÑO	DEFICIT (L/S)	AÑO	DEFICIT (L/S)
2019	433.67	2031	763.67	2043	1198.55
2020	458.41	2032	795.02	2044	1242.31
2021	483.58	2033	827.11	2045	1287.70
2022	509.21	2034	859.96	2046	1334.91
2023	535.32	2035	893.61	2047	1384.13
2024	561.91	2036	928.11	2048	1435.63
2025	589.02	2037	963.51	2049	1489.72
2026	616.66	2038	999.87	2050	1546.80
2027	644.85	2039	1037.26	2051	1607.41
2028	673.63	2040	1075.73	2052	1672.22
2029	703.00	2041	1115.37	2053	1742.19
2030	733.00	2042	1156.28	2054	1818.61
				2055	1903.40

De acuerdo con este análisis, para este año 2026, se registra un déficit de 616.7 l/s y, de continuar el nivel de pérdidas técnicas en el orden del 40% y no ingrese ninguna nueva fuente de abastecimiento durante el período de diseño, el déficit se incrementaría hasta llegar a los 1903 l/s en el año 2055.

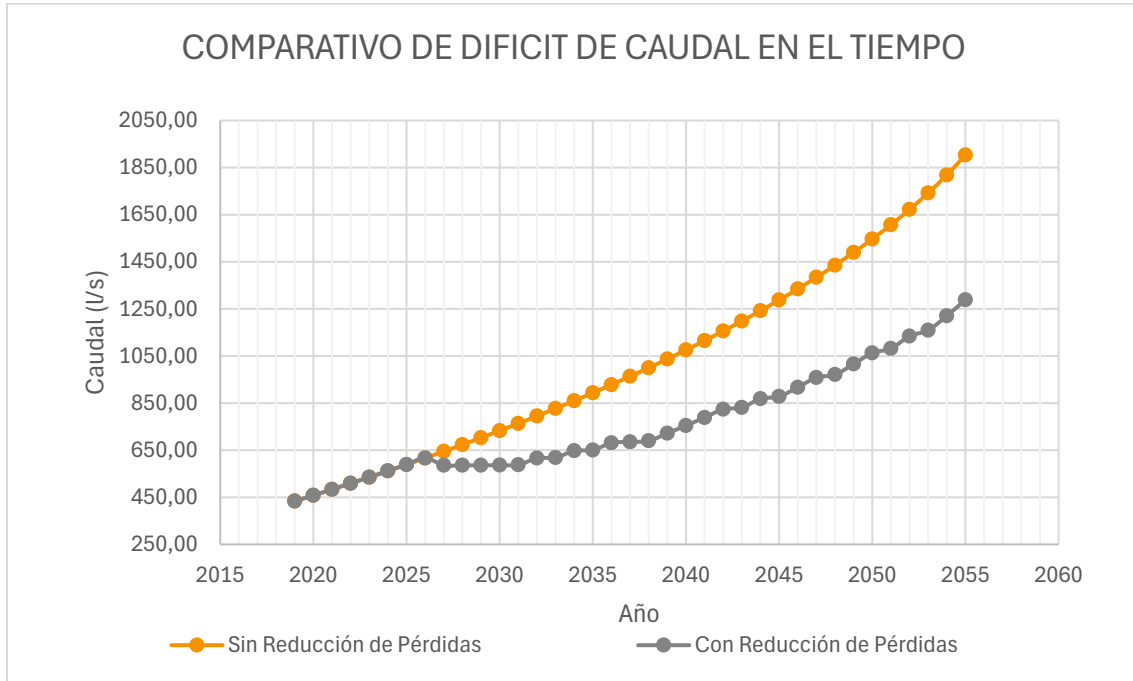
La primera y más inmediata acción que debería emprender el Distrito de Santa Marta, en cabeza de la empresa prestadora del servicio, es implementación de un programa agresivo de reducción de pérdidas que permita de manera gradual, pro significativa, la reducción del porcentaje de pérdidas técnicas en el sistema. Se propone que, hasta el 2030 se hay reducido de 40% a 35% las pérdidas técnicas en el sistema, para el año 2040 se llegue a un porcentaje de pérdidas técnicas del 30% y para el año 2055 llegar 25%.

Bajo ese escenario de reducción progresiva de pérdidas técnicas en el sistema la proyección del Caudal Medio Diario requerido será la mostrada en la siguiente gráfica:



**Figura 13.** Caudal Medio Diario bajo escenario de reducción de pérdidas

Se puede evidenciar que, solo con la implementación efectiva de una política y programas encaminados a la reducción progresiva de las pérdidas operativas en el sistema, para el año 2055 se reduce en 366.4 l/s las necesidades de agua en sistema, lo que significaría poder atender una población de 170 mil habitantes solo con la reducción de pérdidas técnicas del 40% al 25%. La proyección del déficit del recurso en este escenario es el mostrado en la siguiente gráfica:



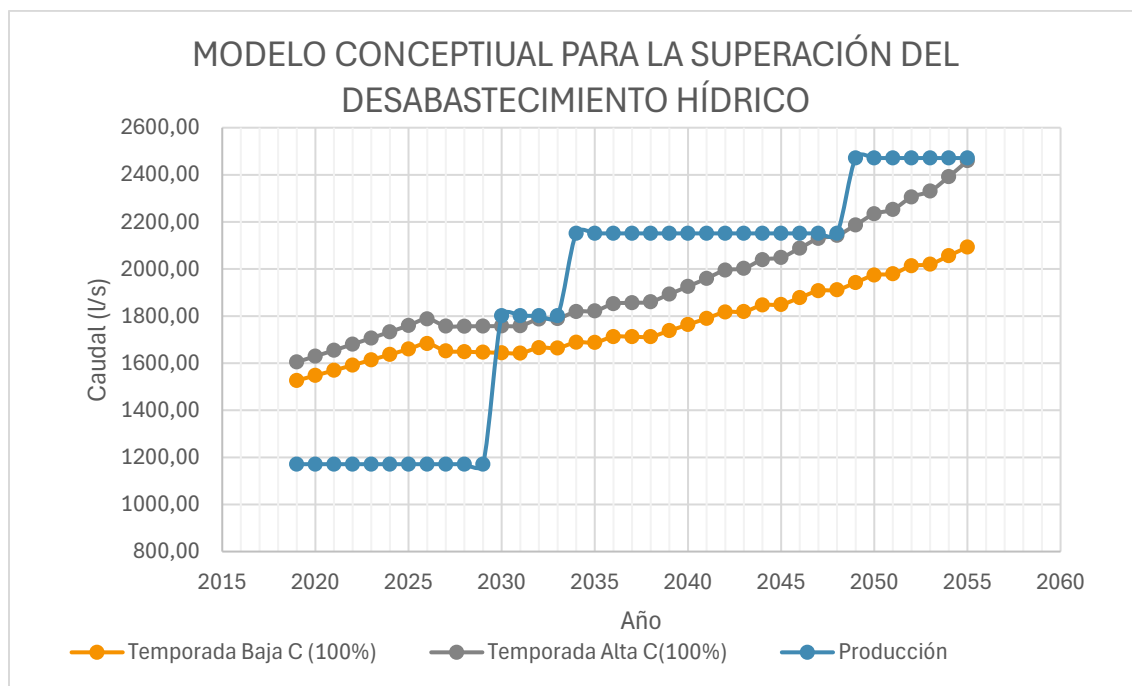
**Figura 14.** Comparativo de déficit de Caudal

De acuerdo con la anterior gráfica, el déficit en el 2026 es de 616 l/s, con la aplicación de una política de reducción de pérdidas técnicas que logre la reducción propuesta en este documento, para el año 2030 el déficit sería 586 l/s y para el 2055 de 1288.5 l/s, si no entrara una nueva fuente de abastecimiento al sistema.

## 7. PROPUESTA DE REDUCCIÓN DEL DEFICIT DURANTE EL HORIZONTE DE DISEÑO

Toda vez que, el objetivo principal del Plan Maestro de Acueducto y alcantarillado de la Ciudad de Santa Marta, en lo que al componente de acueducto se refiere, es garantizar el caudal necesario requerido por la población a lo largo del horizonte de diseño, se ha planteado un esquema conceptual de entrada de nuevas fuentes en el sistema a lo largo del tiempo. De esta manera, se han establecido acciones a acometer en el corto (próximos 5 años), mediano (próximos 10 años) y largo plazo (más de 20 años), que permitan que a partir del 2030 se supere el escenario de desabastecimiento en la ciudad y se mantenga esta condición hasta el año 2055.

Lo que se propone es una reducción progresiva del porcentaje de pérdidas técnicas y el incremento escalonado de la producción de agua potable mediante el ingreso al sistema de nuevas fuentes de abastecimiento. A continuación, se presentan de manera gráfica el modelo conceptual planteado para lograr, en el horizonte de diseño establecido, superar el escenario de desabastecimiento hídrico de la ciudad.



**Figura 15.** Modelo conceptual para superación del Desabastecimiento hídrico

Como se puede observar en la anterior imagen, adicional a la reducción en las pérdidas técnicas, es necesario la entrada escalonada al sistema de nuevas fuentes de abastecimiento. En este sentido, en el año 2030 deberá iniciar el aporte de 630 l/s de agua potable al sistema; posteriormente, a más tardar,

en el año 2035 deberán ingresar al sistema 350 l/s provenientes de una nueva fuente y, finalmente, en el año 2049 deberá entrar un tercer nuevo aporte al sistema, esta vez de 300 l/s.

Con esta proyección se garantizaría el cubrimiento de la demanda hasta el año 2055. Paralelamente, el Distrito deberá ir avanzando en la búsqueda y consolidación de una nueva fuente de abastecimiento que garantice la cobertura de las necesidades del sistema después de año 2055.

## **7.1. ACCIONES PROPUESTAS A CORTO PLAZO**

Con el fin de reducir al 2030 el escenario de desabastecimiento hídrico que atraviesa la Ciudad de Santa Marta, se proponen llevar a cabo acciones encaminadas a la reducción del porcentaje de pérdidas técnica y al aumento de la producción de agua potable en el sistema. A continuación, se describen estas dos acciones.

### **7.1.1. Política de Reducción de Pérdidas Técnicas**

Consiste en la formulación y ejecución de programas y acciones que conduzcan a la reducir las Pérdidas Técnicas de 35% al 30% en los próximos 5 años; de tal manera que la meta se cumpla a 31 de diciembre de 2030. De esta manera, se espera que para 2030, solo con la reducción de 5 puntos porcentuales en las pérdidas técnicas, el déficit hídrico sea del orden de 586 l/s. Los esfuerzos deberán ser concentrados en reparación de fugas y remplazo de tuberías en estado de obsolescencia.

### **7.1.2. Entrada en Funcionamiento de una nueva Fuente de Abastecimiento**

En el 2030, a más tardar, debería entrar en operación una nueva fuente de agua potable para el sistema de acueducto de la ciudad de Santa Marta, la cual deberá aportar un caudal de 630 l/s.

Teniendo en cuenta que, el Gobierno Nacional el 29 de septiembre de 2025, expidió el CONPES 4159, mediante el cual hace la “DECLARACIÓN DE IMPORTANCIA ESTRATÉGICA DEL PROYECTO ESTUDIOS, DISEÑOS Y CONSTRUCCIÓN DE 2 PLANTAS DESALINIZADORAS PARA LA CIUDAD DE SANTA MARTA, QUE HACE PARTE DEL PROYECTO DE INVERSIÓN INCREMENTO DEL ACCESO AL AGUA Y DEL SANEAMIENTO BÁSICO PARA LA SOSTENIBILIDAD Y LA EQUIDAD TERRITORIAL A NIVEL NACIONAL, se considera estratégico establecer el mar como esta nueva primera fuente de abastecimiento para el sistema. Lo anterior, debido a la disponibilidad financiera, la cercanía de la fuente y la oferta hídrica de la misma.

En este sentido, de acuerdo con lo establecido por el Distrito de Santa Marta en los Términos de Referencia que dieron origen al Contrato de Consultoría N° **CMA-001-2025**, los 630 l/s de agua

potabilizada serían introducidos al sistema mediante 2 plantas desalinizadoras; una 600 l/s localizada en el Sur de la Ciudad de Santa Marta y otra de 30 l/s que abastecería la comunidad de Taganga.

#### 7.1.3. Entrada en Funcionamiento de una segunda Fuente de Abastecimiento

El Distrito de Santa Marta ha desarrollado un proyecto denominado “Planta de Tratamiento de Agua Potable del CURVAL” el cual en la actualidad se encuentra en proceso de adjudicación del contrato de obra. Esta planta será construida, en su primera fase, con una capacidad de potabilización de 800 l/s y abasteciéndose del Río Piedras. Esta fuente de abastecimiento ya hace parte del sistema de acueducto de la ciudad, pero solo cuenta con una concesión de 430 l/s; en este sentido se plantea el incremento de esta concesión hasta un caudal de 800 l/s, de tal manera que se experimentará un incremento real de 370 l/s en el sistema.

De esta manera, se garantizaría el abastecimiento de las necesidades del sistema hasta el año 2048, cuando deberá entrar una tercera fuente nueva de abastecimiento.

#### 7.1.4. Entrada en Funcionamiento de una tercera Fuente de Abastecimiento

Finalmente, para el año 2048 deberá entrar en funcionamiento una cuarta fuente de abastecimiento el sistema la cual deberá garantizar un suministro de, por lo menos, 300 l/s de agua potable. Con este nuevo aporte de caudal, se garantizaría el abastecimiento de las necesidades del sistema hasta el año 2055.

Dentro del desarrollo del Plan Maestro de Acueducto y Alcantarillado se deberá establecer cuál sería esta nueva fuente de abastecimiento.

## 8. LOCALIZACIÓN DE LA PLANTA DESALINIZADORA

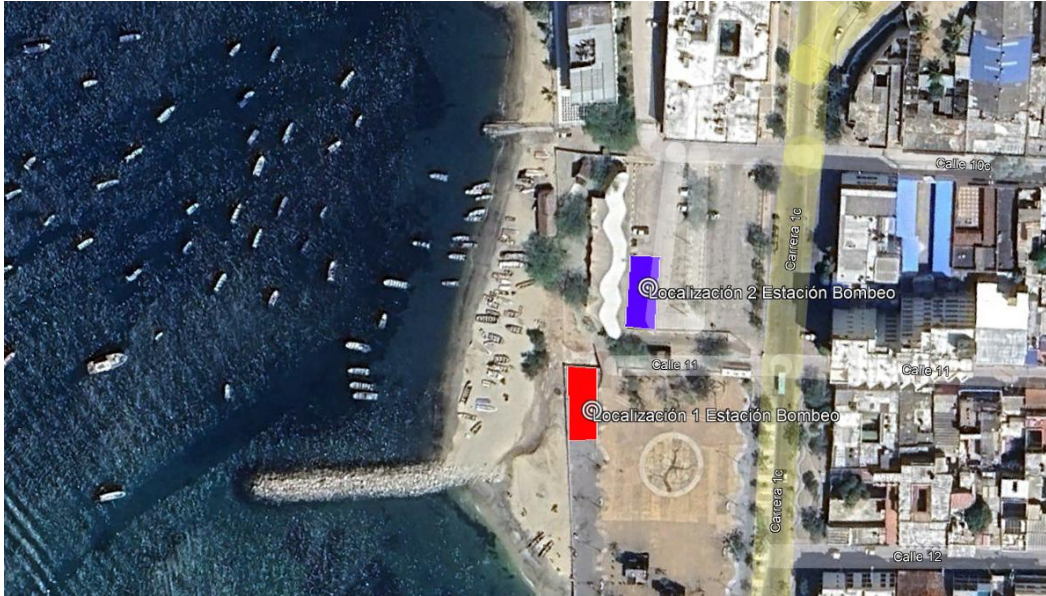
Como resultado de un análisis de alternativa de localización de la Planta Desalinizadora de Santa Marta, se concluyó que el predio localizado en el Barrio Pescaíto es el que presenta mayores ventajas desde lo técnico, ambiental y económico. El predio se localiza entre las Carreras 3 y 4 y entre la Avenida del Ferrocarril y la Calle 8. La localización de este predio se presenta a continuación:



**Figura 16** Esquema Conceptual sector de bombeo predio Barrio Pescaíto  
Fuente: Elaboración Propia desde Imagen Satelital Google Earth

### 8.1. Localización Estación de Bombeo de Agua Cruda

La estación de bombeo de agua cruda se deberá localizar en frente de playa, en sector norte del Malecón o en el Parqueadero de la Sociedad Portuaria de Santa Marta, tal como se muestra a continuación:

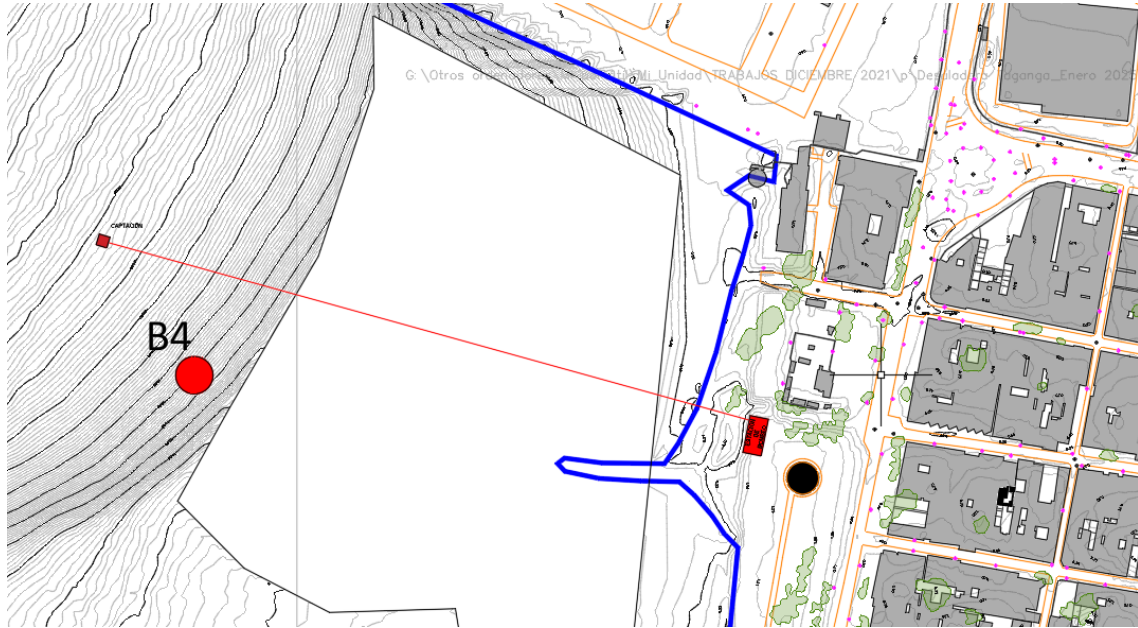


**Figura 17** Posibles localizaciones Estación de Bombeo Agua Cruda  
 Fuente: Elaboración Propia desde Imagen Satelital Google Earth

## 8.2. Localización Captación e Inmisario de agua cruda

El punto de captación de agua de mar debe localizarse a profundidades entre 20 y 25 metros, esto con el fin de garantizar la toma en profundidades donde la calidad del agua marina presente menor variabilidad temporal, buscando así condiciones estables para buen funcionamiento de la planta desalinizadora. De acuerdo con lo anterior y teniendo en cuenta la batimetría del sector, se pudo establecer que la longitud de la tubería de inmisario sería de 360 m medidos desde la estructura de captación, hasta la estación de bombeo. A continuación, se presenta un detalle de la localización de estructura de captación y del inmisario:





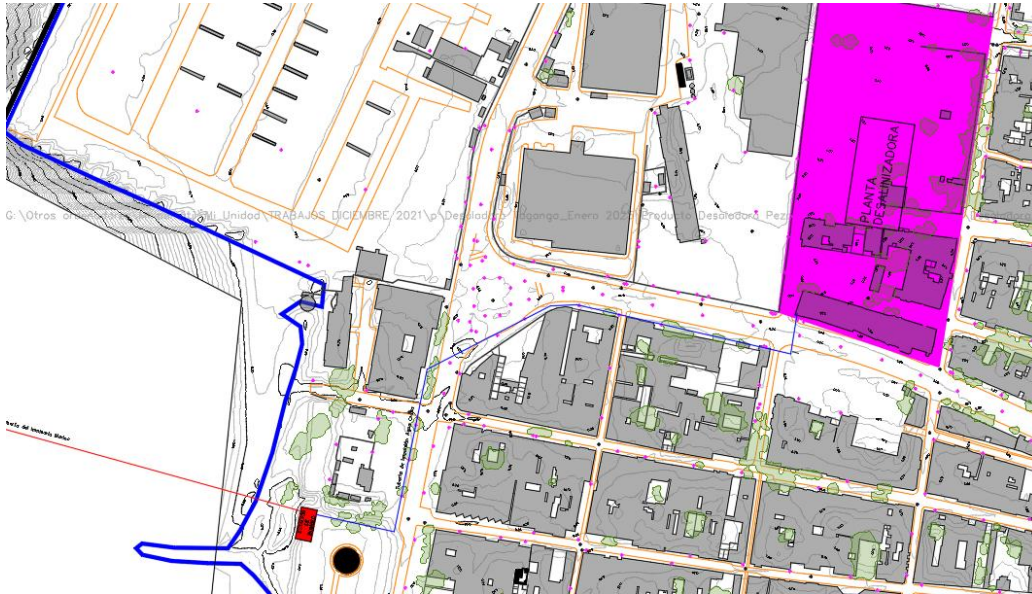
**Figura 18** Esquema Localización de la estructura de captación de agua de mar

Fuente: Elaboración Propia desde Imagen Satelital Google Earth

### 8.3. Localización Línea de Impulsión Agua Cruda

Desde la Estación de Bombeo de agua cruda se deberá impulsar el agua hasta el predio donde se localizará la planta desalinizadora, mediante una tubería de 410 m de longitud. A continuación, se muestra el trazado de la tubería de impulsión:

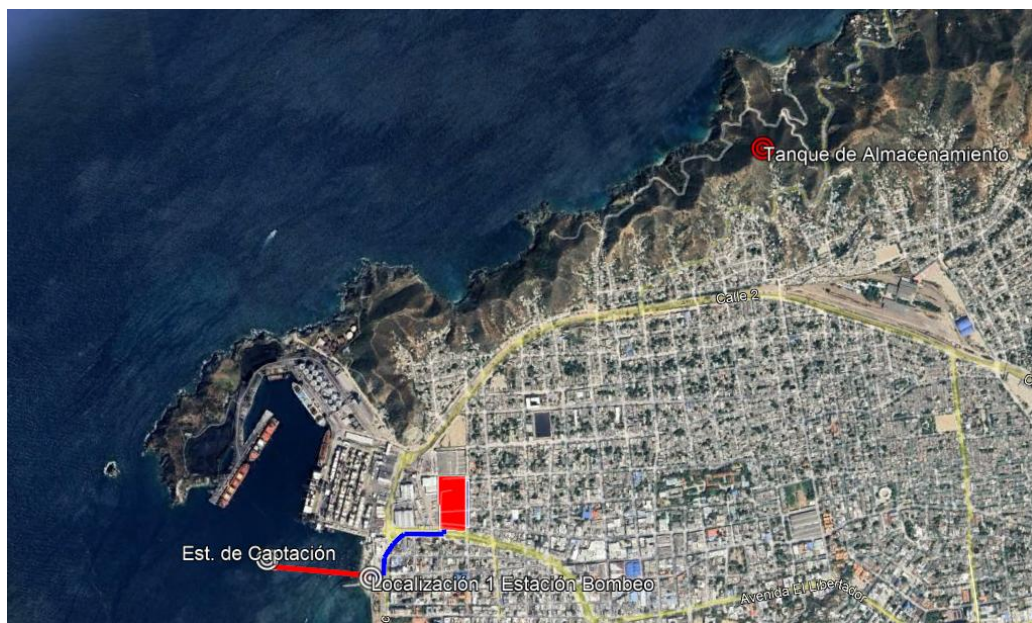




**Figura 19** Esquema Conceptual trazado tubería de impulsión agua cruda  
 Fuente: Elaboración Propia desde Imagen Satelital Google Earth

#### 8.4. Localización Tanque de Almacenamiento

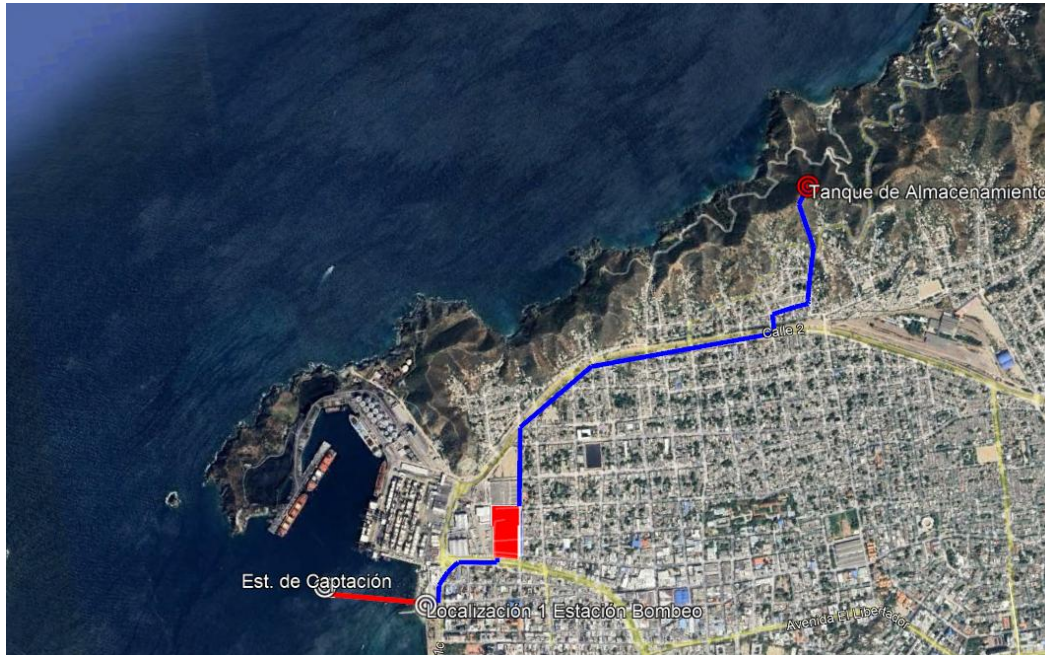
Con el fin de almacenar al agua potable producida por la Planta Desalinizadora, se dispondrá un tanque que permita abastecer los circuitos hidráulicos del Norte de la Ciudad de Santa Marta y a la Población de Taganga.



**Figura 20** Esquema localización tanque de almacenamiento  
 Fuente: Elaboración Propia desde Imagen Satelital Google Earth

### 8.5. Localización Línea de Impulsión Planta Desalinizadora - Tanque de Almacenamiento

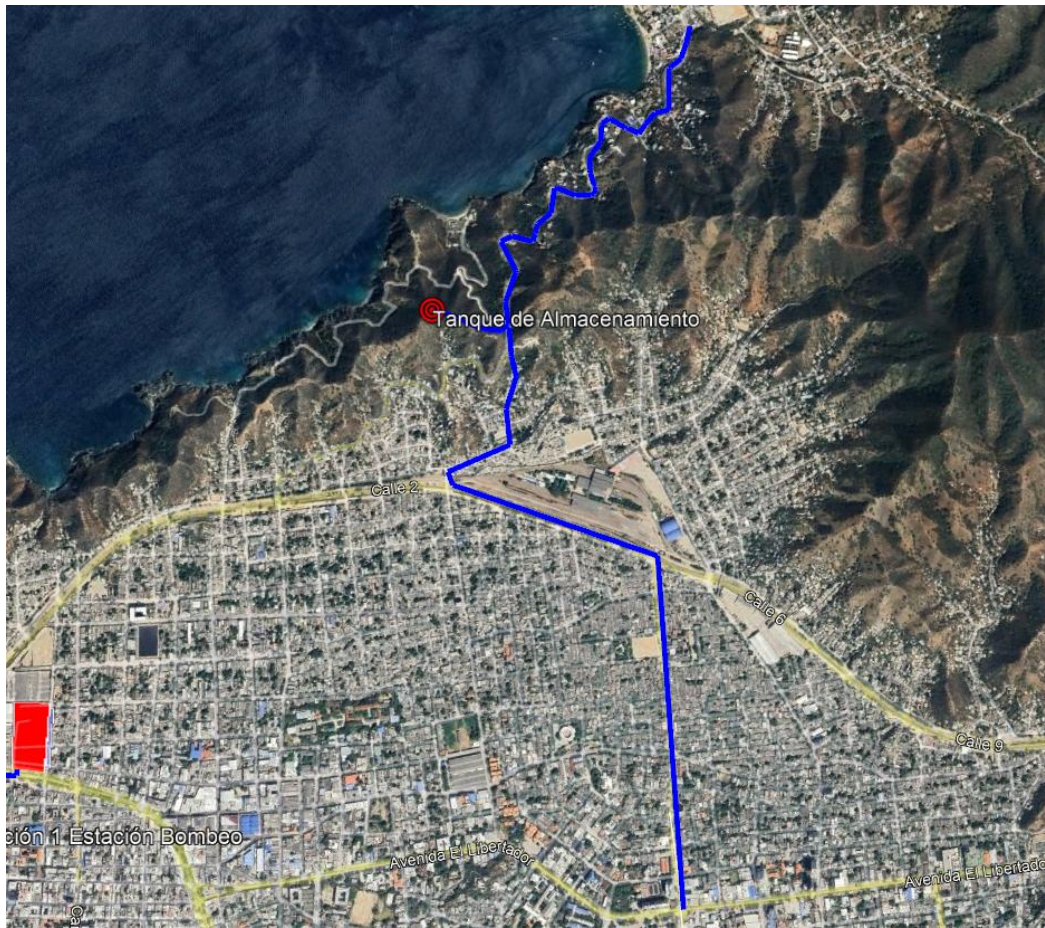
Desde la Planta Desalinizadora se trazará una tubería de impulsión de 2200 m de longitud que permita disponer el agua tratada en el tanque de almacenamiento, para posteriormente ser ingresada a las redes de distribución del Distrito de Santa Marta y la Comunidad de Taganga.



**Figura 21** Esquema trazado tubería de impulsión Desalinizadora – Tanque de Almacenamiento  
Fuente: Elaboración Propia desde Imagen Satelital Google Earth

### 8.6. Líneas de conexión Tanque de Almacenamiento y las Redes de Distribución del Norte de Santa Marta y Taganga

Desde el tanque de almacenamiento se distribuirá al líquido hacia las redes de distribución de Santa Marta y Taganga; para la primera se requiere una tubería de 3 Km de longitud y para la de Taganga una de 2.5 Km.



**Figura 22** Esquema trazados de líneas de conexión Tanque de Almacenamiento redes de distribución Santa Marta y Taganga

Fuente: Elaboración Propia desde Imagen Satelital Google Earth

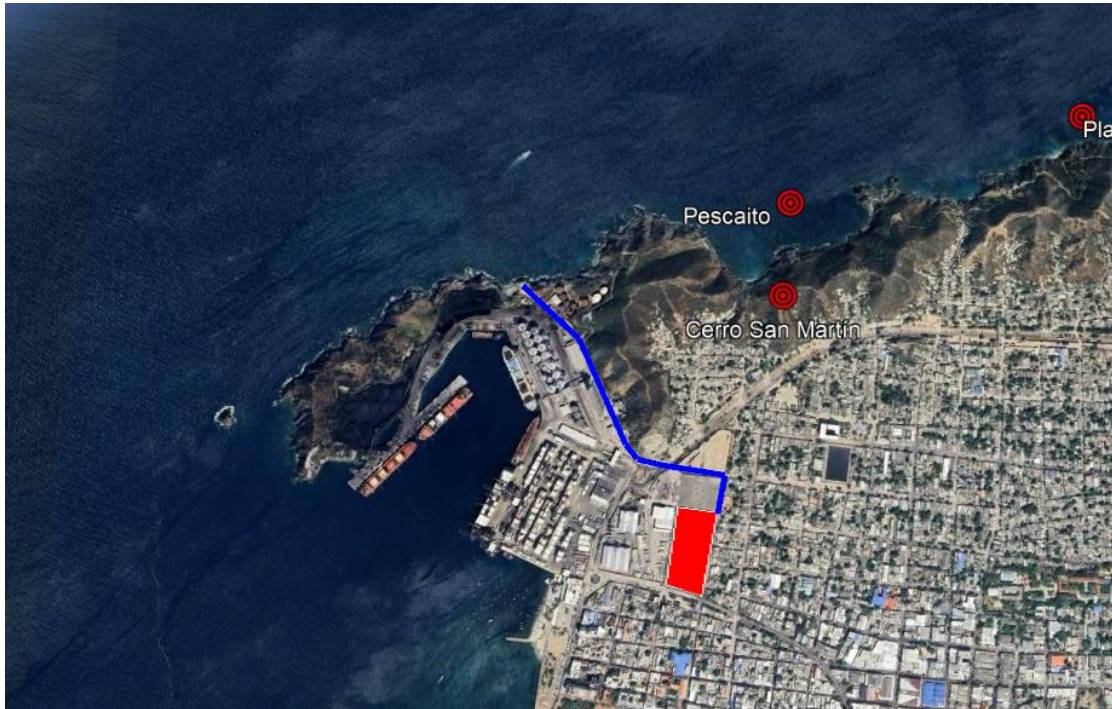
### 8.7. Manejo del Rechazo

El agua de rechazo producida en la Planta Desalinizadora se propone ser enviada al Emisario Submarino de agua residual de la Ciudad de Santa Marta, el cual esta diseñado para un caudal de 2.5 m<sup>3</sup>/s. En la actualidad, este emisario transita caudales pico de 1.2 m<sup>3</sup>/s; información resultante de la operación de la EBAR Norte, la cual opera en horas pico con 2 bombas con capacidad de 600 l/s. De acuerdo con lo anterior, si se le adiciona el caudal de rechazo, 960 l/s, alcanzaría un caudal de 1.8 m<sup>3</sup>/s; sin embargo, se espera que la Planta Desalinizadora entre en operación en el año 2030, momento que se espera que el caudal pico manejado en la EBAR NORTE sea de 2.2 m<sup>3</sup>/s, quedando una capacidad remanente de 300 l/s.

Es importante resaltar que, en el marco de la ejecución del Plan Maestro de Acueducto y Alcantarillado de la Ciudad de Santa Marta, se plantea el diseño de un emisario submarino de agua sanitaria para el Sur de la Ciudad. Este emisario descargaría las aguas residuales producidas en el Sur de la Ciudad al Mar Caribe posterior a un tratamiento. De esta manera, se espera que para el año 2035 se encuentre

construido la PTAR y el Emisario Submarino de Sur, restando un caudal de 650 l/s de agua residual a la EBAR NORTE y el actual Emisario Submarino; de esta manera, éste último incrementaría su capacidad residual a 950 l/s. prolongando así su vida útil.

De acuerdo con este panorama, se proyecta una línea de impulsión desde la Planta Desalinizadora hasta el registro de empalme del Emisario Submarino. Esta línea de impulsión tendría una longitud de 900 m y se propone sea instalada en tubería PEAD.



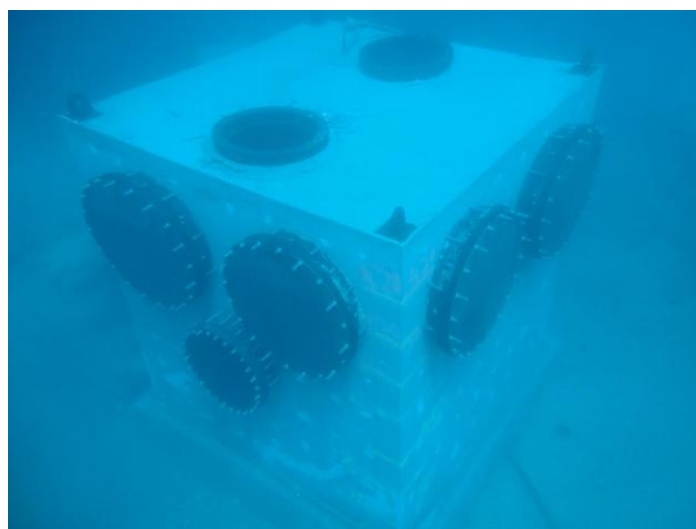
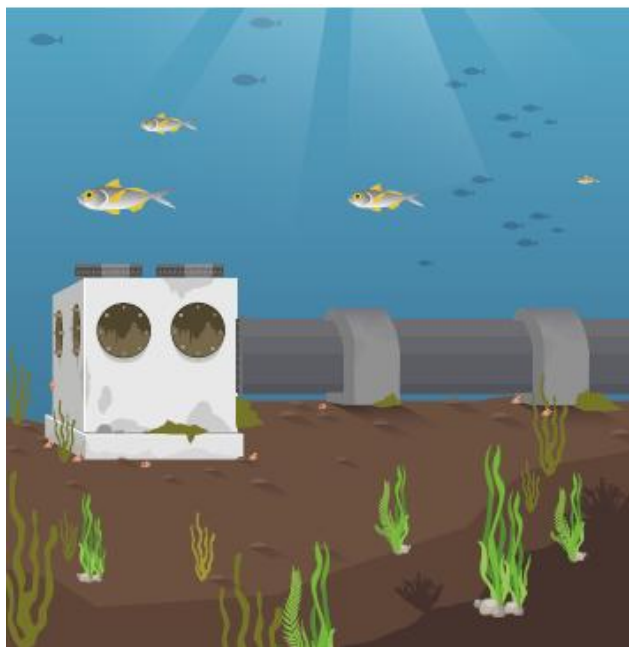
**Figura 23** Esquema trazados de líneas de agua de rechazo desde la Planta Desalinizadora hasta el Emisario Submarino de agua residual

Fuente: Elaboración Propia desde Imagen Satelital Google Earth

## 9. DISEÑO HIDRÁULICO DEL SISTEMA

### 9.1. Estructura de Captación de Agua de Mar

Hace referencia a la estructura mediante la cual se llevará cabo la captación el agua de mar. Corresponde a una estructura construida en concreto que, para con el fin de minimizar el ingreso al sistema de marinos y sólidos, debe ser provista de ventanas protegidas con rejillas o mallas en acero inoxidable; así mismo debe constar con una brida de conexión con el inmisario y una entrada que permita el ingreso de personal y equipos para llevar a cabo las labores de mantenimiento.



**Figura 24** Esquema Estructura de Captación Agua de Mar  
Fuente: Elaboración Propia desde Imagen Satelital Google Earth

- **Parámetros de Diseño**

Los parámetros de diseño tenidos en cuenta para el dimensionamiento de esta estructura son los siguientes:

- Velocidad en la Rejilla de Captación: 0.1 m/s a 0.15 m/s.
- Profundidad de instalación 26 m.

- **Diseño de la Estructura**

A continuación, se presentan las necesidades hidráulicas de la Planta desalinizadora:

**Tabla 20** Resumen Verificación Hidráulica Estructura de Captación de agua de Mar.

<b>CAPTACIÓN</b>	
Qmd (l/s)	570
QMD(l/s)	627.00
QDiseño (captación) (l/s)	1587
Velocidad Captación (m/s)	0.15
Número de Ventanas de Captación	3
Área Captación (m <sup>2</sup> )	10.58
Áreas Ventana de Captación	3.53
h Ventana (m)	1
L ventana (m)	3.5
<b>DIMENSIONES DE LA CAPTACIÓN</b>	
Ancho Interno (m)	5.5
Laro Interno (m)	5.5
Altura libre interna (m)	3

En la Tabla Anterior, se puede observar que, tomando como velocidad en la captación 0.15 m/s se requiere de 3 ventanas rectangulares de 3.5 m de ancho, por 1 de alto. Esta área fue estimada tomando como factor de eficiencia de la Rejilla 0.6; es decir, se supone que el 40% del área total de la ventana es ocupada por la rejilla. De igual manera, se estiman las dimensiones libres interna de la caja, dotándola de separaciones de 1 m medida desde la pared interna de la caja las ventanas de captación; de tal manera que, se requiere una caja de dimensiones internas de 5.5 m de lado por 3 m de alto.

Es importante resaltar que, el caudal de diseño resulta de las siguientes estimaciones requeridas por la Planta Desalinizadora:

**Tabla 21** Estimación Caudales de Producción por Procesos Unitarios

No.	PROCESO	TASA DE RECUPERACIÓN (%)	CAUDAL PRODUCIDO (m <sup>3</sup> /s)
1	En Toma de Agua de Mar	100%	1.587
2	Sistema de Flotación por Aire Disuelto (DAF)	99%	1.571
3	Sistema de Membranas de Ultrafiltración	95%	1.493
4	Desalinización en Osmosis Inversa	42%	0.627

## 9.2. Tubería del Inmisario

Es la estructura necesaria para transportar el agua de mar desde el punto de captación hasta la estación de bombeo. Consiste en una tubería en PEAD lastrada al fondo marino con estructuras de concreto. En este caso particular cuenta con una longitud de 360 m.

### - Parámetros de Diseño

Los parámetros de diseño tenidos en cuenta para el dimensionamiento de esta estructura son los siguientes:

- Velocidad Mínima: 0.6 m/s.
- Velocidad Máxima: 3 m/s.
- Material Tubería: PEAD

### - Diseño de la Estructura

A continuación, se presentan los cálculos hidráulicos de la tubería del inmisario submarino:

**Tabla 22** Verificación Hidráulica Inmisario

INMISARIO	
Qmd (l/s)	570
QMD(l/s)	627.00
QD (l/s)	1587.00
Velocidad (m/s)	1.8
Área (m <sup>2</sup> )	0.88
D Interno (m)	1.06
D Nominal (m)	1.2
Ks (m)	0.00000114
f	0.011
Re	1767273
f	0.011

INMISARIO	
L (m)	500
hf (m)	0.81
Hm (m)	0.83
Ht (m)	1.64

En la Tabla Anterior, se puede observar que, para obtener una velocidad de flujo de 1.8 m/s, se requiere una tubería de diámetro interno de 1.06 m; para lo cual, se recomienda PEAD de 1200 m de diámetro nominal, con diámetro interno de 1.08 m. Esta tubería es PN 8 que, para las condiciones de operación de este tipo de inmisarios es el indicado,

Se puede observar también que, bajo las condiciones de operación de esta tubería, cuando los equipos de bombeo estén transitando el caudal del diseño, los niveles dentro del tanque de bombeo descenderán aproximadamente 1.64 m, correspondiente a las pérdidas totales de energía que ocurren dentro del inmisario. De acuerdo con esto, el nivel dinámico de operación en el tanque de bombeo será de 1.64 m por debajo del nivel del mar.

### 9.3. Sistema de Bombeo de Agua Cruda

El sistema de bombeo permitirá impulsar el agua desde la estación de bombeo hasta cabeza de proceso en la Planta Desalinizadora. Para lo anterior, se propone la utilización de bombas sumergibles fabricadas en Acero Inoxidable Super Duplex.

Desde la estación de bombeo, hasta cabeza de proceso en la Planta de Desalinizadora se debe instalar una tubería de impulsión en PEAD que cuenta con una longitud de 410 m.

#### - Parámetros de Diseño

Los parámetros de diseño tenidos en cuenta para el dimensionamiento de esta estructura son los siguientes:

- Velocidad Mínima: 0.6 m/s.
- Velocidad Máxima: 3 m/s.
- Material Tubería: PEAD
- Numero de Bombas: 2 Operativas y 2 de Respaldo.

#### - Diseño Hidráulico del Sistema de Bombeo

A continuación, se presentan los cálculos del sistema de bombeo de agua cruda:

**Tabla 23** Resumen Verificación Hidráulica Sistema de Bombeo Agua Cruda.

BOMBEO	
Numero de Bombas	2
QDiseño(l/s)	793.50
QD (m3/s)	0.79

<b>BOMBEO</b>	
Velocidad (m/s)	1.8
Área (m <sup>2</sup> )	0.88
D Interno (m)	1.08
D Nominal (m)	1.2
Ks (m)	0.00000114
f	0.011
Re	1767273
f	0.011
L (m)	410
hf (m)	0.66
Hm (m)	1.65
HGeográfica (m)	15.00
Ht (m)	17.32
P teórica (Kw)	135
Eficiencia	80%
P esperada (Kw)	168.5
P esperada (Hp)	250.0

De acuerdo con lo registrado en la Tabla anterior, para impulsar el caudal de diseño a través de una tubería en PEAD, de 1.08 m de diámetro, en una longitud de 410 m y con una cabeza dinámica total de 17.3 m, se requieren 2 bombas de 250 Hp de potencia. Como ya se comentó, el sistema deberá contar con 4 bombas de iguales características, 2 operativas y dos de respaldo.

#### **9.4. Tubería de Impulsión Estación de Bombeo – Planta Desalinizadora**

Desde la estación de bombeo se extenderá una tubería de PEAD hasta cabeza de proceso en la Planta Desalinizadora; esta tubería tendrá una longitud de 410 m.

##### **- Parámetros de Diseño**

Los parámetros de diseño tenidos en cuenta para el dimensionamiento de esta estructura son los siguientes:

- Velocidad Mínima: 0.6 m/s.
- Velocidad Máxima: 3 m/s.
- Material Tubería: PEAD

- **Diseño Hidráulico Línea de Impulsión Estación de Bombeo – Planta Desalinizadora**

**Tabla 24** Resumen Verificación Línea de Impulsión Estación de Bombeo – Planta Desalinizadora.

<b>IMPULSIÓN AGUA CRUDA</b>	
QDiseño(l/s)	1587.00
QD (m3/s)	1.59
Velocidad (m/s)	1.8
Área (m2)	0.88
D Interno (m)	1.06
D Nominal (m)	1.2

Los cálculos de área transversal de la tubería y velocidades de flujo se llevaron a cabo suponiendo la utilización de tubería PEAD de 48” (1200 mm) PN10. Esta tubería presenta una presión nominal de 102 m.ca, que soporta sin problema alguno las condiciones normales de operación del sistema; sin embargo, debe ser chequeado su comportamiento frente a la ocurrencia probable de un Golpe de Ariete, principalmente como consecuencia de una para súbita del sistema de bombeo. A continuación, se presenta la tabla resumen de este cálculo:

**Tabla 25** Resumen Verificación Golpe de Ariete Impulsión Estación de Bombeo – Planta Desalinizadora.

<b>GOLPE DE ARIETE CONDICIÓN INICIAL</b>	
<b>PARÁMETROS</b>	<b>LÍNEA 1</b>
D1 (mm)	1060
L1 (m)	410
e1 (mm)	78
D1/e1	13.590
E1 (Pa)	100000000
E agua (Pa)	10000000000
C1 (m/s)	264
Q (m3/s)	1.59
A1 (m2)	0.88
V1 (m/s)	1.80
Hb (m)	20
Hb/L	0.049
C	1
K	2.0
Tiempo de Parada (S)	9
Tc (S)	3.11

<b>GOLPE DE ARIETE CONDICIÓN INICIAL</b>	
<b>PARÁMETROS</b>	<b>LÍNEA 1</b>
Tipo de Cierre	Lento
Sobre Presión (m)	17.66
Presión Estática (m)	20.00
<b>PRESIÓN TOTAL (m)</b>	<b>37.7</b>

Como se puede observar en la Tabla anterior, bajo un eventual Golpe de Ariete, producto de una parada súbita de los equipos de bombeo, se presentaría un cierre lento que, produciría una sobre presión transitoria de 17.6 m y presión total de cerca de 38 m. La tubería propuesta soporta sin problema alguno esta condición de presión transitoria por efecto de un Golpe de Ariete.

Aunque la probabilidad de ocurrencia de un Golpe de Ariete, como resultado de un cierre rápido de válvula, es poco probable por la configuración del sistema, se ha estimado la sobre presión alcanzada en el sistema bajo esta condición:

$$\Delta H (m) = \frac{C * V}{g}$$

$$\Delta H (m) = \frac{264 \left(\frac{m}{s}\right) * 1.6\left(\frac{m}{s}\right)}{9.81 \left(\frac{m}{s^2}\right)}$$

$$\Delta H (m) = 42.8 m$$

$$P_{total} (m) = P_{estática} + \Delta H$$

$$P_{total} (m) = 18 m + 42.8 m = 60.8$$

Como se puede observar, incluso bajo estas condiciones la tubería PN 10 se comporta de manera adecuada, sin riesgo de fallo.

#### **9.5. Sistema de Bombeo Agua Potable**

El sistema de bombeo permitirá impulsar el agua desde la Planta Desalinizadora hasta el Tanque de Almacenamiento. Desde la estación de bombeo hasta el tanque se debe instalar 2 tuberías en paralelo en PEAD, cada una cuenta con una longitud de 2200 m.

##### **- Parámetros de Diseño**

Los parámetros de diseño tenidos en cuenta para el dimensionamiento de esta estructura son los siguientes:

- Velocidad Mínima: 0.6 m/s.

- Velocidad Máxima: 2 m/s.
- Material Tubería: PEAD
- Numero de Bombas: 4 Operativas y 2 de Respaldo.

- **Diseño Hidráulico del Sistema de Bombeo**

A continuación, se presentan los cálculos del sistema de bombeo de agua Potable:

**Tabla 26** Resumen Verificación Hidráulica Estación de Bombeo Agua Potable.

<b>BOMBEO</b>	
Numero de Bombas	2
QDiseño(l/s)	627.00
QD (m3/s)	0.31
Velocidad (m/s)	1.7
Área (m2)	0.19
D Interno (m)	0.490
D Nominal (m)	630.000
Ks (m)	0.00000114
f	0.012
Re	740556
f	0.012
L (m)	2200
hf (m)	7.81
Hm (m)	2.11
HGeográfica (m)	125.00
Ht (m)	134.92
P teórica (Kw)	207
Eficiencia	85%
P esperada (Kw)	244.1
P esperada (Hp)	350.0

Se requieren 4 bombas capaces de transportar cada una un caudal 157 l/s con una cabeza dinámica total de 135 m; para lo cual se estima que cada una requiere estar acoplada a un motor de 350 Hp. Finalmente, se propone un sistema de 6 Bombas en paralelo, donde operen simultáneamente 4 y 2 sea de respaldo.

**9.6. Tubería de Impulsión Planta Desalinizadora – Tanque de Almacenamiento**

Desde la Planta Desalinizadora se extenderá 2 tuberías de PEAD hasta el tanque de almacenamiento; cada tendrá una longitud de 2100 m.

- **Parámetros de Diseño**

Los parámetros de diseño tenidos en cuenta para el dimensionamiento de esta estructura son los siguientes:

- Velocidad Máxima: 2 m/s.
- Material Tubería: PEAD

- **Diseño Hidráulico Línea de Impulsión Estación de Bombeo – Planta Desalinizadora**

**Tabla 27** Resumen Verificación Hidráulica Línea de Impulsión hasta Tanque de Almacenamiento.

<b>Impulsión Tanque de Almacenamiento</b>	
QD (m <sup>3</sup> /s)	0.31
Velocidad (m/s)	1.7
Área (m <sup>2</sup> )	0.19
D Interno (m)	0.490
D Nominal (m)	0.630

Los cálculos de área transversal de la tubería y velocidades de flujo se llevaron a cabo suponiendo la utilización de tubería PEAD de diámetro nominal 630 mm y PN20. Esta tubería presenta una presión nominal de 204 m.ca, que soporta sin problema alguno las condiciones normales de operación del sistema; sin embargo, debe ser chequeado su comportamiento frente a la ocurrencia probable de un Golpe de Ariete, principalmente como consecuencia de una para súbita del sistema de bombeo. A continuación, se presenta la tabla resumen de este cálculo:

**Tabla 28** Resumen Verificación Golpe de Ariete Impulsión Planta Desalinizadora – Tanque de Almacenamiento.

<b>GOLPE DE ARIETE CONDICIÓN INICIAL</b>	
<b>PARÁMETROS</b>	<b>LÍNEA 1</b>
D1 (mm)	490
L1 (m)	2200
e1 (mm)	54
D1/e1	9
E1 (Pa)	100000000
E agua (Pa)	10000000000
C1 (m/s)	320
Q (m <sup>3</sup> /s)	0.3135
A1 (m <sup>2</sup> )	0.19
V1 (m/s)	1.66
Hb (m)	120
Hb/L	0.055

<b>GOLPE DE ARIETE CONDICIÓN INICIAL</b>	
<b>PARÁMETROS</b>	<b>LÍNEA 1</b>
C	1
K	1.0
Tiempo de Parada (S)	4
Tc (S)	13.74
Tipo de Cierre	Rápido
Sobre Presión (m)	54.27
Presión Estática (m)	125.00
<b>PRESIÓN TOTAL (m)</b>	<b>179.3</b>

Como se puede observar en la Tabla anterior, bajo un eventual Golpe de Ariete, producto de una parada súbita de los equipos de bombeo, se presentaría un cierre rápido que, produciría una sobre presión transitoria de 54.3 m y presión total de cerca de 180 m. La tubería propuesta soporta sin problema alguno esta condición de presión transitoria por efecto de un Golpe de Ariete.

#### **9.7. Tubería conexión Tanque de Almacenamiento – Red de Distribución Santa Marta**

Desde la Planta Desalinizadora se extenderá 2 tuberías de PEAD hasta el tanque de almacenamiento; cada tendrá una longitud de 3500 m.

##### **- Parámetros de Diseño**

Los parámetros de diseño tenidos en cuenta para el dimensionamiento de esta estructura son los siguientes:

- Velocidad Máxima: 2 m/s.
- Qdiseño = Caudal Máximo Diárico= 720 l/s
- Material Tubería: PEAD

##### **- Diseño Hidráulico Línea de Conexión entre el Tanque de Almacenamiento y la Red de Distribución de Santa Marta**

Para esta línea se propone una tubería en PEAD PE100, diámetro nominal de 900 m y PN 16. A continuación se muestra la tabla resumen del cálculo hidráulico de esta tubería:

**Tabla 29** Resumen Verificación Hidráulica Línea de Conexión Tanque de Almacenamiento – Red de Distribución Santa Marta.

<b>TUBERÍA TANQUE- RED SANTA MARTA</b>	
QDiseño(l/s)	720.00
QD (m3/s)	0.72

<b>TUBERÍA TANQUE- RED SANTA MARTA</b>	
Velocidad (m/s)	1.7
Área (m <sup>2</sup> )	0.43
D Interno (m)	0.74
D Nominal (m)	0.900
Ks (m)	0.00000114
f	0.011
Re	1131544
f	0.011
L (m)	3500
hf (m)	7.94
Hm (m)	2.18
HGeográfica (m)	105.00
Ht (m)	115.13

Los cálculos de área transversal de la tubería y velocidades de flujo se llevaron a cabo suponiendo la utilización de tubería PEAD de diámetro nominal 900 mm y PN16. Esta tubería presenta una presión nominal de 163 m.ca, que soporta sin problema alguno las condiciones normales de operación del sistema; sin embargo, debe ser chequeado su comportamiento frente a la ocurrencia probable de un Golpe de Ariete, principalmente como consecuencia de cierre súbito de válvula. A continuación, se presenta la tabla resumen de este cálculo:

**Tabla 30** Resumen Verificación Golpe de Ariete Conexión Tanque de Almacenamiento – Red Distribución Santa Marta.

<b>GOLPE DE ARIETE CONDICIÓN INICIAL</b>	
<b>PARÁMETROS</b>	<b>LÍNEA 1</b>
D1 (mm)	736
L1 (m)	3500
e1 (mm)	82
D1/e1	9
E1 (Pa)	100000000
E agua (Pa)	10000000000
C1 (m/s)	322
Q (m <sup>3</sup> /s)	0.72
A1 (m <sup>2</sup> )	0.43
V1 (m/s)	1.69
Hb (m)	105
Hb/L	0.030
C	1
K	1.0
Tiempo de Parada (S)	7

<b>GOLPE DE ARIETE CONDICIÓN INICIAL</b>	
<b>PARÁMETROS</b>	<b>LÍNEA 1</b>
Tc (S)	21.75
Tipo de Cierre	Rapido
Sobre Presión (m)	55.53
Presión Estática (m)	105.00
<b>PRESIÓN TOTAL (m)</b>	<b>160.5</b>

Como se puede observar en la Tabla anterior, bajo un eventual Golpe de Ariete, producto de cierre súbito de válvula, se presentaría un cierre rápido que, produciría una sobre presión transitoria de 55.53 m y presión total de cerca de 160 m. La tubería propuesta soporta sin problema alguno esta condición de presión transitoria por efecto de un Golpe de Ariete.

#### **9.8. Tubería conexión Tanque de Almacenamiento – Red de Distribución Taganga**

Para esta línea se propone una tubería en PEAD PE100, diámetro nominal de 200 m y PN 16. A continuación se muestra la tabla resumen del cálculo hidráulico de esta tubería:

##### **- Parámetros de Diseño**

Los parámetros de diseño tenidos en cuenta para el dimensionamiento de esta estructura son los siguientes:

- Velocidad Máxima: 2 m/s.
- Qdiseño = Caudal Máximo Diárico= 32.4 l/s
- Material Tubería: PEAD

##### **- Diseño Hidráulico Línea de Conexión entre el Tanque de Almacenamiento y la Red de Distribución de Taganga**

Para esta línea se propone una tubería en PEAD PE100, diámetro nominal de 200 m y PN 16. A continuación se muestra la tabla resumen del cálculo hidráulico de esta tubería:

**Tabla 31** Resumen Verificación Hidráulica Línea de Conexión Tanque de Almacenamiento – Red de Distribución Taganga.

<b>TUBERÍA TANQUE- RED TAGANGA</b>	
QDiseño(l/s)	32.40
QD (m3/s)	0.03
Velocidad (m/s)	1.6
Área (m2)	0.02
D Interno (m)	0.16
D Nominal (m)	0.200
Ks (m)	0.00000114

TUBERÍA TANQUE- RED TAGANGA	
f	0.015
Re	233558
f	0.015
L (m)	85
hf (m)	1.05
Hm (m)	1.96
HGeográfica (m)	85.00
Ht (m)	81.99

Los cálculos de área transversal de la tubería y velocidades de flujo se llevaron a cabo suponiendo la utilización de tubería PEAD de diámetro nominal 200 mm y PN16. Esta tubería presenta una presión nominal de 163 m.ca, que soporta sin problema alguno las condiciones normales de operación del sistema; sin embargo, debe ser chequeado su comportamiento frente a la ocurrencia probable de un Golpe de Ariete, principalmente como consecuencia de cierre súbito de válvula. A continuación, se presenta la tabla resumen de este cálculo:

**Tabla 32** Resumen Verificación Golpe de Ariete Conexión Tanque de Almacenamiento – Red Distribución Taganga.

GOLPE DE ARIETE CONDICIÓN INICIAL	
PARÁMETROS	LÍNEA 1
D1 (mm)	161
L1 (m)	2500
e1 (mm)	18.2
D1/e1	9
E1 (Pa)	100000000
E agua (Pa)	10000000000
C1 (m/s)	324
Q (m <sup>3</sup> /s)	0.03
A1 (m <sup>2</sup> )	0.02
V1 (m/s)	1.59
Hb (m)	85
Hb/L	0.034
C	1
K	1.0
Tiempo de Parada (S)	6
Tc (S)	15.43
Tipo de Cierre	Rapido
Sobre Presión (m)	52.58
Presión Estática (m)	105.00
<b>PRESIÓN TOTAL (m)</b>	<b>157.6</b>

Como se puede observar en la Tabla anterior, bajo un eventual Golpe de Ariete, producto de cierre súbito de válvula, se presentaría un cierre rápido que, produciría una sobre presión transitoria de 52.6 m y presión total de cerca de 158 m. La tubería propuesta soporta sin problema alguno esta condición de presión transitoria por efecto de un Golpe de Ariete.

### 9.9. Sistema de Bombeo Rechazo

El sistema de bombeo permitirá impulsar el agua de rechazo desde la Planta Desalinizadora hasta el Emisario Submarino de agua residual. Desde la estación de bombeo hasta el Emisario se debe instalar 1 tubería en paralelo en PEAD, cada una cuenta con una longitud de 900 m.

#### - Parámetros de Diseño

Los parámetros de diseño tenidos en cuenta para el dimensionamiento de esta estructura son los siguientes:

- Velocidad Mínima: 0.6 m/s.
- Velocidad Máxima: 3 m/s.
- Material Tubería: PEAD
- Numero de Bombas: 2 Operativas y 2 de Respaldo.

#### - Diseño Hidráulico del Sistema de Bombeo

A continuación, se presentan los cálculos del sistema de bombeo de agua Potable:

**Tabla 33** Resumen Verificación Hidráulica Estación de Bombeo Agua de Rechazo.

<b>BOMBEO</b>	
Numero de Bombas	2
QDiseño(l/s)	960.00
QD (m3/s)	0.96
Velocidad (m/s)	2.5
Área (m2)	0.39
D Interno (m)	0.706
D Nominal (m)	0.800
Ks (m)	0.00000114
f	0.011
Re	1572455
f	0.011
L (m)	900
hf (m)	4.22
Hm (m)	3.06
HGeográfica (m)	15.00

<b>BOMBEO</b>	
Ht (m)	22.28
P teórica (Kw)	105
Eficiencia	85%
P esperada (Kw)	123.4
P esperada (Hp)	200.0

Se requieren 2 bombas capaces de transportar cada una un caudal 480 l/s con una cabeza dinámica total de 22.3 m; para lo cual se estima que cada una requiere estar acoplada a un motor de 200 Hp. Finalmente, se propone un sistema de 4 Bombas en paralelo, donde operen simultáneamente 2 y 2 sean de respaldo.

#### **9.10. Tubería conexión Desalinizadora – Emisario Submarino Existente**

Para esta línea se propone una tubería en PEAD PE100, diámetro nominal de 800 m y PN 10. A continuación se muestra la tabla resumen del cálculo hidráulico de esta tubería:

##### **- Parámetros de Diseño**

Los parámetros de diseño tenidos en cuenta para el dimensionamiento de esta estructura son los siguientes:

- Velocidad Máxima: 3 m/s.
- Qdiseño = 960 l/s
- Material Tubería: PEAD

##### **- Diseño Hidráulico Línea de Conexión Desalinizadora – Emisario Submarino Existente**

Para esta línea se propone una tubería en PEAD PE100, diámetro nominal de 800 m y PN 10. A continuación se muestra la tabla resumen del cálculo hidráulico de esta tubería:

**Tabla 34** Resumen Verificación Hidráulica Línea de Impulsión Salmuera de la Desalinizadora hasta el Emisario Submarino de Agua Residual Existente.

<b>IMPULSIÓN SALMUERA</b>	
QDiseño(l/s)	960.00
QD (m3/s)	0.96
Velocidad (m/s)	2.45
Área (m2)	0.39
D Interno (m)	0.706
D Nominal (m)	0.800
Ks (m)	0.00000114
f	0.011
Re	1573188
f	0.011

<b>IMPULSIÓN SALMUERA</b>	
L (m)	950
hf (m)	4.22
Hm (m)	3.06
HGeográfica (m)	15.00
Ht (m)	22.28

Los cálculos de área transversal de la tubería y velocidades de flujo se llevaron a cabo suponiendo la utilización de tubería PEAD de diámetro nominal 800 mm y PN10. Esta tubería presenta una presión nominal de 100 m.ca, que soporta sin problema alguno las condiciones normales de operación del sistema; sin embargo, debe ser chequeado su comportamiento frente a la ocurrencia probable de un Golpe de Ariete, principalmente como consecuencia de cierre súbito de válvula. A continuación, se presenta la tabla resumen de este cálculo:

**Tabla 35** Resumen Verificación Golpe de Ariete Línea de Impulsión Salmuera de la Desalinizadora hasta el Emisario Submarino de Agua Residual Existente.

<b>GOLPE DE ARIETE CONDICIÓN INICIAL</b>	
<b>PARÁMETROS</b>	<b>LÍNEA 1</b>
D1 (mm)	706
L1 (m)	950
e1 (mm)	47.4
D1/e1	15
E1 (Pa)	100000000
E agua (Pa)	1000000000
C1 (m/s)	252
Q (m <sup>3</sup> /s)	0.96
A1 (m <sup>2</sup> )	0.39
V1 (m/s)	2.45
Hb (m)	15
Hb/L	0.017
C	1
K	1.5
Tiempo de Parada (S)	23
Tc (S)	7.13
Tipo de Cierre	Lento
Sobre Presión (m)	19.15
Presión Estática (m)	15.00
<b>PRESIÓN TOTAL (m)</b>	<b>34.1</b>

Como se puede observar en la Tabla anterior, bajo un eventual Golpe de Ariete, producto de cierre súbito de válvula, se presentaría un cierre rápido que, produciría una sobre presión transitoria de 19 m y presión total de cerca de 34 m. La tubería propuesta soporta sin problema alguno esta condición de presión transitoria por efecto de un Golpe de Ariete.

Aunque la probabilidad de ocurrencia de un Golpe de Ariete, como resultado de un cierre rápido de válvula, es poco probable por la configuración del sistema, se ha estimado la sobre presión alcanzada en el sistema bajo esta condición:

$$\Delta H (m) = \frac{C * V}{g}$$

$$\Delta H (m) = \frac{252 \left(\frac{m}{s}\right) * 2.45 \left(\frac{m}{s}\right)}{9.81 \left(\frac{m}{s^2}\right)}$$

$$\Delta H (m) = 63 m$$

$$P_{total} (m) = P_{estática} + \Delta H$$

$$P_{total} (m) = 15 m + 63 m = 78 m$$

Como se puede observar, incluso bajo estas condiciones la tubería PN 10 se comporta de manera adecuada, sin riesgo de fallo.