



CDMB

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL PARA LA
DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA

ambiente para la gente

PROCESO DE CONSULTA DE METAS DE CARGAS CONTAMINANTES- CUARTO QUINQUENIO

Metodología para la formulación y sustentación de metas de cargas de DBO5 y SST

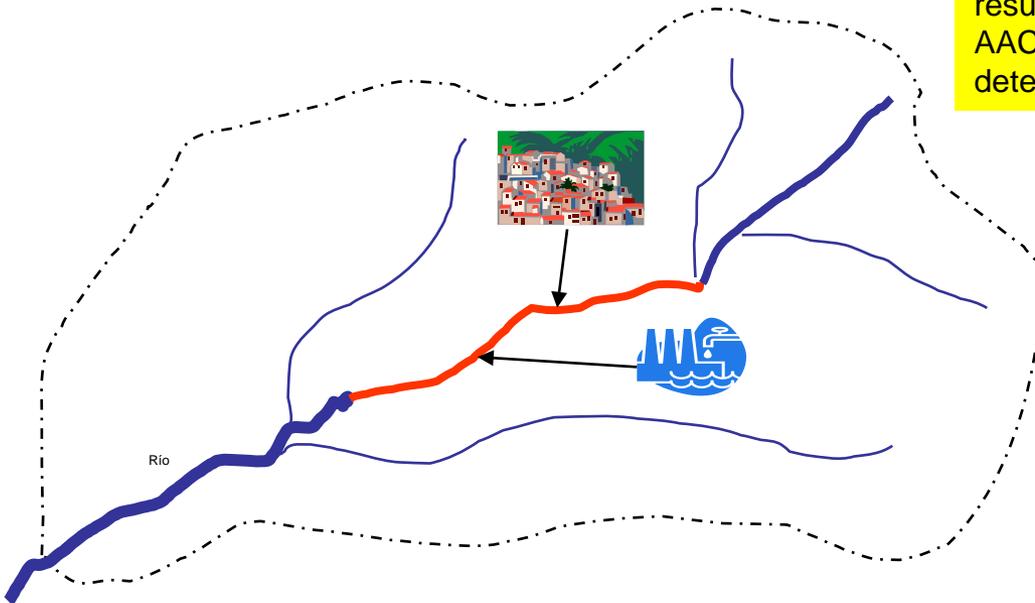
Luis Fernando Castro Hernández

Bucaramanga, abril 3 de 2013

CONCEPTUALIZACION

Objetivos de calidad:

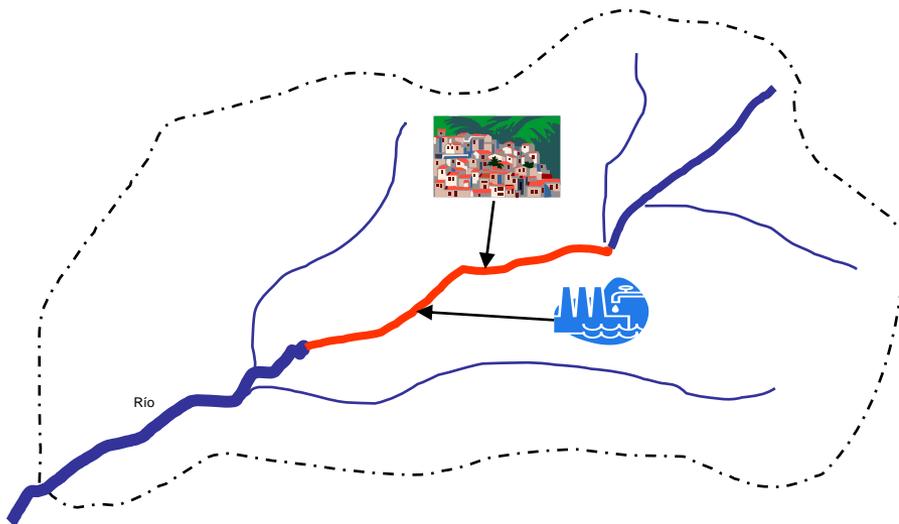
Se refiere a la calidad del cuerpo de agua como resultado de múltiples instrumentos liderados por la AAC para su materialización en un periodo de tiempo determinado.



Metas de cargas contaminante puntuales:

Se refiere a las metas de cargas contaminantes bajo la responsabilidad del AGENTE GENERADOR, quien usa la fuente de agua como receptor de sus descargas líquidas

CONCEPTUALIZACION



Que es una Meta de carga contaminante puntual:

Se refiere a la cargas contaminantes bajo la responsabilidad del AGENTE GENERADOR, quien usa la fuente de agua como receptor de sus descargas líquidas

¿ Para que se implementa una meta?

Para mejorar la calidad del cuerpo receptor

¿ A cuanto tiempo se definen las metas?

A cinco (5) años.

¿ Cuales son los topes de calidad?

Están definidos por acto administrativo por la AAC

¿ Que tipos de metas hay?

1. Global
2. Individual de la ESP
3. (Grupal) Individual para grupos de empresas solicitadas a discreción

¿ Que pasa si se incumple la meta?

1. Posiblemente No se logra el Objetivo de Calidad
2. Se incrementa el valor a pagar por concepto de TASA RETRIBUTIVA

¿Como se diseña y formula una propuesta de meta de cargas contaminantes?

Paso

1. Actualice su permiso de vertimientos líquidos
2. Evalúe la Acuerdo de la CAR en la cual se establecen los Objetivos de calidad del cuerpo de agua
3. Ubíquese en el tramo definido por la CAR y los limites permisibles de calidad establecidos para el periodo
4. Identifique los demás usuarios, que vierten residuos en ese tramo
5. Calcular la carga total e individual de DBO5 y SST vertida y proyectada a los 5 años
6. Evaluar los PSMV para saber que acciones y resultados de remoción de contaminantes se han planificado
7. Revise si las acciones propuestas se orientan a cumplir con los objetivos del Acuerdo 1075 de 2006 objetivos de Calidad
9. Actualice o desarrolle el PSMV ajustado a las metas
10. Diligencie el formato de sustentación de la propuesta de las metas para el periodo 2013 - 2018

¿Como se diseña y formula una propuesta de meta de cargas contaminantes?

FASES ESTRATEGICAS DEL PROCESO

1. Determine limites y requerimientos de la meta

2. EVALUE LOS LIMITES PARTICULARES DE CALIDAD
REQUERIDOS PARA CUMPLIR INDIVIDUALMENTE

3. DISEÑE LA MATRIZ DE PLANIFICACION PARA EL
CUMPLIMIENTO DE LOS LIMITES INDIVIDUALES

4. DEFINA LA META

5. SUSTENTE LA META ANTE LA ACC

1. Determinación de límites y requerimientos de la meta: ¿El para qué de la meta?

Lo primero es comprender muy bien las razones por las cuales la empresa debe formular una meta de cargas contaminantes:

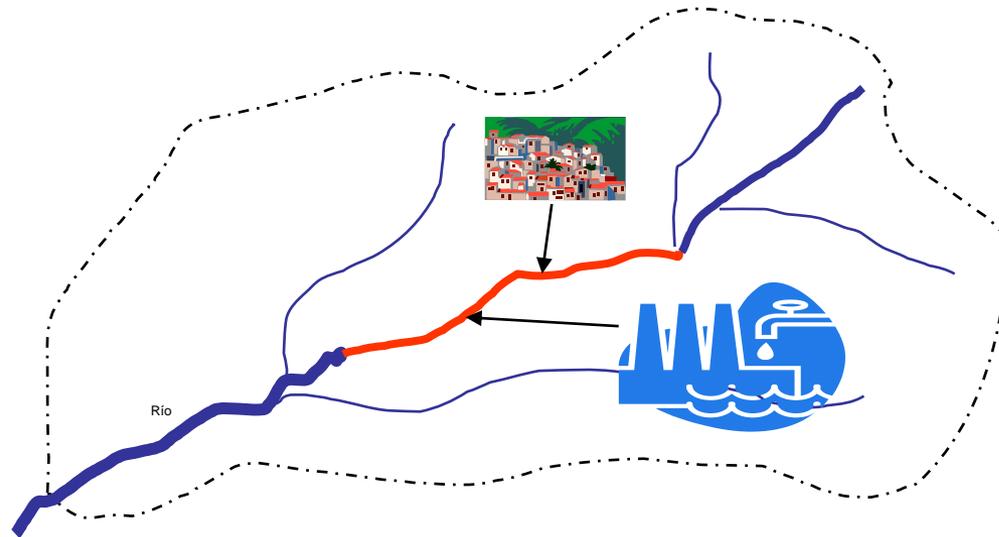
- Para responder a requerimientos de límites permisibles (Decreto 3930 de 2010).
- Para apuntarle al cumplimiento de objetivos de calidad del tramo o corriente.
- Para cumplir con criterios de calidad del cuerpo receptor en el punto de descarga.

1. Determinación de límites y requerimientos de la meta: ¿El para qué de la meta?

Todas las condiciones anteriores conllevan indefectiblemente a establecer unos
LIMITES PARTICULARES DE LA DESCARGA

Parámetro	Unidad	Resultado en la descarga puntual	
		Condición actual sin reglamentación de vertimientos	Condición modelada para reglamentación
Sustancias toxicas	mg/L	Presencia	Ausentes
DBO ₅	mg/L	250	30
SST	mg/L	300	45
Carga DBO ₅	Kg/día	12000	500 como CMD
Conclusión		Escenario de incumplimiento de objetivos de calidad	Condiciones de límites para descarga puntual orientada al logro del objetivo de calidad en el punto de la descarga

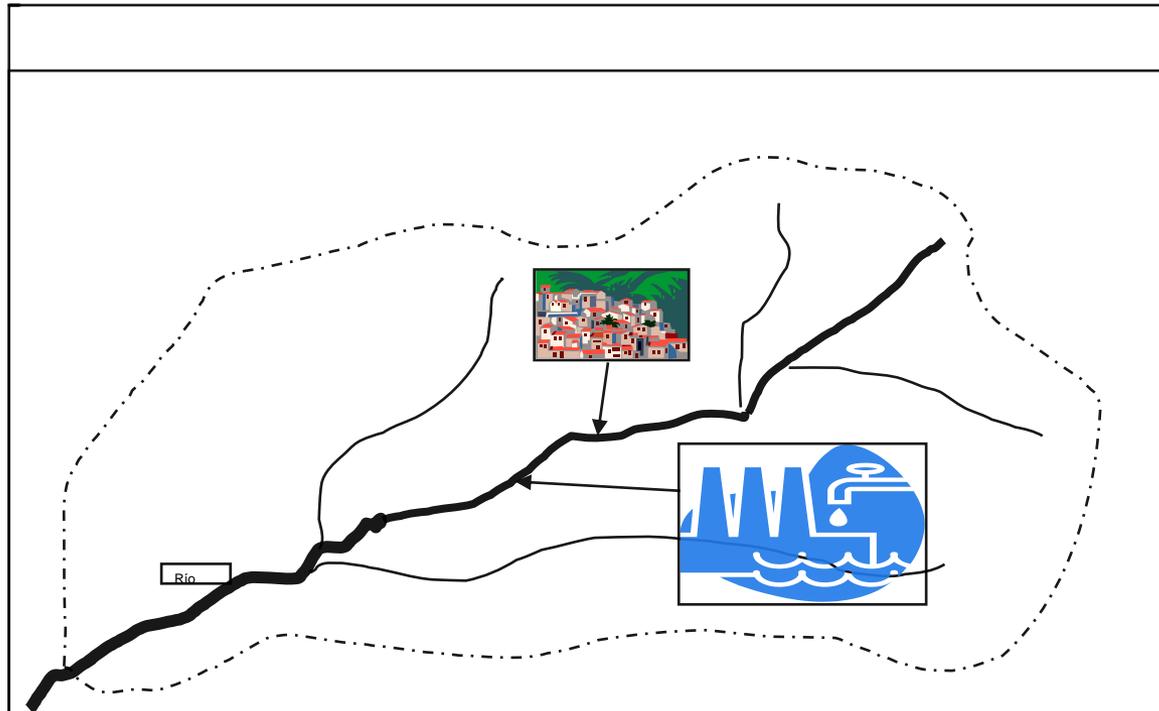
2.EVALAUE LOS LIMITES PARTICULARES DE CALIDAD REQUERIDOS PARA CUMPLIR INDIVIDUALMENTE



Los límites particulares de la descarga se refieren especialmente a dos circunstancias:

1. La concentración a final de tubo de los parámetros claves de la descarga puntual.
2. La carga (kg/día) admitidos por la AAC.

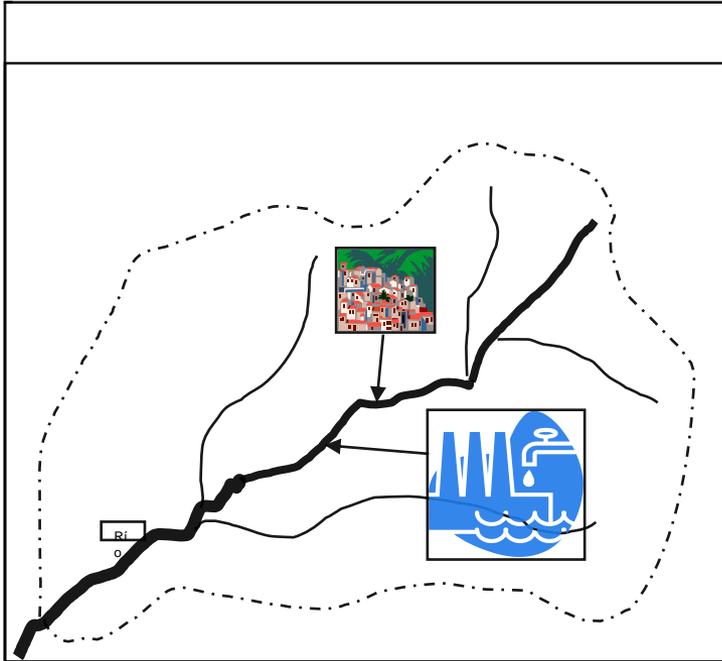
¿Cómo determinar los límites particulares de la descarga?



Los límites particulares de la descarga se refieren especialmente a dos circunstancias:

1. La concentración a final de tubo de los parámetros claves de la descarga puntual.
2. La carga (kg/día) admitidos por la AAC.

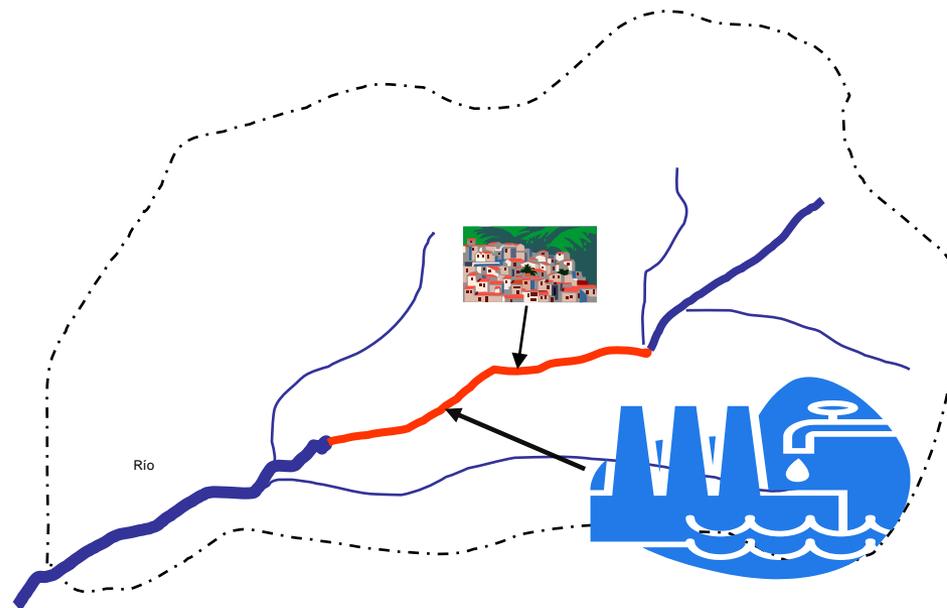
¿Cómo determinar los límites particulares de la descarga o LIMITE PUNTUAL DE VERTIMIENTO - LPV?



Definición de LIMITE PUNTUAL DE VERTIMIENTO – LPV.

Se define como **LIMITE PUNTUAL DE VERTIMIENTO – LPV**, la cantidad o la concentración de un contaminante o grupo de sustancias contaminantes presentes en una descarga puntual y cuyo valor no debe superarse por el vertimiento, dentro de uno o varios periodos determinados. La cantidad de sustancia contaminante autorizada en un vertimiento puntual puede expresarse en unidades de carga (en relación con un tiempo determinado o en relación a las unidades de producción características de cada sector), en unidades de concentración, o como una combinación de ambas.

Métodos para determinar los LIMITES PUNTUALES DEL VERTIMIENTO - LPV?



a) En primer lugar se destacan las normas que regulan las características de los efluentes de los residuos que se descargan a las masas de agua.

b) Las normas que regulan las características resultantes en las propias masas de agua.

Ventajas y desventajas del enfoque de LPV de la descarga

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none">•La facilidad del control ya que la evaluación se fundamenta en la caracterización de la descarga y no se requiere de los estudios de calidad del cuerpo receptor.•Se fundamenta más en condiciones ambientales y socioeconómicas de la descarga puntual que en una verdadera protección del cuerpo receptor. Significa que no se apega a los usos potenciales y mucho menos a los objetivos de calidad el cuerpo de agua.	<ul style="list-style-type: none">•No cuantifica ni considera el total de las sustancias y la carga contaminante entregada por unidad de tiempo.•No es equitativo por cuanto los grandes contaminadores como la gran industria, a pesar de disponer de un STAR para sus descargas con la misma eficiencia que la industria pequeña o mediana, puede entregar una carga total mayor.•Las grandes industrias o los sistemas de alcantarillado de grandes municipios pueden copar la capacidad de auto purificación del cuerpo de agua.•Este método, cuando se sustenta en límites y normas genéricas, no se sustenta en la capacidad de autopurificación del cuerpo de agua.•Aunque se cumpla con las máximas concentraciones y los límites permisibles en la descarga de los vertimientos de industrias y alcantarillados, no siempre se garantiza una verdadera protección.

Ventajas y desventajas del enfoque de LPV de las masas de agua

Ventajas	Desventajas
<p>De acuerdo con el estado del arte de la regulación hídrica en Colombia y en especial considerando el gran avance impulsado con el Decreto 2667 de 2012 mediante el cual se establecieron los objetivos de calidad para los cuerpos de agua más importantes en razón del nivel de afectación por descargas líquidas, se considera esta segunda opción que relaciona la calidad de la descarga puntual con los usos y la calidad del recurso, como la más viable para establecer o modificar los LIMITES PUNTUALES DE VERTIMIENTO - LPV en un proceso de establecimiento de metas de cargas contaminantes.</p>	<ul style="list-style-type: none">•Deficiencias en el proceso de clasificación y establecimiento de los usos del recurso, dado que un mismo cuerpo de agua puede ser utilizado para diferentes fines de manera simultánea.•Oposición de la industria para aceptar el tipo de clasificación propuesta por la AAC .•Requiere de un conocimiento completo de la cuenca hidrográfica o del cuerpo de agua a reglamentar, para definir cuál es el tratamiento adecuado y los límites esperados en las descargas que afectan el cuerpo de agua comprometido.

Metodología de comprobación y cumplimiento de los límites en la descarga

La verificación del cumplimiento de las normas de calidad ambiental vigentes antes de establecer la reglamentación y como herramienta para definir nuevos límites de vertimiento, se puede valorar de diversas maneras:

- **Por balance de masas:** que representa un tanteo inicial, más o menos aproximado.

- **A través de un Modelo matemático de simulación:** el cual es mucho más preciso que el balance de masas aunque de mayor complejidad.

El procedimiento sugerido para realizar estos cálculos se detalla a continuación:

Método del Balance de masas: PRINCIPIO DE CONSERVACION DE MASAS

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 sistema permanece constante en el tiempo, lo que analíticamente se expresa como:

$$(\frac{dm}{dt}) = 0 \quad (1)$$

Dado un tramo de cauce en el que se produce la incorporación de varios vertimientos puntuales, puede plantearse un balance de masas con la hipótesis de mezcla completa, cumpliendo para cada parámetro contaminante la siguiente ecuación de igualdad:

$$M_e + \sum m_v = M_s \quad (2)$$

En esta ecuación:

M_e = masa del contaminante que entra en el tramo

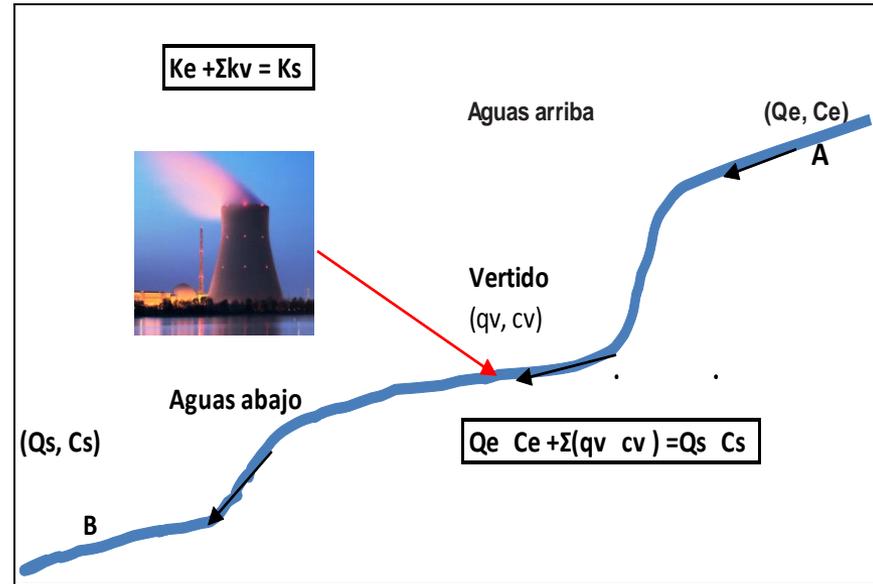
m_v = masa que se incorpora de cada vertimiento

M_s = 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 dado por las expresiones matemáticas incluidas en el siguiente gráfico:



K_e = carga a la entrada del tramo

k_v = carga de cada vertimiento efectuado en el tramo

K_s = carga a la salida del tramo

Q_e = caudal a la entrada del tramo

C_e = concentración a la entrada del tramo

q_v = caudal de cada vertimiento efectuado en el tramo

c_v = concentración de cada vertimiento efectuado en el tramo

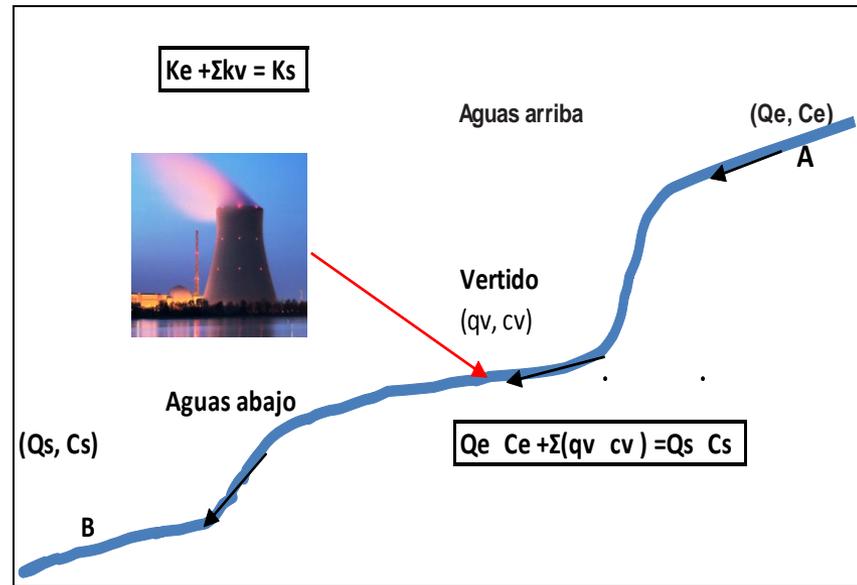
Q_s = caudal a la salida del tramo

C_s = concentración a la salida del tramo

Cálculos más pertinentes del balance de masas

Mediante esta ecuación del balance y dependiendo de los datos de partida y del objetivo perseguido se pueden realizar tres tipos de cálculos:

- Evaluar el impacto de los vertimientos existentes o que esté previsto imponer en razón de los conflictos de calidad identificados en un tramo
- Determinar los valores límite de emisión máximos que podrían autorizarse para un vertimiento
- Calcular la incidencia de un vertimiento en el medio receptor a partir de los datos de una declaración de vertimiento, como por ejemplo cuando se evalúa un estudio de Impacto Ambiental y se presentan datos hipotéticos previsibles para la descarga que se piensa instalar.



K_e = carga a la entrada del tramo
 k_v = carga de cada vertimiento efectuado en el tramo
 K_s = carga a la salida del tramo
 Q_e = caudal a la entrada del tramo
 C_e = concentración a la entrada del tramo
 q_v = caudal de cada vertimiento efectuado en el tramo
 c_v = concentración de cada vertimiento efectuado en el tramo
 Q_s = caudal a la salida del tramo
 C_s = concentración a la salida del tramo

Ejemplo de cálculo de la adecuación de un vertimiento al cumplimiento de las normas de calidad y a los objetivos de calidad del tramo receptor bajo esta metodología: **Análisis de concentración Cs de la norma (NCA)**

Se presenta un ejemplo de comprobación de dicha adecuación, tomando en cuenta los siguientes datos y aprovechando el grafico de la figura anterior:

Q_e = caudal aguas arriba (caudal mínimo estadístico histórico,) = 2,2 m³/seg

q_v = caudal del vertimiento (caudal estadístico, percentil 95) = 0,81 m³/seg

C_e = concentración aguas arriba (valor estadístico) = 0,9 mg/l

c_v = concentración en el vertimiento (valor estadístico) = 2,5 mg/l

NCA = valor más restrictivo entre las normas de calidad ambiental del tramo = 1,0 mg/l

$$C_s = (Q_e * C_e + \sum (q_v * c_v)) / (Q_e + C_v) = 2,2 * 0,9 + (0,81 * 2,5) / 2,2 + 2,5 = 0,85 \text{ mg/L}$$

En este ejemplo el vertimiento está ajustado al cumplimiento de la norma de calidad ambiental dado que se cumple que: **C_s (0,85mg/l) \leq (1,0mg/l) **NCA**.**

Ejemplo de cálculo de la adecuación de un vertimiento al cumplimiento de las normas de calidad y a los objetivos de calidad del tramo receptor bajo esta metodología: **Análisis de carga CC**

Este ejemplo en términos de carga contaminante (**C.C.**), la carga contaminante a la salida del tramo es menor que la carga contaminante máxima admisible:

$$\text{C.C. a la salida del tramo: } Q_s \cdot C_s = (Q_e + q_v) \cdot C_s = (2,2 + 0,81) \times 0,85 = 2,55 \text{ g/seg}$$

$$\text{C.C. máxima admisible: } Q_s \cdot \text{NCA} = (Q_e + q_v) \cdot \text{NCA} = (2,2 + 0,81) \times 1,0 = 3,01 \text{ g/seg}$$

El resultado indica que el tramo resiste hasta 3,01 g/seg en a salida y está saliendo con 2,55 g/seg

Sin embargo la determinación del porcentaje de incidencia del vertimiento corresponde a la relación de cargas o concentraciones (salida del tramo/máxima admisible):

$$(Q_s \cdot C_s / Q_s \cdot \text{NCA}) \cdot 100 = (C_s / \text{NCA}) \cdot 100 = (0,85 / 1,0) \times 100 = 85\%$$

Este valor ya empieza a ser algo elevado en caso de que se pretenda en un futuro poder admitir más vertimientos en el mismo tramo, que sólo podrían aportar un 15% adicional de incidencia (Castro, 2012).

Perfiles de calidad – Objetivos de calidad: SOPORTE PARA ESTABLECER EL NCA

OBJETIVO DE CALIDAD PARA EL USO POTENCIAL PREPONDERANTE (P) DEL RECURSO			
CUENCA: Todas las cuencas de la jurisdicción codificadas por el IDEAM			
SUBCUENCA: Todas las subcuencas			
RÍO: Todos los cuerpos de agua no afectados por vertimiento			
TRAMO: Todos los tramos no afectados por vertimientos líquidos puntuales			
Municipio: Todos los 25 municipios de la jurisdicción de CORPOCESAR			
USO ACTUAL PREPONDERANTE (P): Consumo humano y doméstico			
USO FUTURO PREPONDERANTE (P): AGROPECUARIO			
INDICADORES DE CALIDAD			
PARÁMETRO	UNIDADES	ACTUAL (MONITOREO)	CALIDAD FUTURA ESPERADA EN 10 AÑOS
CAUDAL			
pH	UpH	5 - 9	6 - 9
TEMPERATURA, T	°C	1° a 2° por debajo Tem. Ambiente	La Temperatura de la zona de mezcla no debe estar por encima de los 5°C de la Temp. Ambiente
OD	% de saturación	≥75	≥75
SST	mg/L	≤10	≤10
DBO5	mg/L	≤5	≤5
SOLIDOS FLOTANTES	Presencia	Ausentes	Ausentes
OLORES OFENSIVOS	Presencia	Ausentes	Ausentes
GRASAS Y ACEITES	mg/L	≤5	≤5
COLIFORMES TOTALES	NMP/100mL	≥5000	≤5000
COLIFORMES FECALES	NMP/100mL	≥500	≤500
Convenciones		Color rojo significa presuntivo avalado por Comité Técnico	
		Color gris significa calidad para periodos secos	
Fuente Presuntivo: Concepto y acuerdo del grupo técnico evaluador			
* Por cada litro agua vertida la fuente de agua receptora debe llevar un caudal de tres (3) veces el caudal vertido.			

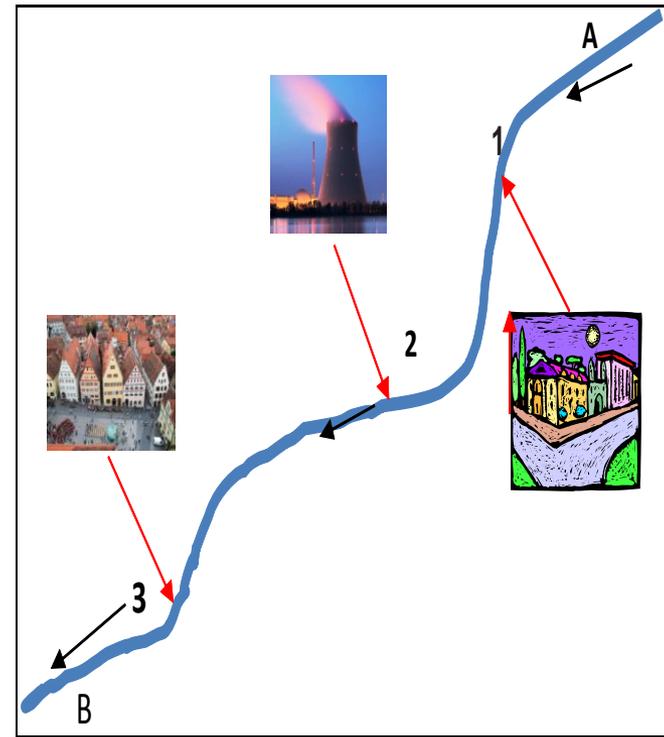
Limitaciones de la aplicación de un simple Balance de Masas en la definición de límites puntuales de vertimientos líquidos

Este balance de masas sólo es aplicable para sustancias individuales estables en el medio (parámetros conservativos), por lo que no siempre resultaría viable su aplicación en parámetros que:

- Estén expuestos a procesos de variación en el cauce tales como DBO_5 , DQO, oxígeno disuelto, procesos de equilibrio de temperatura o pH, etc.
- Tampoco considera las irregularidades físicas del cauce ni detalles de zonas de mezcla o sedimentación.
- No pueda aplicarse el concepto de carga contaminante ($K=Q \cdot C$), por ejemplo: conductividad, aspecto, pH, temperatura, parámetros bacteriológicos, % oxígeno disuelto, etc.
- Se parte del hecho de que todos los datos requeridos para realizar la evaluación están disponibles. No obstante, en determinadas ocasiones, el técnico de vertimientos se verá enfrentado al trabajo de definir límites de vertimiento con datos incompletos, insuficientes o presuntivos, tanto del medio receptor, como del vertimiento a autorizar (vertimientos nuevos sin registro de control de vertimientos).

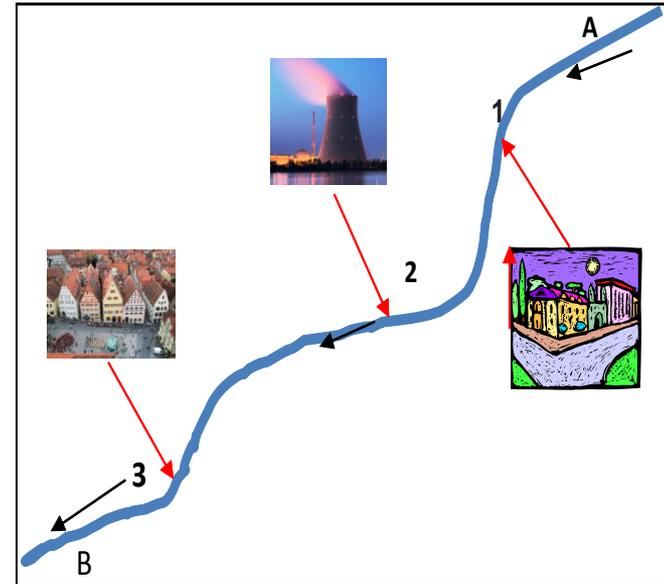
Verificación de límites a partir de modelos matemáticos de simulación de calidad

La utilización del modelo permite acceder a los mismos análisis reseñados en el caso de los balances de masas, pero con la certidumbre de que en este caso los resultados han de ser mucho más precisos y confiables por cuanto el modelo considera todos los fenómenos y reacciones de orden fisicoquímica y biológico que ocurren en el cuerpo de agua. Una vez seleccionado y calibrado el modelo, lo que se requiere es definir los escenarios a modelar y cuyos resultados apoyen la decisión de definir límites particulares de emisión para todos o algunos de los usuarios más importantes de un tramo o cuerpo de agua completo.



RESULTADO PRACTICO DE LA EVALUACION DEL LIMITE DE VERTIMIENTO PUNTUAL

1. Se conoce la concentración o NCA del vertimiento con el cual se respeta el OBJETIVO DE CALIDAD DEL CUERPO DE AGUA.
2. Se conoce la CARGA MAXIMA PERMISIBLE DEL TRAMO.
3. Se conoce la CARGA MAXIMA ACEPTABLE DEL VERTIMIENTO PUNTUAL.
4. Se cuenta con la información necesaria para el diseño de la MATRIZ DE PLANIFICACION para conseguir la calidad evaluada.



3.DISEÑE LA MATRIZ DE PLANIFICACION PARA EL CUMPLIMIENTO DE LOS LIMITES INDIVIDUALES EVALUADOS EN LA FASE ANTERIOR: **CASO EMPRESAS**

MATRIZ DE PLANIFICACION PARA LA MINIMIZACION DE CARGAS CONTAMINANTES			
Usuario			OBSERVACIONES
Carga base a 2012 (Ton/año)	DBO5	SST	
	150	200	
CARGA A REDUCIR DE ACUERDO A LA EVALUACION DE LIMITES (Ton /año)	DBO5	SST	
	20	50	
Actividad / obra	Reduccion esperada de cargas (Ton/año)		
	DBO5	SST	
Ajuste del Plan de cumplimiento o PSMV	0	0	
Segregacion de descargas	0	0	
Separacion de aguas lluvias	0	0	
Diagnostico de oportunidades de minimizacion de descargas líquidas	0	0	
Optimizacion linea 1	2	3	
Optimizacion linea 2	2	3	
Construccion STAR -PRELIMINARES	4	10	
Construccion STAR -PRIMARIO	4	10	
Construccion STAR - Secundario	4	10	
Reuso de agua			
Otros	4	14	
CARGA FINAL DESPUES DE LA IMPLEMEMNTACION DEL PLAN (Ton /año)	20	50	

3.DISEÑE LA MATRIZ DE PLANIFICACION PARA EL CUMPLIMIENTO DE LOS LIMITES INDIVIDUALES EVALUADOS EN LA FASE ANTERIOR: CASO MUNICIPIOS Y ESP'S

EISENSIBILIDAD METAS INDIVIDUALES DE REDUCCION DE CARGAS DE DBOS			
Municipio de.....	XXXX		
Cuenca: CARRAIPIA	Rio: Carraipia	Tramo	1
Puntos de vertimiento a 2010			30
Carga generada en Ton/año a 2010			100
Carga proyectada a 2015 en Ton/año			110
Carga tratada en Ton/año a 2010			0
Carga transportada en Ton/año			50
Carga vertida en Ton/año a 2010			100
Puntos de vertimietno a 2015			1
Carga Meta a 2015 (Ton/año)			20
Escenarios de remocion de carga en el quinquenio, de acuerdo a las acciones propuestas en el PSMV			
Obra o actividad del PSMV			Carga a remover (Ton/año)
Construccion de 2 km de domiciliarias			0
Construccion de 4 km tuberia de 8 pulgadas			0
Construccion de 6 km de tuberia de 12 pulgadas			0
Construccion de 3 km de colectores de 30 pulgadas			0
Construccion de 2 km de interceptor de 40 pulgadas			0
Eliminacion de 30 puntos de vertimiento			0
Construccion PTAR -preliminares			15
Construccion PTAR -primarios			35
Construccion PTAR - secundarios			35
Mejoramamiento eficiencia de la PTAR existente en un 40%			0
Total			85
<p>Conclusion: si el municipio ejecuta este plan de saneamiento, estara garantizando remover 85 toneladas /año y el rio, solo requiere que se remuevan 20 con lo cual, se estara cumpliendo las necesidades del cuerpo de agua y por tanto, con una excelente meta de remocion de cargas para el tramo.</p>			
Propuesta de metas municipio o ESP XXX	Carga meta (Ton /año)		Remocion (%)
	20		18,2

SENSIBILIDAD METAS Y PSMVS DELA CUENCA.

EJSENSIBILIDAD METAS INDIVIDUALES DE REDUCCION DE CARGAS DE DBO5			
Municipio de.....	XXXX		
Cuenca: CARRAIPIA	Rio: Carraipia	Tramo	1
Puntos de vertimiento a 2010			30
Carga generada en Ton/año a 2010			100
Carga proyectada a 2015 en Ton/año			110
Carga tratada en Ton/año a 2010			0
Carga transportada en Ton/año			50
Carga vertida en Ton/año a 2010			100
Puntos de vertimietno a 2015			1
Carga Meta a 2015 (Ton/año)			20
Escenarios de remocion de carga en el quinquenio, de acuerdo a las acciones propuestas en el PSMV			
Obra o actividad del PSMV			Carga a remover (Ton/año)
Construccion de 2 km de domiciliarias			0
Construccion de 4 km tuberia de 8 pulgadas			0
Construccion de 6 km de tuberia de 12 pulgadas			0
Construccion de 3 km de colectores de 30 pulgadas			0
Construccion de 2 km de interceptor de 40 pulgadas			0
Eliminacion de 30 puntos de vertimiento			0
Construccion PTAR -preliminares			15
Construccion PTAR -primarios			35
Construccion PTAR - secundarios			35
Mejoramiento eficiencia de la PTAR existente en un 40%			0
Total			85
<p>Conclusion: si el municipio ejecuta este plan de saneamiento, estara garantizando remover 85 toneladas /año y el rio, solo requiere que se remuevan 20 con lo cual, se estara cumpliendo las necesidades del cuerpo de agua y por tanto, con una excelente meta de remocion de cargas para el tramo.</p>			
Propuesta de metas municipio o ESP XXX	Carga meta (Ton /año)		Remocion (%)
	20		18,2

4. DEFINA LA META DE CARGAS DE DBO5 Y SST

1. Estructure el presupuesto.
2. Realice los ajustes del caso.
3. Elabore un cronograma.
4. Oficialización de la meta evaluada en los formatos determinados por la AAC.

5. PROGRAMA Y REALICE LA SUSTENTACION DE LA PORPUESTA DE METAS INDIVIDUALES ANTE LA AAC

1. Inscríbese en la programación para la sustentación como parte de la consulta.
2. Prepare la presentación en Power Point.
3. Expóngala y oficialícela asegurándose de dejar registro o notificación de la propuesta.



MUCHAS GRACIAS