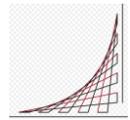


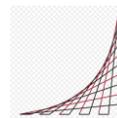
## CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	6
1. ANTECEDENTES .....	7
1.1. AGUAS RESIDUALES .....	7
1.2. PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES – PTAR .....	9
2. PTAR EJÉRCITO NACIONAL DE COLOMBIA.....	13
3. INVENTARIO PTAR EJÉRCITO NACIONAL.....	18
4. RESULTADOS DE OPERACIÓN .....	22
5. CONCLUSIONES.....	41
BIBLIOGRAFÍA.....	43
DERECHOS DE AUTOR .....	44



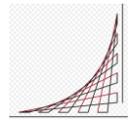
## Listado de tablas

Tabla 1 Contaminantes de importancia en aguas residuales .....	8
Tabla 2 Parámetros de medida .....	8
Tabla 3 Efectos de los contaminantes .....	9
Tabla 4 Contaminante vs Proceso .....	10
Tabla 5 Inventario PTAR Ejército Nacional .....	18
Tabla 6 Resultados de operación PTAR de Malambo.....	23
Tabla 7 Resultados de operación PTAR de Sierra Nevada.....	23
Tabla 8 Resultados de operación PTAR de San Vicente de Chicurí .....	24
Tabla 9 Resultados de operación PTAR de Barranca.....	24
Tabla 10 Resultados de operación PTAR de Socorro.....	25
Tabla 11 Resultados de operación PTAR de Aguachica.....	25
Tabla 12 Resultados de operación PTAR de La Uribe.....	26
Tabla 13 Resultados de operación PTAR de Calamar.....	26
Tabla 14 Resultados de operación PTAR de Ibagué .....	27
Tabla 15 Resultados de operación PTAR de Garzón.....	27
Tabla 16 Resultados de operación PTAR de Villa Garzón.....	28
Tabla 17 Resultados de operación PTAR de Florencia.....	28
Tabla 18 Resultados de operación PTAR de Rio Negro .....	29
Tabla 19 Resultados de operación PTAR de Caucasia .....	29
Tabla 20 Resultados de operación PTAR de Puerto Boyacá.....	30
Tabla 21 Resultados de operación PTAR de San Pedro de Urabá .....	30
Tabla 22 Resultados de operación PTAR de Cantimplora .....	31
Tabla 23 Resultados de operación PTAR de La Carepa.....	31
Tabla 24 Resultados de operación PTAR de Quibdó.....	32
Tabla 25 Resultados de operación PTAR de Saravena .....	32
Tabla 26 Resultados de operación PTAR de Tolemaida.....	33
Tabla 27 Porcentajes de eficiencia PTAR .....	36
Tabla 28 Valor promedio, mínimo y máximo de eficiencias de las PTAR (Parte 1) .....	36
Tabla 29 Valor promedio, mínimo y máximo de eficiencias de las PTAR (Parte 2) .....	36



## Listado de Figuras

Figura 1 Diagrama de flujo PTAR de Lagunas Facultativas .....	14
Figura 2 Diagrama de flujo PTAR de Reactor Anaeróbico .....	14
Figura 3 Diagrama de flujo PTAR de Lagunas de Oxidación .....	15
Figura 4 Diagrama de flujo PTAR de Tanque Séptico.....	15
Figura 5 Diagrama de flujo PTAR de Lodos Activados .....	16
Figura 6 Diagrama de flujo PTAR de Biodiscos .....	17
Figura 7 Tipos de PTAR del Ejército Nacional .....	34
Figura 8 Lagunas de estabilización vs Altitud .....	35
Figura 9 Caudal vs Cantidades de PTAR .....	35
Figura 10 Eficiencia promedio, mínima y máxima Demanda Bioquímica de oxígeno .....	37
Figura 11 Eficiencia promedio, mínima y máxima Demanda Química de oxígeno .....	37
Figura 12 Eficiencia promedio, mínima y máxima Sólidos sedimentables.....	38
Figura 13 Eficiencia promedio, mínima y máxima Sólidos suspendidos totales .....	38
Figura 14 Eficiencia promedio, mínima y máxima Aceites y grasas .....	39
Figura 15 Eficiencia promedio, mínima y máxima Tenso activos – SAAM .....	39
Figura 16 Eficiencia promedio, mínima y máxima Fenoles .....	40



## INTRODUCCIÓN

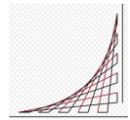
El Ejército Nacional de Colombia es una de las más grandes empresas estatales que tiene el país, por tanto toda actividad que realice se ve reflejada en la sociedad que los rodea.

El Ejército Nacional debe cumplir con la normativa ambiental, por tanto todos sus tratamientos de aguas residuales deben satisfacer la eficiencia requerida en los permisos de vertimiento.

Las Plantas de Tratamiento de Agua Residual – PTAR juegan un papel muy importante en la protección del Medio Ambiente, ya que su diseño, funcionamiento y mantenimiento adecuado minimizan el riesgo de contaminación de los ecosistemas utilizados como fuente receptora de aguas residuales.

En este trabajo se presentan el inventario de las PTAR utilizadas por el Ejército Nacional de Colombia.

En el capítulo 4 se presentan los resultados de la operación de 21 de dichas PTAR, y en el capítulo 5 las conclusiones pertinentes.



## 1. ANTECEDENTES

### 1.1. AGUAS RESIDUALES <sup>[1,2]</sup>

Las aguas residuales son todas aquellas aguas que fueron usadas en ciertos tipos de actividades y por tanto están contaminadas con una o varias sustancias, convirtiéndose esa agua en un elemento contaminante ambiental.

Las aguas residuales según su origen pueden tener la siguiente clasificación:

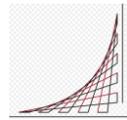
- Aguas residuales domésticas: Son todas las aguas que provienen de las viviendas y de las edificaciones tanto comerciales como institucionales. En esta clasificación se puede determinar que las aguas negras son las provenientes de los inodoros y orinales y las aguas grises son aquellas generadas en las duchas, los lavamanos, las lavadoras y la cocina.
- Aguas residuales industriales: Son aquellas aguas que son producidas en cualquier tipo de proceso industrial.

El tratamiento de las aguas residuales nace en la necesidad de eliminar toda aquella sustancia o componente que pueda producir daños al medio ambiente y riesgos para la salud humana.

La forma más eficiente de tratamiento de estas aguas es implementando una PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES - PTAR; que básicamente es una estructura o instalación que retira los contaminantes producto de diferentes procesos específicos a que fue sometida el agua, buscando con esto, una alta eficiencia en la remoción de residuos contaminantes, para así poder realizar un vertimiento a los cuerpos receptores con la menor cantidad de contaminantes posible.

Las aguas residuales por su carácter contaminante pueden generar acciones negativas a cualquier tipo de ecosistema, especialmente si este es un cuerpo de agua comparativamente de tamaño pequeño y con población aguas abajo del punto de vertimiento que sería uno de los casos más críticos de afectación.

A continuación se presenta una relación de los contaminantes más importantes y comunes que se pueden encontrar en las aguas residuales típicas.



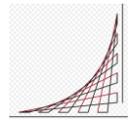
**Tabla 1 Contaminantes de importancia en aguas residuales [1]**

CONTAMINANTE	CAUSA DE SU IMPORTANCIA
Sólidos suspendidos	Pueden conducir al desarrollo de depósitos de lodos y condiciones anaerobias cuando se descargan AR crudas en un medio acuático.
Materia orgánica biodegradable	Está compuesta principalmente de proteínas, carbohidratos y grasas. Se mide en términos de DBO y DBQ por lo general. Si no es previamente removida puede producir agotamiento del OD de la fuente receptora y desarrollo de condiciones sépticas.
Patógenos	Producen enfermedad.
Nutrientes	El C, N y P son nutrientes. Cuando se descargan en las aguas residuales pueden producir crecimiento de vida acuática indeseable. Cuando se descargan en cantidades excesivas sobre el suelo pueden producir polución del agua subterránea.
Materia orgánica refractaria	Resistente al tratamiento convencional. Ejemplos: Detergentes, Fenoles y pesticidas agrícolas.
Metales pesados	Proviene de aguas residuales comerciales e industriales y es posible que deban ser removidos para reúso del agua.
Sólidos inorgánicos disueltos	Algunos como el calcio, sodio y sulfatos son agregados al suministro doméstico original como resultado del uso y es posible que deban ser removidos para reúso del agua.

**Tabla 2 Parámetros de medida [1]**

CONTAMINANTE	PARÁMETRO TÍPICO DE MEDIDA	IMPACTO AMBIENTAL
Materia orgánica biodegradable	DBO, DBQ	Desoxigenación del agua, generación de olores indeseables.
Materia suspendida	SST, SSV	Causas turbiedad en el agua, depósitos de lodos.
Patógenos	CF	Hace el agua insegura para consumo y recreación
Amoníaco	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> - N	Desoxigena el agua, es tóxico para los organismos acuáticos y pueden estimular el crecimiento de algas.
Fósforo	Ortofosfatos	Pueden estimular el crecimiento de algas.
Materiales tóxicos	Como cada material tóxico específico	Peligroso para la vida vegetal y animal.
Sales inorgánicas	SDT	Limita los usos agrícolas e industriales del agua.
Energía térmica	Temperatura	Reduce la concentración de saturación de oxígeno en el agua, acelera el crecimiento de organismos acuáticos.
Iones hidrógeno	pH	Riesgo potencial para organismos acuáticos.

En la tabla 3 se presentan los efectos negativos de las aguas residuales.



**Tabla 3 Efectos de los contaminantes [1]**

CONTAMINANTE	EFEECTO
Materia orgánica biodegradable	Desoxigenación del agua, muerte de peces, olores indeseables.
Materia suspendida	Deposición en los lechos de los ríos; si es orgánica se descompone y flota mediante el empuje de los gases; cubre el fondo e interfiere con la reproducción de los peces o trastorna la cadena alimenticia.
Sustancias corrosivas, cianuros, metales pesados.	Extinción de los peces y vida acuática, destrucción de baterías, interrupción de la autopurificación.
Microrganismos patógenos	Las ARD pueden transportar organismos patógenos, los residuos de curtiembre ántrax.
Sustancias que causan turbiedad, temperatura, color, olor.	El incremento de temperatura afecta a los peces; el color, olor y turbiedad hacen estéticamente inaceptable el agua para uso público.
Sustancias o factores que trastornan el equilibrio biológico	Pueden causar crecimiento excesivo de hongos o plantas acuáticas, las cuales alteran el ecosistema acuático, causan olores, etc.
Constituyentes minerales	Aumentan la dureza, limitan los usos industriales sin tratamiento especial, incrementan el contenido de sólidos disueltos a niveles perjudiciales para los peces o la vegetación, contribuyen a la eutrofización del agua

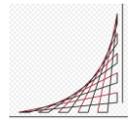
## 1.2. PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES – PTAR [1]

Los objetivos principales de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales son remover la Demanda Bioquímica de Oxígeno – DBO, los sólidos suspendidos y los patógenos. Adicionalmente, en función de las fuentes de contaminación y los recursos tanto económicos como materiales, también se puede considerar la remoción de Nitrógeno, fósforo, sustancias orgánicas refractarias, trazas de metales pesados y sustancias inorgánicas disueltas.

Se puede considerar cuatro tipos de tratamiento de aguas residuales:

El *pre tratamiento* de las aguas residuales es el primer proceso que debe tenerse en cuenta para la remoción de los contaminantes, consiste en remover todo aquel elemento que pueda afectar la operación y mantenimiento de los procesos siguientes o que tienen que tratarse de forma separada.

El *tratamiento primario* consiste en remover parcialmente sólidos suspendidos, y materia orgánica, mediante sedimentación. Por general en esta etapa se pueden tener remociones cercanas al 60% de los sólidos suspendidos y entre el 35% y 40% de la DBO.



El *tratamiento secundario*, el cual es utilizado para remover DBO soluble y sólidos suspendidos, incluye generalmente procesos biológicos.

El *tratamiento terciario*, en el cual se remueven los nutrientes para evitar las cantidades anormales de biomasa en los cuerpos de agua receptoras, adicionalmente adecua el agua para su reutilización.

Para elegir y diseñar el proceso de tratamiento de aguas residuales adecuadamente, se deben tener en cuenta factores propios de la zona del proyecto, las exigencias de la entidad ambiental con jurisprudencia en el área donde se va ubicar la planta y el presupuesto con que se cuenta. Algunos de los factores a considerar se presentan a continuación:

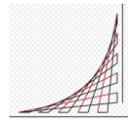
- Establecer el nivel de complejidad del sistema.
- Conocimiento de los diferentes tipos de caudales.
- Las características de las aguas residuales a tratar.
- Las exigencias mínimas de la calidad del vertimiento y/o las dadas por la entidad ambiental correspondiente, es decir, total conocimiento del marco legal.
- Que confiabilidad se quiere.
- Los costos tanto de construcción como de mantenimiento a futuro del sistema.
- La disponibilidad del terreno.
- Ubicación respecto a la población más cercana y su entorno.

Siguiendo lo plasmado anteriormente se puede decir que cada proyecto es prácticamente único y por lo tanto cada uno debe ser analizado y estudiado individualmente, considerando todos los factores, para poder decidir el proceso más adecuado y equilibrado económicamente.

A continuación se presenta una relación de los procesos más comunes y el contaminante a remover:

**Tabla 4 Contaminante vs Proceso <sup>[1]</sup>**

CONTAMINANTE	PROCESO
DBO	Lodos activados, lagunas aireadas, filtros percoladores, unidades de contacto biológico rotatorio o Biodiscos, lagunas facultativas aireadas o fotosintéticas, lagunas anaeróbicas, filtros anaeróbicos, proceso anaeróbico de contacto, reactores anaeróbicos de flujo ascensional (PAMLA o UASB)
Sólidos suspendidos	Sedimentación, flotación, cribado, filtración.
Compuestos orgánicos refractarios	Adsorción de carbón, intercambio iónico, electrodiálisis, ósmosis inversa.
Nitrógeno	Nitrificación - desnitrificación, intercambio iónico.



**Tabla 4 Contaminante vs Proceso <sup>[1]</sup> (continuación)**

Fósforo	Precipitación química, coprecipitación biológica, intercambio iónico.
Metales pesados	Intercambio iónico, precipitación química.
Sólidos disueltos inorgánicos	Intercambio iónico, electrodiálisis, osmosis inversa.

Los *sistemas de tratamiento en el sitio* son aquellos que se utilizan en lugares aislados, donde no existen redes de alcantarillado, o donde se requiere remover la cantidad de sólidos suspendidos antes de verter el agua residual al sistema de alcantarillado. Para comunidades de más de 200 habitantes se deben hacer estudios y recopilar información necesaria. <sup>[3]</sup>

En los casos que no sea factible la utilización de sistemas de tratamiento en el sitio de origen, debido a la magnitud del volumen de las aguas residuales a tratar, se deben utilizar sistemas adecuados con mayor capacidad conocidos como *sistemas centralizados*.

Se pueden establecer varios tipos de PTAR, en función de los parámetros y tipos de tratamiento mencionados anteriormente. <sup>[3]</sup>

Sistemas de tratamiento en el sitio:

Trampas de grasas y aceites.

Tanques sépticos.

Campos de percolación.

Sistemas centralizados

Pre tratamientos:

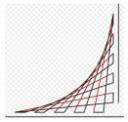
- Rejillas
- Remoción de grasas
- Desarenadores

Tratamientos Primarios

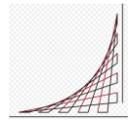
- Sedimentadores primarios
- Tamices

Tratamientos secundarios

- Lodos activados
- Lagunas aireadas
- Filtros percoladores
- Biodiscos
- Lagunas de oxidación
- Filtros anaerobios



- Reactores RAP
- Reactores UASB



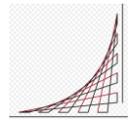
## 2. PTAR EJÉRCITO NACIONAL DE COLOMBIA

El Ejército Nacional de Colombia cumpliendo con su deber misional de conducir operaciones militares orientadas a defender la soberanía, la independencia y la integridad territorial, proteger a la población civil, los recursos privados y estatales para contribuir a generar un ambiente de paz, seguridad y desarrollo, que garantice el orden constitucional de la nación, debe llegar hasta los lugares más apartados de la geografía colombiana, muchas veces en condiciones adversas para un desarrollo convencional de la ingeniería y arquitectura de todas sus construcciones e instalaciones.

Esto conlleva a que cerca del 100% de las condiciones de población, geografía, climas, recursos, entre otras, sean diferentes y exclusivas para cada uno de los proyectos de ingeniería a ejecutar.

El diseño de las redes de alcantarillado sanitario y de todos sus componentes va de la mano con los procedimientos, estándares y normas, que generalmente se utilizan en Colombia; pero cabe aclarar los siguientes aspectos:

- El tamaño y crecimiento de las unidades militares no se estima con proyecciones de poblaciones o métodos estadísticos similares, por general se cuenta con un plan piloto, el cual representa la proyección total de la unidad. En el plan piloto se presenta información acerca del número de personas por edificación, la tipología y ubicación geográfica de las diferentes instalaciones, qué zonas o áreas actuales se mantienen, entre otros aspectos. Siendo éste el insumo principal para cualquier tipo de diseño que se quiera realizar.
- Por la naturaleza misma del Ejército es importante tener en cuenta para todo tipo de diseño, la población flotante militar. Por ejemplo el Ejército cuenta con unidades especiales de entrenamiento y reentrenamiento de sus hombres, existiendo momentos en estas unidades en que su población puede pasar de 100 a 1500 hombres instantáneamente y por un periodo aproximado de un mes, datos que se deben tener en cuenta para determinar los picos de uso de las diferentes instalaciones.
- El Ejército cuenta con edificaciones que son algo atípicas para centros urbanos convencionales de similares dimensiones; por ejemplo, cuenta con edificios con producciones industriales, talleres mecánicos de gran tamaño, baterías sanitarias diseñadas para 200 hombres, cocinas o ranchos de tropa que debe abastecer de las tres comidas diarias a 500 hombres al tiempo, etc.
- La localización y el tamaño de las plantas de tratamiento se conciben desde la planificación del plan piloto, por tanto no interrumpe el desarrollo normal

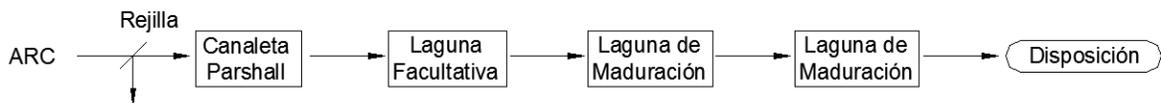


de la unidad, ya que por lo general existe bastante espacio apto para la ubicación dentro del mismo predio.

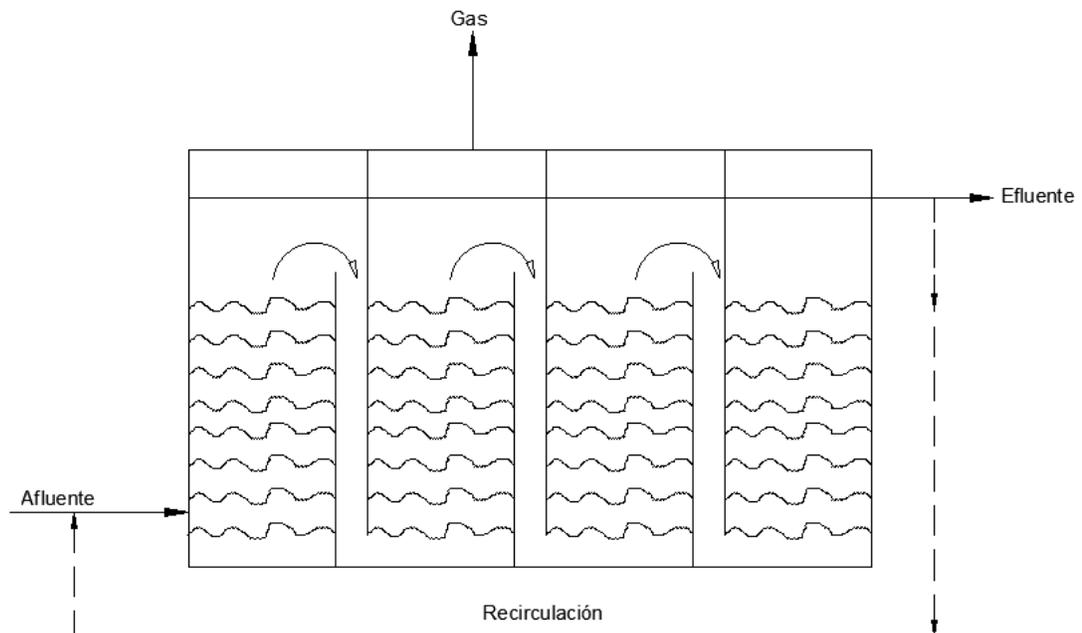
- Existen unidades militares dentro las ciudades, en estos casos los diseños de estas instalaciones se realizan en función de la normativa aplicable para la ciudad y buscando un punto de conexión autorizado y que cumpla con todos los requerimientos mínimos. En bastantes ocasiones se deben proyectar varios puntos de conexión debido a la topografía del lugar y a la magnitud del vertimiento, para que no suceda ningún tipo de colapso de la red externa.

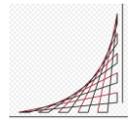
Como se observa en el inventario realizado, incluido en el capítulo 3 de este informe, el Ejército Nacional utiliza en sus instalaciones plantas de tratamiento biológico del tipo de Tanque Séptico, Reactor Anaeróbicos, Lodos Activados, Lagunas Facultativas, Lagunas De Oxidación, Biodiscos, cuyos diagramas típicos de flujo se ilustran en las figuras 1 a la 5.

**Figura 1 Diagrama de flujo PTAR de Lagunas Facultativas**



**Figura 2 Diagrama de flujo PTAR de Reactor Anaeróbico**

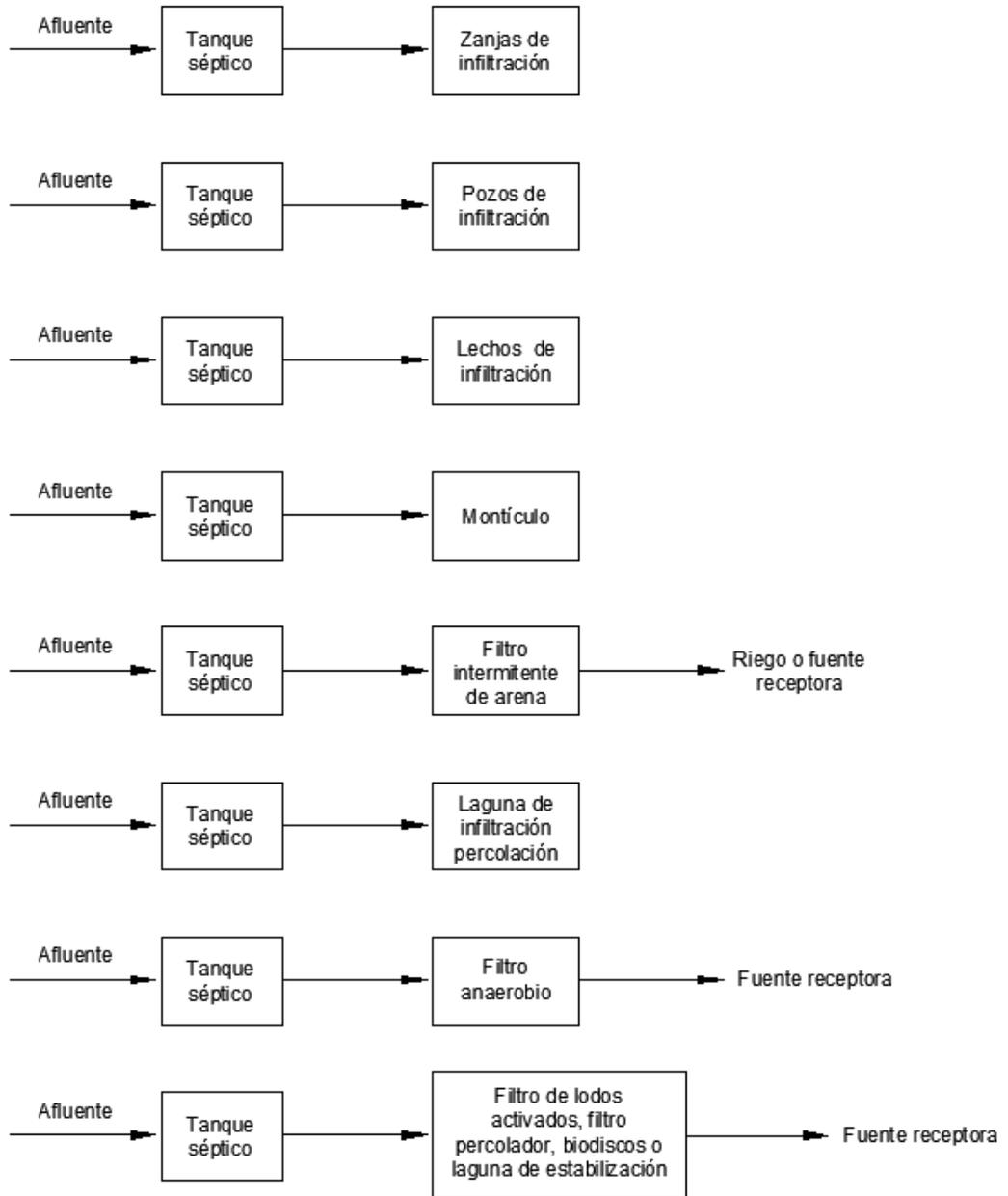




**Figura 3 Diagrama de flujo PTAR de Lagunas de Oxidación**



**Figura 4 Diagrama de flujo PTAR de Tanque Séptico**



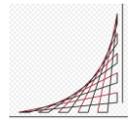
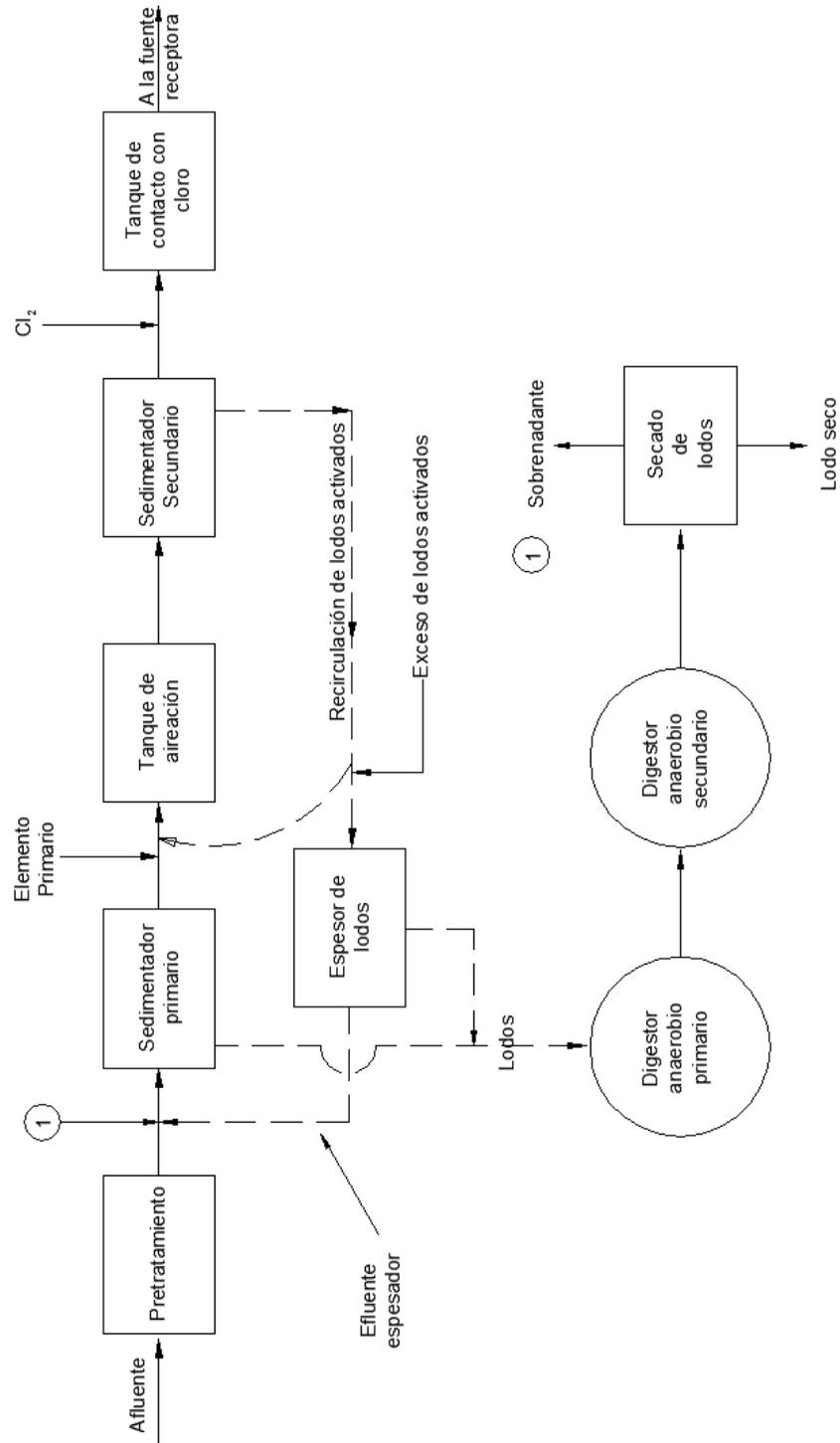
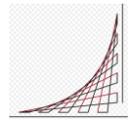
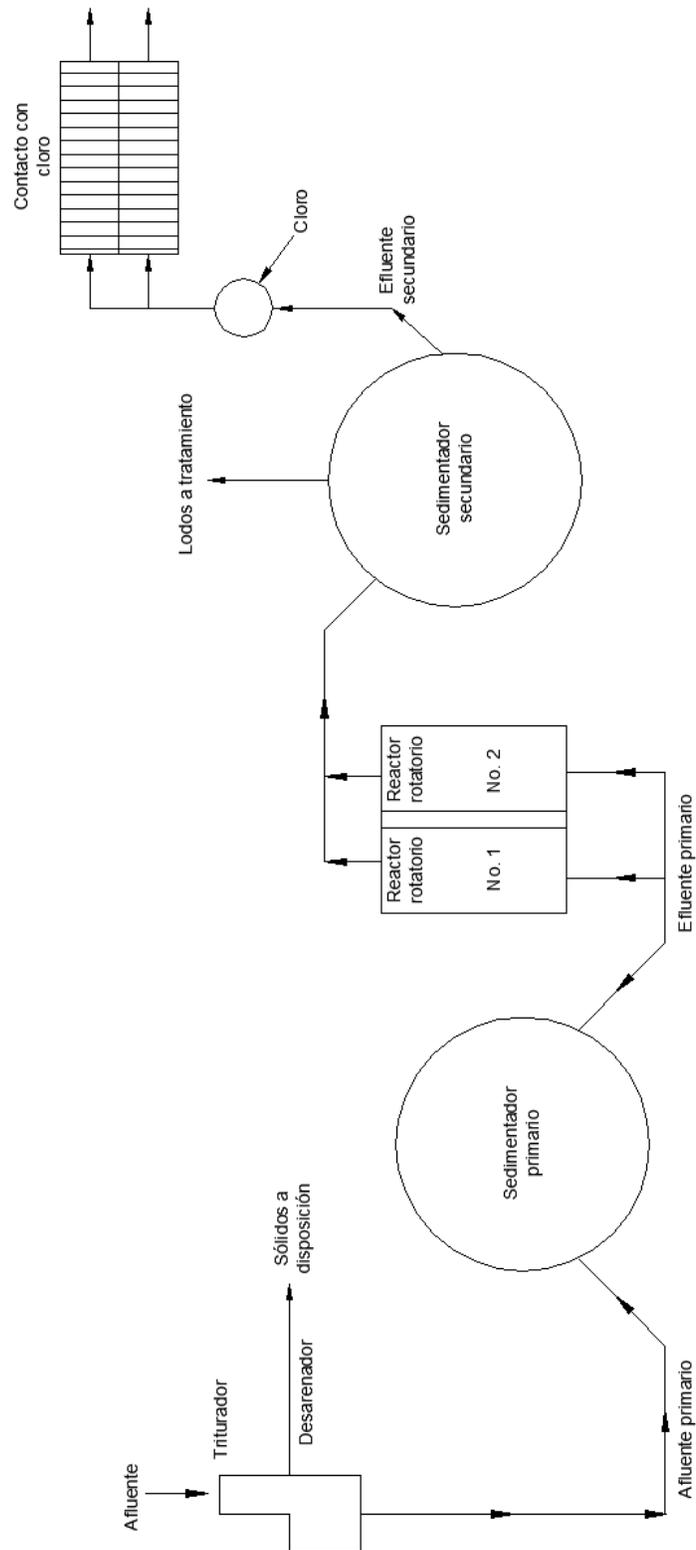


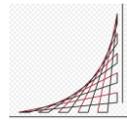
Figura 5 Diagrama de flujo PTAR de Lodos Activados





**Figura 6 Diagrama de flujo PTAR de Biodiscos**



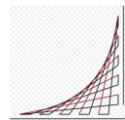


### 3. INVENTARIO PTAR EJÉRCITO NACIONAL

En la Tabla 5 se presenta el inventario de las plantas de tratamiento con que cuenta Ejército de Colombia [5]. Se presenta el nombre de la unidad o batallón, la localización a nivel político, la altitud aproximada sobre el nivel del mar [6], tipo de planta de tratamiento, caudal de diseño en litros/segundo, y la fecha de construcción del sistema de tratamiento.

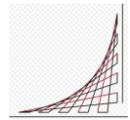
**Tabla 5 Inventario PTAR Ejército Nacional**

No	NOMBRE DE LA UNIDAD/ BATALLÓN	DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	ALTITUD (m.s.n.m)	TIPO DE PLANTA	CAUDAL (L/S)	FECHA
1	BAT. DE INSTRUCCIÓN Y ENTRENAMIENTO No.2 BITER02	Magdalena	Aracataca	40	LODOS ACTIVADOS	5,00	2011
2	BAT. ING. No. 2 "GR FRANCISCO JAVIER VERGARA Y VELAZCO"	Atlantico	Malambo	10	LODOS ACTIVADOS	7,12	2000
3	BAT. DE INFANTERÍA MECANIZADO No. 06 "CARTAGENA" BICAR	Guajira	Riohacha	2	LODOS ACTIVADOS	2,40	2011
4	BASE MILITAR LA URIBIA	Guajira	Albania	80	TANQUE SÉPTICO	1,50	2005
5	GRUPO DE CABALLERÍA BLINDADO MEDIANO "GR. GUSTAVO MATAMOROS" GMMAT	Guajira	Albania	80	LODOS ACTIVADOS	5,00	2002
6	GRUPO DE CABALLERÍA MECANIZADO No. 02 "CR. JUAN JOSÉ RONDÓN" GMRON	Guajira	Buenavista	203	LAGUNAS DE OXIDACIÓN	5,00	2004
7	BAT. DE INGENIEROS N° 10 GR "MANUEL ALBERTO MURILLO GONZALEZ"	Cesar	Valledupar	165	LODOS ACTIVADOS	5,00	2008
8	BAT. DE ALTA MONTAÑA No. 07 "MY. RAÚL GUILLERMO MAHECHA MARTINEZ" BAMMA 7	Cesar	Serranía del Perijá	3000	REACTOR ANAEROBICO	3,00	2007
9	BAT. ART. No. 10 "SANTA BARBARA "	Guajira	Buenavista - Distracción	203	LAGUNAS DE OXIDACIÓN	5,00	2004
10	BAT. DE INSTRUCCIÓN Y ENTRENAMIENTO No. 10 "LA LOMA"	Cesar	El Paso	50	LODOS ACTIVADOS	5,00	2004
11	BAT. ALTA MONTAÑA No. 6 MY ROBINSON DANIEL RUIZ" BAMRU BASE SANTA CLARA	Santamarta	Sierra nevada	3500	LODOS ACTIVADOS	7,12	2004
12	BAT. DE ALTA MONTAÑA No. 02 "GR. SANTOS GUTIERREZ PRIETO"	Boyacá	El Espino	2128	REACTOR ANAEROBICO	3,00	2004
13	GRUPO DE CABALLERIA MECANIZADONo. 01 "GR. MIGUEL SILVA PLAZAS"	Boyacá	Duitama	2530	LAGUNAS DE OXIDACIÓN	5,00	1998
14	BAT. DE INSTRUCCIÓN Y ENTRENAMIENTO No. 01	Boyacá	Samacá	2765	LODOS ACTIVADOS	3,00	2012
15	BAT. DE INFANTERÍA No. 40 "CR. LUCIANO D'LHUYER"	Santander	San Vicente de Chucurí	693	LAGUNAS DE OXIDACIÓN	4,00	2001
16	BAT. DE ARTILLERÍA DE DEFENSA AÉREA No. 02 "NUEVA GRANADA"	Santander	Barrancabermeja	80	LODOS ACTIVADOS	5,00	2003
17	BAT. DE ARTILLERÍA No. 05 "CT. JOSÉ ANTONIO GALÁN"	Santander	Socorro	1230	LODOS ACTIVADOS	5,00	2012
18	BAT. DE INFANTERÍA No.41 "GR. RAFAEL REYES PRIETO" BIREY	Santander	Cimitarra	200	LAGUNAS DE OXIDACIÓN	5,00	2001



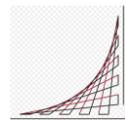
**Tabla 5 Inventario PTAR Ejército Nacional (continuación)**

19	BAT. DE INSTRUCCIÓN Y ENTRENAMIENTO No. 5 "AGUACHICA"	Cesar	Aguachica	162	LAGUNAS DE OXIDACIÓN	5,00	2007
20	BAT. DE INSTRUCCIÓN Y ENTRENAMIENTO No. 30	Norte de Santander	Salazar de las P.	815	LODOS ACTIVADOS	5,00	2013
21	BAT. ESPECIAL ENERGETICO Y VIAL No. 10	Norte de Santander	Convención	1100	LODOS ACTIVADOS	5,00	2009
22	BAT. DE INFANTERÍA No.15 "GR. FRANCISCO DE PAULA SANTANDER"	Norte de Santander	Ocaña	1202	LODOS ACTIVADOS	5,00	2001
23	BAT. ING No. 30 "CR. JOSE ALBERTO SALAZAR ARANA"	Norte de Santander	Tibú	75	LODOS ACTIVADOS	5,00	2013
24	BRIM28 -BACOT 135 BASE DE ALTA MONTAÑA SINAI	Valle	Florida	1038	TANQUE SÉPTICO	0,30	2007
25	PUESTO DE MANDO ADELANTADO FUTAP	Cauca	Miranda	1032	LODOS ACTIVADOS	5,00	2012
26	BAT. ALTA MONTAÑA No.3 RODRIGO LLOREDA CAICEDO "BAMRO"	Valle	Farallones	4000	LODOS ACTIVADOS	3,00	2003
27	BAT. A. M. No. 4 GR BENJAMIN HERRERA CORTES BAMHE	Cauca	San Sebastian	2010	LODOS ACTIVADOS	5,00	2004
28	BAT. DE SELVA No.53 "CORONEL FRANCISCO JOSE GONZALEZ - BASGO"	Nariño	Tumaco	2	LODOS ACTIVADOS	5,00	2013
29	BAT. INFANTERIA No. 7 GR. JOSE HILARIO LOPEZ ( BASPC 29 )	Cauca	Popayan	1760	LAGUNAS DE OXIDACIÓN	10,00	2005
30	BAT. INFANTERIA No. 7 GR. JOSE HILARIO LOPEZ " BASE MILITAR MUNCHIQUE "	Cauca	El Tambo	1750	TANQUE SÉPTICO	0,30	2004
31	BAT. DE A.S.P.C No. 22 "TC. BENEDICTO TRIANA"	Guaviare	San Jose	175	LODOS ACTIVADOS	6,00	2005
32	BAT. SELVA. No. 51 "GENERAL JOSÉ MARÍA ORTEGA"	Guaviare	Miraflores	180	TANQUE SÉPTICO	3,00	2004
33	BAT.INST, ENTR Y REENT No. 7"JOSÉ MIGUEL PEY Y ANDRADE"	Meta	Cubarral	534	TANQUE SÉPTICO	5,00	2013
34	BAT. INF.SELVA.No. 29 TG. GERMAN OCAMPO HERRERA "BIGOH"	Meta	La Uribe	835	LODOS ACTIVADOS	5,00	2010
35	BAT. DE INGENIEROS No. 07 "GR. CARLOS ALBÁN" BIALB	Meta	Apiay	1394	LODOS ACTIVADOS	10,00	2006
36	BAT. DE INFANTERÍA N° 24 GR "LUIS CARLOS CAMACHO LEYVA"	Guaviare	Calamar	200	LAGUNAS DE OXIDACIÓN	5,00	2008
37	BAT. DE INFANTERÍA AEROTRANSPORTADO No.19 "GR. JOAQUÍN PARÍS"	Guaviare	San José	175	LODOS ACTIVADOS	6,00	1990
38	BAT. DE INSTRUCCIÓN Y ENTRENAMIENTO No.22 "JOSE IGNACIO ALVAREZ SALAZAR" BITER22	Guaviare	El Retorno	245	LODOS ACTIVADOS	6,00	2013
39	BAT. DE ALTA MONTAÑA No. 05 "GR. URBANO CASTELLANOS CASTILLO"	Quindío	Génova	3000	LODOS ACTIVADOS	2,00	2003
40	BAT. DE INFANTERÍA No.18 "CR. JAIME ROOKE" (BAS06)	Tolima	Ibagué	1248	LODOS ACTIVADOS	5,00	1998
41	BAT. DE INFANTERIA No. 26 "CACIQUE PIGOANZA"	Huila	Garzón	828	LAGUNAS DE OXIDACIÓN	1,70	1998
42	BAT. DE INFANTERIA No. 27 "MAGDALENA"	Huila	Pitalito	1318	REACTOR ANAEROBICO	3,00	2012
43	BAT. DE INSTRUCCIÓN Y ENTRENAMIENTO No. 09 "VICENTE DE LA RONCHA Y FLOREZ" BITER09	Huila	La Plata	26	REACTOR ANAEROBICO	3,00	2011
44	BAT. DE ALTA MONTAÑA No. 01 "TC. ANTONIO ARREDONDO"	Cundinamarca	Sumapaz	4000	LODOS ACTIVADOS	3,00	2003
45	BAT. ESPECIAL ENERGETICO VIAL NO. 13	Cundinamarca	Ubalá	1949	REACTOR ANAEROBICO	1,50	2008



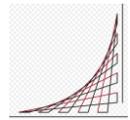
**Tabla 5 Inventario PTAR Ejército Nacional (continuación)**

46	BAT. DE INSTRUCCION, ENTRENAMIENTO Y REENTRENAMIENTO No. 13 "BITER13"	Cundinamarca	Usme	3000	LODOS ACTIVADOS	7,00	2008
47	BAT. DE INFANTERÍA No. 39 "SUMAPAZ"	Cundinamarca	Fusagasugá	1728	LODOS ACTIVADOS	2,20	1999
48	BAT. DE INGENIEROS No. 08 "FRANCISCO JAVIER CISNEROS" BICIS	Quindío	Pueblo Tapao	1294	BIODISCOS	8,00	2002
49	GRUPO CABALLERIA MECANIZADO No. 10 TEQUENDAMA GMTEQ (LA CALERA)	Cundinamarca	La calera	2718	LAGUNAS DE OXIDACIÓN	0,50	2004
50	BAT. DE SELVA N° 50 " GRAL. LUIS ACEVEDO Y TORRES (BASE MILITAR ARARACUARA)	Caquetá	Araracuara	228	TANQUE SÉPTICO	1,20	2007
51	BAT. ASPC No. 26 SS. NESTOR OSPINA MELO	Amazonas	Leticia	96	LODOS ACTIVADOS	4,00	2004
52	BAT. ART. No. 27 "GR. LUIS ERNESTO ORDOÑEZ CASTILLO"	Putumayo	Pto asis	250	LAGUNAS DE OXIDACIÓN	3,50	2008
53	BAT. INST, ENTR Y REENT No. 12 "JUAN ANTONIO GÓMEZ PASCUAL"	Caquetá	Larandia	250	TANQUE SÉPTICO	3,00	2008
54	BAT. INST, ENTR Y REENT No. 26 "NICOLÁS CUERVO ROJAS"	Amazonas	Leticia	96	LODOS ACTIVADOS	4,00	2011
55	BAT. SELVA. No. 55 "CT. OSCAR GIRALDO RESTREPO"	Putumayo	Pto Leguisamo	177	LODOS ACTIVADOS	4,50	2008
56	BAT. INF. SELVA No. 49 SL JUAN BAUTISTA SOLARTE OBANDO	Putumayo	La Tagua	134	TANQUE SÉPTICO	4,00	1981
57	BAT. INF. No. 25 GR ROBERTO DOMINGO RICO DIAZ	Putumayo	Villagarzon	529	LAGUNAS DE OXIDACIÓN	3,00	1999
58	BAT. DE INGENIEROS No. 12 "GR. LIBORIO MEJÍA"	Caquetá	Florencia	242	LAGUNAS DE OXIDACIÓN	5,00	2009
59	BAT. DE INFANTERÍA No. 36 "CAZADORES"	Caquetá	San Vicente del Caguan	280	LODOS ACTIVADOS	5,00	2005
60	BAT. DE A.S.P.C. No. 12 "GR. FERNANDO SERRANO"	Caquetá	Florencia	242	REACTOR ANAEROBICO	5,00	2010
61	BAT. ESPECIAL ENERGETICO Y VIAL No. 9 JOSE MARIA GAITAN	Putumayo	La Hormiga	316	LODOS ACTIVADOS	5,50	2009
62	GRUPO MECANIZADO No. 04 "JUAN DEL CORRAL"	Antioquia	Rionegro	2080	LODOS ACTIVADOS	3,00	2003
63	BAT. INST, ENTR Y REENT No. 11 "ANTONIO IGNACIO GALLARDO Y GUERRERO"	Cordoba	Urra Tierra alta	130	TANQUE SÉPTICO	4,00	2002
64	BAT. INST, ENTR Y REENT No. 4 "FRAY MARIANO GARNICA Y DORJUELA"	Antioquia	Yarumal	2300	TANQUE SÉPTICO	3,00	2008
65	BAT. EEV No. 4 "BG JAIME POLANIA PUYO"	Antioquia	San Rafael	1000	LODOS ACTIVADOS	2,80	2009
66	BAT. DE INFANTERÍA No. 11 "CACIQUE NUTIBARA"	Antioquia	Andes	1360	LODOS ACTIVADOS	3,00	2004
67	BAT. DE A.S.P.C. No. 11 "CACIQUE TIRROME"	Córdoba	Montería	18	LAGUNAS DE OXIDACIÓN	8,00	2000
68	BAT. INFANTERIA No. 12 BG. ALFONSO MANOSALVA FLOREZ	Chocó	Quibdó	43	BIODISCOS	5,00	2007
69	BAT. DE INFANTERÍA AEROTRANSPORTADO No. 31 "RIFLES" BIRIF	Antioquia	Caucasia	50	REACTOR ANAEROBICO	3,00	2002
70	BAT. DE INFANTERÍA No. 03 "BATALLA DE BÁRBULA" BIBAR	Boyacá	Puerto Boyacá	145	LAGUNAS DE OXIDACIÓN	3,00	2000
71	BAT. DE INFANTERÍA No. 42 "BATALLA DE BOMBONÁ"	Antioquia	Guasimal	130	LAGUNAS DE OXIDACIÓN	3,00	2000
72	BAT. INF. No. 47 GR. FRANCISCO DE PAULA VELEZ	Uraba	San pedro	200	LAGUNAS DE OXIDACIÓN	5,00	1999
73	BAT. DE INGENIEROS No. 14 "BATALLA DE CALIBÍO" BICAB	Santander	Cantimplora	240	LODOS ACTIVADOS	3,00	2000
74	BAT. DE A.S.P.C. No. 17 "CLARA ELISA NARVAEZ ARTEAGA" BASER17	Antioquia	Carepa	28	LODOS ACTIVADOS	5,00	2001



**Tabla 5 Inventario PTAR Ejército Nacional (continuación)**

75	BAT. INGENIEROS No. 15 "GENERAL JULIO LONDOÑO LONDOÑO	Chocó	Itmina	79	LODOS ACTIVADOS	5,00	2011
76	BAT. DE A.S.P.C. No.17 "CLARA ELISA NARVAEZ ARTEAGA" BASER17	Antioquia	Carepa	28	LODOS ACTIVADOS	5,00	2001
77	BAT. DE INFANTERÍA No. 12 "BG. ALFONSO MANOSALVA FLOREZ"	Chocó	Quibdó	43	LODOS ACTIVADOS	5,00	2013
78	BIJUL-BITER 15	Chocó	Unión Panamericana	119	LODOS ACTIVADOS	5,00	2011
79	BIJUL-BITER 15	Chocó	Unión Panamericana	119	LODOS ACTIVADOS	3,00	2011
80	BAT. DE A.S.P.C. No.28	Vichada	Pto. Carreño	51	LODOS ACTIVADOS	2,56	2009
81	BAT. DE INGENIEROS No. 28 "ARTURO HERRERA CASTAÑO" BASE LA PRIMAVERA	Vichada	La Primavera	100	TANQUE SÉPTICO	1,00	2011
82	BAT. DE INFANTERÍA MOTORIZADO No. 43 "GR. EFRAÍN ROJAS ACEVEDO"	Vichada	Cumaribo	125	LAGUNAS DE OXIDACIÓN	5,00	2006
83	BITER. No.28 "IGNACIO DE HERRERA Y VERGARA"	Meta	Pto Gaitan - Carimagua	150	LODOS ACTIVADOS	3,00	2012
84	BAT. DE ARTILLERÍA N° 18 " GR. JOSE MARIA MANTILLA"	Arauca	Pto Jordan	340	LODOS ACTIVADOS	5,00	2010
85	GRUPO DE CABALLERÍA AEROTRANSPORTADO No.18 "GR. GABRIEL REBÉIZ PIZARRO"	Arauca	Saravena	200	LODOS ACTIVADOS	5,00	2012
86	BAT. DE INFANTERÍA DE SELVA No. 45 "GR. PRÓSPERO PINZÓN"	Guainía	Puerto Inírida	95	LODOS ACTIVADOS	3,00	2007
87	BAT. DE APOYO DE SERVICIOS PARA EL ENTRENAMIENTO (Base Centro de Acopio) BASEN	Cundinamarca	Nilo - Tolemaida	500	LAGUNAS FACULTATIVAS	36,00	2006
88	BAT. DE APOYO DE SERVICIOS PARA EL ENTRENAMIENTO (Base "La Batea") BASEN	Cundinamarca	Nilo - Tolemaida	500	LODOS ACTIVADOS	20,00	2007
89	BAT. DE APOYO Y SERVICIO PARA LA EDUCACION MILITAR BASEM ( Base Militar los mangos )	Cundinamarca	Nilo - Tolemaida	500	LAGUNAS DE OXIDACIÓN	1,10	2009
90	ESCUELA DE SOLDADOS PROFESIONALES ESPRO	Cundinamarca	Nilo	500	LODOS ACTIVADOS	11,00	2004
91	BRIGADA ESPECIAL DE INGENIEROS BRING	Cundinamarca	Nilo - Tolemaida	500	LAGUNAS FACULTATIVAS	5,00	2011
92	BAT. DE P M No. 05 "Coronel GUILLERMO FERGUSSON "	Cundinamarca	Nilo - Tolemaida	500	LODOS ACTIVADOS	5,00	2013
93	ESCUELA DE LANCEROS	Cundinamarca	Nilo la primavera	500	TANQUE SÉPTICO	0,22	2008
94	BAT. SERVICIOS DE LA FUDRA	Meta	Macarena	233	LAGUNAS DE OXIDACIÓN	1,10	2008
95	BAT. DE SERVICIOS CONTRA EL NARCOTRAFICO ( BSCNA )	Caquetá	Larandia	250	LODOS ACTIVADOS	5,00	2013
96	BAT. DE SERVICIOS CONTRA EL NARCOTRAFICO ( BSCNA )	Caquetá	Larandia	250	LODOS ACTIVADOS	3,00	1985
97	FUERTE AMAZONAS ( FUERTE AMAZONAS )	Amazonas	Leticia	96	TANQUE SÉPTICO	0,30	2008



## 4. RESULTADOS DE OPERACIÓN

Los resultados de operación analizados en el año 2012 por la empresa Anascol, para el Ejército Nacional, de las plantas de tratamiento de agua residual de 21 unidades militares a nivel nacional, se incluyen en las tablas 6 a 26. En dichas tablas la carga contaminante se calcula según el Decreto 2667 de 2012 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Republica de Colombia.

$$C_c = Q \times C \times 0.0036 \times t$$

Donde:

$C_c$  = Carga Contaminante, en kilogramos por día (kg/día).

$Q$  = Caudal promedio de aguas residuales, litros por segundo (l/s).

$C$  = Concentración del elemento, sustancia o compuesto contaminante, en miligramos por litro (mg/l).

0,0036=Factor de unidades de miligramos por litro (mg/l) a kilogramos por hora (kg/h).

$t$  = Tiempo de vertimiento del usuario, en horas por día (h). Para las unidades militares la empresa Anascol determinó un tiempo de vertimiento de 15 horas, en función del comportamiento de este tipo de población.

La eficiencia de remoción de carga contaminante en un sistema de tratamiento de aguas residuales está dada por:

$$E = \frac{(C_{c_0} - C_c)}{C_{c_0}} \times 100$$

Donde:

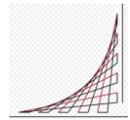
$E$  = Eficiencia de remoción del sistema (%)

$C_{c_0}$  = Carga Contaminante a la entrada (kg/día).

$C_c$  = Carga Contaminante a la salida (kg/día).

La columna LCM (Límite de Cuantificación del Método) de las siguientes tablas representa el valor mínimo cuantificable con el método utilizado para la determinación del parámetro.

El Decreto 1594 de 1984 el cual reglamentaba algunos títulos del decreto 2811 de 1974 fue derogado por los Decretos Nacionales 3930 y 4728 de 2010. Actualmente el Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible está trabajando en una legislación que establece los valores límites máximos permisibles de los parámetros fisicoquímicos de los vertimientos de aguas residuales, siguiendo el Artículo 28 del decreto 4728 de 2010 que establece que ésta entidad fijará los parámetros y límites máximos de los vertimientos.

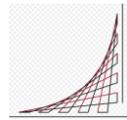


**Tabla 6 Resultados de operación PTAR de Malambo**

Nombre:	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES MALAMBO							
Tipo:	Lodos Activados							
PARÁMETRO	UNIDADES	LCM	RESULTADOS		CARGA CONTAMINANTE (kg/día)		% REMOCIÓN	DECRETO 1594 DE 1984
			ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	SALIDA		
Demanda Bioquímica de oxígeno-DBO5	mg O <sub>2</sub> /L	5	887	66	88,61	6,31	92,9	Remoción 80% en carga contaminante
Demanda Química de oxígeno-DQO	mg O <sub>2</sub> /L	20	1800	170	179,82	16,25	91,0	No reporta
Sólidos sedimentables	mL/L	0,1	0,1	1,0	0,01	0,10	0,0	<= 10
Sólidos suspendidos totales	mg/L	10	312	35	31,17	3,35	89,3	Remoción >=80% en carga contaminante
Aceites y grasas	mg/L	10	14	10	1,40	0,96	31,7	<= 100
Tensoactivos - SAAM	mg SAAM/L	0,4	7,6	6,5	0,76	0,62	18,2	No reporta
pH (min-máx)	Unidades	NA	5,45 - 6,46	5,59 - 6,31	N/A	N/A	N/A	5 - 9
Fenoles	mg Fenoles/L	0,1	0,19	0,14	0,019	0,013	29,5	No reporta
Caudal (min-máx)	L/s	NA	1,452 - 2,4	1,52 - 2,31	N/A	N/A	N/A	No reporta
Caudal promedio	L/s	--	1,85	1,77	N/A	N/A	N/A	No reporta
Temperatura (min-máx)	°C	NA	18,7-28,3	14,3-20,9	N/A	N/A	N/A	<= 40

**Tabla 7 Resultados de operación PTAR de Sierra Nevada**

Nombre:	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SIERRA NEVADA							
Tipo:	Lodos Activados							
PARÁMETRO	UNIDADES	LCM	RESULTADOS		CARGA CONTAMINANTE (kg/día)		% REMOCIÓN	DECRETO 1594 DE 1984
			ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	SALIDA		
Demanda Bioquímica de oxígeno-DBO5	mg O <sub>2</sub> /L	5	423	85	48,86	8,84	81,9	Remoción 80% en carga contaminante
Demanda Química de oxígeno-DQO	mg O <sub>2</sub> /L	20	1003	362	115,85	37,63	67,5	No reporta
Sólidos sedimentables	mL/L	0,1	5	1,0	0,58	0,10	82,0	<= 10
Sólidos suspendidos totales	mg/L	10	498	31	57,52	3,22	94,4	Remoción >=80% en carga contaminante
Aceites y grasas	mg/L	10	23	10	2,66	1,04	60,9	<= 100
Tensoactivos - SAAM	mg SAAM/L	0,4	4,9	4,3	0,57	0,45	21,0	No reporta
pH (min-máx)	Unidades	NA	5,58 - 6,03	5,44 - 5,94	N/A	N/A	N/A	5 - 9
Fenoles	mg Fenoles/L	0,1	0,37	0,1	0,043	0,010	75,7	No reporta
Caudal (min-máx)	L/s	NA	1,62 - 2,92	1,4 - 2,3	N/A	N/A	N/A	No reporta
Caudal promedio	L/s	--	2,139	1,925	N/A	N/A	N/A	No reporta
Temperatura (min-máx)	°C	NA	16,2 - 27,3	17,1 - 23,5	N/A	N/A	N/A	<= 40

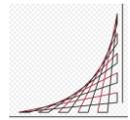


**Tabla 8 Resultados de operación PTAR de San Vicente de Chicurí**

Nombre:	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN VICENTE DEL CHUCURÍ							
Tipo:	LAGUNAS DE OXIDACIÓN							
PARÁMETRO	UNIDADES	LCM	RESULTADOS		CARGA CONTAMINANTE (kg/día)		% REMOCIÓN	DECRETO 1594 DE 1984
			ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	SALIDA		
Demanda Bioquímica de oxígeno-DBO5	mg O <sub>2</sub> /L	5	362	72	25,20	4,71	81,3	Remoción 80% en carga contaminante
Demanda Química de oxígeno-DQO	mg O <sub>2</sub> /L	20	970	140	67,52	9,16	86,4	No reporta
Sólidos sedimentables	mL/L	0,1	4	4	0,28	0,26	6,0	<= 10
Sólidos suspendidos totales	mg/L	10	424	33	29,51	2,16	92,7	Remoción >=80% en carga contaminante
Aceites y grasas	mg/L	10	24	10	1,67	0,65	60,8	<= 100
Tensoactivos - SAAM	mg SAAM/L	0,4	4,2	2,9	0,29	0,19	35,1	No reporta
pH (min-máx)	Unidades	NA	5,71 - 6,38	5,71 - 6,38	N/A	N/A	N/A	5 - 9
Fenoles	mg Fenoles/L	0,1	0,35	0,1	0,024	0,007	73,1	No reporta
Caudal (min-máx)	L/s	NA	1,10 - 1,56	1,03 - 1,45	N/A	N/A	N/A	No reporta
Caudal promedio	L/s	--	1,289	1,212	N/A	N/A	N/A	No reporta
Temperatura (min-máx)	°C	NA	15,7 - 27,2	15,8 - 27,3	N/A	N/A	N/A	<= 40

**Tabla 9 Resultados de operación PTAR de Barranca**

Nombre:	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES BARRANCA							
Tipo:	LODOS ACTIVADOS							
PARÁMETRO	UNIDADES	LCM	RESULTADOS		CARGA CONTAMINANTE (kg/día)		% REMOCIÓN	DECRETO 1594 DE 1984
			ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	SALIDA		
Demanda Bioquímica de oxígeno-DBO5	mg O <sub>2</sub> /L	5	495	103	32,61	6,17	81,1	Remoción 80% en carga contaminante
Demanda Química de oxígeno-DQO	mg O <sub>2</sub> /L	20	1109	147	73,06	8,81	87,9	No reporta
Sólidos sedimentables	mL/L	0,1	1	0,1	0,07	0,01	90,9	<= 10
Sólidos suspendidos totales	mg/L	10	378	40	24,90	2,40	90,4	Remoción >=80% en carga contaminante
Aceites y grasas	mg/L	10	24	10	1,58	0,60	62,1	<= 100
Tensoactivos - SAAM	mg SAAM/L	0,4	4,3	4,1	0,28	0,25	13,2	No reporta
pH (min-máx)	Unidades	NA	5,84 - 6,09	5,55 - 5,71	N/A	N/A	N/A	5 - 9
Fenoles	mg Fenoles/L	0,1	0,35	0,1	0,023	0,006	74,0	No reporta
Caudal (min-máx)	L/s	NA	0,99 - 1,45	0,98 - 1,34	N/A	N/A	N/A	No reporta
Caudal promedio	L/s	--	1,22	1,11	N/A	N/A	N/A	No reporta
Temperatura (min-máx)	°C	NA	19,6 - 32,6	16,0 - 21,7	N/A	N/A	N/A	<= 40

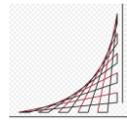


**Tabla 10 Resultados de operación PTAR de Socorro**

Nombre:	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SOCORRO							
Tipo:	LODOS ACTIVADOS							
PARÁMETRO	UNIDADES	LCM	RESULTADOS		CARGA CONTAMINANTE (kg/día)		% REMOCIÓN	DECRETO 1594 DE 1984
			ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	SALIDA		
Demanda Bioquímica de oxígeno-DBO5	mg O <sub>2</sub> /L	5	448	65	53,71	7,44	86,1	Remoción 80% en carga contaminante
Demanda Química de oxígeno-DQO	mg O <sub>2</sub> /L	20	1182	170	141,70	19,46	86,3	No reporta
Sólidos sedimentables	mL/L	0,1	10	0,1	1,20	0,01	99,0	<= 10
Sólidos suspendidos totales	mg/L	10	388	31	46,51	3,55	92,4	Remoción >=80% en carga contaminante
Aceites y grasas	mg/L	10	29	10	3,48	1,14	67,1	<= 100
Tensoactivos - SAAM	mg SAAM/L	0,4	7,6	4	0,91	0,46	49,7	No reporta
pH (min-máx)	Unidades	NA	6,18 - 6,45	6,21 - 6,88	N/A	N/A	N/A	5 - 9
Fenoles	mg Fenoles/L	0,1	0,55	0,1	0,066	0,011	82,6	No reporta
Caudal (min-máx)	L/s	NA	1,91 - 2,65	1,79 - 2,55	N/A	N/A	N/A	No reporta
Caudal promedio	L/s	--	2,22	2,12	N/A	N/A	N/A	No reporta
Temperatura (min-máx)	°C	NA	13,2 - 24,6	12,04 - 24,6	N/A	N/A	N/A	<= 40

**Tabla 11 Resultados de operación PTAR de Aguachica**

Nombre:	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES AGUACHICA							
Tipo:	LAGUNAS DE OXIDACIÓN							
PARÁMETRO	UNIDADES	LCM	RESULTADOS		CARGA CONTAMINANTE (kg/día)		% REMOCIÓN	DECRETO 1594 DE 1984
			ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	SALIDA		
Demanda Bioquímica de oxígeno-DBO5	mg O <sub>2</sub> /L	5	423	85	48,86	8,84	81,9	Remoción 80% en carga contaminante
Demanda Química de oxígeno-DQO	mg O <sub>2</sub> /L	20	1003	362	115,85	37,63	67,5	No reporta
Sólidos sedimentables	mL/L	0,1	5	0,1	0,58	0,01	98,2	<= 10
Sólidos suspendidos totales	mg/L	10	498	31	57,52	3,22	94,4	Remoción >=80% en carga contaminante
Aceites y grasas	mg/L	10	23	10	2,66	1,04	60,9	<= 100
Tensoactivos - SAAM	mg SAAM/L	0,4	4,9	4,3	0,57	0,45	21,0	No reporta
pH (min-máx)	Unidades	NA	5,58 - 6,03	5,44 - 5,94	N/A	N/A	N/A	5 - 9
Fenoles	mg Fenoles/L	0,1	0,37	0,1	0,043	0,010	75,7	No reporta
Caudal (min-máx)	L/s	NA	1,62 - 2,92	1,4 - 2,3	N/A	N/A	N/A	No reporta
Caudal promedio	L/s	--	2,139	1,925	N/A	N/A	N/A	No reporta
Temperatura (min-máx)	°C	NA	16,2 - 27,3	17,1 - 23,5	N/A	N/A	N/A	<= 40

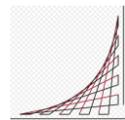


**Tabla 12 Resultados de operación PTAR de La Uribe**

Nombre:		PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA URIBE						
Tipo:		LODOS ACTIVADOS						
PARÁMETRO	UNIDADES	LCM	RESULTADOS		CARGA CONTAMINANTE (kg/día)		% REMOCIÓN	DECRETO 1594 DE 1984
			ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	SALIDA		
Demanda Bioquímica de oxígeno-DBO5	mg O <sub>2</sub> /L	5	448	70	45,24	6,77	85,0	Remoción 80% en carga contaminante
Demanda Química de oxígeno-DQO	mg O <sub>2</sub> /L	20	957	180	96,64	17,40	82,0	No reporta
Sólidos sedimentables	mL/L	0,1	0,5	0,1	0,05	0,01	80,9	<= 10
Sólidos suspendidos totales	mg/L	10	254	33	25,65	3,19	87,6	Remoción >=80% en carga contaminante
Aceites y grasas	mg/L	10	15	10	1,51	0,97	36,2	<= 100
Tensoactivos - SAAM	mg SAAM/L	0,4	9,3	5	0,94	0,48	48,5	No reporta
pH (min-máx)	Unidades	NA	5,62 - 6,5	5,74 - 6,5	N/A	N/A	N/A	5 - 9
Fenoles	mg Fenoles/L	0,1	0,1	0,1	0,010	0,010	4,3	No reporta
Caudal (min-máx)	L/s	NA	1,61 - 2,09	1,56 - 1,98	N/A	N/A	N/A	No reporta
Caudal promedio	L/s	--	1,87	1,79	N/A	N/A	N/A	No reporta
Temperatura (min-máx)	°C	NA	16,00 - 25,00	16,00 - 25,00	N/A	N/A	N/A	<= 40

**Tabla 13 Resultados de operación PTAR de Calamar**

Nombre:		PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES CALAMAR						
Tipo:		LAGUNAS DE OXIDACIÓN						
PARÁMETRO	UNIDADES	LCM	RESULTADOS		CARGA CONTAMINANTE (kg/día)		% REMOCIÓN	DECRETO 1594 DE 1984
			ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	SALIDA		
Demanda Bioquímica de oxígeno-DBO5	mg O <sub>2</sub> /L	5	435	92	36,79	7,60	79,4	Remoción 80% en carga contaminante
Demanda Química de oxígeno-DQO	mg O <sub>2</sub> /L	20	725	153	61,31	12,63	79,4	No reporta
Sólidos sedimentables	mL/L	0,1	3	0,2	0,25	0,02	93,5	<= 10
Sólidos suspendidos totales	mg/L	10	378	28	31,97	2,31	92,8	Remoción >=80% en carga contaminante
Aceites y grasas	mg/L	10	11	10	0,93	0,83	11,2	<= 100
Tensoactivos - SAAM	mg SAAM/L	0,4	5,3	5	0,45	0,41	7,9	No reporta
pH (min-máx)	Unidades	NA	5,70 - 6,52	5,64 - 6,50	N/A	N/A	N/A	5 - 9
Fenoles	mg Fenoles/L	0,1	0,11	0,1	0,009	0,008	11,2	No reporta
Caudal (min-máx)	L/s	NA	1,25 - 1,75	1,1 - 1,97	N/A	N/A	N/A	No reporta
Caudal promedio	L/s	--	1,566	1,529	N/A	N/A	N/A	No reporta
Temperatura (min-máx)	°C	NA	16,8 - 30,2	15,7 - 29,8	N/A	N/A	N/A	<= 40

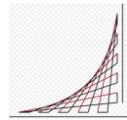


**Tabla 14 Resultados de operación PTAR de Ibagué**

Nombre:	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES IBAGUE							
Tipo:	LODOS ACTIVADOS							
PARÁMETRO	UNIDADES	LCM	RESULTADOS		CARGA CONTAMINANTE (kg/día)		% REMOCIÓN	DECRETO 1594 DE 1984
			ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	SALIDA		
Demanda Bioquímica de oxígeno-DBO5	mg O <sub>2</sub> /L	5	495	103	32,61	6,17	81,1	Remoción 80% en carga contaminante
Demanda Química de oxígeno-DQO	mg O <sub>2</sub> /L	20	1109	147	73,06	8,81	87,9	No reporta
Sólidos sedimentables	mL/L	0,1	1	0,1	0,07	0,01	90,9	<= 10
Sólidos suspendidos totales	mg/L	10	378	40	24,90	2,40	90,4	Remoción >=80% en carga contaminante
Aceites y grasas	mg/L	10	24	10	1,58	0,60	62,1	<= 100
Tensoactivos - SAAM	mg SAAM/L	0,4	4,3	4,1	0,28	0,25	13,2	No reporta
pH (min-máx)	Unidades	NA	5,84 - 6,09	5,55 - 5,71	N/A	N/A	N/A	5 - 9
Fenoles	mg Fenoles/L	0,1	0,35	0,1	0,023	0,006	74,0	No reporta
Caudal (min-máx)	L/s	NA	0,99 - 1,45	0,98 - 1,34	N/A	N/A	N/A	No reporta
Caudal promedio	L/s	--	1,22	1,11	N/A	N/A	N/A	No reporta
Temperatura (min-máx)	°C	NA	19,6 - 32,6	16,0 - 21,7	N/A	N/A	N/A	<= 40

**Tabla 15 Resultados de operación PTAR de Garzón**

Nombre:	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES GARZÓN							
Tipo:	LAGUNAS DE OXIDACIÓN							
PARÁMETRO	UNIDADES	LCM	RESULTADOS		CARGA CONTAMINANTE (kg/día)		% REMOCIÓN	DECRETO 1594 DE 1984
			ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	SALIDA		
Demanda Bioquímica de oxígeno-DBO5	mg O <sub>2</sub> /L	5	868	57	116,24	7,45	93,6	Remoción 80% en carga contaminante
Demanda Química de oxígeno-DQO	mg O <sub>2</sub> /L	20	844	200	113,03	26,14	76,9	No reporta
Sólidos sedimentables	mL/L	0,1	1	1	0,13	0,13	2,4	<= 10
Sólidos suspendidos totales	mg/L	10	384	32	51,43	4,18	91,9	Remoción >=80% en carga contaminante
Aceites y grasas	mg/L	10	17	10	2,28	1,31	42,6	<= 100
Tensoactivos - SAAM	mg SAAM/L	0,4	8,6	5,2	1,15	0,68	41,0	No reporta
pH (min-máx)	Unidades	NA	5,61 - 6,35	5,65 - 6,50	N/A	N/A	N/A	5 - 9
Fenoles	mg Fenoles/L	0,1	0,3	0,1	0,040	0,013	67,5	No reporta
Caudal promedio	L/s	--	2,48	2,42	N/A	N/A	N/A	No reporta
Temperatura (min-máx)	°C	NA	17,3 - 28,1	16,3 - 28,2	N/A	N/A	N/A	<= 40

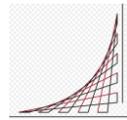


**Tabla 16 Resultados de operación PTAR de Villa Garzón**

Nombre: PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES VILLA GARZÓN								
Tipo: LAGUNAS DE OXIDACIÓN								
PARÁMETRO	UNIDADES	LCM	RESULTADOS		CARGA CONTAMINANTE (kg/día)		% REMOCIÓN	DECRETO 1594 DE 1984
			ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	SALIDA		
Demanda Bioquímica de oxígeno-DBO5	mg O <sub>2</sub> /L	5	444	161	45,67	14,35	68,6	Remoción 80% en carga contaminante
Demanda Química de oxígeno-DQO	mg O <sub>2</sub> /L	20	884	170	90,94	15,15	83,3	No reporta
Sólidos sedimentables	mL/L	0,1	3	0,1	0,31	0,01	97,1	<= 10
Sólidos suspendidos totales	mg/L	10	390	37	40,12	3,30	91,8	Remoción >=80% en carga contaminante
Aceites y grasas	mg/L	10	33	10	3,39	0,89	73,8	<= 100
Tensoactivos - SAAM	mg SAAM/L	0,4	8,5	7,3	0,87	0,65	25,6	No reporta
pH (min-máx)	Unidades	NA	5,71 - 6,57	5,62 - 6,50	N/A	N/A	N/A	5 - 9
Fenoles	mg Fenoles/L	0,1	0,36	0,1	0,037	0,009	75,9	No reporta
Caudal (min-máx)	L/s	NA	1,41 - 2,4	1,2 - 2,1	N/A	N/A	N/A	No reporta
Caudal promedio	L/s	--	1,905	1,65	N/A	N/A	N/A	No reporta
Temperatura (min-máx)	°C	NA	12,1 - 26,2	13,4 - 24,1	N/A	N/A	N/A	<= 40

**Tabla 17 Resultados de operación PTAR de Florencia**

Nombre: PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES FLORENCIA								
Tipo: LAGUNAS DE OXIDACIÓN								
PARÁMETRO	UNIDADES	LCM	RESULTADOS		CARGA CONTAMINANTE (kg/día)		% REMOCIÓN	DECRETO 1594 DE 1984
			ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	SALIDA		
Demanda Bioquímica de oxígeno-DBO5	mg O <sub>2</sub> /L	5	387	132	38,66	12,47	67,7	Remoción 80% en carga contaminante
Demanda Química de oxígeno-DQO	mg O <sub>2</sub> /L	20	638	183	63,74	17,29	72,9	No reporta
Sólidos sedimentables	mL/L	0,1	1,5	0,5	0,15	0,05	68,5	<= 10
Sólidos suspendidos totales	mg/L	10	372	39	37,16	3,69	90,1	Remoción >=80% en carga contaminante
Aceites y grasas	mg/L	10	10	10	1,00	0,95	5,4	<= 100
Tensoactivos - SAAM	mg SAAM/L	0,4	6,2	5,4	0,62	0,51	17,6	No reporta
pH (min-máx)	Unidades	NA	5,62 - 6,5	5,7 - 6,4	N/A	N/A	N/A	5 - 9
Fenoles	mg Fenoles/L	0,1	0,15	0,1	0,015	0,009	36,9	No reporta
Caudal (min-máx)	L/s	NA	1,4 - 2,3	1,39 - 2,11	N/A	N/A	N/A	No reporta
Caudal promedio	L/s	--	1,85	1,75	N/A	N/A	N/A	No reporta
Temperatura (min-máx)	°C	NA	16,00 - 35,00	17,00 - 25,00	N/A	N/A	N/A	<= 40

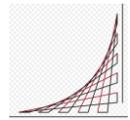


**Tabla 18 Resultados de operación PTAR de Rio Negro**

Nombre:	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES RIO NEGRO							
Tipo:	LODOS ACTIVADOS							
PARÁMETRO	UNIDADES	LCM	RESULTADOS		CARGA CONTAMINANTE (kg/día)		% REMOCIÓN	DECRETO 1594 DE 1984
			ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	SALIDA		
Demanda Bioquímica de oxígeno-DBO5	mg O <sub>2</sub> /L	5	446	73	54,67	8,28	84,9	Remoción 80% en carga contaminante
Demanda Química de oxígeno-DQO	mg O <sub>2</sub> /L	20	800	157	98,06	17,80	81,8	No reporta
Sólidos sedimentables	mL/L	0,1	1,3	0,1	0,16	0,01	92,9	<= 10
Sólidos suspendidos totales	mg/L	10	268	36	32,85	4,08	87,6	Remoción >=80% en carga contaminante
Aceites y grasas	mg/L	10	17	10	2,08	1,13	45,6	<= 100
Tensoactivos - SAAM	mg SAAM/L	0,4	7,1	5	0,87	0,57	34,9	No reporta
pH (min-máx)	Unidades	NA	5,86 - 6,45	5,64 - 6,49	N/A	N/A	N/A	5 - 9
Fenoles	mg Fenoles/L	0,1	0,35	0,1	0,043	0,011	73,6	No reporta
Caudal promedio	L/s	--	2,27	2,1	N/A	N/A	N/A	No reporta
Temperatura (min-máx)	°C	NA	15,2 - 21,5	13,1 - 21,8	N/A	N/A	N/A	<= 40

**Tabla 19 Resultados de operación PTAR de Caucaasia**

Nombre:	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES CAUCACIA							
Tipo:	REACTOR ANAEROBICO							
PARÁMETRO	UNIDADES	LCM	RESULTADOS		CARGA CONTAMINANTE (kg/día)		% REMOCIÓN	DECRETO 1594 DE 1984
			ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	SALIDA		
Demanda Bioquímica de oxígeno-DBO5	mg O <sub>2</sub> /L	5	858	57	114,90	7,45	93,5	Remoción 80% en carga contaminante
Demanda Química de oxígeno-DQO	mg O <sub>2</sub> /L	20	844	200	113,03	26,14	76,9	No reporta
Sólidos sedimentables	mL/L	0,1	1	1,0	0,13	0,13	2,4	<= 10
Sólidos suspendidos totales	mg/L	10	384	32	51,43	4,18	91,9	Remoción >=80% en carga contaminante
Aceites y grasas	mg/L	10	17	10	2,28	1,31	42,6	<= 100
Tensoactivos - SAAM	mg SAAM/L	0,4	8,6	5,2	1,15	0,68	41,0	No reporta
pH (min-máx)	Unidades	NA	5,61 - 6,35	5,65 - 6,50	N/A	N/A	N/A	5 - 9
Fenoles	mg Fenoles/L	0,1	0,3	0,1	0,040	0,013	67,5	No reporta
Caudal promedio	L/s	--	2,48	2,42	N/A	N/A	N/A	No reporta
Temperatura (min-máx)	°C	NA	17,3 - 28,1	16,3 - 28,2	N/A	N/A	N/A	<= 40

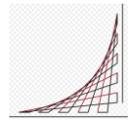


**Tabla 20 Resultados de operación PTAR de Puerto Boyacá**

Nombre:		PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PUERTO BOYACA						
Tipo:		LAGUNAS DE OXIDACIÓN						
PARÁMETRO	UNIDADES	LCM	RESULTADOS		CARGA CONTAMINANTE (kg/día)		% REMOCIÓN	DECRETO 1594 DE 1984
			ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	SALIDA		
Demanda Bioquímica de oxígeno-DBO5	mg O <sub>2</sub> /L	5	448	65	53,71	7,44	86,1	Remoción 80% en carga contaminante
Demanda Química de oxígeno-DQO	mg O <sub>2</sub> /L	20	1182	170	141,70	19,46	86,3	No reporta
Sólidos sedimentables	mL/L	0,1	10	0,1	1,20	0,01	99,0	<= 10
Sólidos suspendidos totales	mg/L	10	388	31	46,51	3,55	92,4	Remoción >=80% en carga contaminante
Aceites y grasas	mg/L	10	29	10	3,48	1,14	67,1	<= 100
Tensoactivos - SAAM	mg SAAM/L	0,4	7,6	4	0,91	0,46	49,7	No reporta
pH (min-máx)	Unidades	NA	6,18 - 6,45	6,21 - 6,88	N/A	N/A	N/A	5 - 9
Fenoles	mg Fenoles/L	0,1	0,55	0,1	0,066	0,011	82,6	No reporta
Caudal (min-máx)	L/s	NA	1,91 - 2,65	1,79 - 2,55	N/A	N/A	N/A	No reporta
Caudal promedio	L/s	--	2,22	2,12	N/A	N/A	N/A	No reporta
Temperatura (min-máx)	°C	NA	13,2 - 24,6	12,04 - 24,6	N/A	N/A	N/A	<= 40

**Tabla 21 Resultados de operación PTAR de San Pedro de Urabá**

Nombre:		PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN PEDRO DE URABA						
Tipo:		LAGUNAS DE OXIDACIÓN						
PARÁMETRO	UNIDADES	LCM	RESULTADOS		CARGA CONTAMINANTE (kg/día)		% REMOCIÓN	DECRETO 1594 DE 1984
			ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	SALIDA		
Demanda Bioquímica de oxígeno-DBO5	mg O <sub>2</sub> /L	5	448	65	53,71	7,44	86,1	Remoción 80% en carga contaminante
Demanda Química de oxígeno-DQO	mg O <sub>2</sub> /L	20	1182	170	141,70	19,46	86,3	No reporta
Sólidos sedimentables	mL/L	0,1	10	0,1	1,20	0,01	99,0	<= 10
Sólidos suspendidos totales	mg/L	10	388	31	46,51	3,55	92,4	Remoción >=80% en carga contaminante
Aceites y grasas	mg/L	10	29	10	3,48	1,14	67,1	<= 100
Tensoactivos - SAAM	mg SAAM/L	0,4	7,6	4	0,91	0,46	49,7	No reporta
pH (min-máx)	Unidades	NA	6,18 - 6,45	6,21 - 6,88	N/A	N/A	N/A	5 - 9
Fenoles	mg Fenoles/L	0,1	0,55	0,1	0,066	0,011	82,6	No reporta
Caudal (min-máx)	L/s	NA	1,91 - 2,65	1,79 - 2,55	N/A	N/A	N/A	No reporta
Caudal promedio	L/s	--	2,22	2,12	N/A	N/A	N/A	No reporta
Temperatura (min-máx)	°C	NA	13,2 - 24,6	12,04 - 24,6	N/A	N/A	N/A	<= 40

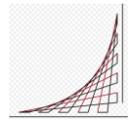


**Tabla 22 Resultados de operación PTAR de Cantimplora**

Nombre:	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES CANTIMPLORA							
Tipo:	LODOS ACTIVADOS							
PARÁMETRO	UNIDADES	LCM	RESULTADOS		CARGA		% REMOCIÓN	DECRETO 1594 DE 1984
			ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	SALIDA		
Demanda Bioquímica de oxígeno-DBO5	mg O <sub>2</sub> /L	5	448	65	53,71	7,44	86,1	Remoción 80% en carga contaminante
Demanda Química de oxígeno-DQO	mg O <sub>2</sub> /L	20	1182	170	141,70	19,46	86,3	No reporta
Sólidos sedimentables	mL/L	0,1	10	0,1	1,20	0,01	99,0	<= 10
Sólidos suspendidos totales	mg/L	10	388	31	46,51	3,55	92,4	Remoción >=80% en carga contaminante
Aceites y grasas	mg/L	10	29	10	3,48	1,14	67,1	<= 100
Tensoactivos - SAAM	mg SAAM/L	0,4	7,6	4	0,91	0,46	49,7	No reporta
pH (min-máx)	Unidades	NA	6,18 - 6,45	6,21 - 6,88	N/A	N/A	N/A	5 - 9
Fenoles	mg Fenoles/L	0,1	0,55	0,1	0,066	0,011	82,6	No reporta
Caudal (min-máx)	L/s	NA	1,91 - 2,65	1,79 - 2,55	N/A	N/A	N/A	No reporta
Caudal promedio	L/s	--	2,22	2,12	N/A	N/A	N/A	No reporta
Temperatura (min-máx)	°C	NA	13,2 - 24,6	12,04 - 24,6	N/A	N/A	N/A	<= 40

**Tabla 23 Resultados de operación PTAR de La Carepa**

Nombre:	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LA CAREPA							
Tipo:	LODOS ACTIVADOS							
PARÁMETRO	UNIDADES	LCM	RESULTADOS		CARGA		% REMOCIÓN	DECRETO 1594 DE 1984
			ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	SALIDA		
Demanda Bioquímica de oxígeno-DBO5	mg O <sub>2</sub> /L	5	448	70	45,24	6,77	85,0	Remoción 80% en carga contaminante
Demanda Química de oxígeno-DQO	mg O <sub>2</sub> /L	20	957	180	96,64	17,40	82,0	No reporta
Sólidos sedimentables	mL/L	0,1	0,5	0,1	0,05	0,01	80,9	<= 10
Sólidos suspendidos totales	mg/L	10	254	33	25,65	3,19	87,6	Remoción >=80% en carga contaminante
Aceites y grasas	mg/L	10	15	10	1,51	0,97	36,2	<= 100
Tensoactivos - SAAM	mg SAAM/L	0,4	9,3	5	0,94	0,48	48,5	No reporta
pH (min-máx)	Unidades	NA	5,62 - 6,5	5,74 - 6,5	N/A	N/A	N/A	5 - 9
Fenoles	mg Fenoles/L	0,1	0,1	0,1	0,010	0,010	4,3	No reporta
Caudal (min-máx)	L/s	NA	1,61 - 2,09	1,56 - 1,98	N/A	N/A	N/A	No reporta
Caudal promedio	L/s	--	1,87	1,79	N/A	N/A	N/A	No reporta
Temperatura (min-máx)	°C	NA	16,00 - 25,00	16,00 - 25,00	N/A	N/A	N/A	<= 40

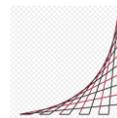


**Tabla 24 Resultados de operación PTAR de Quibdó**

Nombre:	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES QUIBDO							
Tipo:	LODOS ACTIVADOS							
PARÁMETRO	UNIDADES	LCM	RESULTADOS		CARGA		% REMOCIÓN	DECRETO 1594 DE 1984
			ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	SALIDA		
Demanda Bioquímica de oxígeno-DBO5	mg O <sub>2</sub> /L	5	423	85	48,86	8,84	81,9	Remoción 80% en carga contaminante
Demanda Química de oxígeno-DQO	mg O <sub>2</sub> /L	20	1003	362	115,85	37,63	67,5	No reporta
Sólidos sedimentables	mL/L	0,1	5	0,1	0,58	0,01	98,2	<= 10
Sólidos suspendidos totales	mg/L	10	498	31	57,52	3,22	94,4	Remoción >=80% en carga contaminante
Aceites y grasas	mg/L	10	23	10	2,66	1,04	60,9	<= 100
Tensoactivos - SAAM	mg SAAM/L	0,4	4,9	4,3	0,57	0,45	21,0	No reporta
pH (min-máx)	Unidades	NA	5,58 - 6,03	5,44 - 5,94	N/A	N/A	N/A	5 - 9
Fenoles	mg Fenoles/L	0,1	0,37	0,1	0,043	0,010	75,7	No reporta
Caudal (min-máx)	L/s	NA	1,62 - 2,92	1,4 - 2,3	N/A	N/A	N/A	No reporta
Caudal promedio	L/s	--	2,139	1,925	N/A	N/A	N/A	No reporta
Temperatura (min-máx)	°C	NA	16,2 - 27,3	17,1 - 23,5	N/A	N/A	N/A	<= 40

**Tabla 25 Resultados de operación PTAR de Saravena**

Nombre:	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SARAVENA							
Tipo:	LODOS ACTIVADOS							
PARÁMETRO	UNIDADES	LCM	RESULTADOS		CARGA		% REMOCIÓN	DECRETO 1594 DE 1984
			ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	SALIDA		
Demanda Bioquímica de oxígeno-DBO5	mg O <sub>2</sub> /L	5	448	65	53,71	7,44	86,1	Remoción 80% en carga contaminante
Demanda Química de oxígeno-DQO	mg O <sub>2</sub> /L	20	1182	170	141,70	19,46	86,3	No reporta
Sólidos sedimentables	mL/L	0,1	10	0,1	1,20	0,01	99,0	<= 10
Sólidos suspendidos totales	mg/L	10	388	31	46,51	3,55	92,4	Remoción >=80% en carga contaminante
Aceites y grasas	mg/L	10	29	10	3,48	1,14	67,1	<= 100
Tensoactivos - SAAM	mg SAAM/L	0,4	7,6	4	0,91	0,46	49,7	No reporta
pH (min-máx)	Unidades	NA	6,18 - 6,45	6,21 - 6,88	N/A	N/A	N/A	5 - 9
Fenoles	mg Fenoles/L	0,1	0,55	0,1	0,066	0,011	82,6	No reporta
Caudal (min-máx)	L/s	NA	1,91 - 2,65	1,79 - 2,55	N/A	N/A	N/A	No reporta
Caudal promedio	L/s	--	2,22	2,12	N/A	N/A	N/A	No reporta
Temperatura (min-máx)	°C	NA	13,2 - 24,6	12,04 - 24,6	N/A	N/A	N/A	<= 40

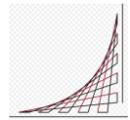


**Tabla 26 Resultados de operación PTAR de Tolemaida**

Nombre:	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES TOLEMAIDA							
Tipo:	LODOS ACTIVADOS							
PARÁMETRO	UNIDADES	LCM	RESULTADOS		CARGA		% REMOCIÓN	DECRETO 1594 DE 1984
			ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	SALIDA		
Demanda Bioquímica de oxígeno-DBO5	mg O <sub>2</sub> /L	5	446	73	54,67	8,28	84,9	Remoción 80% en carga contaminante
Demanda Química de oxígeno-DQO	mg O <sub>2</sub> /L	20	800	157	98,06	17,80	81,8	No reporta
Sólidos sedimentables	mL/L	0,1	1,3	0,1	0,16	0,01	92,9	<= 10
Sólidos suspendidos totales	mg/L	10	268	36	32,85	4,08	87,6	Remoción >=80% en carga contaminante
Aceites y grasas	mg/L	10	17	10	2,08	1,13	45,6	<= 100
Tensoactivos - SAAM	mg SAAM/L	0,4	7,1	5	0,87	0,57	34,9	No reporta
pH (min-máx)	Unidades	NA	5,86 - 6,45	5,64 - 6,49	N/A	N/A	N/A	5 - 9
Fenoles	mg Fenoles/L	0,1	0,35	0,1	0,043	0,011	73,6	No reporta
Caudal promedio	L/s	--	2,27	2,1	N/A	N/A	N/A	No reporta
Temperatura (min-máx)	°C	NA	15,2 - 21,5	13,1 - 21,8	N/A	N/A	N/A	<= 40

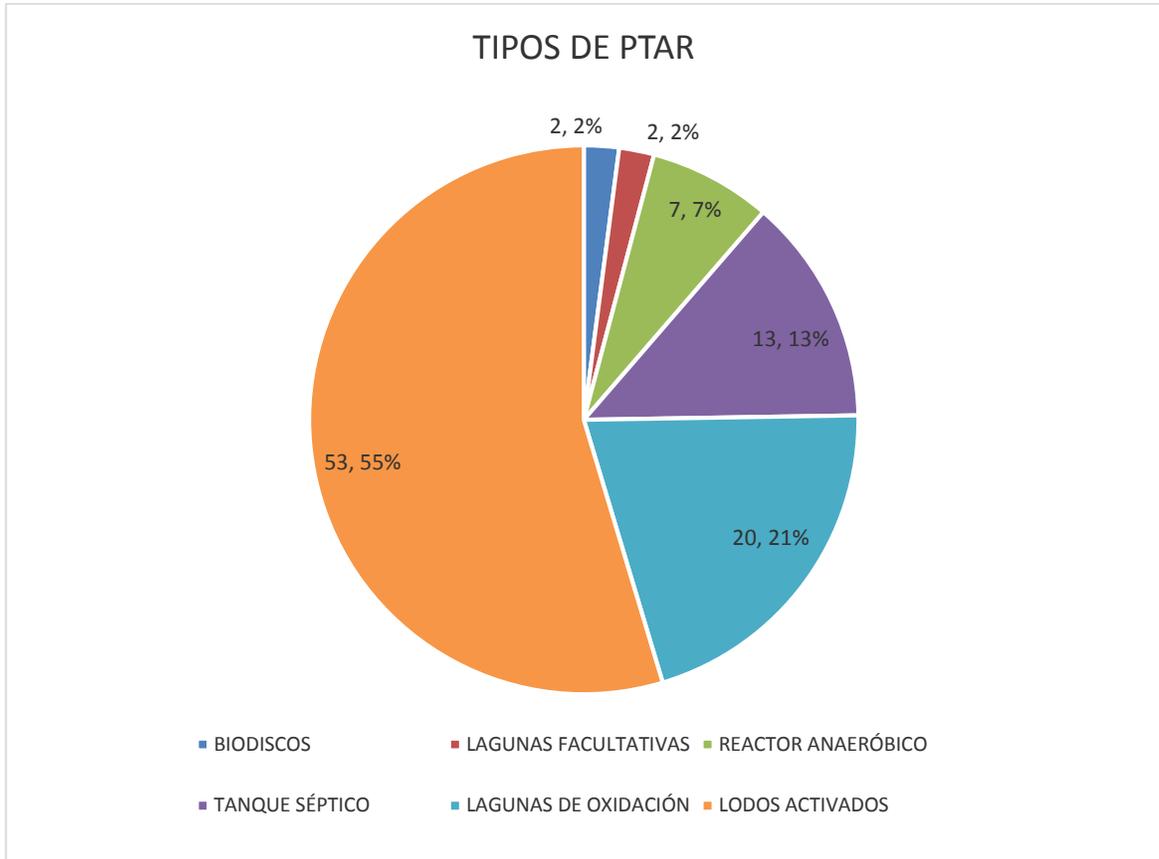
Como se observa en las tablas 6 a 26 la DBO del agua cruda oscila entre 887 y 362 mg/L, la DQO entre 1800 y 638 mg/L, los sólidos suspendidos totales entre 498 y 254 mg/L y los aceites y grasas entre 33 y 10 mg/L.

De la misma manera la DBO del agua tratada varía entre 161 y 57 mg/L, la DQO entre 362 y 140 mg/L, los sólidos suspendidos totales entre 40 y 28 mg/L y los aceites y grasas tienen concentraciones iguales o menores de 10 mg/L.



En la figura 7 se ilustra los tipos PTAR utilizadas en por Ejército Nacional de Colombia

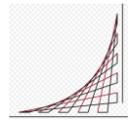
**Figura 7 Tipos de PTAR del Ejército Nacional**



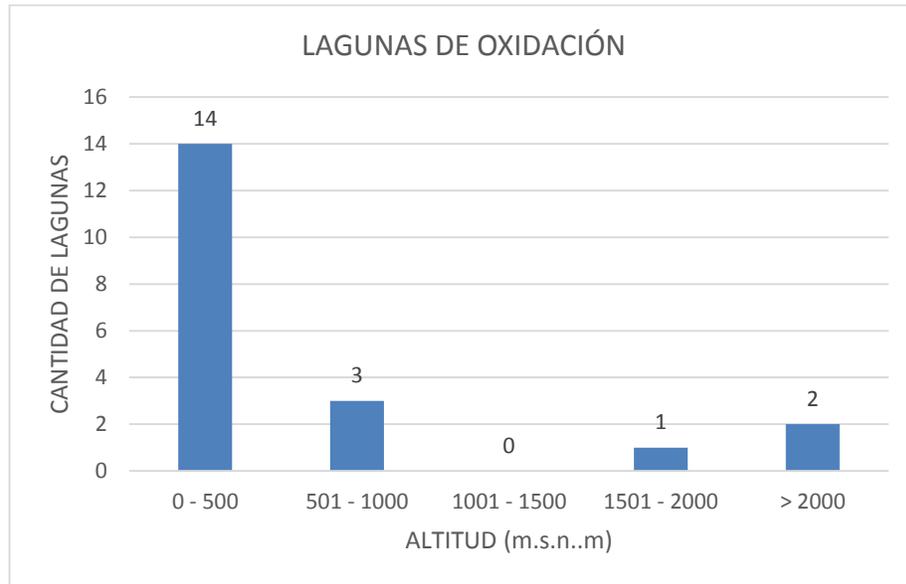
Como se observa en la figura 7 el tipo de PTAR más utilizada en Ejército es la de Lodos Activados, 53 plantas, seguido de las Lagunas de Oxidación, 20 plantas.

Las lagunas de oxidación en su gran mayoría se encuentran en altitudes bajas, 14 de 20 plantas, lo que beneficia significativamente al proceso por la mejor temperatura del agua residual. En la figura 8 se presenta el número de Lagunas de oxidación versus su ubicación altimétrica.

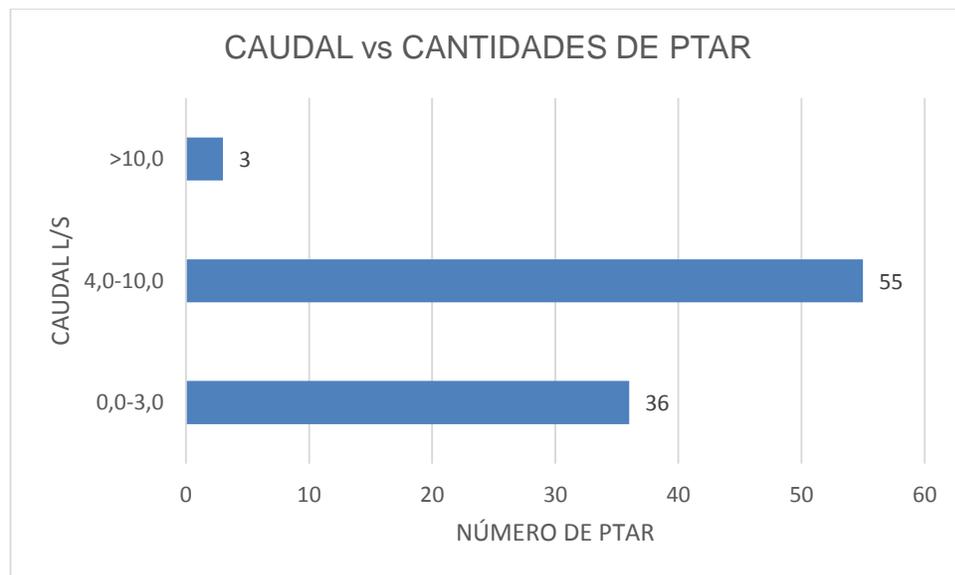
En la figura 9 se presenta los caudales de diseño de las PTAR utilizadas por el Ejército Nacional, 55 PTAR con caudales de diseño entre 4 y 10 L/s, 36 PTAR con caudales de diseño menores de 3,0 L/s y 3 PTAR con caudales mayores de 10 L/s.



**Figura 8 Lagunas de estabilización vs Altitud**



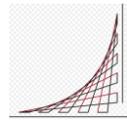
**Figura 9 Caudal vs Cantidades de PTAR**



En la tabla 27 se presentan los porcentajes de eficiencia de remoción de los parámetros fisicoquímicos evaluados de cada uno de las tipos de PTAR estudiadas.

Las tablas 28 y 29 contienen de forma tabulada los valores máximos, mínimos y promedios de las eficiencias de cada tipo de PTAR.

Las figuras de la 10 a 17 presentan de forma gráfica la tabulación presentada en las tablas 28 y 29.



**Tabla 27 Porcentajes de eficiencia PTAR**

TIPO PTAR	Demanda Bioquímica de oxígeno-DBO5 (%)	Demanda Química de oxígeno-DQO (%)	Sólidos sedimentables (%)	Sólidos suspendidos totales (%)	Aceites y grasas (%)	Tensoactivos - SAAM (%)	Fenoles (%)
LODOS ACTIVADOS	92,9	91,0	0,0	89,3	31,7	18,2	29,5
LODOS ACTIVADOS	81,9	67,5	82,0	94,4	60,9	21,0	75,7
LAGUNAS DE OXIDACIÓN	81,3	86,4	6,0	92,7	60,8	35,1	73,1
LODOS ACTIVADOS	81,1	87,9	90,9	90,4	62,1	13,2	74,0
LODOS ACTIVADOS	86,1	86,3	99,0	92,4	67,1	49,7	82,6
LAGUNAS DE OXIDACIÓN	81,9	67,5	98,2	94,4	60,9	21,0	75,7
LODOS ACTIVADOS	85,0	82,0	80,9	87,6	36,2	48,5	4,3
LAGUNAS DE OXIDACIÓN	79,4	79,4	93,5	92,8	11,2	7,9	11,2
LODOS ACTIVADOS	81,1	87,9	90,9	90,4	62,1	13,2	74,0
LAGUNAS DE OXIDACIÓN	93,6	76,9	2,4	91,9	42,6	41,0	67,5
LAGUNAS DE OXIDACIÓN	68,6	83,3	97,1	91,8	73,8	25,6	75,9
LAGUNAS DE OXIDACIÓN	67,7	72,9	68,5	90,1	5,4	17,6	36,9
LODOS ACTIVADOS	84,9	81,8	92,9	87,6	45,6	34,9	73,6
REACTOR ANAEROBICO	93,5	76,9	2,4	91,9	42,6	41,0	67,5
LAGUNAS DE OXIDACIÓN	86,1	86,3	99,0	92,4	67,1	49,7	82,6
LAGUNAS DE OXIDACIÓN	86,1	86,3	99,0	92,4	67,1	49,7	82,6
LODOS ACTIVADOS	86,1	86,3	99,0	92,4	67,1	49,7	82,6
LODOS ACTIVADOS	85,0	82,0	80,9	87,6	36,2	48,5	4,3
LODOS ACTIVADOS	81,9	67,5	98,2	94,4	60,9	21,0	75,7
LODOS ACTIVADOS	86,1	86,3	99,0	92,4	67,1	49,7	82,6
LODOS ACTIVADOS	84,9	81,8	92,9	87,6	45,6	34,9	73,6

**Tabla 28 Valor promedio, mínimo y máximo de eficiencias de las PTAR (Parte 1)**

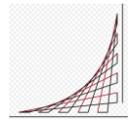
TIPO PTAR	Demanda Bioquímica de oxígeno-DBO5 (%)			Demanda Química de oxígeno-DQO (%)			Sólidos sedimentables (%)			Sólidos suspendidos totales (%)			Aceites y grasas (%)		
	MIN	PROM	MAX	MIN	PROM	MAX	MIN	PROM	MAX	MIN	PROM	MAX	MIN	PROM	MAX
LAGUNAS DE OXIDACIÓN	67,7	80,6	93,6	67,5	79,9	86,4	2,4	70,5	99,0	90,1	92,3	94,4	5,4	48,6	73,8
LODOS ACTIVADOS	81,1	84,8	92,9	67,5	82,4	91,0	0,0	83,9	99,0	87,6	90,5	94,4	31,7	53,5	67,1
REACTOR ANAEROBICO*	N/A	93,5	N/A	N/A	76,9	N/A	N/A	2,4	N/A	N/A	91,9	N/A	N/A	42,6	N/A
<b>PROMEDIO TOTAL</b>	<b>74,4</b>	<b>86,3</b>	<b>93,2</b>	<b>67,5</b>	<b>79,7</b>	<b>88,7</b>	<b>1,2</b>	<b>52,3</b>	<b>99,0</b>	<b>88,8</b>	<b>91,6</b>	<b>94,4</b>	<b>18,5</b>	<b>48,2</b>	<b>70,4</b>

\*Valores únicos

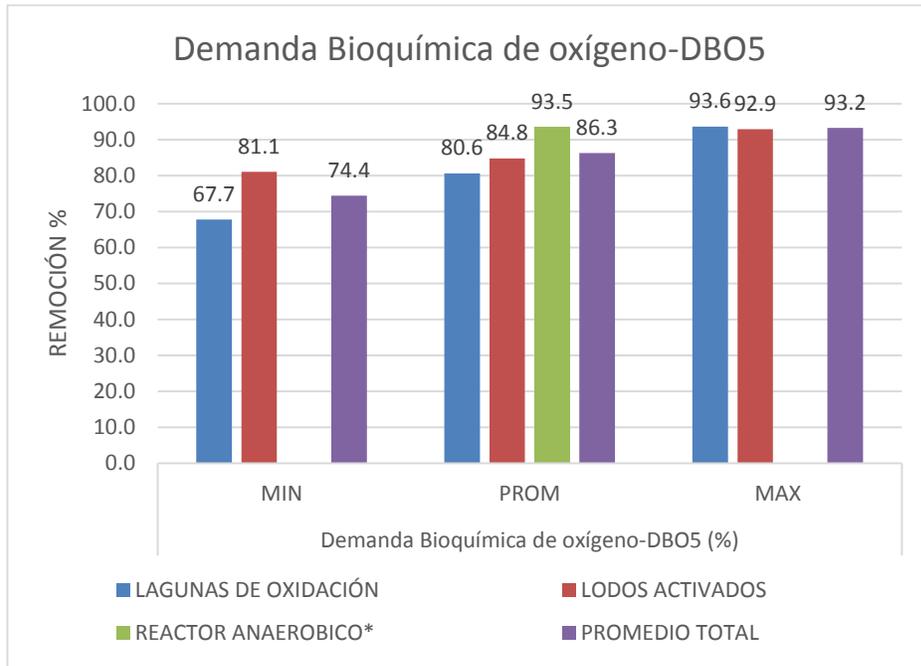
**Tabla 29 Valor promedio, mínimo y máximo de eficiencias de las PTAR (Parte 2)**

TIPO PTAR	Tensoactivos - SAAM (%)			Fenoles (%)		
	MIN	PROM	MAX	MIN	PROM	MAX
LAGUNAS DE OXIDACIÓN	7,9	31,0	49,7	11,2	63,2	82,6
LODOS ACTIVADOS	13,2	33,6	49,7	4,3	61,0	82,6
REACTOR ANAEROBICO*	N/A	41,0	N/A	N/A	67,5	N/A
<b>PROMEDIO TOTAL</b>	<b>10,6</b>	<b>35,2</b>	<b>49,7</b>	<b>7,8</b>	<b>63,9</b>	<b>82,6</b>

\*Valores únicos

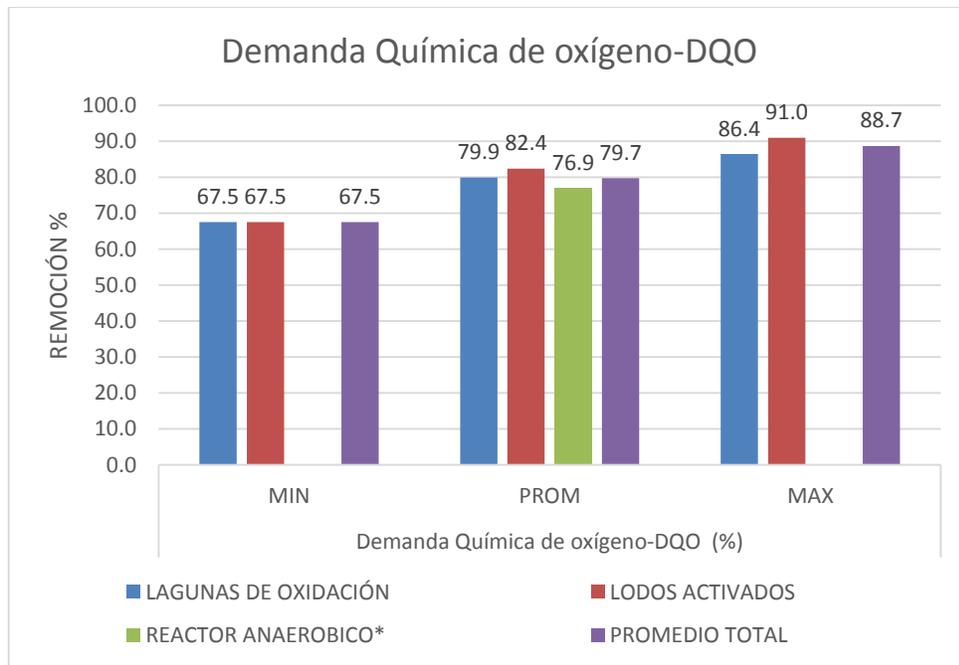


**Figura 10 Eficiencia promedio, mínima y máxima Demanda Bioquímica de oxígeno**

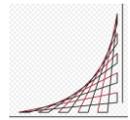


\*Valor único

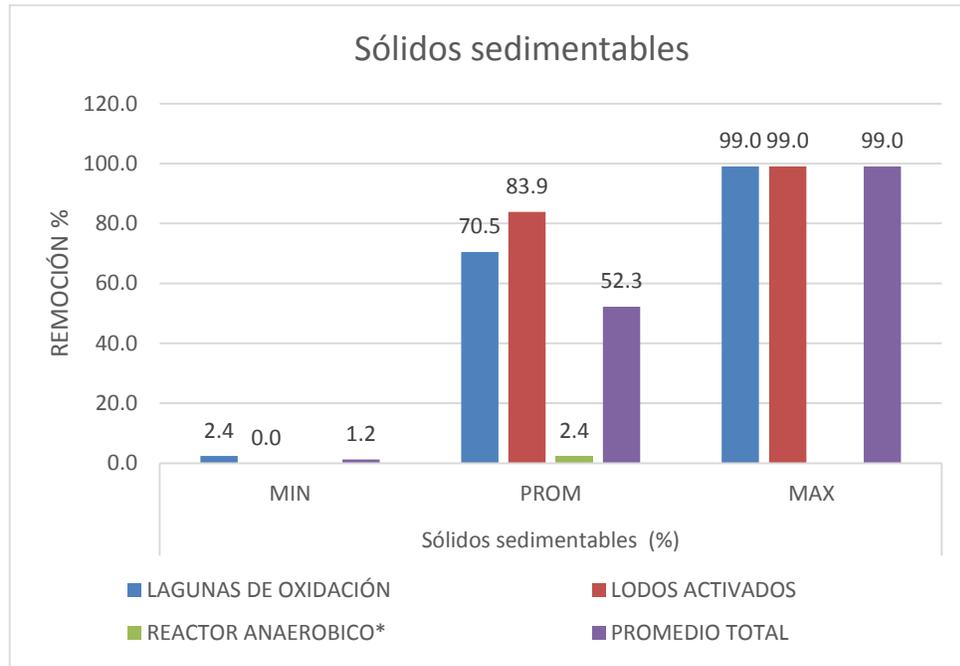
**Figura 11 Eficiencia promedio, mínima y máxima Demanda Química de oxígeno**



\*Valor único

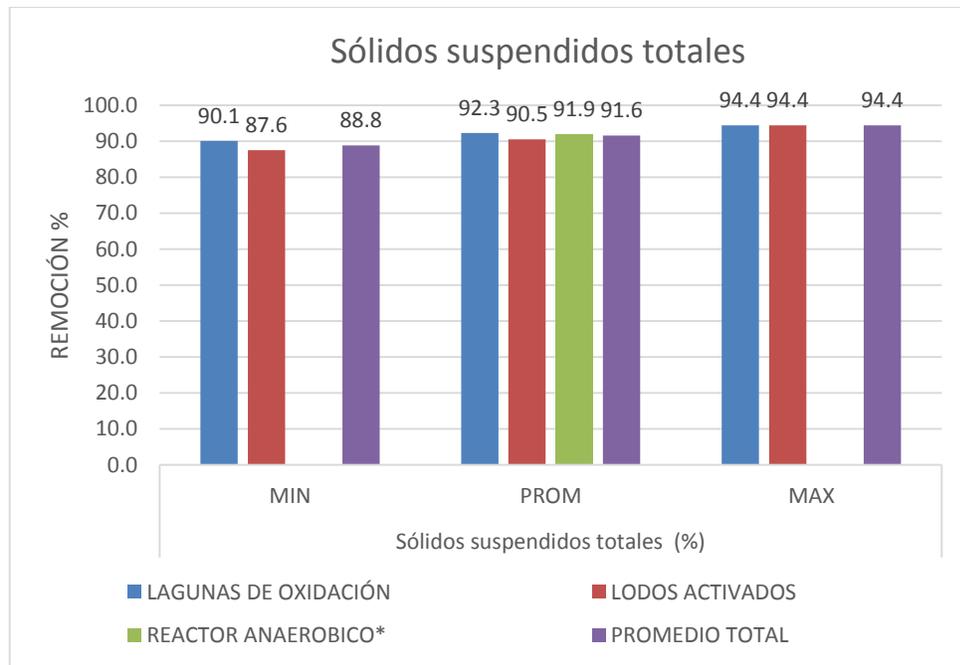


**Figura 12 Eficiencia promedio, mínima y máxima Sólidos sedimentables**

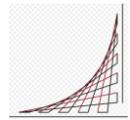


\*Valor único

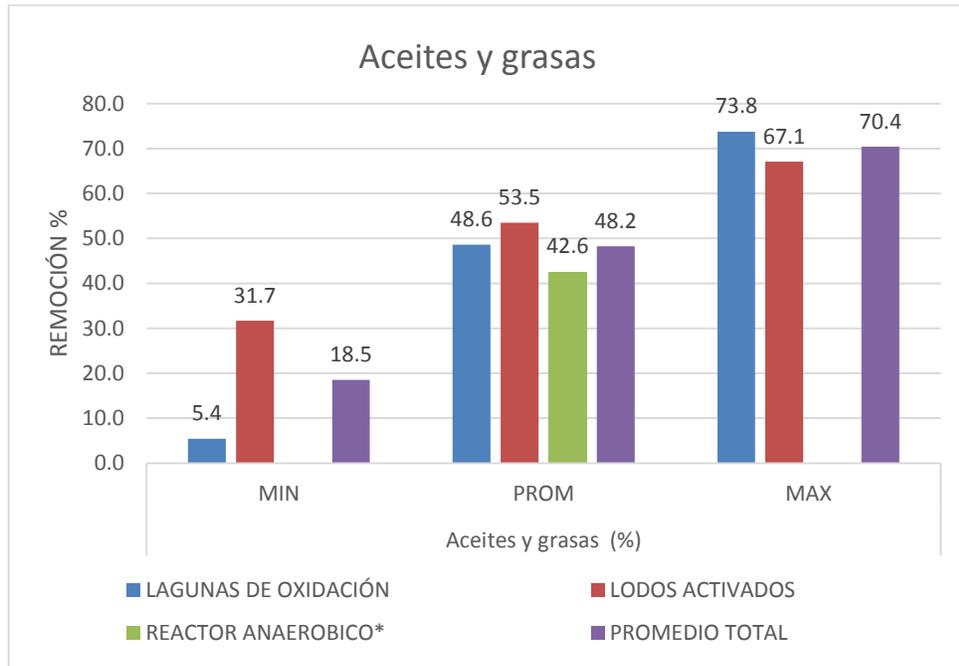
**Figura 13 Eficiencia promedio, mínima y máxima Sólidos suspendidos totales**



\*Valor único

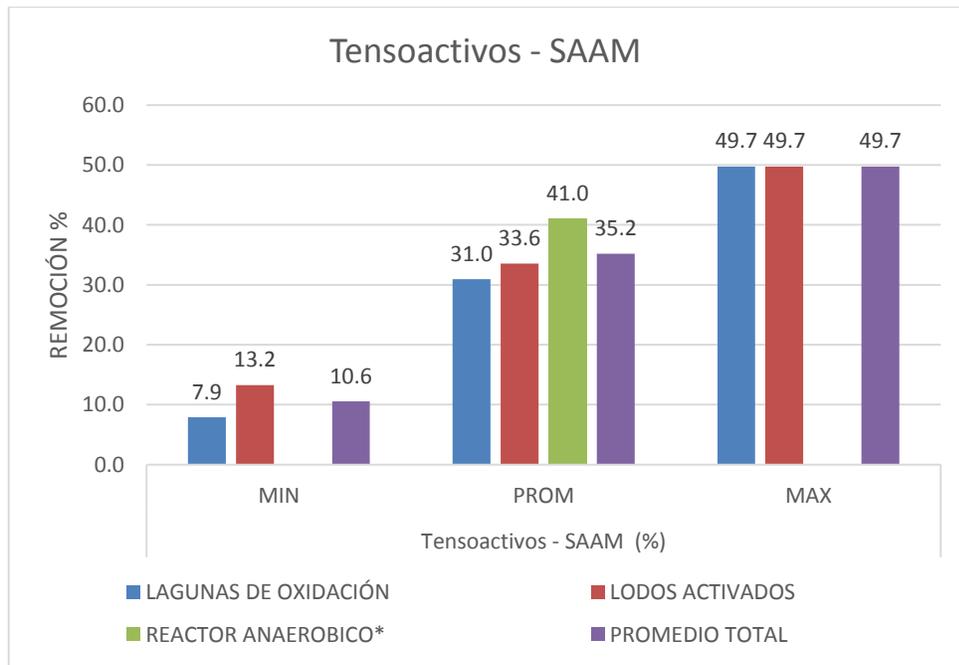


**Figura 14 Eficiencia promedio, mínima y máxima Aceites y grasas**

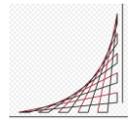


\*Valor único

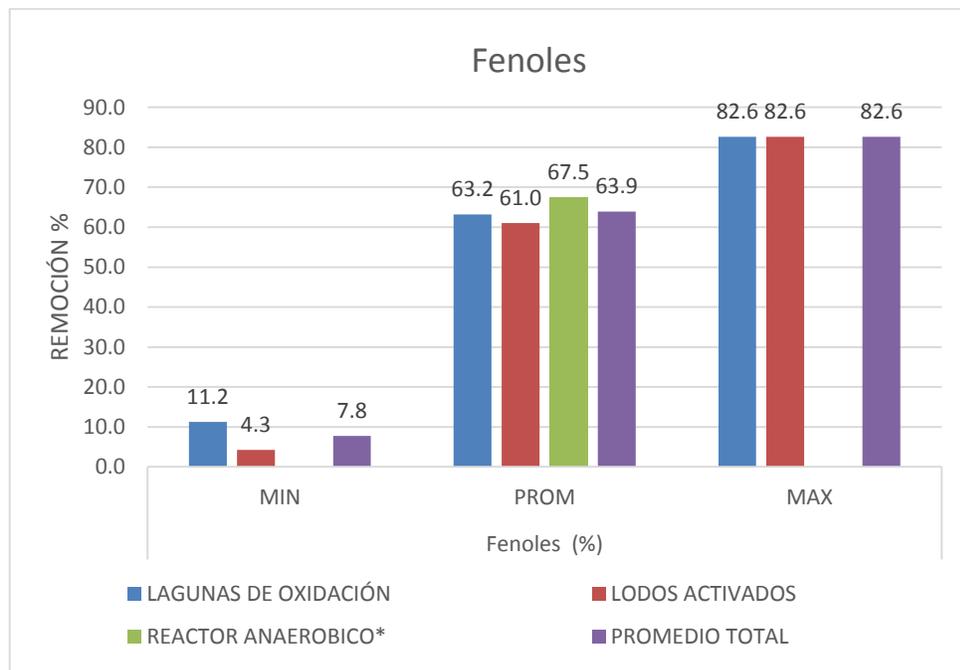
**Figura 15 Eficiencia promedio, mínima y máxima Tenso activos – SAAM**



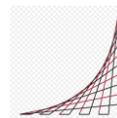
\*Valor único



**Figura 16 Eficiencia promedio, mínima y máxima Fenoles**



\*Valor único



## 5. CONCLUSIONES

El tipo de tratamiento más usado en las unidades militares del Ejército Nacional es el de Lodos Activados con 53 PTAR, correspondiente al 55 %, seguido por Lagunas de Oxidación con 20 PTAR, correspondiente al 21%.

Los tipos de PTAR menos usados son los Biodiscos y las lagunas facultativas cada una de ellos con 2 PTAR que correspondiente al 2% del total de las Plantas.

EL 85% de las Lagunas de Oxidación, es decir 14 de las 20, se encuentran ubicadas en alturas inferiores de 1000 m.s.n.m.

La DBO del agua cruda oscila entre 887 y 362 mg/L, la DQO entre 1800 y 638 mg/L, los sólidos suspendidos totales entre 498 y 254 mg/L y los aceites y grasas entre 33 y 10 mg/L.

La DBO del agua tratada varía entre 161 y 57 mg/L, la DQO entre 362 y 140 mg/L, los sólidos suspendidos totales entre 40 y 28 mg/L y los aceites y grasas tienen concentraciones iguales o menores de 10 mg/L.

El Reactor Anaeróbico tiene una eficiencia de remoción de DBO5 del 93,5%, los Lodos Activados tiene un promedio de remoción de DBO5 del 84,8% y las Lagunas de Oxidación tienen un 80,6% en promedio de remoción de DBO5.

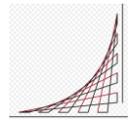
Los Lodos Activados tiene un promedio de eficiencia de remoción de DQO del 82,4%, siendo el porcentaje más alto entre los tres tipos de PTAR analizados, seguido por Lagunas de Oxidación con un 79,9% y Reactor Anaeróbico con 76,9%.

Las Lagunas de Oxidación tiene un promedio de eficiencia de remoción de SST del 92,3%, siendo el porcentaje más alto entre los tres tipos de PTAR analizados, seguido por Reactor Anaeróbico con un 91,9% y Lodos Activados con 90,5%.

El promedio de eficiencia de remoción más alto para Aceites y Grasas se obtuvo con Lodos Activados con un 53,5% seguido por Lagunas de Oxidación con 48,6% y Reactor Anaeróbico con 42,6%.

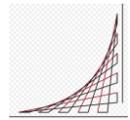
Las eficiencias de remoción para los Tensoactivos – SAAM son menores del 50% con un promedio total del 35,2%.

El intervalo de eficiencias de remoción para Fenoles con tratamientos de Lagunas de Oxidación y Lodos Activado se encuentran entre un 11,2% y un 82,6% y 4,3% y 82,6% respectivamente.



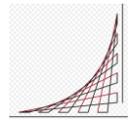
La sustancia contaminante con mejor remoción en general es SST con 91,6%, seguido por DBO5 86,3%, DQO 79,7%, Fenoles 63,9%, Sólidos Sedimentables 52,3%, Aceites y Grasas 48,2% y Tensoactivos 35,2%.

En promedio con las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales - PTAR del Ejército Nacional analizadas, se puede determinar que tienen unas eficiencias de remoción superior al 80% en cargas contaminantes de DBO5 y SST.



## BIBLIOGRAFÍA

- [1] ROMERO ROJAS, Jairo Alberto, Tratamiento de Aguas Residuales Teoría y Principios de Diseño, Bogotá, Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería. 2010. 1248 páginas.
- [2] ROMERO ROJAS, Jairo Alberto, Lagunas de Estabilización de Aguas Residuales, Bogotá, Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería. 2008. 300 páginas.
- [3] Ministerio de desarrollo económico (Ministerio de vivienda, ciudad y territorio), Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS, Bogotá, 2000.
- [4] SITIOS WEB OFICIALES DE LOS MUNICIPIOS DE COLOMBIA.
- [5] JEFATURA DE INGENIEROS DEL EJÉRCITO NACIONAL DE COLOMBIA, Dirección de Gestión Ambiental y Ecosistemas, Inventario de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (En proceso de actualización).
- [6] JEFATURA DE INGENIEROS DEL EJÉRCITO NACIONAL DE COLOMBIA, Caracterización de las aguas residuales a la entrada y salida de los sistemas de tratamiento de las unidades tácticas incluidas en el contrato No 674 de 2012.



## **DERECHOS DE AUTOR**

LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO TIENE UN ALCANCE ACADÉMICO ÚNICAMENTE Y ESTÁ PROTEGIDA EN SU TOTALIDAD POR DERECHOS DE AUTOR, CON TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS. QUEDA PROHIBIDA BAJO CUALQUIER FIN Y DE MANERA TOTAL O PARCIAL; LA DISTRIBUCIÓN, REPRODUCCIÓN, TRANSMISIÓN (POR CUALQUIER MEDIO TÉCNICO), MODIFICACIÓN Y UTILIZACIÓN DE CUALQUIER TIPO DE INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO.