

ANEXO 1

Informe de caracterización de aguas

CONTRATO DE CONSULTORÍA 078 DE 2022

**ELABORACIÓN DE ESTUDIOS DE DIAGNÓSTICO, REVISIÓN,
REFORMULACIÓN, AJUSTES, ACTUALIZACIÓN Y VIABILIZACIÓN DEL PLAN
MAESTRO DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DEL CASCO URBANO DEL
MUNICIPIO DE MÁLAGA, SANTANDER**

CARACTERIZACIÓN DE AGUAS (RESIDUALES Y/O PARA CONSUMO)

ELABORADO POR:



INVERTELSA

UNIÓN TEMPORAL INVERTELSA

PRESENTADO A:



BUCARAMANGA

Abril de 2023.

1.3.1. CARACTERIZACIÓN DE AGUAS (RESIDUALES Y/O PARA CONSUMO) 6

OBJETIVOS	6
1.3.1.1 CARACTERIZACIÓN DE AGUAS PARA CONSUMO (FUENTES SUPERFICIALES)	7
1.3.1.1.1 METODOLOGÍA DEL MUESTREO AGUAS PARA CONSUMO	7
1.3.1.1.2 UBICACIÓN	8
1.3.1.1.3 TOMA DE MUESTRAS FÍSICO-QUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS	10
1.3.1.2 CARACTERIZACIÓN DE AGUAS RESIDUALES (VERTIMIENTOS)	24
1.3.1.2.1 METODOLOGÍA DEL MUESTREO AGUAS RESIDUALES	25
1.3.1.2.2 UBICACIÓN	26
1.3.1.2.3 TOMA DE MUESTRAS FÍSICO-QUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS	27

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de Málaga, Santander	9
Figura 2. Ubicación de los puntos de muestreo (Quebradas)	10
Figura 3. Contenido de conductividad (Temporada de Lluvias 22/08/2022 y 24/08/2022)	13
Figura 4. Contenido de conductividad (Temporada de Verano 06/03/2022 y 08/03/2022)	14
Figura 5. Sólidos sedimentables (Temporada de Lluvias 22/08/2022 y 24/08/2022).....	15
Figura 6. Sólidos sedimentables (Temporada de Verano 06/03/2022 y 08/03/2022).....	15
Figura 7. Temperatura del Agua (Temporada de Lluvias 22/08/2022 y 24/08/2022).....	16
Figura 8. Temperatura del Agua (Temporada de Verano 06/03/2022 y 08/03/2022)	17
Figura 9. Resultados del análisis de pH – 22 de agosto de 2022	18
Figura 10. Resultados del análisis de pH – 24 de agosto de 2022.....	18
Figura 11. Resultados del análisis de pH – 06 de marzo de 2023.....	19
Figura 12. Resultados del análisis de pH – 08 de marzo de 2023.....	19
Figura 13. Oxígeno disuelto (Temporada de Lluvias 22/08/2022 y 24/08/2022)	20
Figura 14. Oxígeno disuelto (Temporada de Verano 06/03/2022 y 08/03/2022)	21

Figura 15. Caudal (Temporada de Lluvias 22/08/2022 y 24/08/2022).....	22
Figura 16. Caudal (Temporada de Verano 06/03/2022 y 08/03/2022)	22
Figura 17. Ubicación de los puntos de muestreo (Vertimientos).....	27
Figura 18. Caudales vertimiento Agua Blanca (Temporada Lluvias)	30
Figura 19. Temperatura vertimiento Agua Blanca (Temporada Lluvias).....	30
Figura 20. pH vertimiento Agua Blanca (Temporada Lluvias).....	31
Figura 21. Oxígeno disuelto vertimiento Agua Blanca (Temporada Lluvias)	31
Figura 22. Sólidos sedimentables vertimiento Agua Blanca (Temporada Lluvias)	32
Figura 23. Caudal vertimiento Agua Blanca (Temporada verano)	32
Figura 24. Temperatura vertimiento Agua Blanca (Temporada verano).....	33
Figura 25. pH vertimiento Agua Blanca (Temporada verano).....	33
Figura 26. Oxígeno disuelto vertimiento Agua Blanca (Temporada verano)	34
Figura 27. Sólidos sedimentables vertimiento Agua Blanca (Temporada verano)	34
Figura 28. Caudales vertimiento La Magnolia (Temporada Lluvias).....	37
Figura 29. Temperatura vertimiento La Magnolia (Temporada Lluvias).....	37
Figura 30. pH vertimiento La Magnolia (Temporada Lluvias).....	38
Figura 31. Oxígeno disuelto vertimiento La Magnolia (Temporada Lluvias).....	38
Figura 32. Sólidos sedimentables vertimiento La Magnolia (Temporada Lluvias).....	39
Figura 33. Caudales vertimiento La Magnolia (Temporada verano).....	39
Figura 34. Temperatura vertimiento La Magnolia (Temporada verano)	40
Figura 35. pH vertimiento La Magnolia (Temporada verano).....	40
Figura 36. Oxígeno disuelto vertimiento La Magnolia (Temporada verano).....	41
Figura 37. Sólidos sedimentables vertimiento La Magnolia (Temporada verano).....	41



LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Técnicas empleadas en el análisis in situ	11
Tabla 2. Resultados componente físicoquímico análisis in situ cuerpos de agua en temporada de lluvias 22/08/2022 y 24/08/2022	12
Tabla 3. Resultados componente físicoquímico análisis in situ cuerpos de agua en temporada de verano 06/03/2023 y 08/03/2023	12
Tabla 4. Resultado de los análisis de laboratorio (Temporada de Lluvias)	23
Tabla 5. Resultado de los análisis de laboratorio (Temporada de de Verano)	23
Tabla 6. Técnicas empleadas en el análisis in situ	27
Tabla 7. Pomedio 24 horas análisis in situ (Agua Blanca - Temporada de Lluvias)	28
Tabla 8. Pomedio 24 horas análisis in situ (Agua Blanca - Temporada de verano)	29
Tabla 9. Promedio 24 horas análisis in situ (La Magnolia – Temporada de Lluvias).....	35
Tabla 10. Promedio 24 horas análisis in situ (La Magnolia – Temporada Verano).....	36
Tabla 11. Cargas contaminantes – Temporada de Lluvias	42
Tabla 12. Cargas contaminantes – Temporada de Verano	42

1.3.1. CARACTERIZACIÓN DE AGUAS (RESIDUALES Y/O PARA CONSUMO)

La calidad del agua se refiere a la medida en que el agua es adecuada para su uso previsto y para el mantenimiento de los ecosistemas acuáticos, se puede evaluar mediante una serie de características físicas, químicas y biológicas; ésta además se ve afectada por diversos factores como los usos del suelo, la producción industrial y agrícola, así como el tratamiento que se le proporciona antes de ser vertida nuevamente a los cuerpos de agua.

De este modo, la caracterización del agua tiene como objetivo conocer y analizar los parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en el agua con el propósito de definir su aptitud para uso humano o doméstico, agrícola, pecuario industrial, recreacional o como recurso asimilativo de descargas contaminantes, así pues, proporciona información valiosa para la toma de decisiones en el ámbito de la gestión de la calidad del agua, la protección de la salud pública, el tratamiento de aguas residuales, la gestión de riesgos ambientales y la conservación de la vida acuática.

Este estudio permite y la presentación adecuada de los parámetros de caracterización facilita la definición de la calidad del agua para un uso determinado y permite visualizar no sólo los aspectos relacionados con su composición química y microbiológica sino también los requerimientos económicos, legales y tratamiento para su aprovechamiento.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL:

- Realizar la caracterización de aguas (residuales y/o para consumo) en las fuentes superficiales y vertimientos del municipio de Málaga, Santander.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Llevar a cabo las pruebas de Calidad y Tratabilidad en los puntos que se consideren pertinentes, realizando las tomas en temporada de verano y en

temporada de lluvias como lo determina del Decreto Único Reglamentario 1076 del 2015, el decreto 1594 de 1984 y la resolución 0330 de 2017.

- Llevar a cabo las pruebas de cargas contaminantes en los vertimientos Aguablanca de la quebrada La Malagueña y en La Magnolia en el sector Naranjitos.
- Obtener y analizar los resultados de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua residual y para consumo del municipio de Málaga, Santander para identificar las principales necesidades de tratamiento.

1.3.1.1 CARACTERIZACIÓN DE AGUAS PARA CONSUMO (FUENTES SUPERFICIALES)

La caracterización de aguas para consumo se realiza para determinar la calidad del agua, garantizando su idoneidad tanto para el consumo humano como para usos de agricultura, pesca y recreación, por esta razón se llevan a cabo análisis cualitativo y cuantitativo de las características físicas, químicas y biológicas que puedan afectar su uso y potencial, tales como el pH; la alcalinidad; la turbidez y sólidos sedimentables; la medición del nitrógeno y el fósforo; la presencia de metales pesados; la dureza total, la temperatura del agua; su conductividad; el oxígeno disuelto, caudal y el E. Coli, entre otros, con el fin de conocer el tipo y grado de tratamiento requerido para un adecuado acondicionamiento.

Es de suma importancia destacar que los resultados de los análisis de laboratorio son válidos si las muestras tomadas han cumplido los criterios y técnicas de muestreo, ya que es un requisito indispensable que la muestra sea lo más representativa del cuerpo de agua en estudio.

1.3.1.1.1 METODOLOGÍA DEL MUESTREO AGUAS PARA CONSUMO

La metodología de recolección de las muestras, tipo de muestra, registros de campo, cadenas de custodia, análisis "In-situ", preservación, almacenamiento, envío de las muestras y demás procedimientos de garantía y control de calidad en el trabajo de campo y de laboratorio, se realizó con el personal de ECOSAM SAS,

el cual se rige por los lineamientos y técnicas del *Standard Methods for examination of water and waste water 23^a edition* de la siguiente manera:

1. *Reconocimiento del área*: Ubicación de los puntos de muestreo y parámetros a muestrear.
2. *Toma de muestras*:
 - a. Enjuagado de envases con agua destilada y purgado con el agua a muestrear (en caso de ser necesario)
 - b. Llenado de envases según el parámetro a analizar
 - c. Medición de parámetros in situ
 - d. Etiquetado
 - e. Diligenciamiento de la custodia por punto
 - f. Fijación de las muestras
 - g. Almacenamiento y preservación de la muestra según el tipo de análisis
3. Envío al laboratorio: Embalaje de las neveras que contienen las muestras con sus respectivas custodias

1.3.1.1.2 UBICACIÓN

El municipio de Málaga es capital de la provincia García Rovira y está situado en las coordenadas geográficas 6°41'58"N 72°43'58"O en el sur oriente del departamento de Santander sobre la cordillera oriental de los Andes, limita geográficamente por el Oriente con el municipio de Enciso, por el occidente con los municipios de Molgavita y San Andrés, por el Norte con el municipio de Concepción y por el sur con el municipio de San José de Miranda. Cuenta con una altitud media de 2.235 msnm, una superficie total de 58 km² y una población total de 18.738 habitantes, por lo que cuenta con una densidad poblacional de 314,31 hab/km²

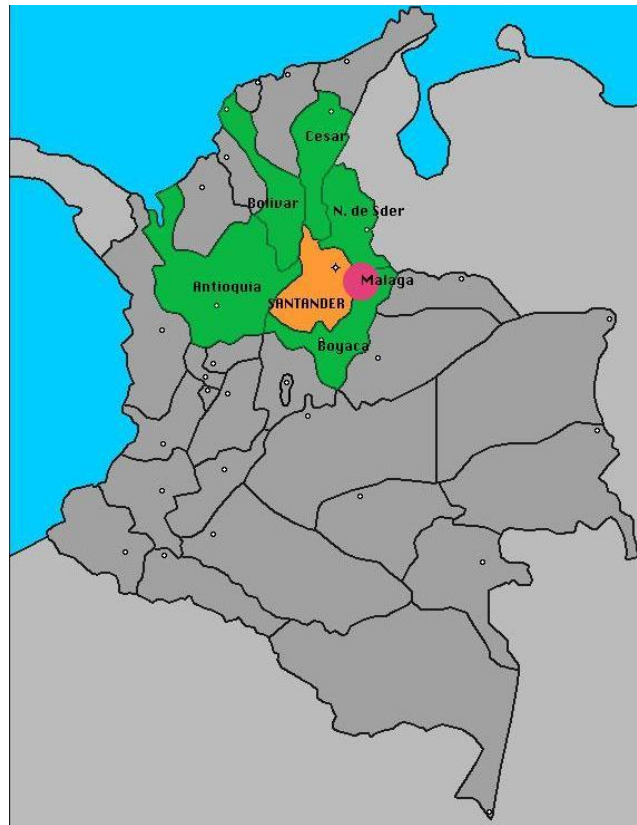


Figura 1. Ubicación de Málaga, Santander

Fuente: Hernández Barajas L.M. (2017) "Diseño arquitectónico de la plaza de mercado del municipio de Málaga – Santander"

Los cuerpos de agua analizados son los nombrados a continuación, además se pueden observar en la figura 2.

- a) *Punto 1*: quebrada Los Molinos antes de la captación, mostrada en color amarillo.
- b) *Punto 2*: quebrada Cortaderas antes del sedimentador, mostrada en color morado.
- c) *Punto 3*: quebrada Cuzagueta antes de la captación, mostrada en color rosado.
- d) *Punto 4*: quebrada Laguna negra antes de la captación, mostrada en color naranja.
- e) *Punto 5*: quebrada Laureano Gómez antes de la captación, mostrada en color verde.

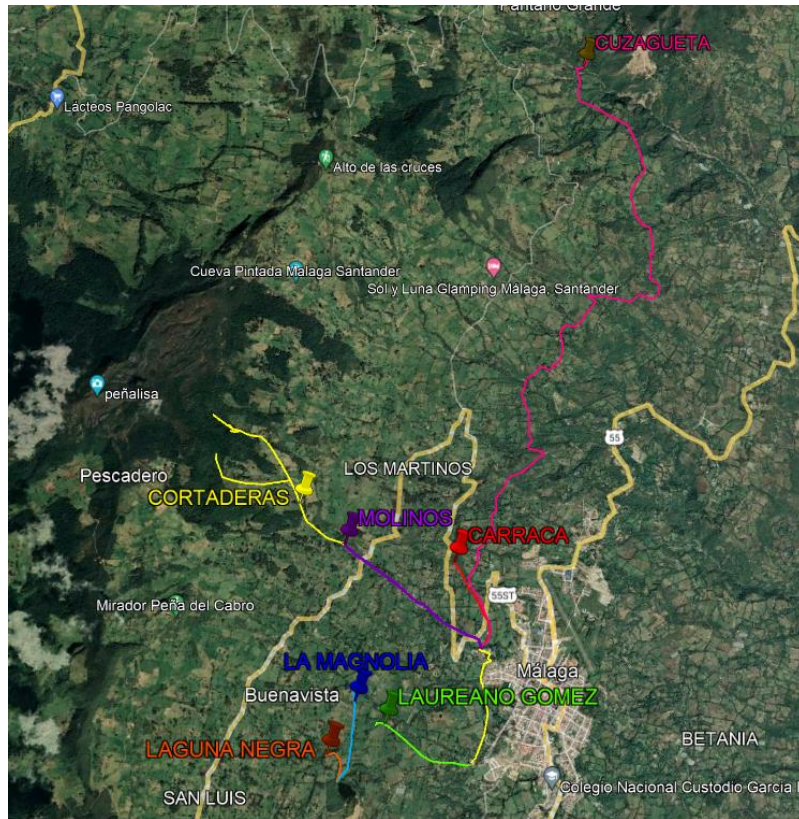


Figura 2. Ubicación de los puntos de muestreo (Quebradas)
Fuente: Elaboración Propia

1.3.1.1.3 TOMA DE MUESTRAS FÍSICO-QUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS

ANÁLISIS IN SITU

La toma de muestras se realizó conforme lo estipulado en el procedimiento interno P-05 “Procedimiento muestreo de aguas e hidrobiología”, a continuación, se explican los procedimientos para muestreo fisicoquímico y bacteriológico.

- a) *Mediciones in situ*: Los parámetros medidos in situ corresponden a pH, Conductividad, Oxígeno Disuelto, Temperatura de la muestra, Sólidos Sedimentables y caudal cuyos métodos se representan en la Tabla 1.

Tabla 1. Técnicas empleadas en el análisis in situ

Parámetro	Técnica	Equipo	Unidades	Método
pH	Potenciométrico	Medidor multiparámetro pH, conductividad y Temperatura Oakton	Unidades de pH	SM-4500 H+
Conductividad	Electrométrica	Medidor multiparámetro pH, conductividad y Temperatura Oakton	µs/cm	SM 2510D
Oxígeno Disuelto	Electrodo de membrana	Medidor Hanna	MgO ₂ /L	SM 4500 O-G
Temperatura	Termométrica	Medidor multiparámetro pH, conductividad y Temperatura Oakton	°C	SM 2550-B
Sólidos Sedimentables	Volumétrica	Cono Imhoff	ml/L	SM 2540 F
Caudal	Volumétrica	Probeta aforada	L/s	----
Caudal	Área Velocidad	Correntómetro- Micro molinete	m ³ /s-L/s	----

Fuente: EMPRESA COLOMBIANA CON SOLUCIONES AMBIENTALES. “ECOSAM SAS”

- a) *Toma de muestras de agua:* Los recipientes fueron enjuagados con agua destilada antes de salir al muestreo para posteriormente ser purgados con el agua a muestrear.

A continuación, la tabla 2 muestra los resultados del análisis in situ de los cuerpos de agua en estudio realizados el 22 de agosto y el 24 de agosto de 2022, es decir, en temporada de lluvias, mientras que la tabla 3 muestra los resultados de los estudios del 06 de marzo y del 08 de marzo de 2023, es decir en temporada de verano.

Se hace referencia al Decreto 1594 de 1984 de la siguiente manera:

- *Artículo 38:* Criterio de calidad para la aplicación del recurso en consumo humano (Tratamiento convencional)
- *Artículo 39:* Criterio de calidad para la aplicación del recurso en consumo humano (Tratamiento de desinfección)
- *Artículo 40:* Criterio de calidad para la aplicación del recurso con fines agrícolas

- **Artículo 41:** Criterio de calidad para la aplicación del recurso con fines pecuarios.

Tabla 2. Resultados componente fisicoquímico análisis in situ cuerpos de agua en temporada de lluvias 22/08/2022 y 24/08/2022

Análisis/ Unidades	Quebrada Los Molinos		Quebrada Cortaderas		Quebrada Cuzagueta		Quebrada Laguna Negra		Quebrada Laureano Gomez		Criterios de calidad (Decreto 1594 de 1984)			
	22/08/2022	24/08/2022	22/08/2022	24/08/2022	22/08/2022	24/08/2022	22/08/2022	24/08/2022	22/08/2022	24/08/2022	Art 38	Art 39	Art 40	Art 41
TEMPORADA DE LLUVIAS														
Temperatura Ambiente [°C]	13,0	14,0	13,0	14,0	12,0	12,0	14,0	18,0	14,0	18,2	-	-	-	-
Temperatura de la muestra [°C]	14,1	14,2	12,7	14,2	14,5	13,5	15,8	16,0	17,6	18,0	-	-	-	-
pH [unidades de pH]	8,65	8,5	8,68	8,95	9,12	9,25	8,31	8,45	8,56	8,64	5,0 - 9,0	6,5 - 8,5	4,5 - 9,0	-
Sólidos sedimentables [ml/L]	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-	-	-	-
Oxígeno disuelto [mgO ₂ /L]	7,60	7,80	7,82	7,82	7,75	7,6	7,40	7,80	7,85	7,79	-	-	-	-
Conductividad [us/cm]	440,9	375,8	181,8	140,9	126,3	127,0	480,6	511,3	343,8	345,8	-	-	-	-
Caudal [L/s]	34,368	38,866	8,050	8,571	40,103	48,474	14,545	19,388	11,543	18,479	-	-	-	-

Fuente: Elaboración propia, EMPRESA COLOMBIANA CON SOLUCIONES AMBIENTALES. "ECOSAM SAS"

Tabla 3. Resultados componente fisicoquímico análisis in situ cuerpos de agua en temporada de verano 06/03/2023 y 08/03/2023

Análisis/ Unidades	Quebrada Los Molinos		Quebrada Cortaderas		Quebrada Cuzagueta		Quebrada Laguna Negra		Quebrada Laureano Gomez		Criterios de calidad (Decreto 1594 de 1984)			
	06/03/2023	08/03/2023	06/03/2023	08/03/2023	06/03/2023	08/03/2023	06/03/2023	08/03/2023	06/03/2023	08/03/2023	Art 38	Art 39	Art 40	Art 41
TEMPORADA DE VERANO														
Temperatura Ambiente [°C]	12,8	13,2	13,8	13,0	13,2	13,1	19,2	15,6	19,4	18,8	-	-	-	-
Temperatura de la muestra [°C]	12,3	13,0	12,5	12,2	13,7	13,7	16,8	15,0	18,2	18,2	-	-	-	-
pH [unidades de pH]	8,3	8,35	8,42	8,40	8,56	8,55	8,10	8,15	8,32	8,34	5,0 - 9,0	6,5 - 8,5	4,5 - 9,0	-
Sólidos sedimentables [ml/L]	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-	-	-	-
Oxígeno disuelto [mgO ₂ /L]	7,9	7,92	8,03	8,02	7,80	7,88	7,95	7,85	7,85	7,80	-	-	-	-
Conductividad [us/cm]	540,2	543,8	62,45	60,45	122,5	123,9	510,0	517,4	382,4	396,2	-	-	-	-
Caudal [L/s]	15,58	0,017	7,767	8,000	30,57	0,032	8,028	8,280	10,26	3,864	-	-	-	-

Fuente: Elaboración propia, EMPRESA COLOMBIANA CON SOLUCIONES AMBIENTALES. "ECOSAM SAS"

PARÁMETROS FÍSICOS

a) *Conductividad eléctrica*: La norma no contempla un valor de Conductividad ya que esta no genera riesgo en la salud, está relacionada a sólidos disueltos totales y es usada para medir la cantidad de sal en el agua y para calcular con muy buena aproximación la dureza del agua y los sólidos disueltos en la misma. En los análisis de los cuerpos de agua caracterizados del Municipio de Málaga se obtuvieron los siguientes resultados:

Temporada de Lluvias

22/Agosto/2022 = 126.3 y 480.6 [μ S/cm]

24/Agosto/2022 = 127.0 y 511.3 [μ S/cm]

Temporada de Verano

6/Marzo/2023 = 62.45 y 540,2 [μ S/cm]

8/Marzo/2023 = 60.45 y 543.8 [μ S/cm]

La figura 3 representa el contenido de conductividad en estudios realizados el 22 de agosto y el 24 de agosto de 2022 (temporada de lluvias) y la figura 4 muestra los resultados de los estudios del 06 de marzo y del 08 de marzo de 2023, es decir en temporada de verano.

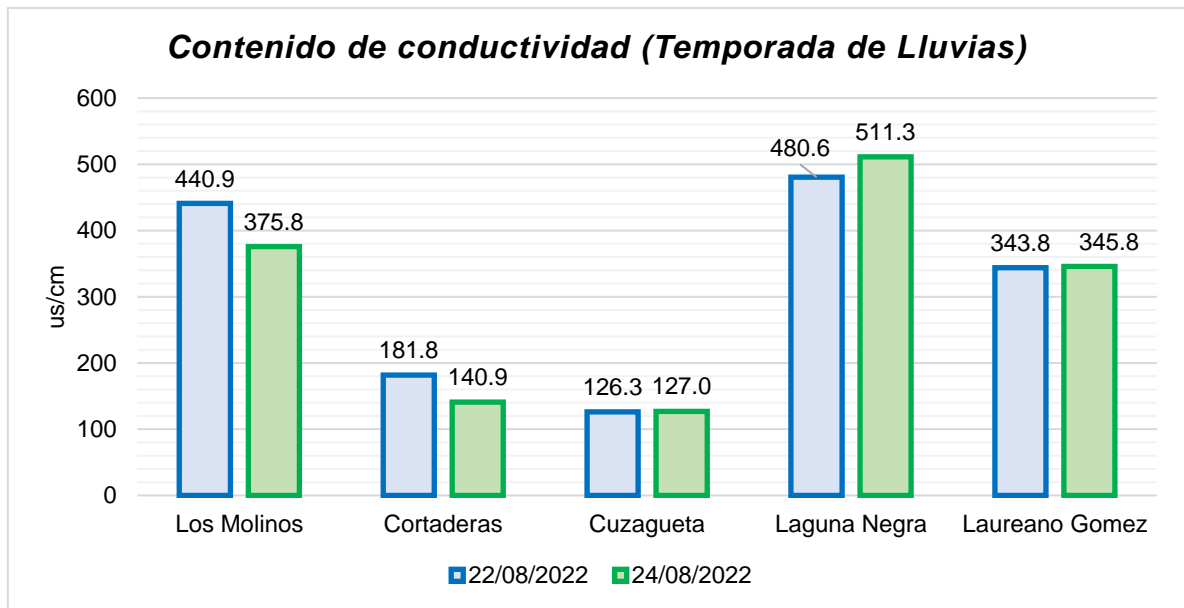


Figura 3. Contenido de conductividad (Temporada de Lluvias 22/08/2022 y 24/08/2022)

Fuente: Elaboración propia, EMPRESA COLOMBIANA CON SOLUCIONES AMBIENTALES.
"ECOSAM SAS"

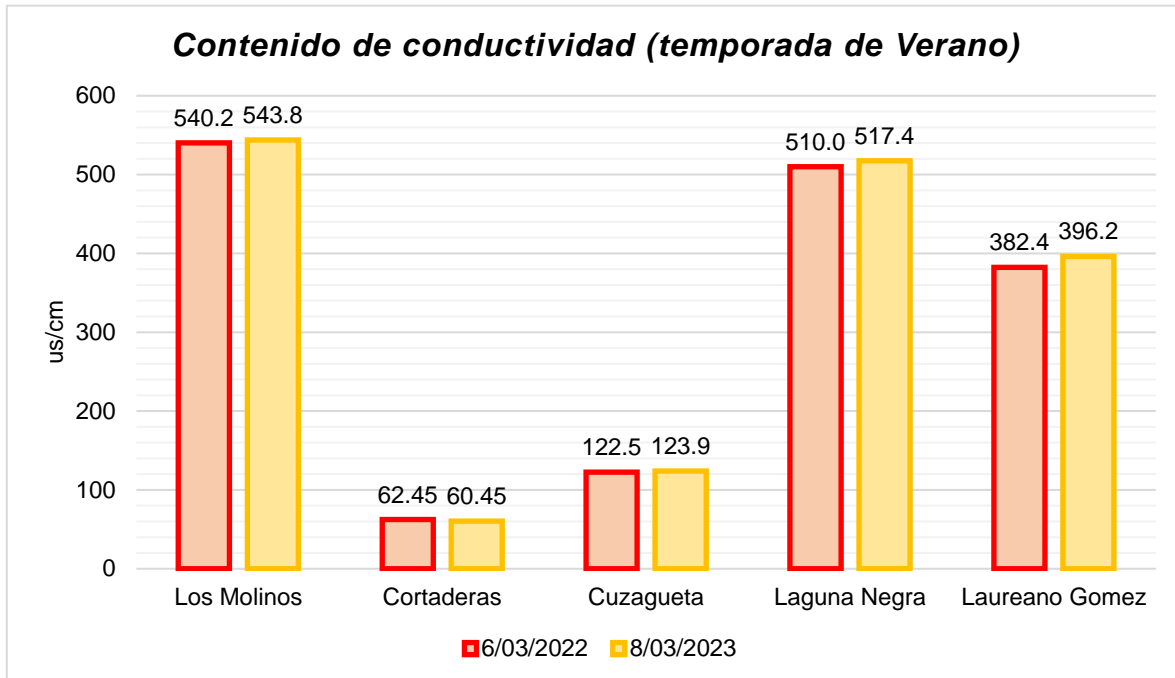


Figura 4. Contenido de conductividad (Temporada de Verano 06/03/2022 y 08/03/2022)
Fuente: Elaboración propia, EMPRESA COLOMBIANA CON SOLUCIONES AMBIENTALES.
“ECOSAM SAS”

b) *Sólidos sedimentables*: Los sólidos Sedimentables son sólidos de mayor densidad que el agua, estos se encuentran dispersos debido a fuerzas de arrastre o turbulencias por lo cual, cuando el agua alcanza un estado de reposo estos solidos se precipitan en el fondo permitiendo eliminarse fácilmente por cualquier método de filtración.

Dada la baja concentración de sólidos sedimentables (valores <0.1 ml/L) en los cuerpos de agua monitoreados como se observa en la figura 5 para el 22 de agosto y 24 de agosto de 2022 (Temporada de lluvias) y la figura 6 para el 6 de marzo y 8 de marzo de 2023 (Temporada de Verano), no se esperan fuertes alteraciones en las características físicas del agua que puedan conllevar a la disminución de calidad.



INVERTELSA

ELABORACIÓN DE ESTUDIOS DE DIAGNÓSTICO, REVISIÓN,
REFORMULACIÓN, AJUSTES, ACTUALIZACIÓN Y
VIABILIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE ACUEDUCTO Y
ALCANTARILLADO DEL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE
MÁLAGA, SANTANDER

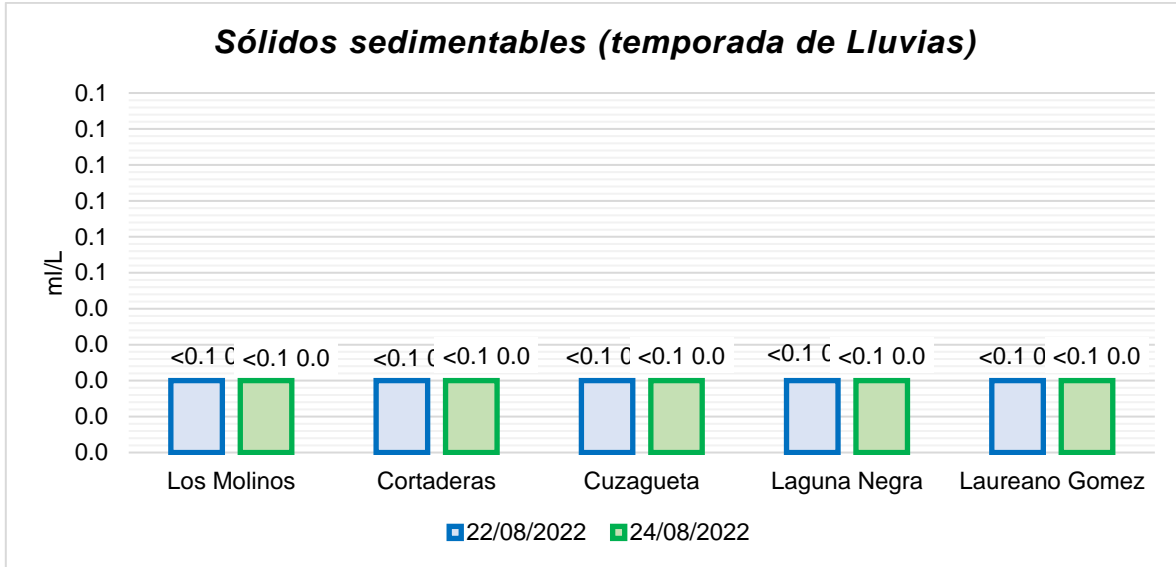


Figura 5. Sólidos sedimentables (Temporada de Lluvias 22/08/2022 y 24/08/2022)
Fuente: Elaboración propia, EMPRESA COLOMBIANA CON SOLUCIONES AMBIENTALES.
“ECOSAM SAS”

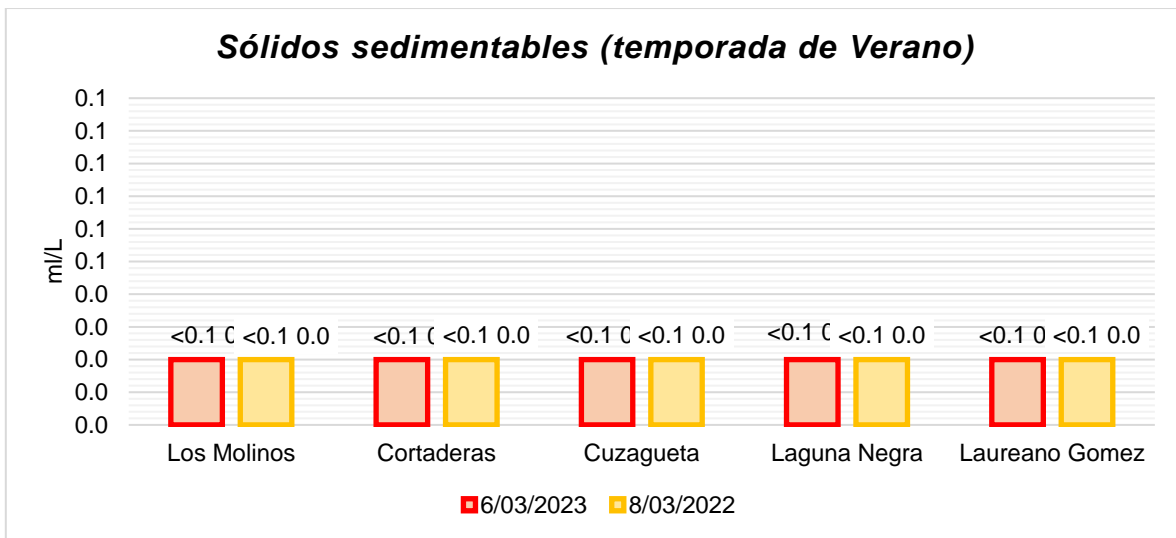


Figura 6. Sólidos sedimentables (Temporada de Verano 06/03/2022 y 08/03/2022)
Fuente: Elaboración propia, EMPRESA COLOMBIANA CON SOLUCIONES AMBIENTALES.
“ECOSAM SAS”

c) *Temperatura del agua:* La norma no define valores máximos permisibles para este parámetro de esta manera los registros de temperatura del agua estuvieron entre:

Temporada de Lluvias

22/Agosto/2022 = 12.7 y 17.6 [°C]

24/Agosto/2022 = 13.5 y 18.0 [°C]

Temporada de Verano

6/Marzo/2023 = 12.3 y 18.2 [°C]

8/Marzo/2023 = 12.2 y 18.2 [°C]

La figura 7 representa la temperatura del agua en estudios realizados el 22 de agosto y el 24 de agosto de 2022 (temporada de lluvias) y la figura 8 muestra los resultados de los estudios del 06 de marzo y del 08 de marzo de 2023, es decir en temporada de verano.

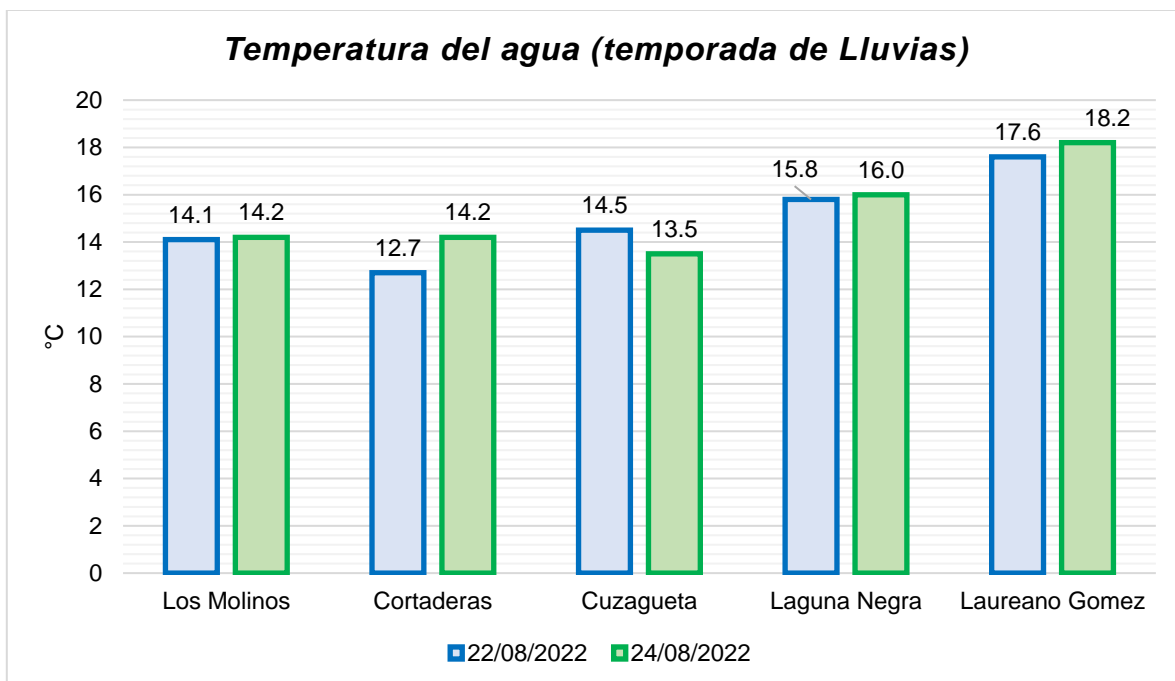


Figura 7. Temperatura del Agua (Temporada de Lluvias 22/08/2022 y 24/08/2022)

Fuente: Elaboración propia, EMPRESA COLOMBIANA CON SOLUCIONES AMBIENTALES.
"ECOSAM SAS"

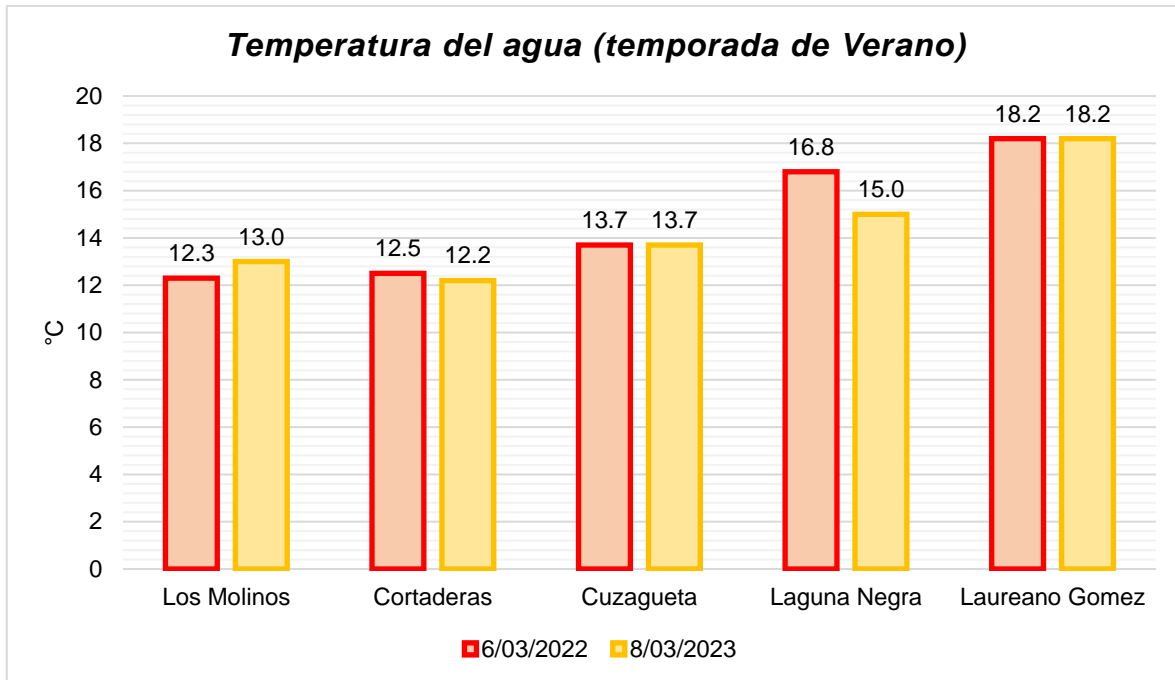


Figura 8. Temperatura del Agua (Temporada de Verano 06/03/2022 y 08/03/2022)

Fuente: Elaboración propia, EMPRESA COLOMBIANA CON SOLUCIONES AMBIENTALES. "ECOSAM SAS"

PARÁMETROS QUÍMICOS

- a) *pH*: El pH de las aguas naturales se debe a la naturaleza de los terrenos que atraviesan los diferentes cursos de agua y varía usualmente en aguas naturales entre 6.5 y 8.5 unidades, de esta forma la norma establece un rango de pH entre 4,5 a 9,0. Los valores de la muestra registrados en los cuerpos de agua en estudio estuvieron entre;

Temporada de Lluvias

22/Agosto/2022 = 8.31 y 9.12

24/Agosto/2022 = 8.45 y 9.25

Temporada de Verano

6/Marzo/2023 = 8.1 y 8.56

8/Marzo/2023 = 8.15 y 8.55

La figura 9 y figura 10 representa el contenido de pH en estudios realizados el 22 de agosto y el 24 de agosto de 2022 (temporada de lluvias) y la figura 11 y figura 12 muestra los resultados de los estudios del 06 de marzo y del 08 de marzo de 2023, es decir en temporada de verano.

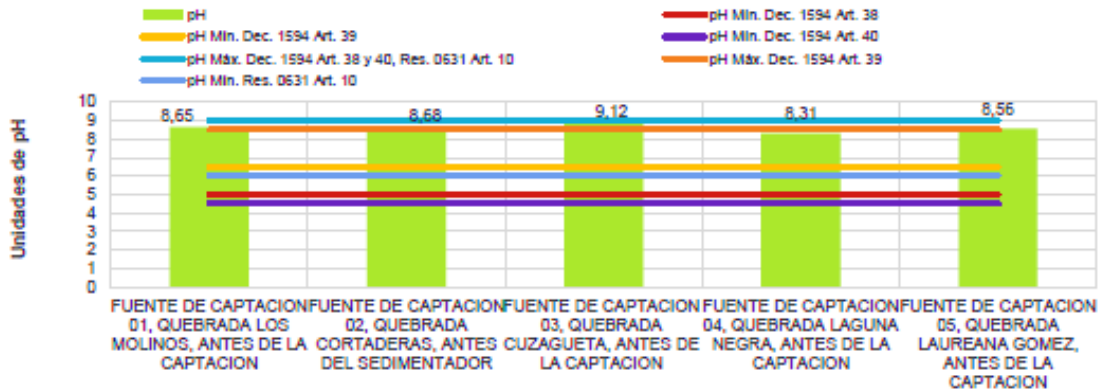


Figura 9. Resultados del análisis de pH – 22 de agosto de 2022

Fuente: EMPRESA COLOMBIANA CON SOLUCIONES AMBIENTALES. “ECOSAM SAS”

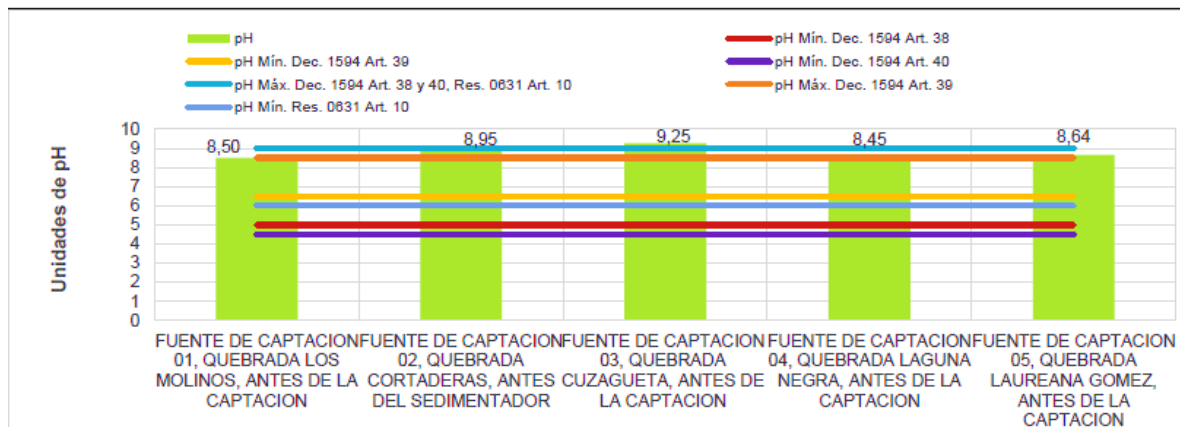


Figura 10. Resultados del análisis de pH – 24 de agosto de 2022

Fuente: EMPRESA COLOMBIANA CON SOLUCIONES AMBIENTALES. “ECOSAM SAS”

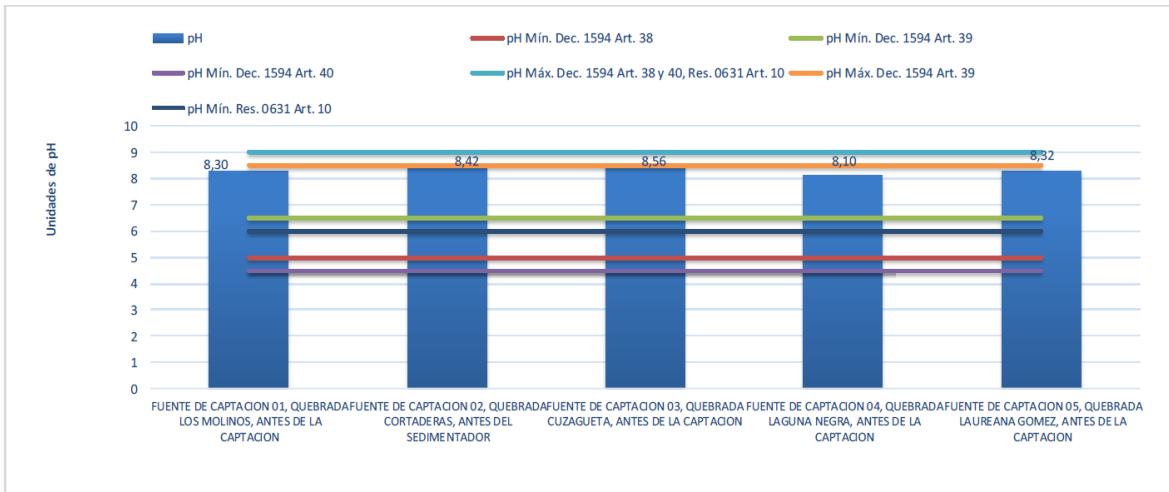


Figura 11. Resultados del análisis de pH – 06 de marzo de 2023

Fuente: EMPRESA COLOMBIANA CON SOLUCIONES AMBIENTALES. “ECOSAM SAS”

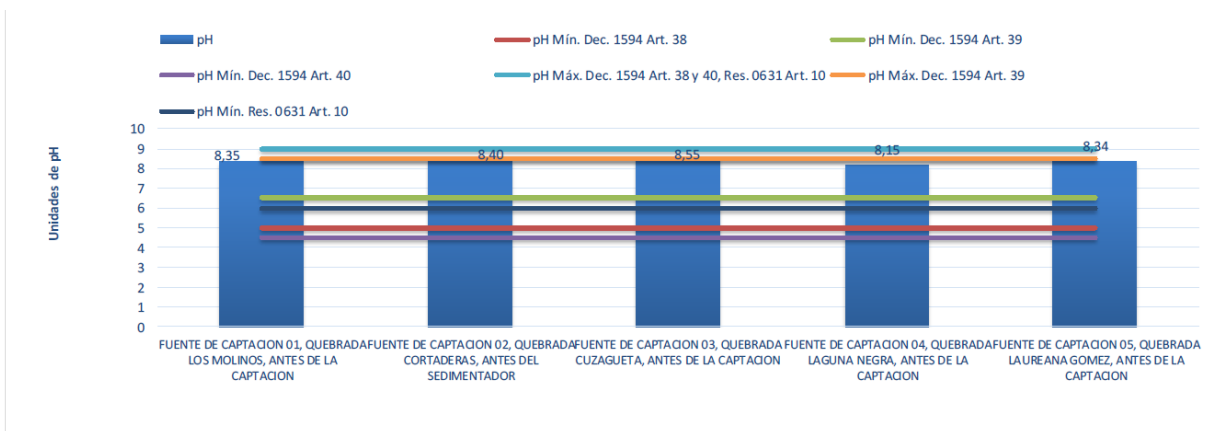


Figura 12. Resultados del análisis de pH – 08 de marzo de 2023

Fuente: EMPRESA COLOMBIANA CON SOLUCIONES AMBIENTALES. “ECOSAM SAS”

b) *Oxígeno disuelto*: La norma no establece valores respecto a la concentración de este parámetro para los cuerpos de agua superficial. Otros factores también afectan los niveles de OD; por ejemplo, en un día soleado se producen altos niveles de OD en áreas donde hay muchas algas o plantas debido a la fotosíntesis. Los valores de la muestra registrados en los cuerpos de agua en estudio estuvieron entre:

Temporada de Lluvias

22/Agosto/2022 = 7.40 y 7.82 [ml/L]
24/Agosto/2022 = 7.60 y 7.82 [ml/L]

Temporada de Verano

6/Marzo/2023 = 7.80 y 8.03 [ml/L]
8/Marzo/2023 = 7.80 y 8.02 [ml/L]

La figura 13 muestra los resultados de este análisis para la temporada de Lluvias mientras que la figura 14 los muestra para la temporada de verano.

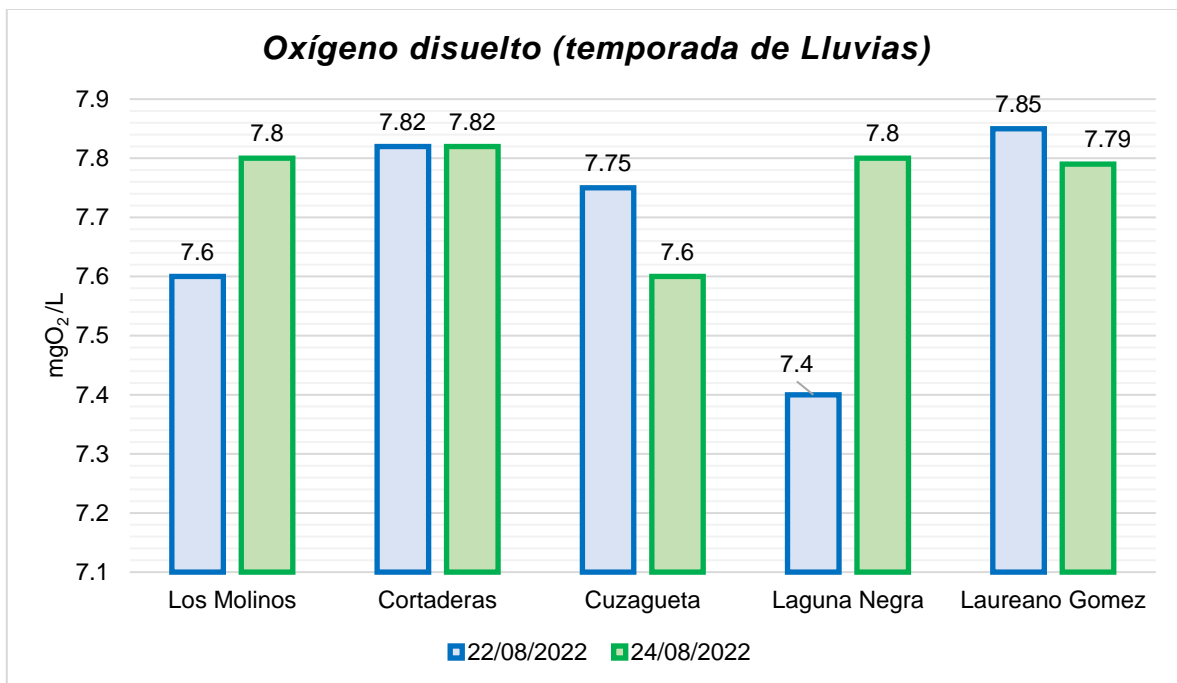


Figura 13. Oxígeno disuelto (Temporada de Lluvias 22/08/2022 y 24/08/2022)

Fuente: Elaboración propia, EMPRESA COLOMBIANA CON SOLUCIONES AMBIENTALES. "ECOSAM SAS"

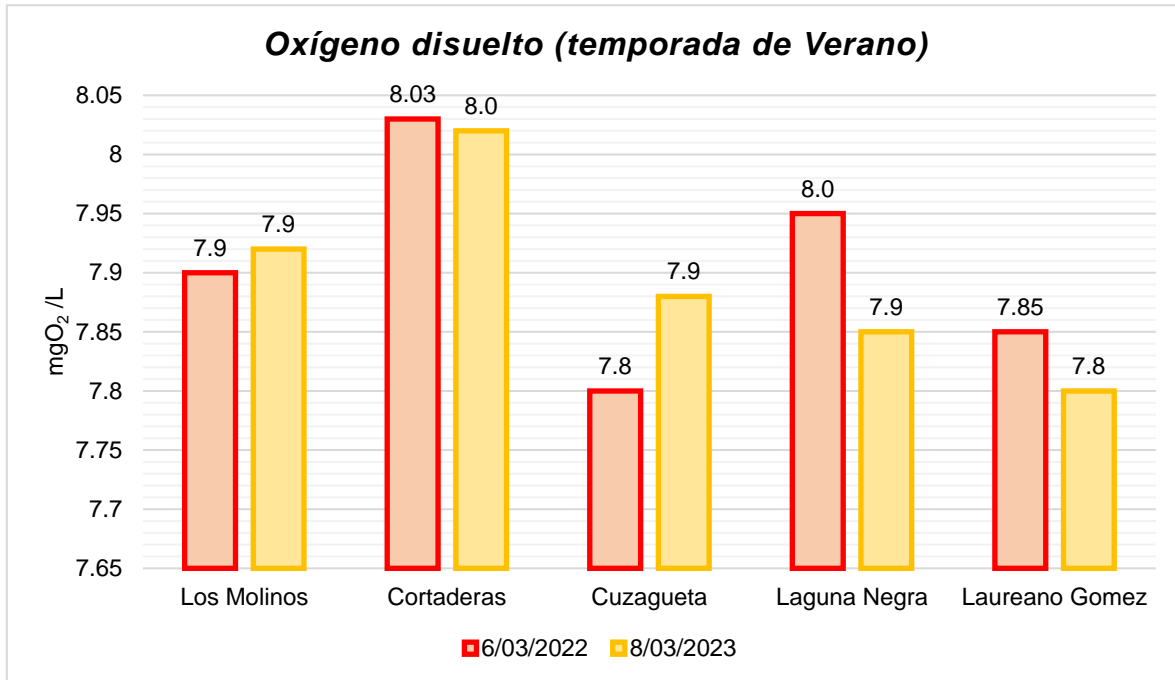


Figura 14. Oxígeno disuelto (Temporada de Verano 06/03/2022 y 08/03/2022)

Fuente: Elaboración propia, EMPRESA COLOMBIANA CON SOLUCIONES AMBIENTALES.
“ECOSAM SAS”

CAUDAL

En los puntos monitoreados de agua natural, la medición de caudal se llevó a cabo mediante el método de micro molinete y volumétrico. El contenido de caudal evaluado en los cuerpos de agua en estudio para temporada de lluvias y temporada de verano, se presentan en la Figura 15 y 16 respectivamente.

Se presenta un contenido de caudal de la siguiente manera:

Temporada de Lluvias

22/Agosto/2022 = 8.050 y 40.103 [L/s]

24/Agosto/2022 = 8.571 y 48.474 [L/s]

Temporada de Verano

6/Marzo/2023 = 7.767 y 30.570 [L/s]

8/Marzo/2023 = 8.000 y 31.580 [L/s]

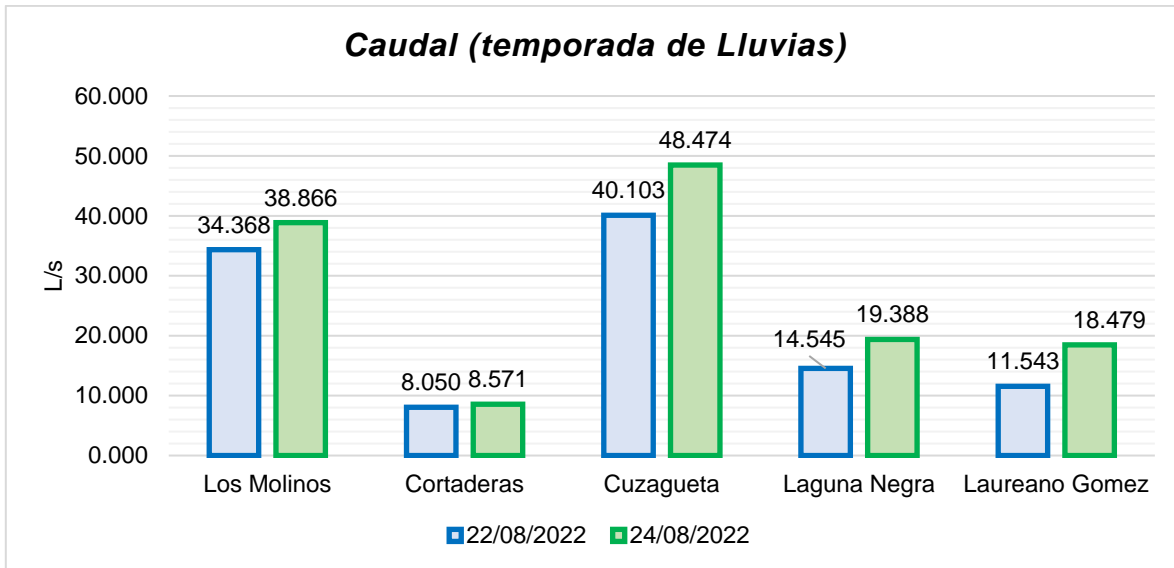


Figura 15. Caudal (Temporada de Lluvias 22/08/2022 y 24/08/2022)

Fuente: Elaboración propia, EMPRESA COLOMBIANA CON SOLUCIONES AMBIENTALES. "ECOSAM SAS"

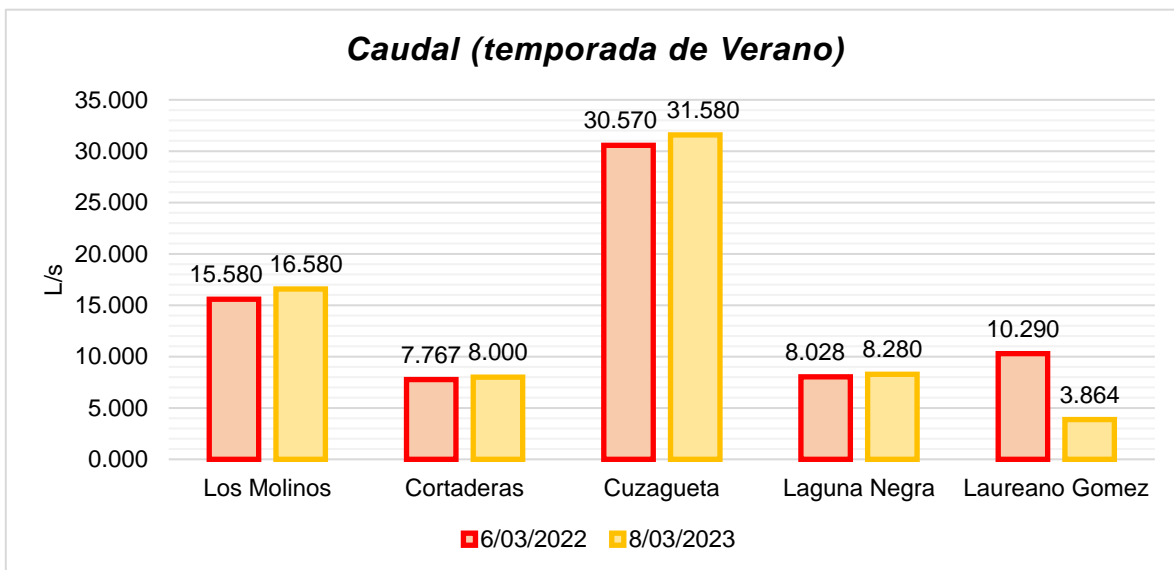


Figura 16. Caudal (Temporada de Verano 06/03/2022 y 08/03/2023)

Fuente: Elaboración propia, EMPRESA COLOMBIANA CON SOLUCIONES AMBIENTALES. "ECOSAM SAS"

La tabla 4 y tabla 5 a continuación muestra los resultados de los análisis de laboratorio en los cuerpos de agua estudiados para temporada de Lluvias y temporada de verano respectivamente.

Tabla 4. Resultado de los análisis de laboratorio (Temporada de Lluvias)

Análisis/ Unidades	Quebrada Los Molinos		Quebrada Cortaderas		Quebrada Cuzagueta		Quebrada Laguna Negra		Quebrada Laureano Gomez		Criterios de calidad (Decreto 1594 de 1984)			
	22/08/2022	24/08/2022	22/08/2022	24/08/2022	22/08/2022	24/08/2022	22/08/2022	24/08/2022	22/08/2022	24/08/2022	Art 38	Art 39	Art 40	Art 41
TEMPORADA DE LLUVIAS														
Alcalinidad Total [mg CaCO ₃ /L]	pH 4.46 = 142	pH 4.52 = 127	pH 4.50 = 50.5	pH 4.33 = 5.92	pH 4.33 = 3.61	pH 4.30 = 9.27	pH 4.51 = 158	pH 4.47 = 174	pH 4.50 = 94.8	pH 4.46 = 93.8	-	-	-	-
Cloruros [mg CL/L]	<3.0	<3.0	<3.0	<3.0	<3.0	<3.0	<3.0	<3.0	<3.0	<3.0	250.0	250.0	-	-
Dureza total [mg CaCO ₃ /L]	163	124	61.2	12.2	30.6	32.7	163	167	108	120	-	-	-	-
Fósforo total [mg PO ₄ ⁻³ /L-P]	< 0.075	< 0.075	< 0.075	< 0.075	< 0.075	< 0.075	< 0.075	< 0.075	< 0.075	< 0.075	-	-	-	-
Hierro total [mg Fe/L]	0.103	< 0.1	0.138	< 0.1	0.503	0.668	0.18	0.142	1.72	1.734	-	-	5.0	-
Magnesio total [mg Mg/L]	< 0.729	< 0.729	0.981	< 0.729	1.73	0.738	2.7	3.44	2.96	4.44	-	-	-	-
Nitrato [mg NO ₃ ⁻ /N/L]	0.207	0.235	< 2.0	< 2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	10.0	10.0	-	-
Nitrito [mg NO ₂ ⁻ /N/L]	< 0.010	< 0.010	< 0.010	< 0.010	< 0.010	< 0.010	< 0.010	< 0.010	< 0.010	< 0.010	1.0	1.0	-	10.0
Sulfatos [mg SO ₄ /L]	< 10.0	< 10.0	< 10.0	< 10.0	21.1	21.1	<10.0	<10.0	22.1	22.1	400	400	-	-
E. Coli [NMP/100mL]	1700	330	7.8	230	240	230	46	460	23	130	-	-	-	-
Nitrógeno total [mg N/L]	< 5.0	< 5.0	< 5.0	< 5.0	< 5.0	< 5.0	< 5.0	< 5.0	< 5.0	< 5.0	-	-	-	-
Nitrógeno total Kjeldahl [mg N/L]	< 5.0	< 5.0	< 5.0	< 5.0	< 5.0	< 5.0	< 5.0	< 5.0	< 5.0	< 5.0	-	-	-	-
Turbiedad [NTU]	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	5.12	2.17	< 2.0	< 2.0	8.69	6.42	-	190	-	-
Color real [UPC]	< 5.0	< 5.0	< 5.0	5	< 5.0	< 5.0	< 5.0	9	< 5.0	< 5.0	75	20	-	-

Fuente: Elaboración propia, EMPRESA COLOMBIANA CON SOLUCIONES AMBIENTALES. "ECOSAM SAS"

Tabla 5. Resultado de los análisis de laboratorio (Temporada de de Verano)

Análisis/ Unidades	Quebrada Los Molinos		Quebrada Cortaderas		Quebrada Cuzagueta		Quebrada Laguna Negra		Quebrada Laureano Gomez		Criterios de calidad (Decreto 1594 de 1984)			
	06/03/2023	08/03/2023	06/03/2023	08/03/2023	06/03/2023	08/03/2023	06/03/2023	08/03/2023	06/03/2023	08/03/2023	Art 38	Art 39	Art 40	Art 41
TEMPORADA DE VERANO														
Alcalinidad Total [mg CaCO ₃ /L]	pH 4.50 = 145	pH 4.50 = 146	pH 4.32 = 12.9	pH 4.30 = 10.6	pH 4.14 = <1.5	pH 4.01 = 5.51	pH 4.52 = 144	pH 4.48 = 147	pH 4.50 = 95.3	pH 4.49 = 93.7	-	-	-	-
Cloruros [mg CL/L]	<3.0	<3.0	<3.0	<3.0	<3.0	<3.0	<3.0	<3.0	<3.0	<3.0	250.0	250.0	-	-
Dureza total [mg CaCO ₃ /L]	146	146	17.1	15.2	15.2	26.5	150	129	96.7	110	-	-	-	-
Fósforo total [mg PO ₄ ⁻³ /L-P]	< 0.075	< 0.075	< 0.075	< 0.075	< 0.075	< 0.075	< 0.075	< 0.075	< 0.075	< 0.075	-	-	-	-
Hierro total [mg Fe/L]	< 0.1	< 0.1	0.148	0.11	0.549	< 0.1	0.14	0.104	1.52	1.39	-	-	5.0	-
Magnesio total [mg Mg/L]	< 0.729	3.200	1.15	3	1.15	1	4.35	<0.729	2.98	5.97	-	-	-	-
Nitrato [mg NO ₃ ⁻ /N/L]	0.427	0.293	< 2.0	< 2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	0.21	<2.0	10.0	10.0	-	-
Nitrito [mg NO ₂ ⁻ /N/L]	< 0.010	< 0.010	< 0.010	< 0.010	< 0.010	< 0.010	< 0.010	< 0.010	< 0.010	< 0.010	1.0	1.0	-	10.0
Sulfatos [mg SO ₄ /L]	< 10.0	19.6	< 10.0	< 10.0	21.1	14.1	<10.0	<10.0	22.1	20.4	400	400	-	-
E. Coli [NMP/100mL]	4	9	2	4	7	5	1	3	2	5	-	-	-	-
Nitrógeno total [mg N/L]	< 5.0	< 5.0	< 5.0	< 5.0	< 5.0	< 5.0	< 5.0	< 5.0	< 5.0	< 5.0	-	-	-	-
Nitrógeno total Kjeldahl [mg N/L]	< 5.0	< 5.0	< 5.0	< 5.0	< 5.0	< 5.0	< 5.0	< 5.0	< 5.0	< 5.0	-	-	-	-
Turbiedad [NTU]	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	2.56	3.18	< 2.0	< 2.0	10.2	8.33	-	190	-	-
Color real [UPC]	< 5.0	< 5.0	< 5.0	< 5.0	< 5.0	7	19	< 5.0	< 5.0	< 5.0	75	20	-	-

Fuente: Elaboración propia, EMPRESA COLOMBIANA CON SOLUCIONES AMBIENTALES. "ECOSAM SAS"

1.3.1.2 CARACTERIZACIÓN DE AGUAS RESIDUALES (VERTIMIENTOS)

El agua residual es el término que se utiliza para referirse al agua o la combinación de los residuos líquidos procedentes de diversas actividades humanas como el hogar, instituciones públicas, establecimientos comerciales, la industria o la agricultura, a los que pueden agregarse eventualmente aguas subterráneas, superficiales y pluviales. Ésta contiene contaminantes como productos químicos, materia orgánica, sustancias tóxicas y otros desechos por lo cual ya no es apta para su uso original. En la medida en que se vaya presentando acumulación y estancamiento del agua residual pueden generarse gases de mal olor debido a la descomposición orgánica que ésta posee; además es importante anotar que en el agua residual hay existencia de numerosos microorganismos patógenos y causantes de enfermedades que habitan en el aparato intestinal humano o que pueden estar en ciertos residuos industriales.

Es importante recordar que el inadecuado manejo y disposición final de los vertimientos líquidos residuales, ha generado la contaminación del medio ambiente, principalmente de los recursos: suelo, aire y agua, generando invalorable consecuencias sobre la fauna y la flora, y muchas veces sobre la salud humana. De esta forma, la caracterización de aguas residuales es un proceso esencial para el diseño y operación adecuada del sistema de tratamiento de dichas aguas y para determinar el impacto ambiental que pueden tener esas descargas en los cuerpos de agua receptores, por medio de este proceso se determinan las propiedades físicas, químicas y biológicas del agua para medir parámetros como la concentración de diferentes sustancias químicas, los sólidos disueltos; los metales pesados; nutrientes; contaminantes orgánicos; así como su concentración y propiedades como el pH; la temperatura; la turbidez, además de detectar la presencia de patógenos y otros microorganismos que puedan representar un riesgo para la salud pública, como resultado, este proceso permite establecer las bases para la aplicación de las regulaciones y normativas aplicables a la gestión de aguas residuales.

En este informe se presentan los resultados de la caracterización fisicoquímica y microbiológica del muestreo al vertimiento de Aguas Residuales domésticas que se encuentra en el municipio de Málaga Santander, el cual se realizó en 2 periodos de estudio, siendo el primero la temporada de lluvia comprendida entre el 21, 23 y 29 de agosto del 2022 y el segundo la temporada de verano comprendida entre 5 y 7 de marzo y 17 de abril de 2023.

1.3.1.2.1 METODOLOGÍA DEL MUESTREO AGUAS RESIDUALES

La metodología de recolección de las muestras, tipo de muestra, registros de campo, cadenas de custodia, análisis “In-situ”, preservación, almacenamiento, envío de las muestras y demás procedimientos de garantía y control de calidad en el trabajo de campo y de laboratorio, se realizó con el personal de ECOSAM SAS el cual se encuentra acreditado ante el IDEAM por la norma 17025.

Se realizó la toma de muestras compuestas, estas consisten en la mezcla de varias muestras puntuales de una misma fuente, tomadas a intervalos programados y por periodos determinados de tiempo, las cuales pueden tener o no volúmenes iguales o ser proporcionales al caudal durante el periodo de muestreo.

Para toma de muestras compuestas de aguas residuales se realiza en base a los siguientes lineamientos:

- Deben realizarse con el aforo del caudal asociado al tipo de sistema que aplique (PTAR o vertimientos de aguas sin tratamiento)
- Una muestra compuesta es la unión de todas las alícuotas (muestras simples tomadas a la par con la medición del caudal en un determinado intervalo de tiempo)
- Cuando se esté realizando la toma de alícuotas tener en cuenta que el caudal puede reducirse, lo cual puede afectar el volumen de composición de la muestra, por lo que es necesario que las tomas de las alícuotas tengan un volumen considerable, con lo que se garantiza la cantidad necesaria para la composición de las mismas
- Identificar y mantener las alícuotas a la sombra. Tapadas y refrigeradas para garantizar la preservación de sus características
- Determinar el Caudal promedio (Q_p) de cada composición a partir de los caudales instantáneos (Q_i) medidos
- Determinar el volumen a tomar de cada una de las muestras parciales (alícuotas) utilizando

$$Va = \frac{Q_i * V}{Q_p * n} [ml]$$

Dónde

V_a = Volumen de cada alícuota, en ml

V = Volumen total a componer

Q_p = Caudal promedio durante la jornada de aforo, en L/s

Q_i = Caudal instantáneo medido cuando se toma cada muestra individual o alícuota, en L/s

n = Número de muestras (alícuotas) tomadas.

Para este monitoreo se tomaron muestras compuestas de 24 horas con alícuotas cada hora para el vertimiento quebrada agua blanca y el vertimiento quebrada magnolia en los puntos de muestreo asignados en la figura 17.

Las tomas se realizaron de la siguiente manera de la siguiente manera:

1. *Reconocimiento del área*: Ubicación de los puntos de muestreo y parámetros a muestrear.
2. *Toma de muestras*:
 - a. Enjuagado de envases con agua destilada y purgado con el agua a muestrear (en caso de ser necesario)
 - b. Llenado de envases según el parámetro a analizar
 - c. Medición de parámetros in situ
 - d. Etiquetado
 - e. Diligenciamiento de la custodia por punto
 - f. Fijación de las muestras
 - g. Almacenamiento y preservación de la muestra según el tipo de análisis
3. Envío al laboratorio: Embalaje de las neveras que contienen las muestras con sus respectivas custodias

1.3.1.2.2 UBICACIÓN

Los vertimientos analizados son los nombrados a continuación, además se pueden observar en la figura 17.

- a) Vertimiento quebrada La Malagueña (Agua Blanca), mostrado en fucsia.
- b) Vertimiento quebrada La Magnolia (Sector Naranjitos), mostrado en amarillo.

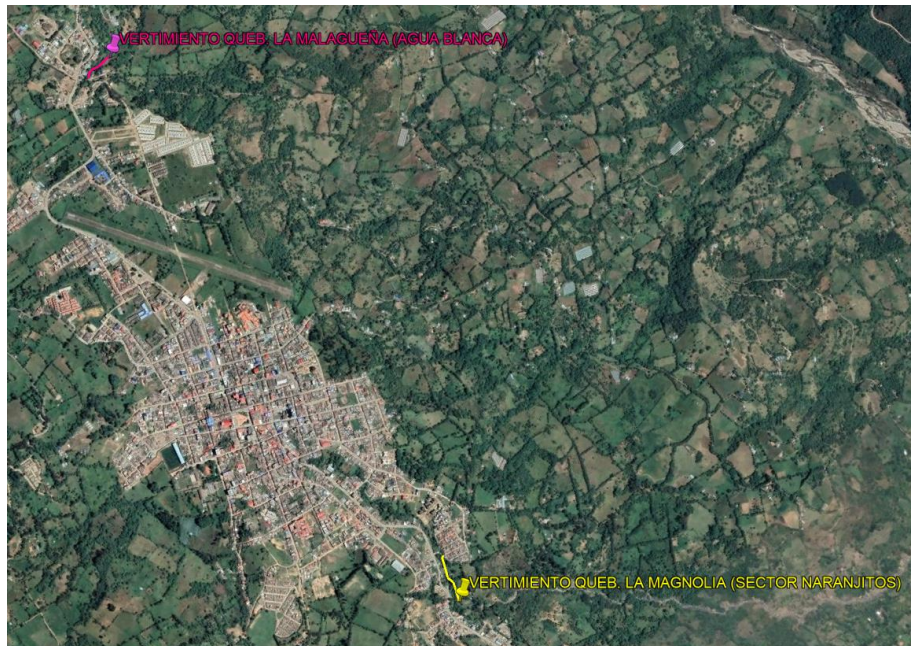


Figura 17. Ubicación de los puntos de muestreo (Vertimientos)

Fuente: Elaboración propia

1.3.1.2.3 TOMA DE MUESTRAS FÍSICO-QUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS

La toma de muestras se realizó conforme lo estipulado en el procedimiento interno P-05 “Procedimiento muestreo de aguas e hidrobiología”, a continuación, se explican los procedimientos para muestreo fisicoquímico y bacteriológico

ANÁLISIS IN SITU

- a) *Mediciones in situ*: Los parámetros medidos in situ corresponden a pH, Temperatura, Sólidos Sedimentables y caudal cuyos métodos se representan en la Tabla 6.

Tabla 6. Técnicas empleadas en el análisis in situ

Parámetro	Técnica	Equipo	Unidades	Método
pH	Potenciométrico	Medidor pH y Temperatura oakton 11 series	[Unidades de pH]	SM-4500 H +
Temperatura	Termométrica	Medidor pH y Temperatura oakton 11 series	[°C]	SM 2550-B

Caudal	Tubería parcialmente llena Área/Velocidad	Micro molinete	[m3/s] - [L/s]	---
Sólidos Sedimentables	Volumétrico	Cono Imhoff	[ml/L]	S.M 2450 F.

Fuente: EMPRESA COLOMBIANA CON SOLUCIONES AMBIENTALES. "ECOSAM SAS"

VERTIMIENTO QUEBRADA LA MALAGUEÑA (AGUA BLANCA)

Se realizó el muestreo compuesto al Vertimiento por 24 horas con alícuotas cada hora con aforo de caudal tubería parcialmente llena. Los resultados obtenidos para la temporada de lluvias, es decir el 21, 23 y 29 de agosto de 2022 se observan en la tabla 7, mientras que los resultados para la temporada de verano, es decir el 5, 7 de marzo y 17 de abril; se muestran en la tabla 8.

Tabla 7. Pomedio 24 horas análisis in situ (Agua Blanca - Temporada de Lluvias)

Hora	Caudal (L/s)			Temp. (°C)			pH (unid. pH)			Oxígeno disuelto (mg/L)			S. Sed(ml/L)		
	21/08/ 2022	23/08/ 2022	29/08/ 2022	21/08/ 2022	23/08/ 2022	29/08/ 2022	21/08/ 2022	23/08/ 2022	29/08/ 2022	21/08/ 2022	23/08/ 2022	29/08/ 2022	21/08/ 2022	23/08/ 2022	29/08/ 2022
TEMPORADA DE LLUVIAS															
6:00	31,52	35,628	34,552	18,0	18,5	17,7	8,28	8,51	7,96	4,20	4,10	3,88	1,20	1,00	1,50
7:00	42,48	42,480	47,509	18,2	18,4	18,1	8,07	8,47	7,88	3,75	4,21	3,60	2,00	2,00	2,50
8:00	39,05	39,054	42,480	19,2	18,2	18,6	8,29	8,50	7,76	3,45	3,22	3,40	1,20	2,00	2,20
9:00	35,63	35,628	35,628	20,3	19,5	18,9	8,25	8,21	7,80	3,44	3,42	3,45	1,30	2,50	2,30
10:00	24,89	27,538	31,521	21,2	20,0	19,2	8,34	8,36	7,88	3,46	3,52	3,63	1,00	2,20	2,00
11:00	24,89	27,538	31,521	20,0	19,1	19,5	8,43	8,21	7,92	3,27	3,48	3,74	2,40	1,50	2,50
12:00	43,68	43,677	47,509	20,3	19,8	20,0	8,27	8,27	7,73	3,44	3,65	3,71	2,50	2,40	2,20
13:00	42,48	45,906	45,906	22,2	20,1	20,1	8,20	8,35	7,90	3,45	3,45	3,80	1,60	1,80	1,50
14:00	34,55	34,552	34,552	21,8	20,4	20,5	8,55	7,98	7,82	3,64	3,62	3,60	1,20	1,60	1,20
15:00	30,19	30,186	30,186	21,6	20,6	19,4	8,44	7,94	8,28	3,27	3,74	3,86	0,90	1,10	2,00
16:00	27,54	27,538	27,538	21,7	20,0	19,3	8,42	8,21	8,02	3,41	3,72	3,90	1,40	1,50	1,20
17:00	30,19	30,186	34,552	21,6	19,4	18,9	8,52	8,34	8,10	3,55	3,65	3,91	1,80	1,90	1,40
18:00	39,85	39,054	42,480	21,3	19,6	18,3	8,35	8,30	8,22	3,42	3,64	3,94	2,10	2,20	2,30
19:00	43,68	45,906	45,906	20,1	19,4	18,6	8,30	8,02	8,34	3,55	3,80	3,78	1,60	1,00	1,60
20:00	39,05	39,054	39,054	20,5	19,3	18,6	8,32	8,10	8,34	3,52	3,81	4,10	1,40	1,20	1,00
21:00	27,54	27,538	31,521	19,4	19,0	18,4	8,41	8,22	8,02	3,50	3,64	4,20	0,90	1,00	1,00
22:00	25,97	25,974	30,186	19,2	18,8	18,0	8,42	8,24	8,10	3,44	3,62	4,23	0,80	0,80	0,60
23:00	24,89	27,538	27,538	18,3	18,7	18,2	8,29	8,27	8,12	4,00	3,90	4,25	0,70	0,60	0,50
0:00	27,54	27,538	23,695	18,6	18,6	17,8	8,33	8,04	8,08	4,01	4,01	4,52	0,60	0,50	0,50
1:00	25,97	25,974	25,974	18,4	18,1	17,5	8,34	8,12	8,00	4,10	4,12	4,01	0,50	0,50	0,40
2:00	21,42	21,417	21,417	18,0	18,3	17,6	8,36	7,99	8,01	4,06	4,15	4,00	0,40	0,40	0,40
3:00	21,42	21,417	21,417	17,9	18,0	17,5	8,34	8,00	8,26	4,01	4,20	4,13	0,50	0,50	0,50
4:00	21,42	21,417	21,417	17,6	17,9	17,4	8,41	8,04	8,32	4,02	4,23	4,15	0,40	0,40	0,40
5:00	21,42	21,417	21,417	17,4	18,0	17,5	8,42	7,96	8,24	4,32	4,25	4,21	0,60	0,60	0,40
6:00	32,83	37,583	32,834	17,8	18,4	18,0	8,43	7,90	8,04	3,45	4,21	4,23	1,20	1,50	1,50
Promedio	31,203	32,070	33,132	19,6	19,0	18,5	8,35	8,18	8,05	3,67	3,81	3,93	1,20	1,30	1,34

Fuente: Elaboración propia, EMPRESA COLOMBIANA CON SOLUCIONES AMBIENTALES. "ECOSAM SAS"

Tabla 8. Pomedio 24 horas análisis in situ (Agua Blanca - Temporada de verano)

Hora	Caudal (L/s)			Temp. (°C)			pH (unid. pH)			Oxígeno disuelto (mg/L)			S. Sed(ml/L)		
	05/03/ 2023	07/03/ 2023	17/04/ 2023	05/03/ 2023	07/03/ 2023	17/04/ 2023	05/03/ 2023	07/03/ 2023	17/04/ 2023	05/03/ 2023	07/03/ 2023	17/04/ 2023	05/03/ 2023	07/03/ 2023	17/04/ 2023
TEMPORADA DE VERANO															
6:00	31.521	34.552		18.3	18.6		15	15.3		8.21	8.24		3.2	3.22	
7:00	34.552	34.552		18.5	19		15.6	15.8		8.23	8.3		3.64	3.46	
8:00	39.054	39.054		19	19.5		16.1	16.5		8.12	8.25		3.41	3.42	
9:00	34.552	39.054		19.9	20		16	16.4		8.21	8.24		3.27	3.35	
10:00	31.521	34.552		20.1	20.2		16.5	16.6		8.23	8.25		3.32	3.36	
11:00	31.521	34.552		20.6	20.7		16.7	16.8		8.25	8.31		3.36	3.38	
12:00	39.054	39.054		20.9	21		17.3	17.2		8.25	8.33		3.32	3.41	
13:00	34.552	34.552		20.8	21.2		17.8	17.7		8.21	8.27		3.36	3.42	
14:00	31.521	34.552		20.4	21		18.2	18.5		8.3	8.34		3.41	3.45	
15:00	31.521	34.552		20.3	20.5		18.5	18.7		8.32	8.36		3.17	3.62	
16:00	30.186	34.552		20.2	20.4		18.4	18.6		8.4	8.34		3.24	3.41	
17:00	30.186	34.552		20	20.3		18	18.2		8.42	8.26		3.41	3.44	
18:00	31.521	34.552		20	20.4		17.4	17.4		8.41	8.39		3.4	3.5	
19:00	39.054	34.552		19.8	20		17.5	17.6		8.25	8.27		3.42	3.51	
20:00	34.552	34.552		19.5	19.8		17.3	17.5		8.2	8.18		3.2	3.47	
21:00	27.538	27.538		19	19.5		17	17.3		8.28	8.22		3.14	3.42	
22:00	27.538	27.538		18.8	19		16.3	16.8		8.29	8.24		3.2	3.44	
23:00	27.538	27.538		18.4	18.8		16	16.3		8.24	8.32		3.18	3.45	
0:00	24.89	24.89		18	18.5		15.7	16		8.31	8.35		3.15	3.41	
1:00	23.695	23.695		17.4	18		15.6	15.8		8.32	8.36		3.16	3.4	
2:00	21.417	21.417		17.6	17.8		15.4	15.3		8.36	8.31		3.1	3.22	
3:00	21.417	21.417		17.4	17.7		15	15.2		8.28	8.3		3.21	3.23	
4:00	21.417	21.417		17.2	17.8		15	15.2		8.27	8.33		3.22	3.25	
5:00	21.417	21.417		17	17.6		15.1	15.2		8.36	8.35		3.24	3.26	
6:00	27.538	27.538		17.3	17.6		15	15.3		8.37	8.38		3.2	3.41	
Promedio	29.971	31.048		19.1	19.4		16.5	16.7		8.28	8.3		3.28	3.4	

Fuente: Elaboración propia, EMPRESA COLOMBIANA CON SOLUCIONES AMBIENTALES. "ECOSAM SAS"

Así mismo se presentan las gráficas de Caudal (figura 18), Temperatura (figura 19), pH (figura 20), Oxígeno disuelto (figura 21), y sólidos sedimentables (figura 22), para el vertimiento quebrada La Malagueña (Agua Blanca) en temporada de Lluvias, es decir, para los días 21, 22 y 27 de agosto de 2022

Por último, se presentan las gráficas de Caudal (figura 23), Temperatura (figura 24), pH (figura 25), Oxígeno disuelto (figura 26), y sólidos sedimentables (figura 27), para el vertimiento quebrada La Malagueña (Agua Blanca) en temporada de verano, es decir, para los días 05 de marzo, 07 de marzo y 17 de abril de 2023

Para profundizar esta información revisar los informes de campo de los estudios (Anexos # al #)



INVERTELSA

ELABORACIÓN DE ESTUDIOS DE DIAGNÓSTICO, REVISIÓN,
REFORMULACIÓN, AJUSTES, ACTUALIZACIÓN Y
VIABILIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE ACUEDUCTO Y
ALCANTARILLADO DEL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE
MÁLAGA, SANTANDER

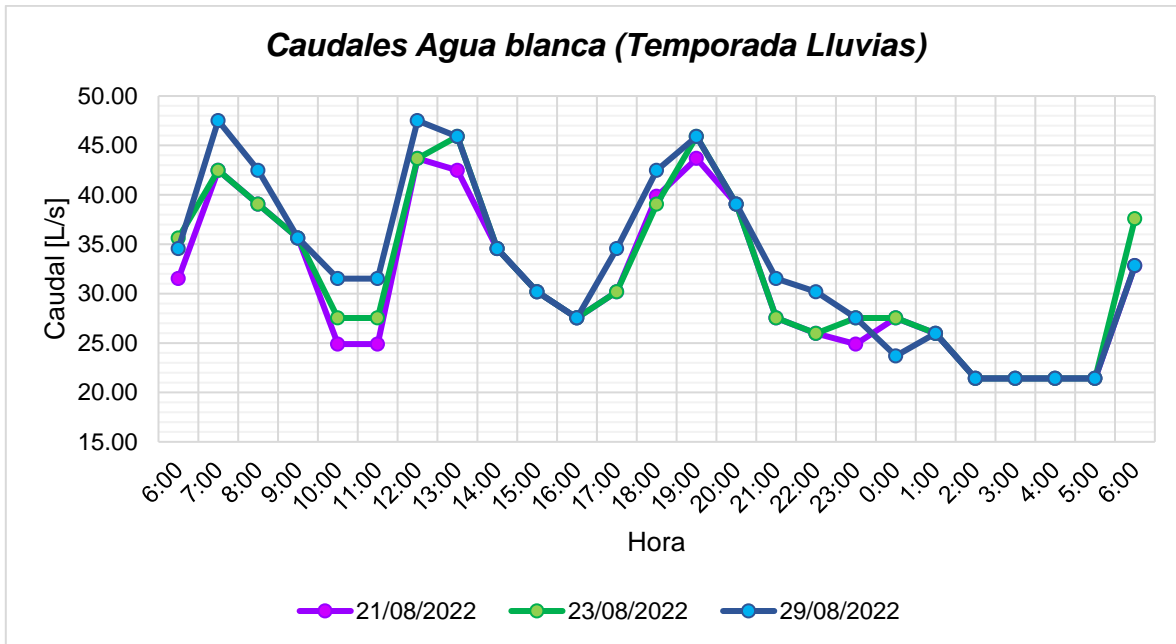


Figura 18. Caudales vertimiento Agua Blanca (Temporada lluvias)

Fuente: Elaboración propia, EMPRESA COLOMBIANA CON SOLUCIONES AMBIENTALES.
"ECOSAM SAS"

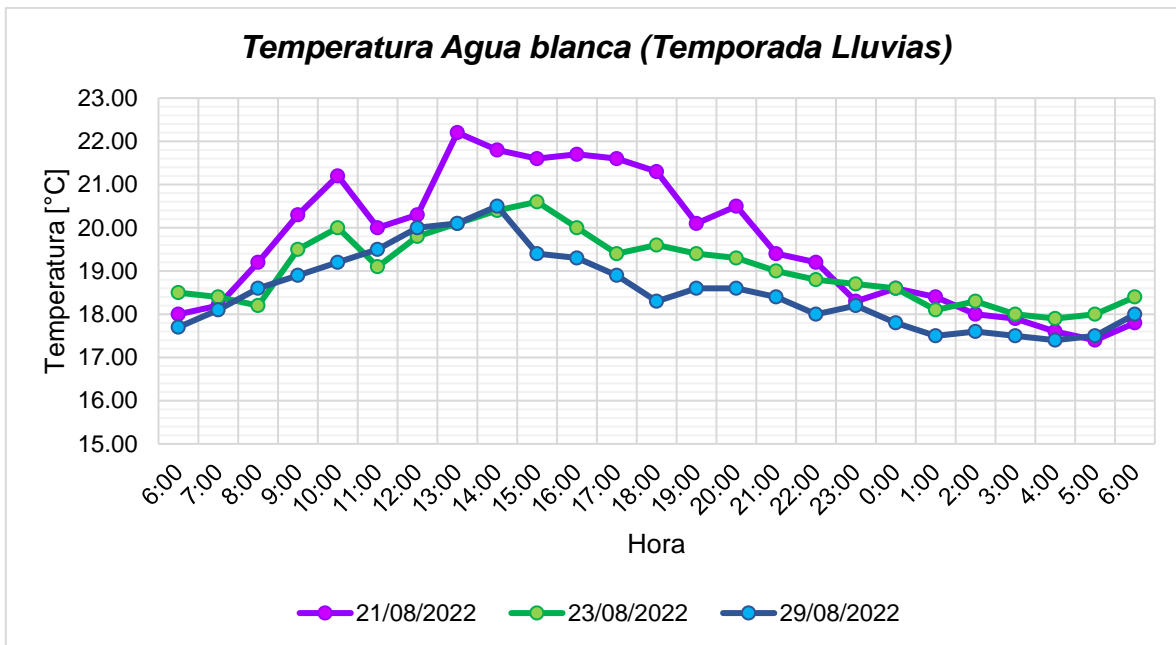


Figura 19. Temperatura vertimiento Agua Blanca (Temporada lluvias)

Fuente: Elaboración propia, EMPRESA COLOMBIANA CON SOLUCIONES AMBIENTALES.
"ECOSAM SAS"



INVERTELSA

ELABORACIÓN DE ESTUDIOS DE DIAGNÓSTICO, REVISIÓN,
REFORMULACIÓN, AJUSTES, ACTUALIZACIÓN Y
VIABILIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE ACUEDUCTO Y
ALCANTARILLADO DEL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE
MÁLAGA, SANTANDER

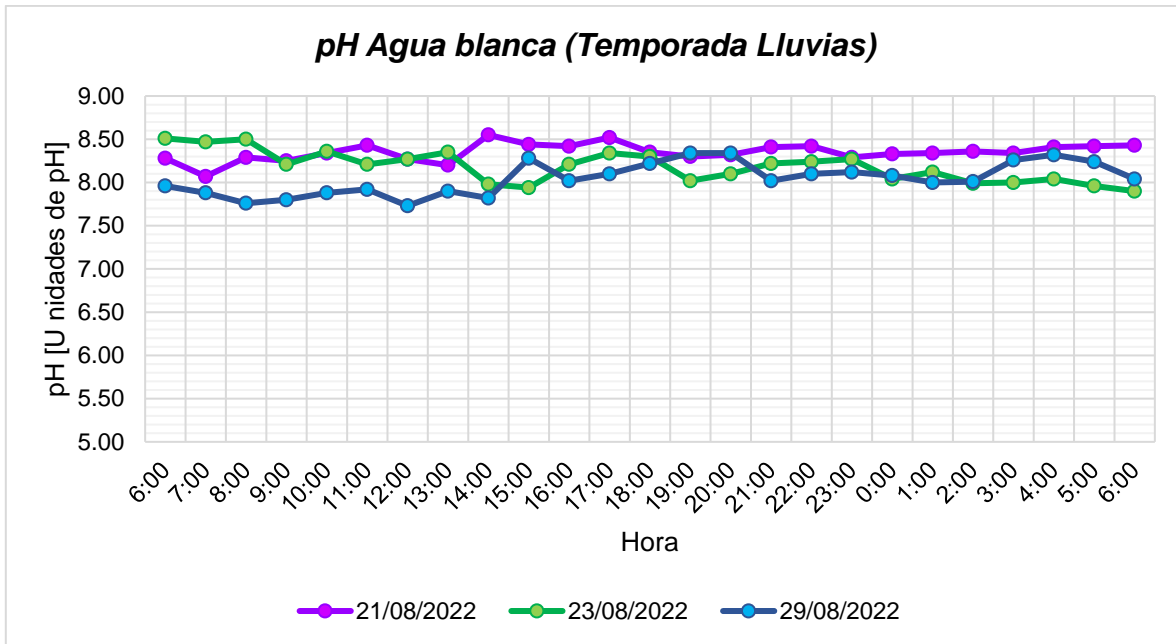


Figura 20. pH vertimiento Agua Blanca (Temporada lluvias)

Fuente: Elaboración propia, EMPRESA COLOMBIANA CON SOLUCIONES AMBIENTALES.
"ECOSAM SAS"

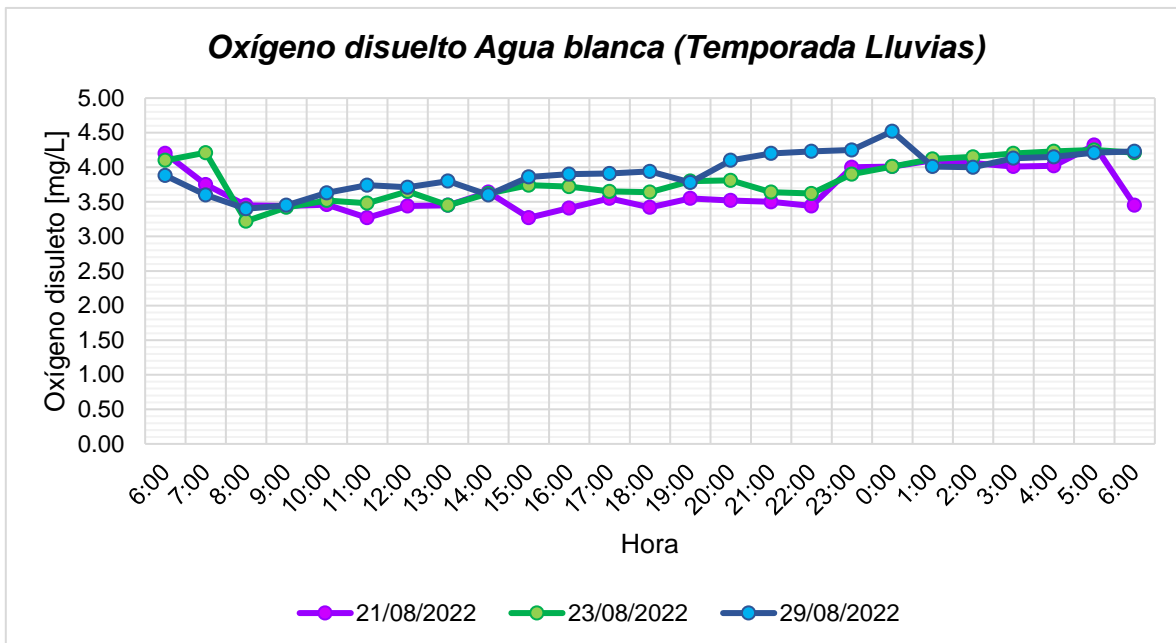


Figura 21. Oxígeno disuelto vertimiento Agua Blanca (Temporada lluvias)

Fuente: Elaboración propia, EMPRESA COLOMBIANA CON SOLUCIONES AMBIENTALES.
"ECOSAM SAS"



INVERTELSA

ELABORACIÓN DE ESTUDIOS DE DIAGNÓSTICO, REVISIÓN, REFORMULACIÓN, AJUSTES, ACTUALIZACIÓN Y VIABILIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DEL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE MÁLAGA, SANTANDER

Sólidos sedimentables Agua blanca (Temporada Lluvias)

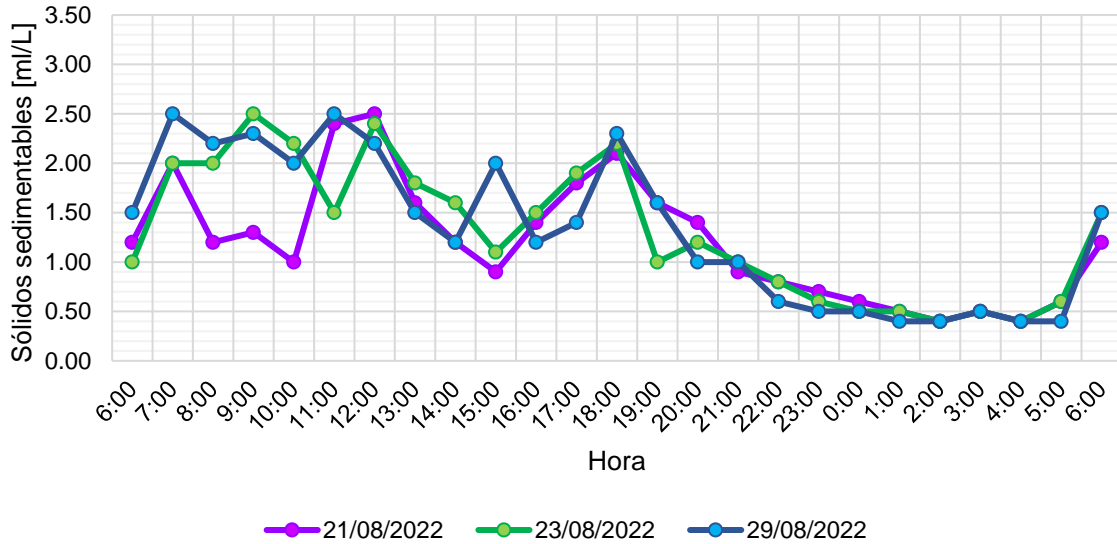


Figura 22. Sólidos sedimentables vertimiento Agua Blanca (Temporada Lluvias)

Fuente: Elaboración propia, EMPRESA COLOMBIANA CON SOLUCIONES AMBIENTALES. "ECOSAM SAS"

Caudales Agua blanca (Temporada Verano)

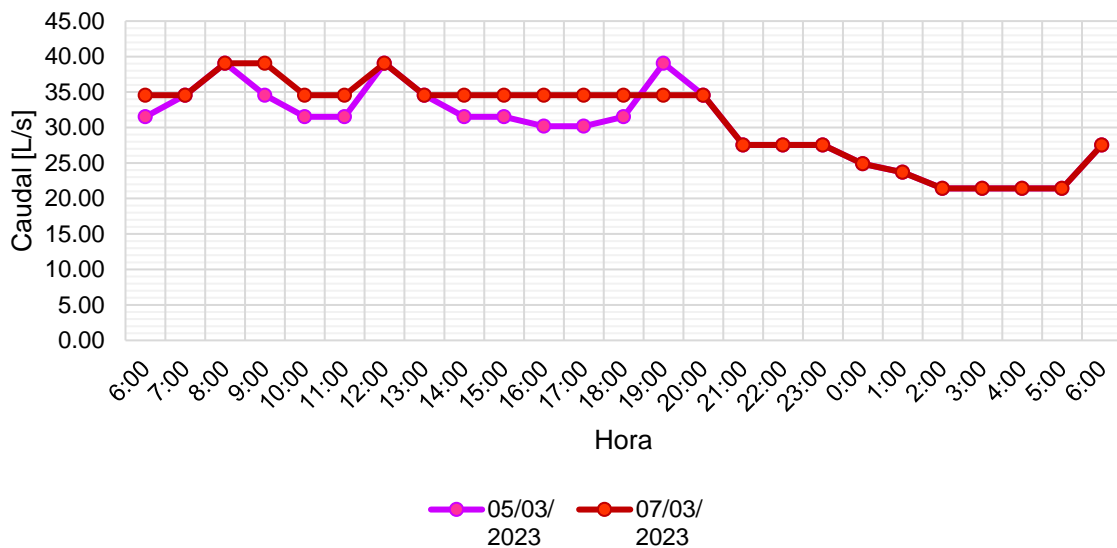


Figura 23. Caudal vertimiento Agua Blanca (Temporada verano)

Fuente: Elaboración propia, EMPRESA COLOMBIANA CON SOLUCIONES AMBIENTALES. "ECOSAM SAS"



INVERTELSA

ELABORACIÓN DE ESTUDIOS DE DIAGNÓSTICO, REVISIÓN,
REFORMULACIÓN, AJUSTES, ACTUALIZACIÓN Y
VIABILIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE ACUEDUCTO Y
ALCANTARILLADO DEL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE
MÁLAGA, SANTANDER

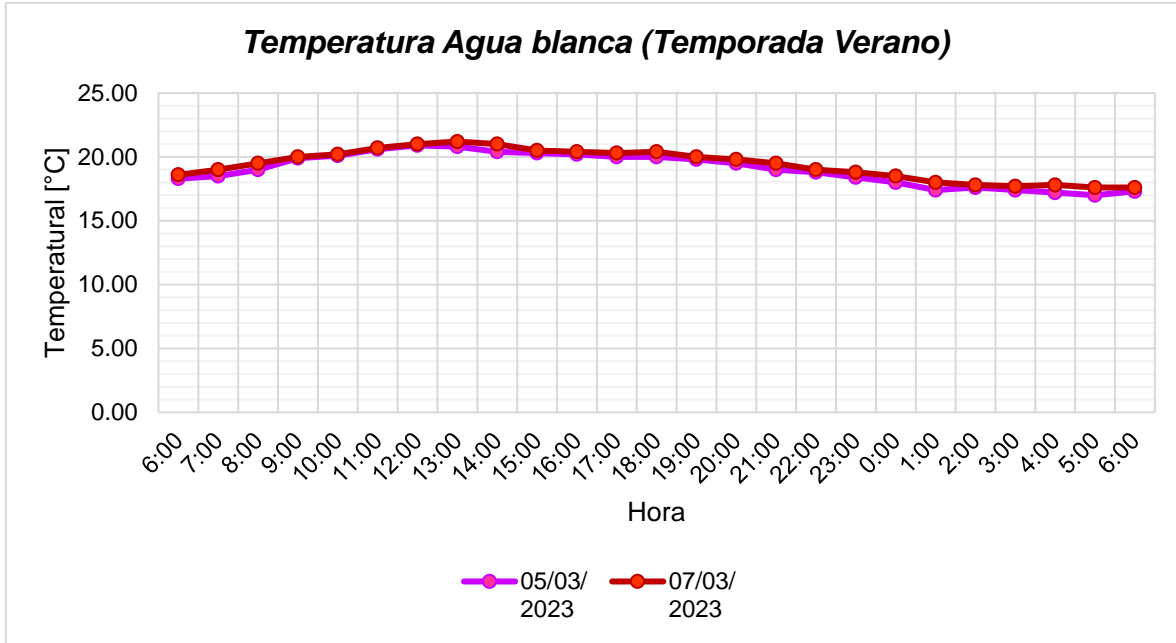


Figura 24. Temperatura vertimiento Agua Blanca (Temporada verano)
Fuente: Elaboración propia, EMPRESA COLOMBIANA CON SOLUCIONES AMBIENTALES. "ECOSAM SAS"

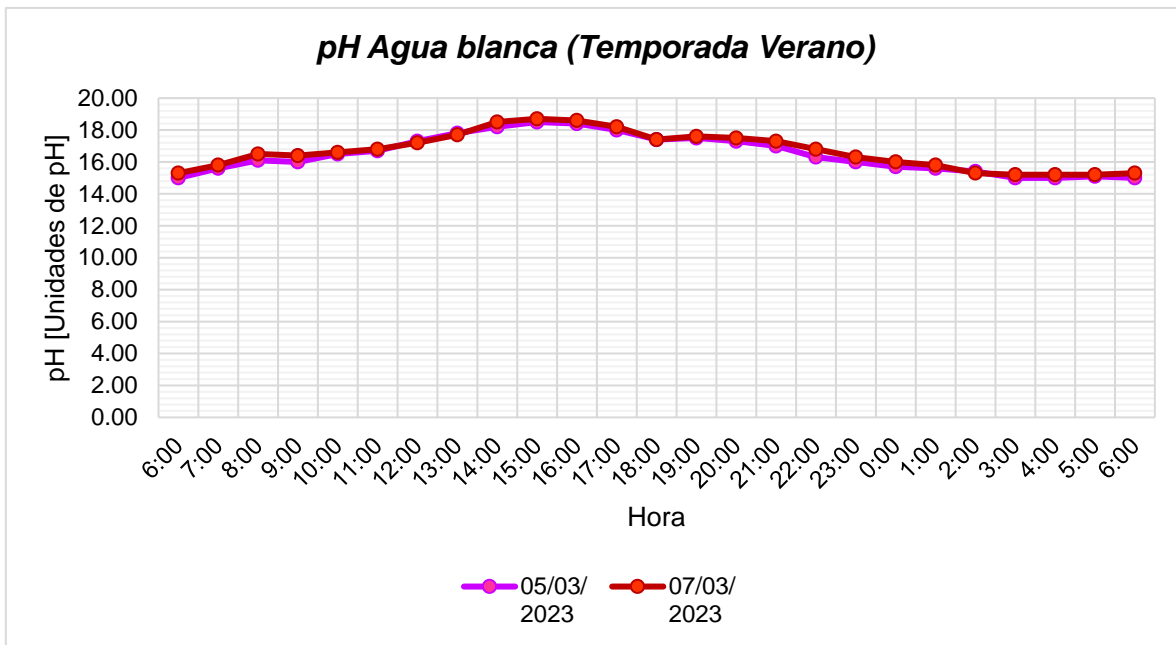


Figura 25. pH vertimiento Agua Blanca (Temporada verano)
Fuente: Elaboración propia, EMPRESA COLOMBIANA CON SOLUCIONES AMBIENTALES. "ECOSAM SAS"



INVERTELSA

ELABORACIÓN DE ESTUDIOS DE DIAGNÓSTICO, REVISIÓN,
REFORMULACIÓN, AJUSTES, ACTUALIZACIÓN Y
VIABILIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE ACUEDUCTO Y
ALCANTARILLADO DEL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE
MÁLAGA, SANTANDER

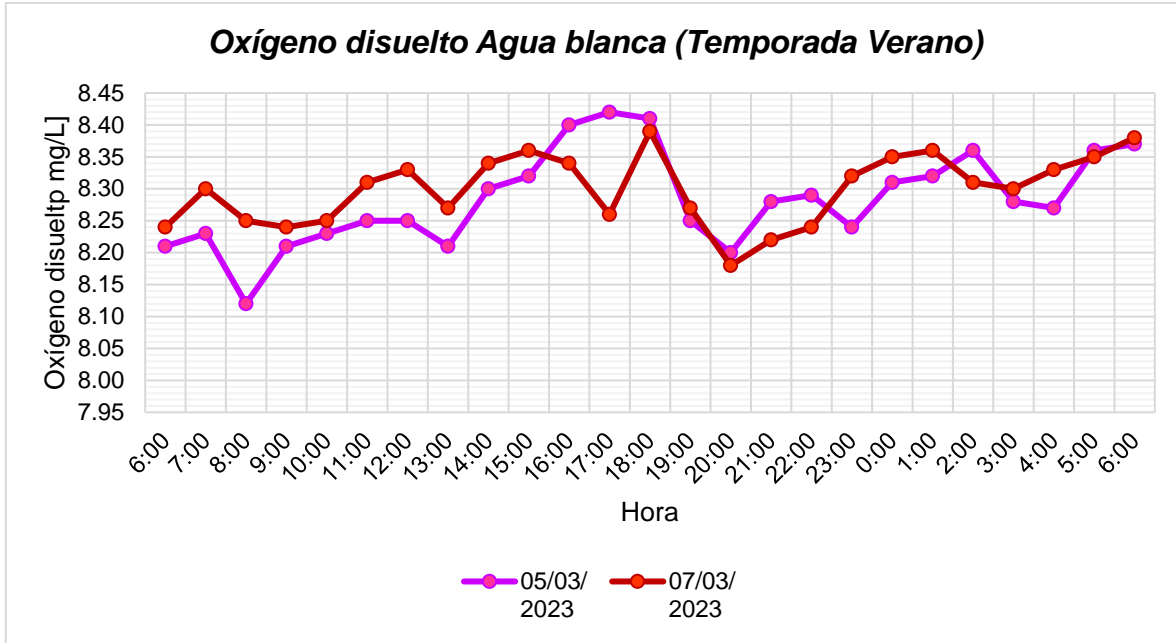


Figura 26. Oxígeno disuelto vertimiento Agua Blanca (Temporada verano)
Fuente: Elaboración propia, EMPRESA COLOMBIANA CON SOLUCIONES AMBIENTALES.
"ECOSAM SAS"

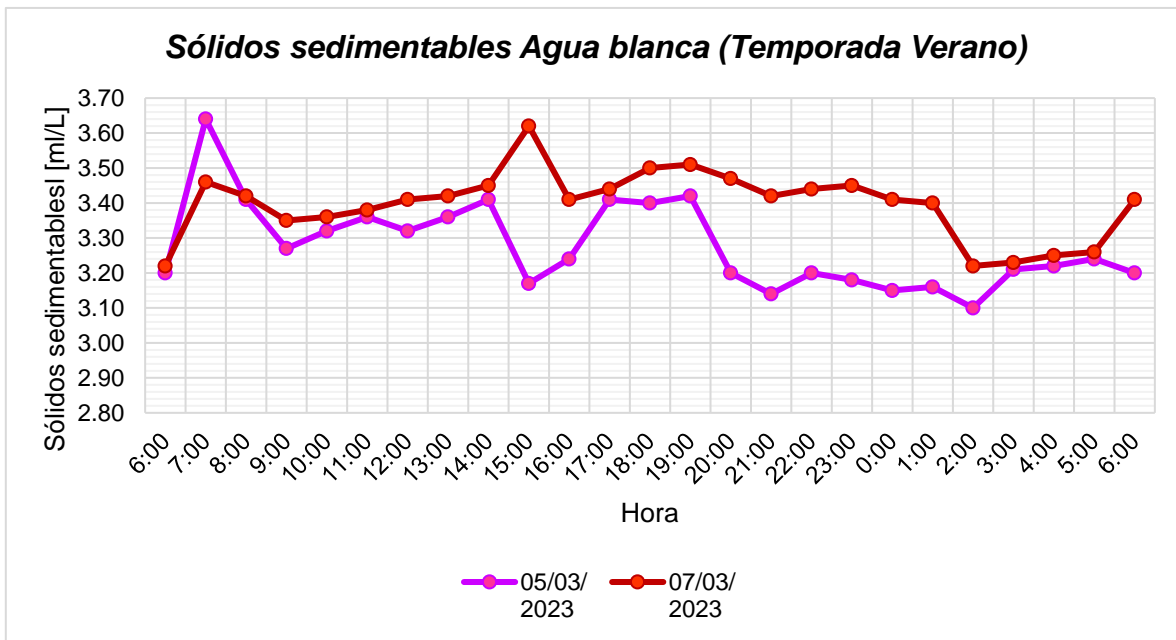


Figura 27. Sólidos sedimentables vertimiento Agua Blanca (Temporada verano)
Fuente: Elaboración propia, EMPRESA COLOMBIANA CON SOLUCIONES AMBIENTALES.
"ECOSAM SAS"

VERTIMIENTO QUEBRADA LA MAGNOLIA (SECTOR NARANJITOS)

Se realizó el muestreo compuesto al Vertimiento por 24 horas con alícuotas cada hora con aforo de caudal tubería parcialmente llena. Los resultados obtenidos para la temporada de lluvias se observan en la tabla 9, mientras que los resultados para la temporada de verano se muestran en la tabla 10.

Tabla 9. Promedio 24 horas análisis in situ (La Magnolia – Temporada de Lluvias)

Hora	Caudal (L/s)			Temp. (°C)			pH (unid. pH)			Oxígeno disuelto (mg/L)			S. Sed(m/L)		
	21/08/ 2022	23/08/ 2022	29/08/ 2022	21/08/ 2022	23/08/ 2022	29/08/ 2022	21/08/ 2022	23/08/ 2022	29/08/ 2022	21/08/ 2022	23/08/ 2022	29/08/ 2022	21/08/ 2022	23/08/ 2022	29/08/ 2022
TEMPORADA DE LLUVIAS															
6:00	20,522	20,603	20,000	17,5	18,3	18,5	8,12	7,87	7,68	3,84	3,50	3,56	2,5	2,0	1,2
7:00	25,102	22,222	23,519	18,8	18,6	18,9	7,81	7,58	7,52	3,50	3,45	3,51	5,5	4,0	2,4
8:00	24,434	22,710	22,340	19,7	19,3	19,6	7,88	7,60	7,47	3,88	3,10	3,24	2,1	3,0	3,0
9:00	21,667	20,348	23,814	19,9	19,6	20,1	7,73	7,47	7,68	4,12	3,82	3,29	2,4	2,0	2,4
10:00	20,536	20,263	21,058	20,2	19,8	19,7	7,55	7,52	7,55	4,10	3,85	3,74	1,4	3,0	1,9
11:00	22,188	19,558	20,893	21,2	19,6	19,8	7,85	7,42	7,80	3,80	3,96	3,40	1,8	1,3	2,3
12:00	24,078	24,660	24,660	20,9	20,4	19,6	7,86	7,45	7,76	3,74	3,14	3,42	2,3	1,5	1,9
13:00	24,380	23,252	23,694	20,2	20,2	19,6	7,72	7,53	7,70	3,79	3,22	3,30	2,0	2,5	1,4
14:00	24,000	22,273	22,397	20,3	20,6	19,7	7,78	7,40	7,70	4,12	4,13	3,14	1,2	1,5	1,6
15:00	22,264	20,078	20,308	20,1	19,6	19,6	7,76	7,42	7,62	4,03	3,34	3,56	1,0	2,5	1,2
16:00	20,273	21,892	21,455	19,9	19,3	18,9	7,53	7,57	7,61	4,23	3,74	3,45	1,0	1,8	1,6
17:00	20,085	21,261	22,349	19,8	19,5	19,0	7,54	7,72	7,72	4,55	3,82	3,65	1,0	2,1	1,8
18:00	21,379	24,397	23,750	19,2	19,4	19,1	7,46	7,39	7,56	4,60	3,24	3,55	1,3	1,8	1,6
19:00	24,904	25,096	24,327	19,0	19,0	18,6	7,49	7,40	7,46	3,74	3,41	3,62	1,0	1,2	1,0
20:00	21,468	21,964	22,264	18,6	19,3	18,8	7,57	7,35	7,61	3,41	3,88	3,54	0,5	1,3	1,0
21:00	21,827	21,682	21,504	18,6	18,8	18,2	7,76	7,32	7,65	3,90	3,80	3,45	0,7	0,8	0,9
22:00	20,593	20,417	21,589	18,2	18,5	18,3	7,70	7,30	7,48	4,12	4,12	3,62	0,4	0,6	0,6
23:00	20,087	20,357	21,944	18,8	18,0	17,6	7,80	7,28	7,52	4,01	4,02	3,41	0,6	0,6	0,5
0:00	19,901	20,094	20,094	18,0	17,5	17,8	7,82	7,42	7,54	4,22	4,21	3,52	0,4	0,5	0,4
1:00	19,364	19,138	20,085	17,9	17,9	17,3	7,86	7,40	7,41	4,25	4,20	4,12	0,5	0,5	0,4
2:00	17,080	18,350	18,302	17,5	17,3	17,2	7,90	7,45	7,45	4,29	4,03	4,12	0,4	0,5	0,4
3:00	17,018	16,518	18,621	17,6	17,0	17,4	7,83	7,51	7,63	5,12	4,00	4,02	0,4	0,4	0,3
4:00	16,066	16,111	16,462	17,6	17,3	17,0	7,84	7,55	7,54	5,14	4,32	4,15	0,3	0,4	0,3
5:00	16,240	16,456	17,830	17,7	17,4	17,3	7,62	7,61	7,55	5,22	4,16	4,20	0,4	0,5	0,5
6:00	20,935	21,736	21,103	18,3	18,0	17,9	7,65	7,41	7,50	3,94	4,01	4,23	1,5	1,8	1,2
Promedio	21,056	20,857	21,374	19,0	18,8	18,6	7,74	7,48	7,59	4,15	3,78	3,63	1,3	1,5	1,3

Fuente: Elaboración propia, EMPRESA COLOMBIANA CON SOLUCIONES AMBIENTALES.
 "ECOSAM SAS"

Tabla 10. Promedio 24 horas análisis in situ (La Magnolia – Temporada Verano)

Hora	Caudal (L/s)			Temp. (°C)			pH (unid. pH)			Oxígeno disuelto (mg/L)			S. Sed.(ml/L)		
	05/03/ 2023	07/03/ 2023	17/04/ 2023	05/03/ 2023	07/03/ 2023	17/04/ 2023	05/03/ 2023	07/03/ 2023	17/04/ 2023	05/03/ 2023	07/03/ 2023	17/04/ 2023	05/03/ 2023	07/03/ 2023	17/04/ 2023
TEMPORADA DE VERANO															
6:00	23.063	26.408		18.4	18.6		15.2	15.5		7.91	7.84		2.82	3.12	
7:00	25.673	29.681		18.7	19.0		15.5	15.8		7.97	7.73		2.92	3.04	
8:00	25.096	31.290		19.1	19.4		16.2	16.3		7.86	7.69		2.94	3.12	
9:00	24.095	25.714		19.5	19.6		16.3	16.5		7.88	7.78		2.95	2.98	
10:00	24.118	23.945		19.9	20.0		16.8	17.0		7.76	7.75		2.74	2.94	
11:00	24.300	27.642	20.000	20.0	20.2		17.0	17.0		7.72	7.60		2.72	2.84	
12:00	24.757	26.296	20.000	20.5	20.5		17.5	17.4		7.82	7.81		2.70	2.80	
13:00	26.818	24.100		20.8	21.0		18.0	17.9		7.74	7.80		2.78	2.94	
14:00	25.044	22.240		21.0	21.3	20.0	18.3	18.5		7.93	7.65		2.84	2.95	3.00
15:00	26.058	22.990		20.6	21.0	20.0	18.6	18.4		7.59	7.68		2.83	2.94	3.00
16:00	23.962	22.845		20.0	20.8	20.0	18.0	18.5	18.0	7.63	7.66		2.86	2.96	3.00
17:00	22.991	22.920		19.6	20.0		18.1	18.3	18.0	7.68	7.70		2.34	3.10	
18:00	23.274	22.982		19.3	19.5		17.6	18.0	18.0	7.69	7.72	7.00	2.45	3.11	
19:00	24.904	22.696		18.9	19.2		17.4	17.6		7.70	7.75	7.00	2.55	3.12	
20:00	24.369	21.293		18.8	19.0		17.0	17.4		7.78	7.82	7.00	2.60	2.98	
21:00	23.750	20.174		18.5	18.7		16.8	17.0		7.81	7.60		2.83	3.04	
22:00	23.113	19.237		18.0	18.5		16.5	16.6		7.84	7.65		2.64	3.10	
23:00	21.727	18.879		18.1	18.4		16.1	16.4		7.86	7.69		2.60	3.12	
0:00	22.157	18.443		18.2	18.5		15.6	16.0		7.70	7.68		2.60	3.11	
1:00	21.132	17.387		17.8	18.0		15.2	15.6		7.72	7.78		2.81	3.15	
2:00	20.097	16.549		17.7	17.6		15.0	15.4		7.68	7.60		2.91	3.10	
3:00	18.482	15.565		17.8	17.5		15.1	15.5		7.69	7.62		2.94	3.20	
4:00	18.319	15.877		17.9	17.6		15.2	15.4		7.75	7.74		2.80	3.22	
5:00	18.205	15.897		17.6	17.5		15.0	15.4		7.82	7.78		2.84	3.14	
6:00	21.770	21.731		17.8	17.4		15.3	15.6		7.83	7.86		2.83	3.15	
Promedio	23.091	22.111		19.0	19.2		16.5	16.8		7.77	7.72		2.75	3.05	

Fuente: Elaboración propia, EMPRESA COLOMBIANA CON SOLUCIONES AMBIENTALES.
 “ECOSAM SAS”

Así mismo se presentan las gráficas de Caudal (figura 28), Temperatura (figura 29), pH (figura 30), Oxígeno disuelto (figura 31), y sólidos sedimentables (figura 32), para el vertimiento quebrada La Malagueña (Agua Blanca) en temporada de Lluvias, es decir, para los días 21, 22 y 27 de agosto de 2022

Por último, se presentan las gráficas de Caudal (figura 33), Temperatura (figura 34), pH (figura 35), Oxígeno disuelto (figura 36), y sólidos sedimentables (figura 37), para el vertimiento quebrada La Malagueña (Agua Blanca) en temporada de verano, es decir, para los días 05 de marzo, 07 de marzo y 17 de abril de 2023

Para profundizar esta información revisar los informes de campo de los estudios (Anexos # al #)



INVERTELSA

ELABORACIÓN DE ESTUDIOS DE DIAGNÓSTICO, REVISIÓN, REFORMULACIÓN, AJUSTES, ACTUALIZACIÓN Y VIABILIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DEL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE MÁLAGA, SANTANDER

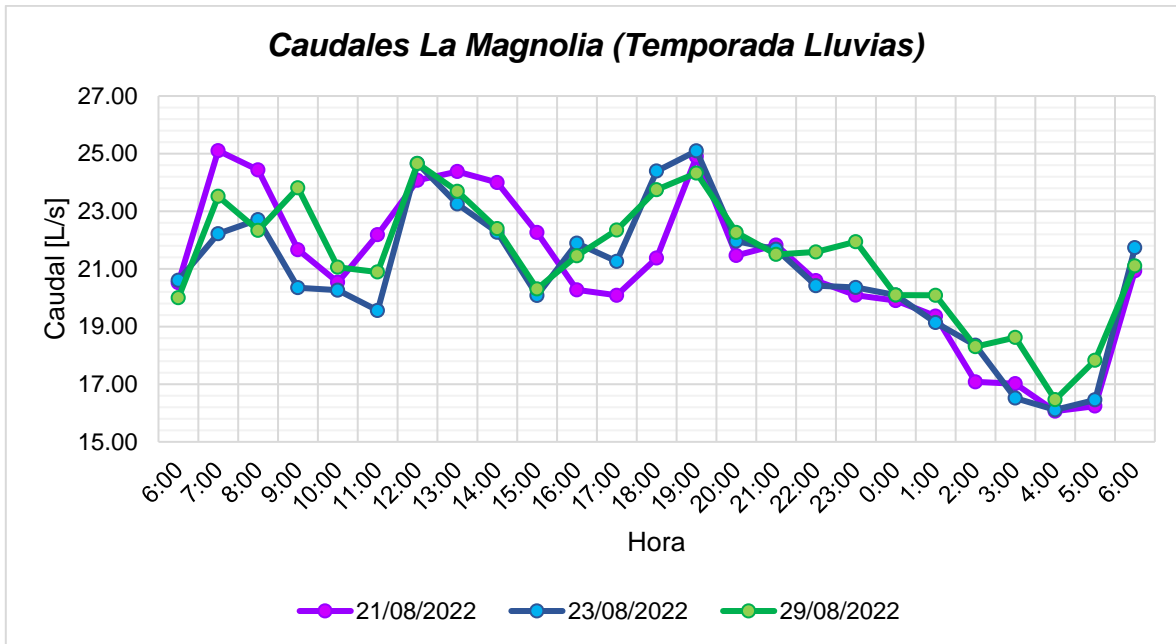


Figura 28. Caudales vertimiento La Magnolia (Temporada Lluvias)

Fuente: Elaboración propia, EMPRESA COLOMBIANA CON SOLUCIONES AMBIENTALES. "ECOSAM SAS"

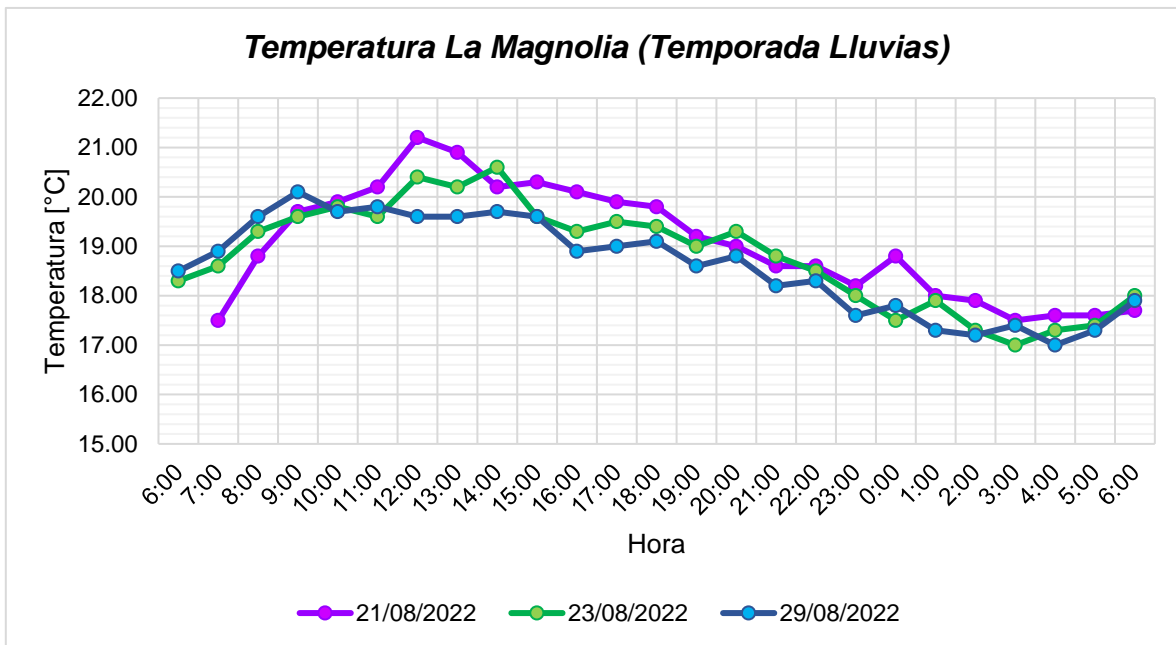


Figura 29. Temperatura vertimiento La Magnolia (Temporada Lluvias)

Fuente: Elaboración propia, EMPRESA COLOMBIANA CON SOLUCIONES AMBIENTALES. "ECOSAM SAS"



INVERTELSA

ELABORACIÓN DE ESTUDIOS DE DIAGNÓSTICO, REVISIÓN,
REFORMULACIÓN, AJUSTES, ACTUALIZACIÓN Y
VIABILIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE ACUEDUCTO Y
ALCANTARILLADO DEL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE
MÁLAGA, SANTANDER

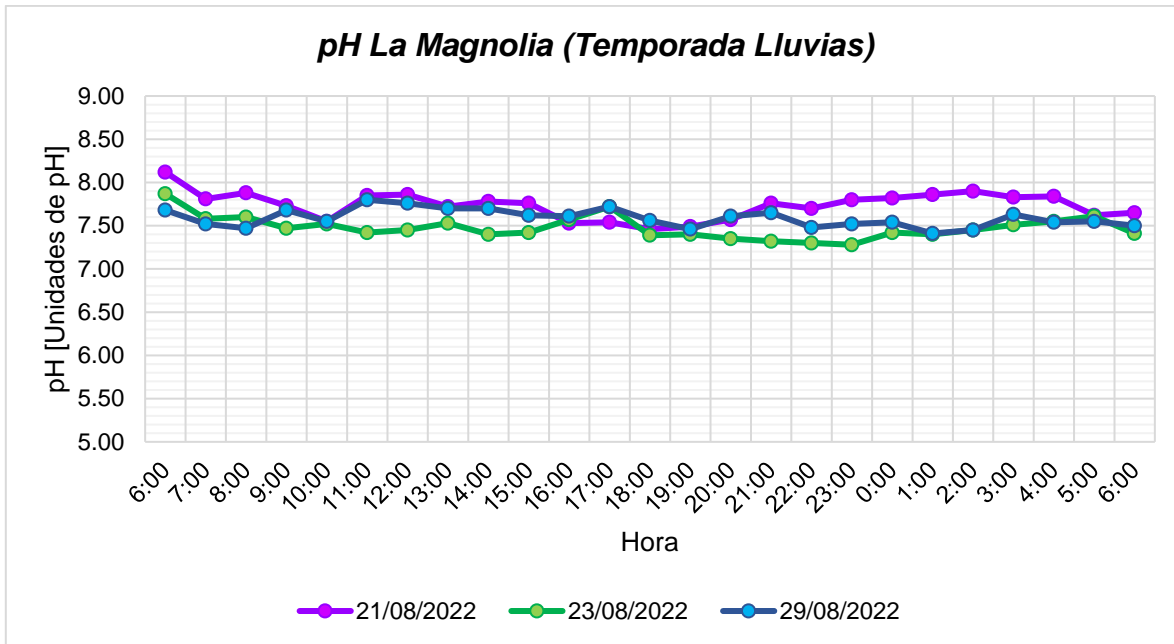


Figura 30. pH vertimiento La Magnolia (Temporada lluvias)

Fuente: Elaboración propia, EMPRESA COLOMBIANA CON SOLUCIONES AMBIENTALES.
"ECOSAM SAS"

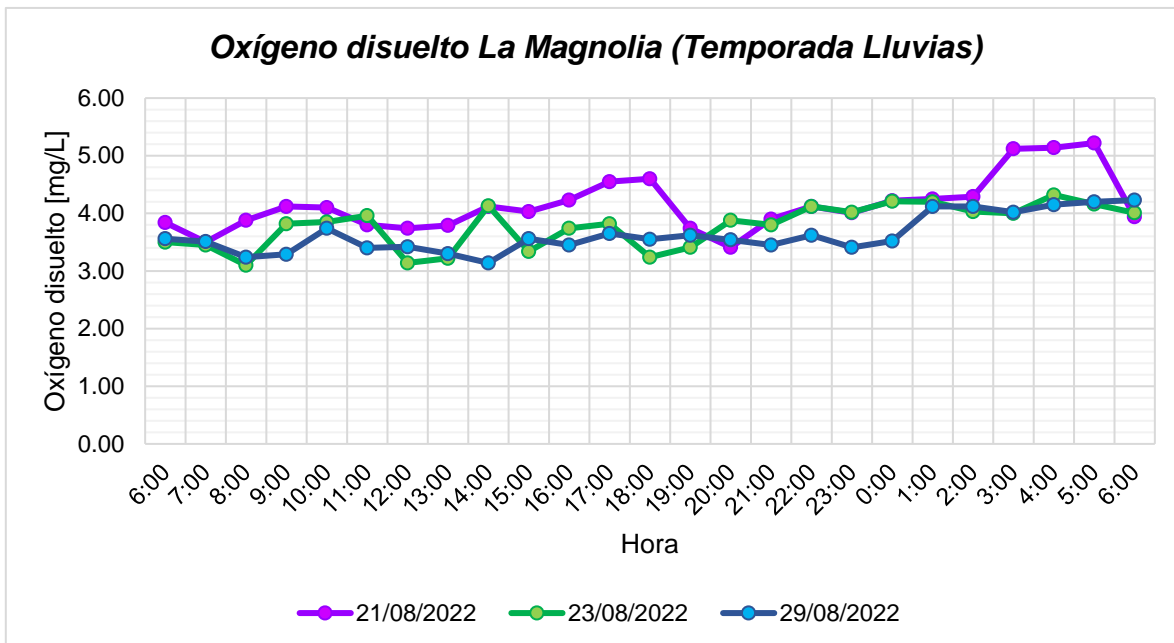


Figura 31. Oxígeno disuelto vertimiento La Magnolia (Temporada lluvias)

Fuente: Elaboración propia, EMPRESA COLOMBIANA CON SOLUCIONES AMBIENTALES.
"ECOSAM SAS"



INVERTELSA

ELABORACIÓN DE ESTUDIOS DE DIAGNÓSTICO, REVISIÓN,
REFORMULACIÓN, AJUSTES, ACTUALIZACIÓN Y
VIABILIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE ACUEDUCTO Y
ALCANTARILLADO DEL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE
MÁLAGA, SANTANDER

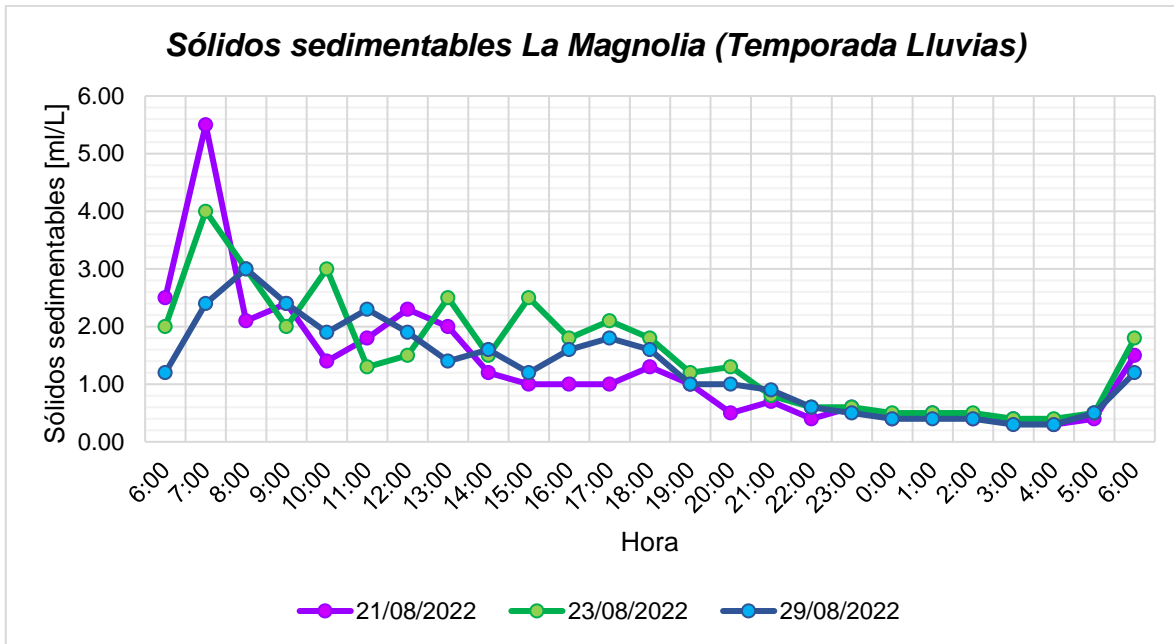


Figura 32. Sólidos sedimentables vertimiento La Magnolia (Temporada Lluvias)
Fuente: Elaboración propia, EMPRESA COLOMBIANA CON SOLUCIONES AMBIENTALES.
"ECOSAM SAS"

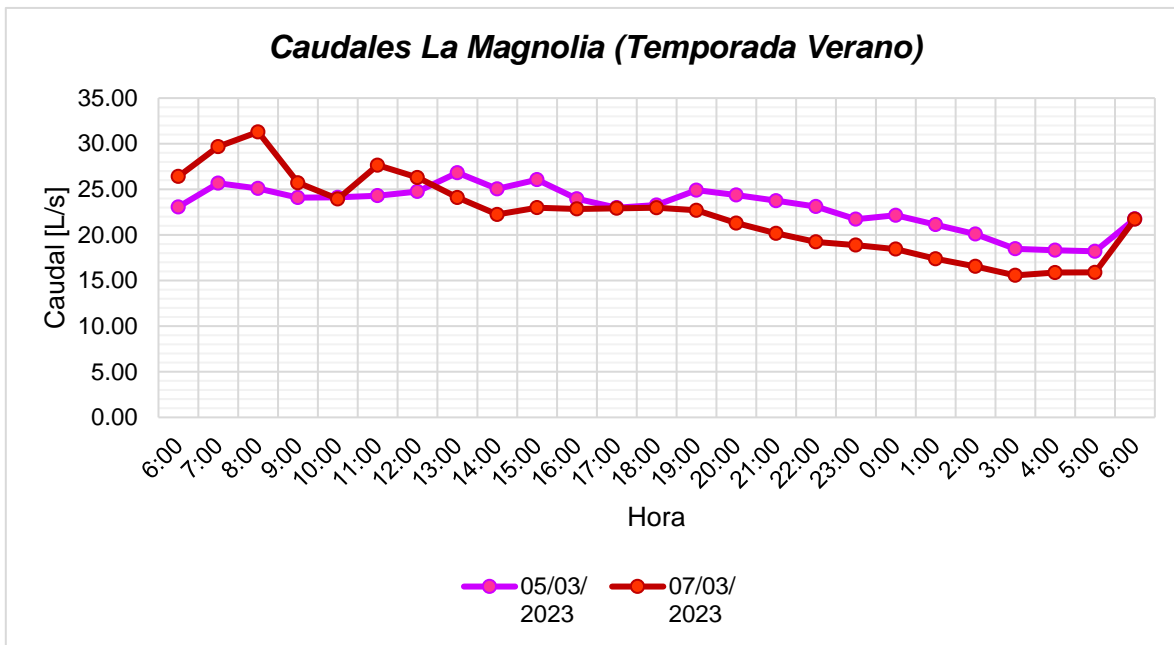


Figura 33. Caudales vertimiento La Magnolia (Temporada verano)
Fuente: Elaboración propia, EMPRESA COLOMBIANA CON SOLUCIONES AMBIENTALES.
"ECOSAM SAS"



INVERTELSA

ELABORACIÓN DE ESTUDIOS DE DIAGNÓSTICO, REVISIÓN, REFORMULACIÓN, AJUSTES, ACTUALIZACIÓN Y VIABILIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DEL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE MÁLAGA, SANTANDER

Temperatura La Magnolia (Temporada Verano)

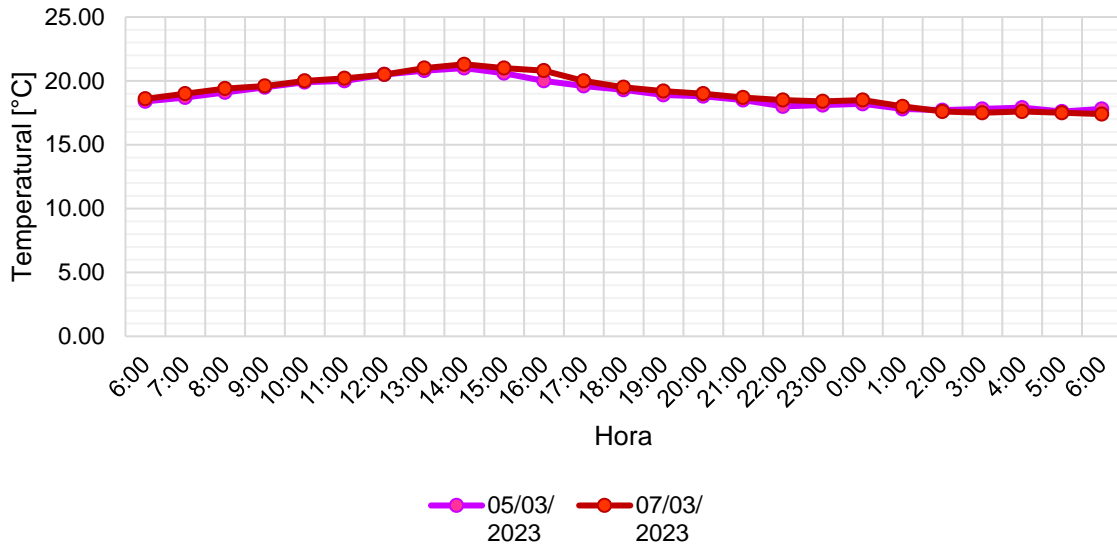


Figura 34. Temperatura vertimiento La Magnolia (Temporada verano)
Fuente: Elaboración propia, EMPRESA COLOMBIANA CON SOLUCIONES AMBIENTALES. "ECOSAM SAS"

pH La Magnolia (Temporada Verano)

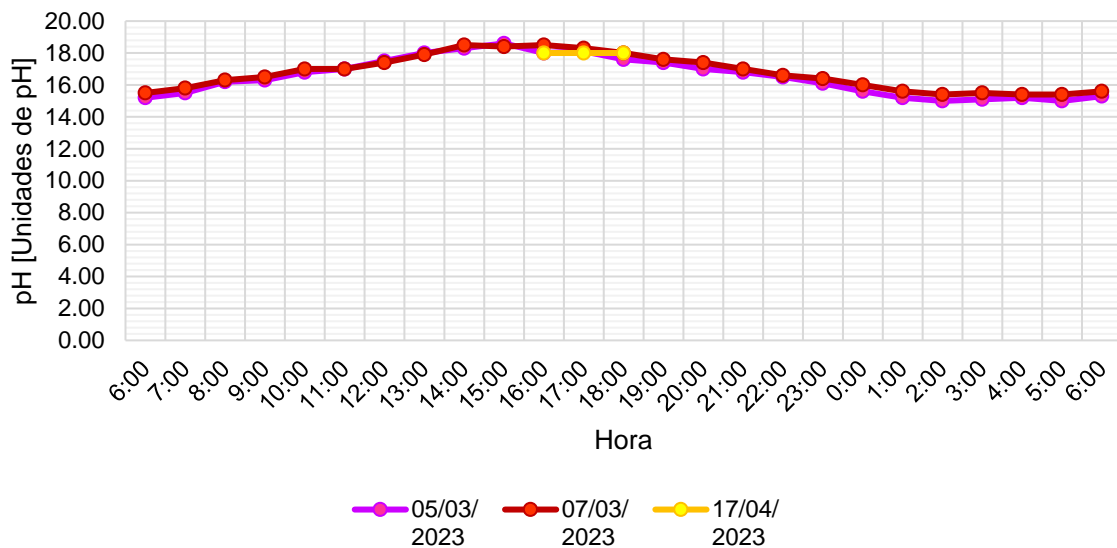


Figura 35. pH vertimiento La Magnolia (Temporada verano)
Fuente: Elaboración propia, EMPRESA COLOMBIANA CON SOLUCIONES AMBIENTALES. "ECOSAM SAS"



INVERTELSA

ELABORACIÓN DE ESTUDIOS DE DIAGNÓSTICO, REVISIÓN,
REFORMULACIÓN, AJUSTES, ACTUALIZACIÓN Y
VIABILIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE ACUEDUCTO Y
ALCANTARILLADO DEL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE
MÁLAGA, SANTANDER

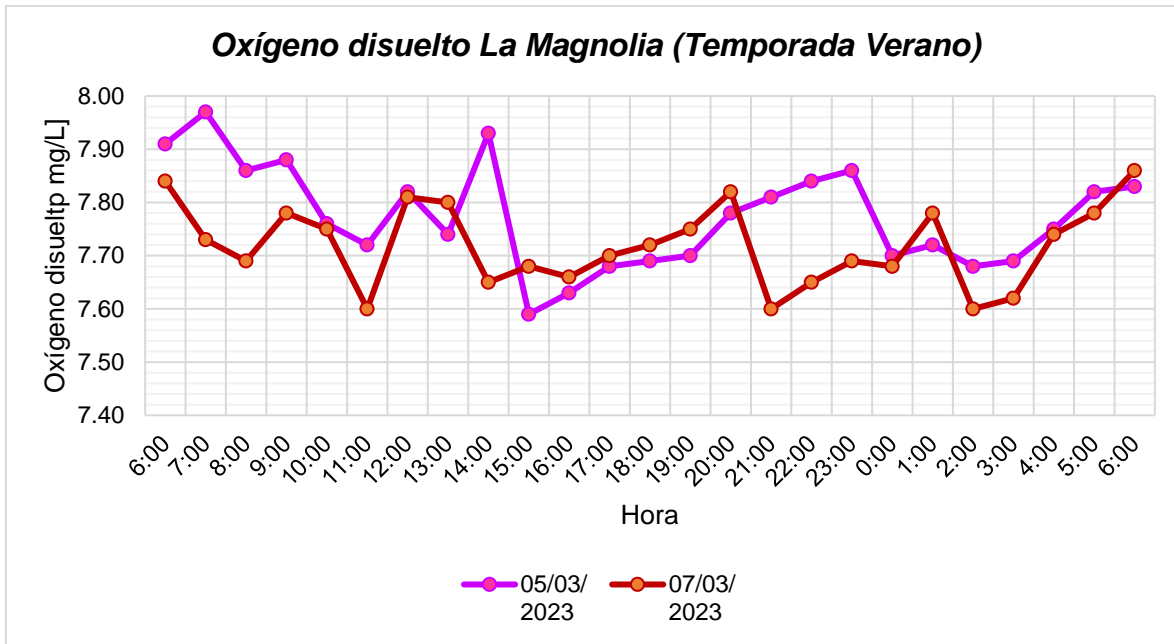


Figura 36. Oxígeno disuelto vertimiento La Magnolia (Temporada verano)
Fuente: Elaboración propia, EMPRESA COLOMBIANA CON SOLUCIONES AMBIENTALES.
“ECOSAM SAS”

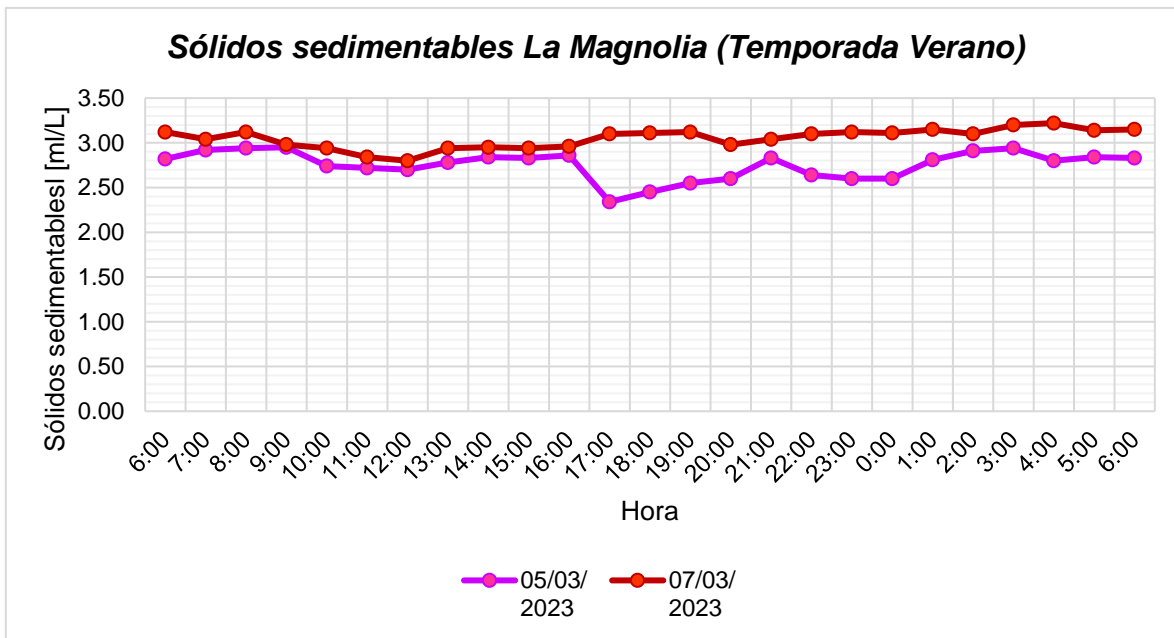


Figura 37. Sólidos sedimentables vertimiento La Magnolia (Temporada verano)
Fuente: Elaboración propia, EMPRESA COLOMBIANA CON SOLUCIONES AMBIENTALES.
“ECOSAM SAS”

CARGAS CONTAMINANTES

En la estimación de las cargas contaminantes se tienen presentes los valores obtenidos en las pruebas de laboratorio para los parámetros de DBO y SST, en tal caso se realizó los cálculos de la carga contaminante empleando la siguiente ecuación, teniendo en cuenta las 24 horas de muestreo.

$$C_c = (Q)(C) \left(\frac{t}{24} \right)$$

Donde:

C_c = Carga contaminante (Kg/día)

Q = caudal promedio del periodo de estudio (L/seg)

C = concentración de la sustancia contaminante (mg/L)

T = tiempo en horas por día (h) (El municipio de Málaga realiza vertimientos continuos durante las 24 horas del día por lo tanto el tiempo es 24 horas)

La tabla 11 y 12 muestran la carga contaminante medida para la temporada de lluvias y para temporada de verano, respectivamente.

Tabla 11. Cargas contaminantes – Temporada de Lluvias

	Carga contaminante - Temporada de Lluvias					
	21/08/2022		23/08/2022		27/08/2022	
Quebrada	DBO [KgDBO5/día]	SST [KgSST/día]	DBO [KgDBO5/día]	SST [KgSST/día]	DBO [KgDBO5/día]	SST [KgSST/día]
La Malagueña	342.615528	275.215752	484.8911424	395.4171816	198.8937972	348.884172
La magnolia	439.6417632	167.1396703	403.6366188	405.316264	413.596188	225.0732744
Total	782.2572912	442.3554223	888.5277612	800.7334456	612.4899852	573.9574464

Fuente: Elaboración propia, EMPRESA COLOMBIANA CON SOLUCIONES AMBIENTALES. "ECOSAM SAS"

Tabla 12. Cargas contaminantes – Temporada de Verano

	Carga contaminante - Temporada de Verano					
	5/03/2023		7/03/2023		17/04/2023	
Quebrada	DBO [KgDBO5/día]	SST [KgSST/día]	DBO [KgDBO5/día]	SST [KgSST/día]	DBO [KgDBO5/día]	SST [KgSST/día]
La Malagueña	299.4094908	712.1090592	486.2060424	718.1319132		
La magnolia	324.1970784	469.6701264	374.1221808	1,080.3140240		
Total	623.6065692	1181.779186	860.3282232	1798.445937	0	0

Fuente: Elaboración propia, EMPRESA COLOMBIANA CON SOLUCIONES AMBIENTALES. "ECOSAM SAS"