	<p>Contrato de Consultoría No. 00854-2024.</p> <p>Elaboración de un estudio para establecer las metas globales e individuales de carga contaminante para calcular la tasa retributiva (TR) por vertimientos a las subzonas hidrográficas en la jurisdicción de la corporación autónoma regional de Santander (CAS) para el quinquenio 2025-2029”.</p>	<p>Metodología de evaluación de metas cargass</p> <hr/> <p>Versión 01</p> <hr/> <p>1 de octubre de 2024</p>
--	---	--	--

ELABORACIÓN DE UN ESTUDIO PARA ESTABLECER LAS METAS GLOBALES E INDIVIDUALES DE CARGA CONTAMINANTE PARA CALCULAR LA TASA RETRIBUTIVA (TR) POR VERTIMIENTOS A LAS SUBZONAS HIDROGRÁFICAS EN LA JURISDICCIÓN DE LA CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE SANTANDER (CAS) PARA EL QUINQUENIO 2025-2029”.

CONTRATO DE CONSULTORÍA NO. 00854-2024

METODOLOGIA PARA EL DISEÑO Y EVALUACIÓN DE CUASIMETAS CUANDO CUENTAN CON CARGAS DE DBO5 Y SST.

**CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE SANTANDER
- CAS**

OCTUBRE, 2024




 	<p align="center">Contrato de Consultoría No. 00854-2024. Elaboración de un estudio para establecer las metas globales e individuales de carga contaminante para calcular de la tasa retributiva (tr) por vertimientos a las subzonas hidrográficas en la jurisdicción de la corporación autónoma regional de Santander (cas) para el quinquenio 2025-2029”.</p>	<p align="center">Metodología para evaluación de metas cargas</p>
		<p align="center">Versión 01</p>
		<p align="center">1 de octubre 2024</p>

TABLA DE CONTENIDO

1. Introducción	3
2. Objetivo general	3
3. Objetivos específicos	3
4. Alcances	4
5. Base normativa	4
6. Proceso de Consulta	5
7. Metodología para el diseño del escenario de las posibles metas y la evaluación de propuestas de metas de cargas presentadas por los usuarios	6
4. Implementación de la metodología DE MODELACIÓN simplificada de cargas para establecer la capacidad de carga de cada tramo.	11
5. Evaluación de las propuestas de metas y selección de las que se ajustan al marco de metas cuasióptimas.	14
6. Conclusiones	16

	<p style="text-align: center;">Contrato de Consultoría No. 00854-2024. Elaboración de un estudio para establecer las metas globales e individuales de carga contaminante para calcular de la tasa retributiva (tr) por vertimientos a las subzonas hidrográficas en la jurisdicción de la corporación autónoma regional de Santander (cas) para el quinquenio 2025-2029".</p>	Metodología para evaluación de metas cargas
		Versión 01
		1 de octubre 2024

4. INTRODUCCIÓN

Como parte de la pirámide documental que soporta los procesos de consulta de metas de cargas contaminantes que deben adelantar las autoridades ambientales cada cinco años, según lo establecido en el Capítulo 7 del Decreto Único Reglamentario – DUR 1076 DE 2015, la AAC debe diseñar el escenario de comparación denominado “Metas cargas de DBO₅ y SST”, el cual ha de servir como referente para comparar y evaluar las propuestas de metas que presenten los usuarios ante la AAC para el quinquenio.

Para suplir la necesidad expuesta, se diseña en este documento, el cual hace parte del compendio de normas y guías para el desarrollo de la consulta de metas de cargas para el quinquenio 2025 - 2029 en jurisdicción de la CAS, la metodología para el diseño del marco de metas, es decir, el escenario de referencia con el cual se deben evaluar las propuestas de metas de cargas presentadas por los usuarios del recurso hídrico en la jurisdicción de la CAS, quienes han sido identificados como agentes generadores de cargas puntuales de DBO₅ y SST.



Lo que se pretende con este trabajo, es minimizar niveles de subjetividad en el proceso de evaluación de las propuestas de metas de cargas que presentan los usuarios identificados como generadores de descargas líquidas puntuales a los cuerpos de agua de la jurisdicción de la CAS, para el quinquenio 2025 - 2029.

5. OBJETIVO GENERAL

- Establecer la metodología para estructurar el marco de metas de cargas de DBO₅ y SST, que ha de servir para evaluar las propuestas de metas de cargas de DBO₅ y SST que presentan los usuarios correspondientes al periodo 2025-2029.

6. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diseñar de la metodología para construir el marco de metas de cargas, entendidas estas, como el escenario de cargas de DBO₅ y SST que más le conviene a la CAS en el proceso de consulta.
- Estructurar la metodología para la evaluación de las propuestas de metas de cargas y de puntos de vertimiento que sean presentadas a la CAS durante el proceso de consulta de metas de cargas para el quinquenio 2025-2029.

 	<p align="center">Contrato de Consultoría No. 00854-2024.</p> <p align="center">Elaboración de un estudio para establecer las metas globales e individuales de carga contaminante para calcular de la tasa retributiva (tr) por vertimientos a las subzonas hidrográficas en la jurisdicción de la corporación autónoma regional de Santander (cas) para el quinquenio 2025-2029”.</p>	Metodología para evaluación de metas cargas
		Versión 01
		1 de octubre 2024

7. ALCANCES

El documento se estructura como soporte documental de la CAS dentro del proceso de consulta de metas de cargas contaminantes de DBO₅ y SST para el periodo 2025 -2029, como guía para la evaluación de las propuestas de metas que presenten los usuarios en el proceso de consulta de metas de cargas para el periodo 2025 -2029

8. BASE NORMATIVA

La siguiente es la base normativa, para la planificación, implementación y evaluación de la tasa retributiva por descargas puntuales. Se incluyen las normas de orden regional e institucional, pero en especial las del orden nacional compiladas en el Decreto Único Reglamentario para el sector ambiental – DUR o decreto 1076 de 2015.

Tabla 1. Marco normativo tasa retributiva por descargas líquidas puntuales

NORMA	ALCANCE
Decreto 1076 de 2015 Capítulo 3 y capítulo 7	Decreto único reglamentario del sector ambiental. Ordenamiento del Recurso Hídrico y Vertimientos. Compila el Decreto 3930 de 2010. Establece las Tasas Retributivas por vertimientos puntuales al agua. Compila el Decreto 2667 de 2010.
Resolución No. 0372 de mayo de 1998 del MADS	Actualiza la tarifa mínima de la tasa retributiva por vertimientos líquidos y se dictan otras disposiciones.
Resolución No. 1433 de 2004 del MADS	Se reglamenta el artículo 12 del Decreto 3100 de 2003 (Derogado por el Decreto 2667 de 2010 actualmente compilado en el Decreto 1076 de 2015), sobre Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos -PSMV.
Resolución No. 2145 de diciembre de 2005 del MADS	Mediante la cual se modifica parcialmente la Resolución No. 1433 de 2004.
Acuerdo 090 de 2024	Define los objetivos de calidad para los cuerpos de agua de la jurisdicción de la CAS.
Decreto 2141 de diciembre 23 de 2016 (MADS y MINVIVIENDA)	Reglamenta el artículo 228 de la Ley 1753 de 2015, en lo que respecta al ajuste del FACTOR REGIONAL de la tasa retributiva por incumplimientos no imputables a los municipios o empresas de servicios públicos.
Ley 1450 de julio 24 de 2011 Plan Nacional de Desarrollo 2011 - 2014	Adiciona el párrafo del artículo 42 de la Ley 99 de 1993, se amplía la base gravable para cobro de la tasa

	Contrato de Consultoría No. 00854-2024. Elaboración de un estudio para establecer las metas globales e individuales de carga contaminante para calcular de la tasa retributiva (tr) por vertimientos a las subzonas hidrográficas en la jurisdicción de la corporación autónoma regional de Santander (cas) para el quinquenio 2025-2029".		Metodología para evaluación de metas cargas
			Versión 01
			1 de octubre 2024

	retributiva a todos los generadores de vertimientos líquidos
--	--


El Artículo 2.2.9.7.3.1 del decreto Único Reglamentario (DUR) establece con respecto a la Meta global de carga contaminante. La autoridad ambiental competente establecerá cada cinco años, una meta global de carga contaminante para cada cuerpo de agua o tramo del mismo de conformidad con el procedimiento establecido en el presente capítulo, la cual será igual a la suma de las metas quinquenales individuales y grupales establecidas en este capítulo.

La meta global será definida para cada uno de los elementos, sustancias o parámetros, objeto del cobro de la tasa y se expresará como la carga total de contaminante a ser vertida al final del quinquenio, expresada en términos de kilogramos/año. Las autoridades ambientales establecerán la meta global que conduzca a los usuarios al cumplimiento de los objetivos de calidad establecidos por dichas autoridades. La determinación de la meta global en un cuerpo de agua o tramo del mismo, se hará teniendo en cuenta la línea base, las proyecciones de carga de los usuarios y los objetivos de calidad vigentes al final del quinquenio, así como la capacidad de carga del tramo o cuerpo de agua y la ejecución de obras prevista en el Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos – PSMV, Permiso de Vertimiento y Plan de reconversión y tecnología limpia en gestión de vertimientos de conformidad con lo dispuesto en capítulo 3 del título 3, la parte 2, libro 2 del presente Decreto (1076 de 2015) o la norma que lo modifique o sustituya.

Según el Artículo 2.2.9.7.3.5. el procedimiento para el establecimiento de la meta global de carga contaminante. La autoridad ambiental competente aplicará el siguiente procedimiento para la determinación de la meta global que trata el presente capítulo:

9. PROCESO DE CONSULTA

- El proceso de consulta para el establecimiento de la meta, se iniciará con la expedición de un acto administrativo, el cual debe contener como mínimo: Duración; personas que pueden presentar propuestas; plazos para la presentación de propuestas; mecanismos de participación; la forma de acceso a la documentación sobre la calidad de los cuerpos de agua o tramos de los mismos y la dependencia de la autoridad ambiental competente encargada de divulgar la información.
- La información técnica sobre la calidad del cuerpo de agua o tramo del mismo y de la línea base, deberá publicarse en los medios de comunicación disponibles y/o en la página web de la autoridad ambiental competente, con el fin ponerla a disposición de los usuarios y de la comunidad, por un término no inferior a quince (15) días hábiles anteriores a la fecha señalada para la presentación de las propuestas.

	<p style="text-align: center;">Contrato de Consultoría No. 00854-2024.</p> <p style="text-align: center;">Elaboración de un estudio para establecer las metas globales e individuales de carga contaminante para calcular de la tasa retributiva (tr) por vertimientos a las subzonas hidrográficas en la jurisdicción de la corporación autónoma regional de Santander (cas) para el quinquenio 2025-2029”.</p>	Metodología para evaluación de metas cargas
		Versión 01
		1 de octubre 2024

- Durante la consulta, la autoridad ambiental presentará los escenarios de metas, de acuerdo al análisis de las condiciones que más se ajusten al objetivo de calidad de calidad vigente al final del quinquenio y la capacidad de carga del tramo o cuerpo de agua definidos a partir de evaluaciones y/o modelaciones de calidad del agua.

El documento se orienta de manera especial a cumplir con este literal del Artículo 2.2.9.7.3.5 del decreto Único reglamentario –DUR (Decreto 1076 de 2015). Metodología para el diseño del escenario de las posibles metas y la evaluación de propuestas de metas de cargas presentadas por los usuarios.

10. METODOLOGÍA PARA EL DISEÑO DEL ESCENARIO DE LAS POSIBLES METAS Y LA EVALUACIÓN DE PROPUESTAS DE METAS DE CARGAS PRESENTADAS POR LOS USUARIOS

La metodología para el diseño del marco de posibles metas DBO₅ y SST con base en las cuales se evaluarán las propuestas de metas de cargas presentadas en el proceso de consulta que viene desarrollando las CAS para el quinquenio 2025 -2029 en su jurisdicción, se fundamenta en tres escenarios básicos:

1. La evaluación del cumplimiento de los límites permisibles establecidos en la Resolución 0631 de 2015 para los usuarios responsables de la tasa retributiva relacionados con la DBO₅ y los SST.
2. Evaluación de la relación entre las metas propuestas y su incidencia en los objetivos de calidad definidos para el tramo o cuerpo de agua.
3. Implementación de la metodología de modelación simplificada de cargas para establecer la capacidad de carga de cada tramo.
4. Evaluación de las propuestas de metas y selección de las que se ajustan al marco de posibles metas.
5. Aplicación de metodología de metas presuntivas a quienes sean rechazados.

La sustentación metodológica de acuerdo con la lista de pasos indicada es la siguiente:

10.1 EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LOS LÍMITES PERMISIBLES ESTABLECIDOS EN LA RESOLUCIÓN 0631 DE 2015 PARA LOS USUARIOS RESPONSABLES DE LA TASA RETRIBUTIVA RELACIONADOS CON LA DBO₅ Y LOS SST.

Los límites permisibles por vertimientos líquidos puntuales, fueron establecidos dentro del proceso de reglamentación del Decreto 3930 de 2010, partir de la Resolución 0631 de 2015, compilada en el artículo 2 del Decreto 1076 de 2015. Se entienden como el contenido permitido de una sustancia, elemento o parámetro contaminante, en forma individual, mezclado o en combinación, o sus productos de metabolismo establecidos en los permisos

	Contrato de Consultoría No. 00854-2024. Elaboración de un estudio para establecer las metas globales e individuales de carga contaminante para calcular de la tasa retributiva (tr) por vertimientos a las subzonas hidrográficas en la jurisdicción de la corporación autónoma regional de Santander (cas) para el quinquenio 2025-2029".			Metodología para evaluación de metas cargas
				Versión 01
				1 de octubre 2024

de vertimiento y/o en los Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos -PSMV (Artículo 2.2.9.7.2.1 – DUR 1076 de 2015).

La Resolución 0631 de 2015, establece que la Autoridad Ambiental de Colombia- AAC deben ajustar los programas de cobro de cargos por contaminación de tal manera que las metas individuales de cargas de DBO₅ y SST, se orienten de manera especial a cumplir con la norma de vertimientos líquidos, lo cual implica, que las autoridades ambientales no deben aceptar propuestas de metas de cargas de DBO₅ y SST que no garanticen la remoción de la carga necesaria para ajustarse a la Resolución 0631 de 2015



Lo que se debe hacer para cumplir con este requisito es evaluar uno a uno los usuarios del recurso hídrico, generadores de descargas puntuales (independientemente que cuenten o no con permiso de vertimiento) frente a los límites de descarga de DBO₅ y SST que establece la norma, para calcular cuál es la carga que deben verter al cuerpo receptor cumpliendo la Resolución 0631 de 2015. Significa que la meta mínima de cargas de DBO₅ y SST a ser aceptada por la CAS, será aquella que lleve al usuario a cumplir con este requisito.

Como la mejor manera de entenderlo es con números y cálculos, en el siguiente cuadro se muestra el ejercicio de comparación entre los tres escenarios que deben analizarse, siendo ellos:

1. Carga vertida en condición actual.
2. Carga a verter cumpliendo la norma.
3. Carga de DBO₅ y SST a remover para ajustarse a la norma y a partir de la cual, se debe estructurar la propuesta de metas para el quinquenio.

Tabla 2. Ejercicio de cargas cumpliendo norma de límites permisibles

Usuario: Una cabecera municipal de 21.000 habitantes					
De acuerdo con la norma (Res. 0631 de 2015), el limite permisible de este usuario en DBO ₅ es de 90 mg/L					
Escenario	Descripción	Caudal	Concentración	Tiempo	Carga (kg/año)
No		L/s	mg/L (DBO ₅)	Días/año	
1	Condición actual del usuario	51	285	365	458.376
2	Condición de la norma (Res 0631 de 2015)	51	90	365	144.750

 	Contrato de Consultoría No. 00854-2024. Elaboración de un estudio para establecer las metas globales e individuales de carga contaminante para calcular de la tasa retributiva (tr) por vertimientos a las subzonas hidrográficas en la jurisdicción de la corporación autónoma regional de Santander (cas) para el quinquenio 2025-2029".			Metodología para evaluación de metas cargas
				Versión 01
				1 de octubre 2024

3	Carga de DBO ₅ a remover para ajustarse a la norma y a partir de la cual, se debe estructurar la propuesta de metas para el quinquenio.				313.626
---	--	--	--	--	----------------

Del cuadro anterior, se concluye que el usuario como mínimo, debe proponer una remoción de 313.626,00 kg/año de DBO₅. Significa que, para ajustarse a la norma, debe remover el 68.4% de la carga que vierte actualmente de DBO₅.

Cualquier propuesta con una remoción de DBO₅ inferior a esta cifra, deberá ser rechazada en el primer paso y no es comparable ni evaluable en los pasos posteriores. El usuario deberá sustentar una propuesta de meta individual para DBO₅, que empiece por este valor y la decisión final, deberá responder al análisis económico de cada usuario.

10.2 EVALUACIÓN DE LA RELACIÓN ENTRE LAS METAS PROPUESTAS Y SU INCIDENCIA EN LOS OBJETIVOS DE CALIDAD DEFINIDOS POR LA CAS PARA EL TRAMO O CUERPO DE AGUA.

Es importante indicar que no existe una metodología ni lineamientos específicos del MADS, orientados a establecer las pautas técnicas para abordar de manera precisa este tema, no obstante, la gran cantidad de dudas que suscita su aplicación.

Los objetivos de calidad se definen como el conjunto de variables, parámetros o elementos con su valor numérico, que se utiliza para definir la idoneidad del recurso hídrico para un determinado uso (Artículo 2.2.9.7.2.1 – DUR 1076 de 2015). De conformidad con lo establecido en el Artículo 2 del DUR, antes de convocar a un proceso de consulta para el establecimiento de metas de cargas, como requisito para el cobro de la tasa retributiva, las AAC deben haber definido los objetivos de calidad para cada cuerpo de agua o tramo, de lo contrario, el instrumento será ilegítimo e inocuo.

En el proceso de definición de los objetivos de calidad de un cuerpo de agua, lo que se procura definir por parte de las AAC son los siguientes aspectos:

- La correspondencia entre clasificación del recurso y la posibilidad de cobro de la tasa retributiva. Tan solo los cuerpos de agua clase II, pueden recibir descargas de aguas residuales con previo tratamiento.
- Los usos actuales y potenciales del recurso hídrico.
- Los criterios de calidad del tramo o cuerpo de agua.

		<p align="center"> Contrato de Consultoría No. 00854-2024. Elaboración de un estudio para establecer las metas globales e individuales de carga contaminante para calcular de la tasa retributiva (tr) por vertimientos a las subzonas hidrográficas en la jurisdicción de la corporación autónoma regional de Santander (cas) para el quinquenio 2025-2029". </p>	<p align="center"> Metodología para evaluación de metas cargas </p>
			<p align="center"> Versión 01 </p>
			<p align="center"> 1 de octubre 2024 </p>

En los cuerpos de agua o tramos definidos para usos múltiples, se analizará el cumplimiento de los objetivos de calidad con base en los criterios de calidad más restrictivos.

La metodología de evaluación las relaciones entre la propuesta de metas individual y los objetivos de calidad del tramo, se sustenta en los siguientes pasos:

1. Definir un tramo del cuerpo receptor de 100 m aguas arriba y 100 m aguas abajo del punto de la descarga puntual
2. Calcular la carga de DBO₅ y SST del rio aguas arriba en época de estiaje
3. Conociendo la carga meta propuesta del usuario y la carga de entrada (aguas arriba) del cuerpo de agua en estiaje, aplicar la fórmula del balance de masas o ecuación de continuidad, como se muestra en la siguiente grafico 1.

Parágrafo 2, Artículo 3 Decreto 631 de 2015

Esta metodología de cálculo se basa en la ecuación de continuidad la cual es consecuencia del principio de conservación de la masa donde se establece que la masa dentro de un miso sistema permanece constante en el tiempo, lo que analíticamente se expresa como: $(dm/dt)=0$

Dado un tramo de cauce que se produce la incorporación de varios vertimientos puntuales, puede plantearse un balance de masas con la hipótesis de mezcla completa, cumplimiento para cada parámetro contaminante la siguiente ecuación de igualdad: $Me + \sum mv = Ms$

En esta ecuación:

Me = masa del contaminante que entra en el tramo

Mv= masa que se incorpora de cada vertimiento

Ms = masa que sale del tramo

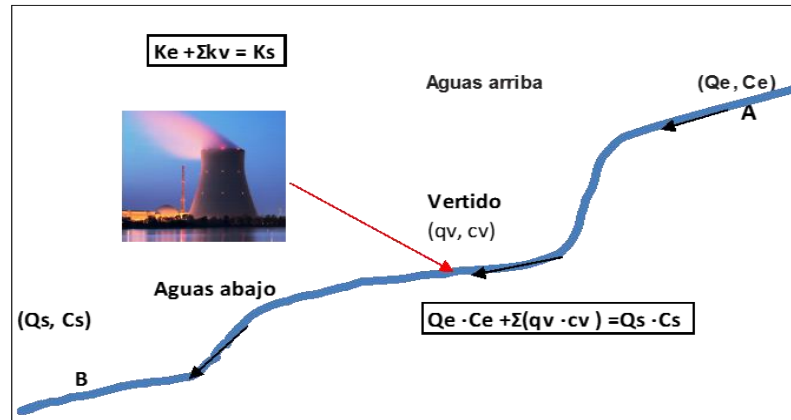
La masa por unidad de tiempo o flujo másico, se denomina carga, y la carga contaminante asociada a un parámetro transportada por un cauce viene definida por el producto de su concentración por el caudal circulante.

$$K(\text{carga})= Q(\text{caudal}) * C(\text{Concentración}) \quad (3)$$

En consecuencia, el balance de cargas viene dato por las expresiones matemáticas incluida en el siguiente grafico

	<p>Contrato de Consultoría No. 00854-2024.</p> <p>Elaboración de un estudio para establecer las metas globales e individuales de carga contaminante para calcular de la tasa retributiva (tr) por vertimientos a las subzonas hidrográficas en la jurisdicción de la corporación autónoma regional de Santander (cas) para el quinquenio 2025-2029”.</p>		<p>Metodología para evaluación de metas cargas</p>
			<p>Versión 01</p>
			<p>1 de octubre 2024</p>

Grafico 1. Aplicación de la ecuación de continuidad



Ke = carga a la entrada del tramo
kv = carga de cada vertimiento efectuado en el tramo
Ks = carga a la salida del tramo
Qe = caudal a la entrada del tramo
Ce = concentración a la entrada del tramo
qv = caudal de cada vertimiento efectuado en el tramo
cv = concentración de cada vertimiento efectuado en el tramo
Qs = caudal a la salida del tramo
Cs = concentración a la salida del tramo

Sabiendo que la carga de la sustancia evaluada es la resultante de la multiplicación del caudal por la concentración, la fórmula de continuidad nos aporta un resultado con el cual es posible saber, como se muestra continuación trabajando solo con la DBO₅, a qué tipo de usos del recurso se ajusta el valor encontrado.

Carga de DBO₅ (SALIDA)= Carga de DBO₅ (AGUAS ARRIBA) + Carga del vertimiento puntual

$$Qs \cdot Cs = (Qe \cdot Ce) + (Qv \cdot Cv)$$



Despejando, se halla Cs:

$$Cs = (Qe \cdot Ce) + (Qv \cdot Cv) / Qs$$

Si el tramo en cuestión aparece en la resolución de Objetivos de calidad, destinado en su uso para Consumo humano y doméstico, significa que la DBO₅ debe estar siempre por debajo de los 5 mg /L (Castro, 2006)¹

Si al despejar Cs en la ecuación anterior, el valor resultante es superior a los 5 mg/L, significa que el usuario está proponiendo una meta de cargas de DBO₅ que no se ajusta

¹ Guía MESOCA para el establecimiento de objetivos de calidad hídrica, en ausencia de los PORH. MADS, 2006.

		<p>Contrato de Consultoría No. 00854-2024.</p> <p>Elaboración de un estudio para establecer las metas globales e individuales de carga contaminante para calcular de la tasa retributiva (tr) por vertimientos a las subzonas hidrográficas en la jurisdicción de la corporación autónoma regional de Santander (cas) para el quinquenio 2025-2029".</p>	<p>Metodología para evaluación de metas cargas</p>
			<p>Versión 01</p>
			<p>1 de octubre 2024</p>

con el objetivo de calidad en el tramo. Este procedimiento debe repetirse para ambos parámetros.

Tabla 2. Proyección de Carga DBO5 y SST aplicando la ecuación de continuidad												
Municipio	Punto de Vertimiento	DBO5 (mg/L)	SST (mg/L)	CAUDAL Vertido (L/s)	CC DBO5 (mg/s)	CC SST (mg/s)	CC DBO5 (Kg/AÑO)					
							2024	2025	2026	2027	2028	2029
xxxx	1	246,2	131,7	0,047	12,4	6,1	391,8	395,8	399,9	404	408,2	412,4

Fuente: UT QUINQUENIO



Una limitante para la aplicación de esta técnica de evaluación, tiene que ver con la posibilidad de que no hay información actualizada de los caudales y concentraciones en los puntos que demanda el ejercicio. En este caso, se recomienda usar la opción de los análisis simplificados de capacidad de carga, los cuales se realizan para tramos más amplios en los cuales, la información de monitoreo de las AAC sí puede estar a disposición.

10.3 IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE MODELACIÓN SIMPLIFICADA DE CARGAS PARA ESTABLECER LA CAPACIDAD DE CARGA DE CADA TRAMO.

Lo ideal en muchos de los casos, en especial en cuerpos de agua de gran interés cultural, socioeconómico y ambiental es apoyarse en la modelación especializada, por cuanto se fundamenta en estudios detallados de campo (muestreo y caracterización de tramos) y en plataformas de procesamiento ampliamente reconocidas y validadas a nivel nacional e internacional, como por ejemplo la plataforma QULAL 2Kw. No obstante, la facilidad y el acceso a la tecnología, sigue siendo muy costoso para las AAC realizar modelaciones permanentes y en especial, cuando se han definido muchos tramos del cuerpo de agua para el cobro de la tasa retributiva.

En respuesta a lo anterior, se ha diseñado los métodos simplificados, como la METODOLOGIA MESOCA (Castro, 2006), la cual se fundamenta en los principios de Streeter and Phelps y se apoya mayoritariamente en curvas de calibración para definir las constantes que, en la metodología especializada, requieren de información primaria.

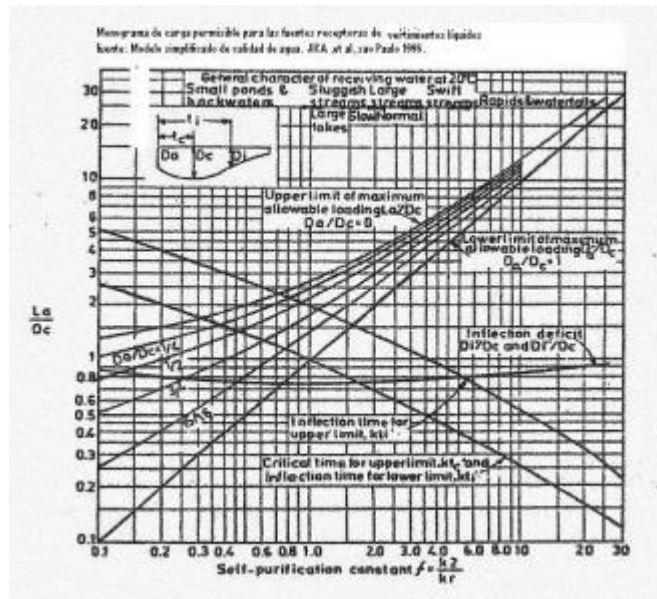
La teoría se soporta en pruebas y modificaciones al modelo de Streeter and Phelps, realizadas por Thomas (1948), quien sustentó el análisis en los trabajos de Fair and Geyer (1968). Ellos desarrollaron las curvas conjugadas (monograma), y definieron las variables básicas, que regularmente y para casos más rigurosos, requieren de una completa instrumentación, monitoreo y sistematización, adaptándolas para aquellas situaciones donde se requiera un primer análisis de capacidad de asimilación. Este aporte es particularmente útil, sobre todo cuando no se dispone del tiempo y de los recursos

 	<p>Contrato de Consultoría No. 00854-2024.</p> <p>Elaboración de un estudio para establecer las metas globales e individuales de carga contaminante para calcular de la tasa retributiva (tr) por vertimientos a las subzonas hidrográficas en la jurisdicción de la corporación autónoma regional de Santander (cas) para el quinquenio 2025-2029”.</p>	<p>Metodología para evaluación de metas cargas</p>
		<p>Versión 01</p>
		<p>1 de octubre 2024</p>

necesarios para implementar el modelo de simulación con sus propias curvas y variables. Por medio del monograma de cargas de Thomas, es posible estimar rápidamente la carga de DBO_u que puede ser vertida a un río conociendo o fijando un nivel de oxígeno disuelto – OD, el cual se desea o se requiere garantizar, en un punto determinado de la corriente.

El monograma, el cual se presenta en la Figura 2, permite obtener la concentración de DBO_u permisible (L_c), en un punto posterior a la descarga, para un valor dado de la constante de auto purificación “ f ”, y de acuerdo a la relación entre el déficit puntual inicial y el déficit crítico de oxígeno, dado por la relación (Da/Dc).



Figura 2. Monograma de Thomas.





Fuente: Modelo simplificado de calidad de agua JICA & CETESB, Sao Paulo 1996

Parte de la versatilidad de esta metodología simplificada, es que sus cálculos se apoyan en el monograma de Thomas y en hojas de cálculo de Excel, como se muestra en el ejemplo a continuación.

Tabla 4. Modelación simplificada de capacidad de carga

 	<p>Contrato de Consultoría No. 00854-2024.</p> <p>Elaboración de un estudio para establecer las metas globales e individuales de carga contaminante para calcular de la tasa retributiva (tr) por vertimientos a las subzonas hidrográficas en la jurisdicción de la corporación autónoma regional de Santander (cas) para el quinquenio 2025-2029”.</p>	<p>Metodología para evaluación de metas cargas</p>
		<p>Versión 01</p>
		<p>1 de octubre 2024</p>

Modelación simplificada de capacidad de carga para los cuerpos de agua de la jurisdicción de Corpocesar				Sustentación técnica
Metodología MESOCA - MAVDT, LFCH				
Cuenca	Magdalena - cesar			
Rio	Guatapuri			
Objetivo de calidad	Paisajístico -urbano. OD=2,0 mg/L.			
Tramo	Urbano Valledupar - Guatapuri			
Carga actual de DBO	104 Kg/hora de DBO5 (72,8 kg/hora de DBOu)			
Modeló:	LFCH, Ing. Sanitario - planificador.			
Variable	Nombre	Unidad	Valor asumido o calculado	
			Tramo urbano	
Caudal tiempo seco	Q	m ³ /s	4,0	Asumido como caudal de referencia para modelación, con base en recorridos y observaciones de campo. No se cuenta con información de aforos reales.
		m ³ /h	14400	
DBOu de entrada	Lo	mg/l	4,3	Adoptado y modificado con base en la Resolución 428 de 2008 y la GUÍA MESOCA. Se asume que la DBO5 equivale al 70% de la DBOu. Se asume una DBO5 de 10 mg/L.
Temperatura del agua	T	oC	18	
Oxígeno disuelto	Ca		4	Promedio entre mínimos y máximos para tiempo seco
Oxígeno de saturación	Cs	mg/l	9	Calculado a partir de datos de presión y temperatura en la zona urbana de Valledupar.
Déficit puntal de oxígeno	Da		5	Resultado de restar el OD (Ca) del oxígeno de saturación (Cs)
Déficit crítico de oxígeno	Dc1	mg/l	8,5	Valor que resulta de aplicar un primer control deseado, es decir: ¿que pasaría si el objetivo de calidad fuese de 0,5 mg/L. y el déficit crítico de OD fuese de 8,5 mg/L?. Se comparan Cc1 Vs Dc1.
	Dc2		8	
	Dc3		7,5	
	Dc4		7	
	Dc5		6,5	
	Dc6		6	
	Dc7		5,5	
	Dc8		5	
	Dc9		4,5	
	Dc10	4	Valor que resulta de aplicar un primer control deseado, es decir: ¿que pasaría si el objetivo de calidad fuese de 5 mg/L. y el déficit crítico de OD fuese de 4 mg/L?. Se comparan Cc10 Vs Dc10.	
Limite de control de oxígeno	Cc1	mg/l	0,5	Valores con los cuales se juega en la modelación, como limites de control de acuerdo a las condiciones deseadas.
	Cc2		1	
	Cc3		1,5	
	Cc4		2	
	Cc5		2,5	
	Cc6		3	
	Cc7		3,5	
	Cc8		4	
	Cc9		4,5	
	Cc10		5	

 	Contrato de Consultoría No. 00854-2024. Elaboración de un estudio para establecer las metas globales e individuales de carga contaminante para calcular de la tasa retributiva (tr) por vertimientos a las subzonas hidrográficas en la jurisdicción de la corporación autónoma regional de Santander (cas) para el quinquenio 2025-2029".		Metodología para evaluación de metas cargas
			Versión 01
			1 de octubre 2024

Factor de autopurificación	f		1,500	Es el cociente entre K2 y Kr. Se ha asumido un valor de K2 = 1,2 y Kr= 0,8. Ver tablas 14 y 15 de a GUÍA MESOCA.
Relación Da/Dc	Da/Dc1		0,588	Resultados del modelo de acuerdo con los valores de déficit crítico (Dc), introducidos a discreción del experto modelador.
	Da/Dc2		0,625	
	Da/Dc3		0,667	
	Da/Dc4		0,714	
	Da/Dc5		0,769	
	Da/Dc6		0,833	
	Da/Dc7		1,429	
	Da/Dc8		1,000	
	Da/Dc9		1,111	
	Da/Dc10		1,250	
Relación La/Dc	La/Dc1		2,2	Valores obtenidos del monograma de cargas de Thomas, según metodología MESOCA.
	La/Dc2		2	
	La/Dc3		2,1	
	La/Dc4		2,3	
	La/Dc5		2,1	
	La/Dc6		2	
	La/Dc7			
	La/Dc8			
	La/Dc9			
	La/Dc10			
Concentración de DBO $La(i)=Dc(i)*La/Dc(i)$	La1	mg/l	18,7	
	La2		16	
	La3		15,75	
	La4		16,1	
	La5		13,65	
	La6		12	
	La7		0	
	La8		0	
	La9		0	
	La10		0	
Carga de DBOu= $(La-La)*Q/1000$	Bdbou1	kg/h de DBO	207,6	El tramo presenta su punto mas crítico en la sexta modelación, es decir cuando se trabaja con un límite de control de OD de 3 mg/L. En este punto la capacidad de carga es de 111,1 kg/hora de DBOu (77 kg/hora de DBO5). Considerando que actualmente se vierten en el tramo 72,8 kg/hora de DBO5 y que el OD requerido es de 2,0 mg/L, se delectan condiciones favorables, dado que se utiliza un 94,5 de la capacidad de carga en el tramo. Bajo estas condiciones y considerando el valor paisajistico del cuerpo de agua y de la zona , es necesario reducir la carga actual implemenntando por lo menos sistemas primarios; lo cual implica descontaminar en un 35% la carga actual. En consecuencia, se requiere establecer una CARGA META de 223.204 kg/año para el periodo 2008 -2018.
	Bdbou2		168,7	
	Bdbou3		165,1	
	Bdbou4		170,1	
	Bdbou5		134,8	
	Bdbou6		111,1	
	Bdbou7		0,0	
	Bdbou8		0,0	
	Bdbou9		0,0	
	Bdbou10		0,0	

Fuente. Castro, 2008. Estudios de caso, CORPOCESAR 2008. Metas cuasióptimas de cargas.

La tabla 3 anterior se presenta a manera de ejemplo y se sustenta en un caso real. Para mayor facilidad, se recomienda al lector revisar la GUIA MESOCA (Castro, 2006), en la cual se desarrolla la metodología con ejercicios de aplicación.

10.4 Evaluación de las propuestas de metas y selección de las que se ajustan al marco de metas cuasióptimas.

Una vez se haya surtido el proceso anterior, lo que sigue es tomar la decisión frente a la propuesta de metas presentada por el usuario, la cual podrá estar definida por una de las siguientes tres opciones:

1. Que la propuesta de metas de cargas sea aceptada.
2. Que la propuesta de metas de cargas sea rechazada.
3. Que la propuesta sea aceptada parcialmente.

Para adoptar la decisión, se debe preparar el cuadro de diagnóstico final, en cuyo caso se recomienda utilizar una matriz con la información esencial como se presenta continuación:





 	Contrato de Consultoría No. 00854-2024. Elaboración de un estudio para establecer las metas globales e individuales de carga contaminante para calcular de la tasa retributiva (tr) por vertimientos a las subzonas hidrográficas en la jurisdicción de la corporación autónoma regional de Santander (cas) para el quinquenio 2025-2029".										Metodología para evaluación de metas cargas	
											Versión 01	
											1 de octubre 2024	

Tabla 5. Matriz con ejercicio teórico de evaluación de propuestas de metas de cargas y eliminación de puntos de vertimiento

Usuario	Propuesta de meta de carga (kg/año)		Propuestas de punto de vertimientos a eliminar	Evaluación						Veredicto técnico de la CAS					
	DB O5	SST		No	La propuesta cumple Límites permisible		Cumple objetivos de calidad		Cumple con capacidad de carga del tramo		Metas de cargas		Eliminación de puntos de vertimientos	cronograma anual	Recomendaciones
					DB O5	SST	DB O5	SST	DB O5	SST	DBO5	SST			
XXX Usuario industrial - caso 1	100 de 300	200 de 1000	N/A	NO	NO	SI	SI	SI	SI	Debe ajustarse como mínimo a límites permisibles	OK	N/A	Ok	Rechazada. Aplicar presuntivo por límites permisibles	
XXX Usuario industrial - caso 2	50 de 100	60 de 100	N/A	SI	SI	NO	NO	NO	NO	Puede aceptarse si esta descarga tiene baja incidencia en la calidad del río	OK	N/A	OK	Las metas Pueden aceptarse o incrementarse presuntivamente e a un valor superior, dependiendo de la calidad del cuerpo de agua	
XXX Usuario industrial - caso 3	0 de 300	0 de 400	NA	NO	NO	NO	NO	NO	NO	Debe llevarse por lo menos a límites permisibles	Debe llevarse por lo menos a límites permisibles	NA	NO presenta	Propuesta rechazada. Va a presuntivo	
XXX Usuario industrial - caso 4	80 de 100	80 de 100	NA	SI	SI	SI	SI	SI	SI	Reduce la mitad de la carga proyectada en el quinquenio	OK	100 de los identificados	Si, presenta plan de metas anualizadas para cargas y puntos de vertimiento a eliminar	Propuesta aceptada	



 	Contrato de Consultoría No. 00854-2024. Elaboración de un estudio para establecer las metas globales e individuales de carga contaminante para calcular de la tasa retributiva (tr) por vertimientos a las subzonas hidrográficas en la jurisdicción de la corporación autónoma regional de Santander (cas) para el quinquenio 2025-2029".		Metodología para evaluación de metas cargas
			Versión 01
			1 de octubre 2024

Usuario	Propuesta de meta de carga (kg/año)		Propuestas de punto de vertimientos a eliminar	Evaluación						Veredicto técnico de la CAS					
	DB O5	SST		No	La propuesta cumple Límites permisibles		Cumple objetivos de calidad		Cumple con capacidad de carga del tramo		Metas de cargas		Eliminación de puntos de vertimientos	cronograma anual	Recomendaciones
					DB O5	SST	DB O5	SST	DB O5	SST	DBO5	SST			
XXXUsuario industrial - caso 1	1000 de /2000	1200 de 2200	Todos eliminados	SI	SI	SI	SI	SI	SI	Reduce la mitad de la carga proyectada en el quinquenio	OK	No propone eliminar	Si, presenta plan de metas anualizadas para cargas y puntos de vertimiento a eliminar	Propuesta aceptada.	
XXXUsuario industrial - caso 2	1000 de /2000	1200 de 2200	No propone	SI	SI	SI	SI	SI	SI	Reduce la mitad de la carga proyectada en el quinquenio		No propone eliminar	NO presenta	Rechazada. Es imposible remover el 50% de la carga sin eliminar puntos de vertimiento. En este caso, lo más conveniente es imponer una meta del 100% de los puntos de vertimiento eliminados	
XXXUsuario industrial - caso 3	0 de 1000	0 de 1000	No propone	NO	NO	NO	NO	NO	NO	No reduce nada	OK	No propone eliminar	No presenta	Rechazada. Aplicar presuntivo por límites permisibles e imponer	

En la tabla 5 se han tratado de ejemplificar los casos más comunes del proceso de evaluación de propuestas de metas de cargas y de eliminación de puntos de vertimiento. De todas formas, tan solo se trata de facilitar el ejercicio y para nada se pretende sustituir el marco de conceptos que cada AAC tenga definido o pretenda implementar en cada caso.

11. CONCLUSIONES

La tasa retributiva es un instrumento económico para la gestión de la descontaminación de los cuerpos de agua, a partir de la incentivación de los agentes generadores para que

		<p>Contrato de Consultoría No. 00854-2024.</p> <p>Elaboración de un estudio para establecer las metas globales e individuales de carga contaminante para calcular de la tasa retributiva (tr) por vertimientos a las subzonas hidrográficas en la jurisdicción de la corporación autónoma regional de Santander (cas) para el quinquenio 2025-2029”.</p>	<p>Metodología para evaluación de metas cargas</p> <hr/> <p>Versión 01</p> <hr/> <p>1 de octubre 2024</p>
--	--	--	---

reduzcan sus aportes de cargas líquidas puntuales. No obstante que la norma que la regula (Artículo 7 del DUR 1076 DE 2017) es bastante clara, aún quedan algunos vacíos en el proceso de planificación y administración, los cuales deben ser cubiertos por la AAC en aras de evitar conflictos en el proceso y eventuales demandas a para la AAC.

Con el documento que se aporta al proceso de consulta de metas de cargas en jurisdicción de la CAS, se aporta una herramienta clara y sencilla que resuelve dos necesidades del proceso muy marcadas y de alta repercusión: en primera instancia, propone la metodología para el diseño del marco de metas cuasióptimas, a partir de las cuales es posible comparar las propuestas de metas de cargas de DBO₅ y SST presentadas por los usuarios a la CAS, y en segunda instancia, el diseño de la metodología para evaluar las propuesta de metas de cargas y de eliminación de puntos vertimiento para las ESP's en este último caso.