

DETERMINAR LAS VARIABLES ASOCIADAS A UN SISTEMA DE  
DIAGNÓSTICO DE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL EN ÁREA URBANA

JENNIFER TOVAR QUINTERO

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA  
ESCUELAS DE CIENCIAS BÁSICAS TECNOLOGÍA E INGENIERÍA  
INGENIERIA INDUSTRIAL

NEIVA

2015

DETERMINAR LAS VARIABLES ASOCIADAS A UN SISTEMA DE  
DIAGNÓSTICO DE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL EN ÁREA URBANA

JENNIFER TOVAR QUINTERO

TRABAJO DE GRADO

PEDRO TORRES SILVA  
DOCENTE ASISTENTE ECBTI

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA  
ESCUELAS DE CIENCIAS BÁSICAS TECNOLOGÍA E INGENIERÍA  
INGENIERIA INDUSTRIAL

NEIVA  
2015

Nota de Aceptación

---

---

---

---

Presidente del Jurado

---

Jurado

---

Jurado

Ciudad y Fecha (día, mes, año) (Fecha de entrega)



## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a los tutores de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia por transmitir sus conocimientos y apoyarme en los momentos académicos que se me dificultaron. Y por ser además de guías, también amigos lo que hacía que el aprendizaje fuera agradable, confiable e interesante.

A mis padres y novio por su apoyo económico y consejos para lograr culminar mi programa profesional.

## TABLA DE CONTENIDO

|   | Pág. |
|---|------|
| 1. INTRODUCCIÓN.....  | 17   |
| 2. OBJETIVOS .....  | 18   |
| 2.1 OBJETIVO GENERAL .....  | 18   |
| 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....   | 18   |
| 3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....   | 19   |
| 3.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA .....   | 19   |
| 3.2 JUSTIFICACIÓN .....   | 20   |
| 4. MARCO REFERENCIAL .....  | 21   |
| 4.1 MARCO TEÓRICO.....  | 22   |
| 4.1.1 CONTAMINACIÓN ATMOSFERICA.....  | 22   |
| 4.1.1.1 CLASIFICACION DE LOS CONTAMINANTES DEL AIRE .....                       | 23   |
| 4.1.1.2 CONTAMINANTES DE REFERENCIA DEL AIRE.....                               | 23   |
| 4.1.1.3 EFECTOS DE LOS CONTAMINANTES.....                                       | 25   |
| 4.1.2 CONTAMINACIÓN DEL AGUA .....  | 26   |
| 4.1.2.1 Sustancias contaminantes del agua.....                                  | 26   |
| 4.1.2.2 Alteración Física del agua.....   | 28   |
| 4.1.2.3 Alteraciones químicas del agua .....                                    | 29   |
| 4.1.3 CONTAMINACIÓN POR RUIDO.....  | 29   |
| 4.1.4 CONTAMINACIÓN POR RADIACIONES NO IONIZANTES.....                          | 32   |
| 4.1.4.1 Clasificación del espectro electromagnético NI.....                     | 32   |
| 4.1.4.2 Tecnologías generadoras de CEM artificiales .....                       | 33   |
| 4.1.4.3 Efectos asociados a la exposición a CEM .....                           | 33   |
| 4.2 MARCO LEGAL .....   | 34   |
| 4.2.1 Marco normativo del aire .....  | 34   |
| 4.2.2 Normatividad colombiana relacionada vertimiento de aguas residuales ..... | 42   |
| 4.2.3 Marco normativo sobre el ruido.....                                       | 47   |
| 4.2.4 Normatividad sobre Radiaciones no Ionizantes .....                        | 54   |
| 4.3 MARCO CONTEXTUAL.....   | 57   |

|  |    |
|--|----|
| 5. MATERIALES Y MÉTODOS.....                               | 60 |
| 5.1 MATERIALES .....                                       | 60 |
| 5.2 METODOLOGÍA.....                                       | 60 |
| 6 DESARROLLO DEL PROYECTO.....                             | 61 |
| 6.1 ANÁLISIS DEL DESARROLLO DEL PROYECTO.....              | 63 |
| 6.2 CRONOGRAMA .....                                       | 63 |
| CONCLUSIONES .....   | 64 |
| RECOMENDACIONES.....                                       | 65 |
| ANEXOS .....   | 70 |
| Anexo A. Legislación sobre el aire .....                   | 70 |
| Anexo B. Normatividad Ambiental componente agua.....       | 72 |
| Anexo C. Legislación sobre el ruido .....                  | 86 |
| Anexo D. Legislación sobre las Radiaciones Ionizantes..... | 86 |

## LISTA DE TABLAS

|  | Pág. |
|--|------|
| Tabla 1 Niveles permisibles para contaminantes. Criterio.....  | 35   |
| Tabla 2 Niveles de prevención, alerta y emergencia.....  | 36   |
| Tabla 3 Índice de Calidad del Aire de la EPA.....  | 37   |
| Tabla 4 Categoría de Calidad para el AQI y sus Efectos en la Salud.....  | 37   |
| Tabla 5 Rango AQI para Algunos Contaminantes y Categoría Atmosférica.....  | 38   |
| Tabla 6 Corte del ICA .....  | 39   |
| Tabla 7 Efectos a la salud de acuerdo con el rango y valor del Índice de Calidad del Aire<br>.....                         | 40   |
| Tabla 8 Acciones preventivas de acuerdo al rango y al valor del Índice de Calidad del Aire<br>.....                        | 41   |
| Tabla 9 Criterios organolépticos y físicos de la calidad del agua potable.....   | 44   |
| Tabla 10 Criterios para elementos y compuestos químicos .....  | 45   |
| Tabla 11 Criterios de calidad química de tipo económico o acción indirecta sobre la salud<br>.....                         | 46   |
| Tabla 12 Valores admisibles microbiológicos.....   | 47   |
| Tabla 13 Nivel de presión sonora de DB(A) .....  | 47   |
| Tabla 14 Niveles máximos permisibles para vehículos .....  | 48   |
| Tabla 15 Evaluación del CIA (Clasificación del impacto acústico).....  | 48   |
| Tabla 16 Estándares máximos permisibles de niveles de emisión de ruido expresados en<br>decibeles (DB) .....               | 49   |
| Tabla 17 Estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental expresados en<br>decibeles (A).....                  | 50   |
| Tabla 18 Combinación de colores para representaciones gráficas cada 5db(A) .....   | 52   |
| Tabla 19 Combinación de colores para representaciones gráficas como 10 db (A) .....  | 52   |
| Tabla 20 Límites permisibles para ruido continuo o intermitente.....   | 53   |
| Tabla 21 Bandas de octava y su equivalente.....  | 53   |
| Tabla 22 Cantidades eléctricas, magnéticas electromagnéticas y dosimétricas y las<br>unidades SI corresponden .....        | 54   |
| Tabla 23 Restricciones básicas para exposiciones a campos eléctricos y magnéticos para<br>frecuencias hasta de 10 GHz..... | 55   |
| Tabla 24 Límites máximos de exposición según la frecuencia de operación 0 Hz –<br>300GHz .....                             | 56   |
| Tabla 25 Lista no restrictiva principales aplicaciones.....  | 56   |
| Tabla 26 Niveles para la medición en el Aire .....   | 61   |
| Tabla 27 Niveles para medición en el agua .....  | 61   |
| Tabla 28 Niveles para la medición de ruido .....   | 62   |
| Tabla 29 Márgenes de exposición al ruido.....  | 62   |
| Tabla 30 Niveles de radicación no ionizante .....  | 62   |
| Tabla 31 Cronograma de desarrollo del proyecto .....   | 63   |

## LISTA DE ANEXOS

|   | Pág. |
|---|------|
| Anexo A. Legislación sobre el aire                    | 68   |
| Anexo B. Normatividad Ambiental componente agua       | 71   |
| Anexo C. Legislación sobre el ruido                   | 85   |
| Anexo D. Legislación sobre las Radiaciones Ionizantes | 85   |

## GLOSARIO

Partículas sólidas: polvos y las cenizas.

PM10: partículas ásperas. Humo, tierra y polvo tóxicos de las fábricas, la agricultura y caminos. Puede llegar hasta los pulmones.

PM2.5: partículas finas. Compuestos orgánicos y metales pesados. Puede ingresar a los alvéolos y luego a la sangre.

PM: material particulado.

Factores meteorológicos son: presión atmosférica, temperatura, viento, lluvia, humedad, influencia marítima, influencia continental.

Fotoquímicas: es el estudio de las transformaciones químicas provocadas o catalizadas por la emisión o absorción de luz visible o radiación ultravioleta.

CFCs (clorofluorocarburos): son sustancias derivadas de los hidrocarburos saturados obtenidos mediante la sustitución de átomos de hidrogeno por átomos de cloro y flúor.

$\mu\text{g}/\text{m}^3$ : microgramos metro cubico.

Materia orgánica: está formada por moléculas fabricadas por los seres vivos. Son moléculas hechas a base de carbono, suelen ser moléculas grandes, complejas y muy diversas, como las proteínas, hidratos de carbono o glúcidos, grasas o ácidos nucleicos.

Ozono troposférico: es un gas incoloro y muy irritante creado por reacciones fotoquímicas entre los óxidos de nitrógeno y los compuestos orgánicos volátiles producidos en buena medida por la quema de combustible, vapores de gasolina y solventes químicos.

Orgánicos volátiles: (COVs o VOC's), son sustancias químicas orgánicas cuya base es el carbono y se evaporan a temperatura y presión ambiental generando vapores, que pueden ser precursores del ozono en la atmósfera. Además del carbono es posible hallar en su composición hidrógeno, flúor, oxígeno, cloro,

bromo, nitrógeno o azufre. Poseen propiedades volátiles, liposolubles, tóxicas e inflamables. Lo podemos encontrar en: Pinturas y barnices con base disolvente, disolventes, pegamentos, dispersantes, agentes desengrasantes y limpiantes.

**Pigmentación:** es la concentración de sustancias coloreadas denominados pigmentos en ciertas células o tejidos del organismo.

**Ácido nítrico:** es un líquido cuyo color varía de incoloro a amarillo pálido, de olor sofocante. Se utiliza en la síntesis de otros productos químicos como colorantes, fertilizantes, fibras, plásticos y explosivos, entre otros. Es soluble en agua, generándose calor. No es combustible, pero puede acelerar el quemado de materiales combustibles y causar ignición. Es corrosivo de metales y tejidos. Si además, contiene NO<sub>2</sub> disuelto, entonces se conoce como ácido nítrico fumante y su color es café-rojizo. Actualmente, se obtiene por oxidación catalítica de amoníaco.

**CEPAL:** Comisión económica para América Latina y el caribe.

**Coliformes:** designa a un grupo de especies bacterianas que tienen ciertas características bioquímicas en común e importancia relevante como indicadores de contaminación del agua y los alimentos.

**Heces:** Materia compuesta de residuos de alimentos que el organismo elimina por el ano.

**Desove:** Puesta de huevos por parte de las hembras de ciertos animales, especialmente peces, anfibios e insectos.

**NTU:** (unidades de turbidez nefelométricas).

**PST:** partículas suspendidas totales.

**Micras:** El micrómetro o micra es una unidad de longitud equivalente a una millonésima parte de un metro. Su símbolo científico es  $\mu\text{m}$ .

**PH:** es una medida de la acidez o de la alcalinidad de una sustancia.

**ICA:** índice de calidad del aire.

Fitoplancton: son los seres vivos de origen vegetal que viven flotando en la columna de agua, y cuya capacidad natatoria no logra nunca superar la inercia de las mareas, las olas, o las corrientes. Son organismos autótrofos capaces de realizar la fotosíntesis. Su importancia es fundamental dado que son los productores primarios más importantes en el océano.

Efluentes: aguas servidas con desechos sólidos, líquidos o gaseosos que son emitidos por viviendas y/o industrias, generalmente a los cursos de agua; o que se incorporan a estas por el escurrimiento de terrenos causado por las lluvias.

Escorrentía: a la corriente de agua que se vierte al rebasar su depósito o cauce naturales o artificiales.

Db: (decibel), es la unidad relativa empleada en acústica, electricidad, telecomunicaciones y otras especialidades para expresar la relación entre dos magnitudes: la magnitud que se estudia y una magnitud de referencia.

Hz: Hercio o Hertz. Es la unidad de frecuencia del Sistema Internacional de Unidades.

KHz: Kiloherzt.

MHz: Megahertz.

GHz: Gigahertz.

Neq: Nivel sonoro equivalente.

Ppb: un parte por billón. Es una unidad de medida para expresar concentraciones extremadamente pequeñas.

Ppm: partes por millón. Es una unidad de medida con la que se mide la concentración.

Estuaria: Es la desembocadura en el mar de un río amplio y profundo, e intercambia con esta agua salada y agua dulce debido a las mareas.

Mg/L: miligramo por litro.

Micromhos:  $\mu\text{mhos}$ . Medimos la conductividad de una muestra de agua.

UFC: Unidades formadoras de colonias. Es un valor que indica el grado de contaminación microbiológica de un ambiente. Expresa el número relativo de microorganismos de un taxón determinado en un volumen de un metro cúbico de agua.

Escherichia coli: E. coli es el nombre de un tipo de bacteria que vive en el intestino. También en los intestinos animales y aguas negras.

ICNIRP: Comisión Internacional de Protección contra la Radiación No Ionizante.

$\text{mA m}^{-2} \text{ rms}$  : densidad de corriente para cabeza y tronco.

$\text{W Kg}^{-1}$ : vatio por kilogramo.

$\text{Vm}^{-1}$ : Vatio por metro.

$\text{Am}^{-1}$ : amperio por metro.

$\mu\text{T}$ : densidad de flujo magnético.

UHF: frecuencia ultra alta. Es una banda del espectro electromagnético que ocupa el rango de frecuencias de 300 MHz a 3 GHz. En esta banda se produce la propagación por onda espacial troposférica.

VHF: es la banda del espectro electromagnético que ocupa el rango de frecuencias de 30 MHz a 300 MHz.

Fluviolacustre: Es una zona plana, formada por sedimentos finos depositados en condiciones de aguas tranquilas, influida en algunas áreas por acción Aluvial del Río Cauca o sus afluentes.

Coluviales: Son acumulaciones constituidas por materiales de diverso tamaño pero de litología homogénea, englobados en una matriz arenosa que se distribuye irregularmente en las vertientes del territorio montañoso, habiéndose formado por alteración y desintegración in situ de las rocas ubicadas en las laderas superiores adyacentes y la acción de la gravedad.

Volcanoclasticos: son especialmente ricos en detritos volcánicos, y pueden ser derivados directamente de una actividad volcánica explosiva, o bien, pueden ser detritos epiclásticos derivados de rocas volcánicas más antiguas.

Subxerofitia: cuando la precipitación es menos que la evapotranspiración y los efectos de sequía temporal no son muy pronunciados.

## RESUMEN

Desde nuestra antigüedad se ha encontrado que en la edad prehistórica se contaminaba con hollín que encontraron en los techos de las cuevas según la revista Science. Cuando se empieza a forjar el metal en las civilizaciones griegas, chinas y romana otra factor más que empieza a deteriorar la calidad del aire.

Con la revolución industrial aparecieron las grandes fábricas, consumo de carbón y combustibles fósiles que aumentaron la contaminación del aire y la contaminación del agua con los desechos químicos y residuos humanos no tratados aumentando los problemas para el medio ambiente.

Los estados y políticas del mundo empezaron a recibir atención sobre la contaminación del medio ambiente en 1970. Pero a pesar de que empezaron a regir leyes para mitigar los impactos de la contaminación los seres humanos hemos estado empeñados en deteriorarla cada días más, es por eso que es de vital importancia identificar los principales contaminantes que están ayudando a deteriorar el medio ambiente para luego con investigación a cada uno de esos contaminantes encontrar las variables a estudiar para que con la tecnología o manualmente se realicen los estudios en cualquier zona para identificar que tan permisible es la variable contaminante y cual sobrepasa su permisibilidad y deteriora el medio que nos rodea y la salud de las personas.

**PALABRAS CLAVE:** contaminación del aire, contaminación del agua, contaminación auditiva y contaminación de radiaciones no ionizantes.

## SUMMARY

From our old has been found in the prehistoric age are contaminated with soot found on the roofs of the caves by the journal Science. When you begin to forge the metal in Greek, Chinese and Roman civilizations another factor that starts to deteriorate air quality.

With the industrial revolution appeared large factories, coal consumption of fossil fuels and increased air pollution and water pollution with chemical waste and untreated human waste increasing problems for the environment.

States and political world began to receive retention on environmental pollution in 1970. But despite laws that govern started to mitigate the impacts of pollution human beings have been engaged in deteriorate each day more is why it is vital to identify the main pollutants that are helping to damage the environment for research lay with each of these pollutants find the variables to study for technology or manually studies are conducted in any area to identify how allowable contaminant is variable and which exceeds its permissibility and impairs our environment and health of people.

**KEYWORDS:** air pollution, water pollution, noise pollution and contamination of non-ionizing radiation.

## 1. INTRODUCCIÓN

Una de las grandes preocupaciones de los países se centra hoy en la protección del medio ambiente. Todos los habitantes del mundo reconocemos que el medio ambiente está en un proceso de deterioro constante y que si no se toma medidas concretas y viables, no podremos dejar un verdadero espacio sano y auto sostenible para las próximas generaciones.

Cada municipio, cada habitante deberá tomar conciencia de esta problemática. Es por ello, que desde la academia debemos aportar no solamente cultura ciudadana sino soluciones locales con pensamiento global. Hoy, poder contribuir con elementos de juicio que le permitan tanto a Ingenieros como a las Autoridades locales para la toma de decisiones frente a procesos contaminantes en el desarrollo de aplicaciones y de políticas públicas.

Con este trabajo nos aproximamos a la generación de información para que se desarrollen los dispositivos y las redes de datos necesarias que permitan capturar en tiempo real información sobre variables claves en la contaminación tanto en el aire, agua, ruido y radiaciones no ionizantes. Con ello, se aporta en la primera fase de un proceso investigativo que deberá concluir con la instalación y puesta en servicio de un portal web, donde se informe de las mediciones medioambientales y permita la aplicación de políticas predictivas, preventivas y/o correctivas.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar las variables de la contaminación del aire, agua, ruido y radiaciones no ionizantes de la ciudad de Neiva según lineamientos de la normatividad Colombiana e internacional.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar las variables:
  - La calidad del aire y sus agentes contaminantes en suspensión.
  - La calidad del agua y sus agentes contaminantes que influyen en su estado de potabilidad.
  - Los niveles de ruido.
  - Los niveles de radiación no ionizante en la ciudad.
- Diagnosticar según la normatividad Colombiana cuales son los niveles permitidos de cada uno de los contaminantes a determinar, para así luego identificar en cada uno de los contaminantes ambientales el deterioro de esta.

### 3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 3.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Debemos empezar a observar a nuestro alrededor del porque se presentan tsunamis, inundaciones, el calentamiento global se aumenta cada día más, a donde van las basuras y todos los desechos que salen a las aguas subterráneas y caen a nuestros ríos y los incendios forestales que son más frecuentes. En especial en las áreas urbanas se desglosan problemas principales del desorden de la ciudad: densidad poblacional, carencia de espacios públicos, incompatibilidad de usos del suelo y gran desequilibrio ambiental. Estos son unos de los grandes acontecimientos que están pasando alrededor del mundo y es la contaminación del aire, de los ríos, la auditiva, y las radiaciones ionizantes y no ionizantes que están creando gran impacto ambiental, y desorden en los cambios de estado de las personas expuestas a estos tipos de contaminación.

Limitando la vida de la raza humana en esta nave espacial llamada planeta; pero este es un problema que se viene presentando desde los inicios del hombre hasta la actualidad. Con la tecnología y todos lo que nos rodea como lujos, riquezas que pueden estar acabando con todo el ambiente o algunos casos olvidándonos de la hermosa Naturaleza que tenemos y que en lugar de cuidarla la estamos destruyendo.

Neiva actualmente presenta altas emisiones de humo debido al movimiento vehicular y el aumento de movilización de motos llevando al incrementado de las partículas en suspensión, otra problemática es la falta de conciencia y cultura al botar las basuras al río o cualquier clase de desechos que llevan a deteriorar y disminuir la vida en nuestros afluentes, la forma perturbadora que se siente cuando escuchamos los pitos de los carros en especial en ciertos puntos en donde se concentra el tráfico vehicular y la gran cantidad de antenas que encontramos cerca de viviendas y espacios en donde hay movilidad humana.

Es por esto que es necesario empezar a investigar las variables de los principales contaminantes del área urbana de la ciudad de Neiva y la normatividad que se emplea para poder lograr ejecutar un plan de acción para controlar los diferentes tipos de contaminación que encontraremos allí.

### 3.2 JUSTIFICACIÓN

El aumento de población, de edificaciones y talas de árboles están realizando que en la ciudad de Neiva aumente la temperatura; la falta de cultura y conciencia en botar la basura, la forma indiscriminada en el que hacen que suenen los pitos de los carros y el afán por las empresas de telefonía de tener la mayor cantidad de antenas para mayor cobertura. Esto está acarreado daños ambientales en la ciudad y un gran aumento en el deterioro de la salud de los ciudadanos.

Es por esto que se debe realizar un estudio de las variables de cada una de las contaminaciones que están afectando los recursos naturales de la ciudad capital para si con medos tecnológicos obtener resultados y poder mitigar los contaminantes presentes en la ciudad de Neiva.

#### 4. MARCO REFERENCIAL

La problemática ambiental es un factor determinante para lograr que se hagan normas e investigaciones en el cual se procure la preservación de los recursos naturales que son de manera vital para sobrevivir en cada una de las áreas del planeta tierra. Es por esto que desde nuestro pasado se viene investigando los cambios del medio ambiente y como lo que se diagnosticó para determinado tiempo está pasando más rápido de lo que se había establecido. Es por esto que hay una gran preocupación por las grandes potencias del mundo por los niveles de contaminación tan altas que se presentan y el crecimiento urbanístico que cada día va en aumento no teniendo en cuenta el medio como son los recursos naturales.

Luis Jiménez (1996) en el artículo “El sistema socioeconómico frente al fenómeno del cambio global” cuando establece: “El subsistema socioeconómico interactúa con el ecosistema global y desde luego, son muchos los factores sociales, culturales o políticos que influyen en la relación economía-hombre-naturaleza. Hasta ahora, existe una escasa comprensión de la dinámica interactiva entre las principales fuerzas motrices de orden social y el medio ambiente global, tales como la población, tecnología, crecimiento económico, instituciones, valores, pobreza y fenómenos locales que adquieren con rapidez la suficiente “masa crítica” para provocar profundas metamorfosis a escala global.”.

El mundo globalizado de hoy trae beneficios pero tiene sus contras. Nosotros no estamos preparados para la globalidad por eso no hace tener actos de egoísmo destrucción con lo que nos rodea.

Con este proyecto buscamos dar pautas de las variables que se deberán tener en cuenta para lograr identificar en cada una de ellas los niveles de contaminación que se presentan en un área urbana sea grande, mediana o pequeña. Y así lograr mitigar el impacto a esos grandes recursos como lo es el agua, el aire y la salud mental y física cuando se es expuesto al ruido y a las radiaciones no ionizantes.

## 4.1 MARCO TEÓRICO

### 4.1.1 CONTAMINACIÓN ATMOSFERICA

La explotación de los recursos naturales, la tala de árboles, el desarrollo urbanístico, las industrias de la región, los incendios forestales por el cambio climático o por descuido humano son fenómenos inevitables que sucedan pero que están afectando la ecología de nuestro municipio o de área natural.

La contaminación atmosférica es la alteración de la atmosfera por la adición de gases, o partículas sólidas o líquidas en suspensión.

Los principales mecanismos de contaminación atmosférica son los procesos industriales que implican combustión, tanto en industrias como en vehículos, cuando frenan el desgaste de la llanta con el pavimento que generan dióxido y monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y azufre, entre otros contaminantes.

En Colombia el contaminante de mayor preocupación, dada su concentración es el PM<sub>10</sub>, ya que en muchas ocasiones sobrepasa el límite máximo permisible establecido por la norma y la comprobada afectación a la salud de la población expuesta, en especial de los grupos sensibles, entre los que se encuentran personas con problemas respiratorios como el asma o el enfisema; las mujeres embarazadas; personas que desarrollan sus actividades al aire libre; niños menores de 14 años cuyos pulmones todavía se están desarrollando; adultos mayores cuyos sistemas inmunológicos son más débiles y personas que se ejercitan frecuentemente al aire libre.

Una vez en la atmósfera los contaminantes sufren una serie de fenómenos como:

- **Desplazamiento:** Por acción de las Corrientes de aire en la atmósfera, teniendo en cuenta la vida media del contaminante, estos pueden recorrer grandes distancias más allá del foco emisor.
- **Dilución:** En la atmósfera los contaminantes encuentran un espacio abierto en el que se difunden y expanden, disminuyendo la concentración inicial en la que se encontraban en el foco emisor.
- **Acumulación:** Aquellos contaminantes con baja capacidad de reacción pueden acumularse en la atmósfera aumentando su concentración de forma progresiva.
- **Transformación:** Con el paso del tiempo y el efecto combinado de los factores meteorológicos, los contaminantes emitidos se transforman. En muchas ocasiones esta transformación supone una degradación de la contaminante, propia de la capacidad de asimilación del medio. En otras ocasiones esta transformación supone la generación de otros contaminantes,

denominados contaminantes secundarios. (Tales como el ozono y los ácidos sulfúrico y nítrico, que dan lugar a la "lluvia ácida").

#### 4.1.1.1 CLASIFICACION DE LOS CONTAMINANTES DEL AIRE

**Contaminantes primarios.** Son aquellas sustancias que son emitidas directamente a la atmósfera desde los focos contaminantes, su naturaleza física y su composición química es muy variada, se pueden agrupar de acuerdo a su característica más común, tal como su estado físico (partículas y metales), o elemento químico común (contaminantes gaseosos).

**Contaminantes secundarios.** Son los que no se emiten directamente a la atmósfera, sino que se producen como consecuencia de las transformaciones y reacciones químicas y fotoquímicas, que sufren los contaminantes primarios. Los principales problemas que generan los contaminantes secundarios son la contaminación fotoquímica, acidificación del medio y disminución del espesor de la capa de ozono. La contaminación fotoquímica es consecuencia de la oxidación de compuestos; los óxidos de azufre y de nitrógeno se transforman en ácidos. Sustancias como los CFCs (**clorofluorocarbonos** son una familia de compuestos formados por átomos de Carbono, Flúor y Cloro), el dióxido de carbono y el metano, son las que se encargan de neutralizar el ozono (O<sub>3</sub>) provocando la disminución de la protección contra los rayos ultravioletas del sol, que no pueden ser absorbidos y llegan hasta los seres humanos.

#### 4.1.1.2 CONTAMINANTES DE REFERENCIA DEL AIRE

Los identifica la Organización Mundial de la Salud (OMS), los Estados Unidos y la Unión Europea, dada la trascendencia que pueden tener sobre el Medio ambiente y la salud de los individuos.

##### ❖ Partículas en suspensión

Son aquellas partículas presentes en el aire de tamaño suficientemente reducido como para que no se depositen demasiado rápido sobre la superficie. Su tiempo de residencia en la atmósfera depende de su tamaño y composición, así como de condicionantes climatológicos como los vientos, las lluvias, etc.

Las fuentes que generan partículas en suspensión son: Vehículos, calderas, centrales térmicas, explotación mineral de azufre, fabricación de ácido sulfúrico, entre otros.

En la salud de los seres humanos genera irritación en las vías respiratorias, fundamentalmente en la nariz y garganta, daños en los pulmones, bronquitis y empeoramiento de afecciones pulmonares. Reducen la visibilidad y, en su deposición, afectan a la fotosíntesis de plantas

#### ❖ Dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>)

Es un gas que pertenece a las familias de los gases de óxidos de azufre, tienen un periodo de residencia en la atmósfera de 3 a 4 días, pero los efectos contaminantes de este óxido son muy importantes.

Se producen de la combustión de compuestos que contienen azufre, carbón, petróleo, aceite y durante procesos industriales como el acero.

En la salud de un ser humano causa problemas respiratorios. En exposiciones cortas, a partir de 250 µg/m<sup>3</sup> afecta al sistema respiratorio de los niños, y a partir de 500 µg/m<sup>3</sup> al de la población en general. Puede generar problemas permanentes en los pulmones. En forma de deposición ácida puede afectar seriamente a suelos y cubierta vegetal.

#### ❖ Monóxido de carbono (CO)

Es un gas no irritante, incoloro, inodoro, insípido, tóxico, es muy estable y tiene una vida de 2 a 4 meses.

Lo genera la combustión incompleta de motores a gasolina, centrales eléctricas, acerías, calefacciones, humo de cigarrillo, materia orgánica, madera, carbón y petróleo.

En la salud humana reacciona con la hemoglobina de la sangre y desplaza al oxígeno, reduciendo la capacidad de la sangre para oxigenar las células y tejidos del cuerpo. Es peligroso para personas que sufren del corazón o problemas circulatorios, respiratorios o pulmones dañados.

#### ❖ Ozono (O<sub>3</sub>)

A nivel terrestre conocido como ozono troposférico. El ozono es un contaminante secundario, se sintetiza en la troposfera a partir de otros compuestos (óxidos de nitrógeno y orgánicos volátiles) favorecida por la presencia de la luz solar.

Se genera por las reacciones fotoquímicas que se presentan en las zonas urbanas.

Provoca problemas de respiración, reduce la función pulmonar o la resistencia a resfriados y otras infecciones, genera asma, irritación en los ojos, congestión nasal y acelera el envejecimiento del tejido pulmonar. Puede dañar plantas y árboles, actúa sobre la sección central de las hojas con una pigmentación punteada de color pardo rojizo.

❖ Dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>)

El NO (Óxido de nitrógeno) es un gas tóxico e incoloro que reacciona con el ozono para formar Dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>). A partir del dióxido se forma en la atmósfera el ácido nítrico que es absorbido por las gotas de agua, precipitando la lluvia ácida.

Se genera por la combustión a altas temperaturas (motores de combustión interna, centrales eléctricas, fábricas de explosivos, volcanes y tormentas).

Causan daños en los pulmones y al sistema respiratorio en general. Según estudios epidemiológicos. El NO<sub>2</sub> es 4 veces más tóxico que el NO. Depositiones ácidas que afectan los suelos y la cubierta vegetal.

#### 4.1.1.3 EFECTOS DE LOS CONTAMINANTES

- **Efectos en la salud** La exposición a los contaminantes del aire puede causar efectos agudos (corto plazo) y crónicos (largo plazo) en la salud. Los efectos agudos más comunes son la irritación de los ojos, dolor de cabeza y náuseas, generalmente estos efectos son inmediatos y reversibles cuando cesa la exposición. A veces los efectos crónicos tardan en manifestarse, duran indefinidamente y tienden a ser irreversibles; los efectos crónicos en la salud incluyen la disminución de la capacidad pulmonar y cáncer en los pulmones debido a un prolongado período de exposición a contaminantes tóxicos del aire. Aunque los contaminantes pueden afectar a la piel, ojos y otros sistemas del cuerpo, el principal perjudicado es el sistema respiratorio. El aire se inhala por la nariz y ésta como el sistema filtrante primario del cuerpo, debido a los pelos pequeños y las condiciones calientes y húmedas de la nariz.
- **Efectos sobre los ecosistemas** Los contaminantes atmosféricos también causan daños a la vegetación, los daños a los bosques son muy importantes así como la disminución de la productividad en zonas agrícolas. Los daños se deben principalmente al efecto de los gases, las partículas, la lluvia, nieblas ácidas y los oxidantes fotoquímicos.

- **Efectos sobre la atmósfera** Los contaminantes del aire afectan las condiciones atmosféricas provocando reducción de la visibilidad, formación de niebla y precipitación, disminución de la radiación solar, alteración de la temperatura y de la distribución de los vientos.

#### 4.1.2 CONTAMINACIÓN DEL AGUA

El agua es el elemento vital de los seres vivos en la tierra, debido a las actividades humanas ha ocasionado efectos negativos y devastadoras como la disminución de la cantidad y calidad del agua. La contaminación del agua evidencia cambios notables de Estocolmo 1972 emergió como tema que afectaba a países según su nivel de industrialización; si se hablaba de contaminación química y contaminación microbiana.

A nivel de América Latina, gran parte de los sistemas de alcantarillado continúan sin instalaciones de tratamiento de las aguas servidas. Al respecto, estimaciones de la CEPAL han sugerido que las áreas urbanas de los países de la región generan aproximadamente 510 metros cúbicos por segundo de aguas servidas que se descargan al ambiente sin tratamiento previo, hecho que revela del impacto de la actividad humana en el medio ambiente.

La contaminación hídrica no sólo afecta la salud pública, el medio ambiente y las actividades económicas locales, sino que también la competitividad de los países, principalmente a la relación estrecha entre el acceso a mercados externos y el medio ambiente.

##### 4.1.2.1 Sustancias contaminantes del agua

Se clasifican en ocho grupos:

1. **Microorganismos patógenos:** Son los diferentes tipos de bacterias, virus, protozoos y otros organismos que transmiten enfermedades como el cólera, tifus, gastroenteritis diversas, hepatitis, etc. En los países en vías de desarrollo las enfermedades producidas por estos patógenos son uno de los motivos más importantes de muerte prematura, sobre todo de niños. La OMS (Organización Mundial de la Salud) recomienda que en el agua para beber haya 0 colonias de coliformes por 100 ml de agua.
2. **Desechos orgánicos:** Son el conjunto de residuos orgánicos producidos por los seres humanos, ganado, etc. Incluyen heces y otros materiales que pueden ser descompuestos por bacterias aeróbicas, es decir en procesos con consumo de oxígeno. Cuando este tipo de desechos se encuentran en exceso, la

proliferación de bacterias agota el oxígeno, y ya no pueden vivir en estas aguas peces y otros seres vivos que necesitan oxígeno.

3. Sustancias químicas inorgánicas: En este grupo están incluidos ácidos, sales y metales tóxicos como el mercurio y el plomo. Si están en cantidades altas pueden causar graves daños a los seres vivos, disminuir los rendimientos agrícolas y corroer los equipos que se usan para trabajar con el agua.
4. Nutrientes vegetales inorgánicos: Nitratos y fosfatos son sustancias solubles en agua que las plantas necesitan para su desarrollo, pero si se encuentran en cantidad excesiva inducen el crecimiento desmesurado de algas y otros organismos provocando la eutrofización de las aguas. Cuando estas algas y otros vegetales mueren, al ser descompuestos por los microorganismos, se agota el oxígeno y se hace imposible la vida de otros seres vivos. El resultado es un agua maloliente e inutilizable.
5. Compuestos orgánicos: Muchas moléculas orgánicas como petróleo, gasolina, plásticos, plaguicidas, disolventes, detergentes, etc. acaban en el agua y permanecen, largos períodos de tiempo, porque, al ser productos fabricados por el hombre, tienen estructuras moleculares complejas de degradar.
6. Sedimentos y materiales suspendidos: Muchas partículas arrancadas del suelo y arrastradas a las aguas, junto con otros materiales que hay en suspensión en las aguas, son, en términos de masa total, la mayor fuente de contaminación del agua. La turbidez que provocan en el agua dificulta la vida de algunos organismos, y los sedimentos que se van acumulando destruyen sitios de alimentación o desove de los peces, rellenan lagos o pantanos y obstruyen canales, ríos y puertos.
7. Sustancias radiactivas: Isótopos radiactivos solubles pueden estar presentes en el agua y, a veces, se pueden ir acumulando a lo largo de las cadenas tróficas, alcanzando concentraciones considerablemente más altas en algunos tejidos vivos que las que tenían en el agua.
8. Contaminación térmica: El agua caliente liberada por centrales de energía o procesos industriales eleva, en ocasiones, la temperatura de ríos o embalses con lo que disminuye su capacidad de contener oxígeno y afecta a la vida de los organismos.

#### 4.1.2.2 Alteración Física del agua

##### Turbiedad del agua

Es el efecto óptico que se origina al dispersarse o interferirse el paso de los rayos de luz que atraviesan una muestra de agua, a causa de las partículas minerales u orgánicas que el líquido puede contener en forma de suspensión; tales como micro organismos, arcilla, precipitaciones de óxidos diversos, carbonato de calcio precipitado, compuestos de aluminio, etc. La turbiedad nos es generalmente usada como forma de control de aguas residuales crudas pero puede ser medida para caracterizar la eficiencia del tratamiento secundario una vez que, puede ser relacionada con la concentración de sólidos en suspensión.

La eliminación de la turbiedad, se lleva a cabo mediante procesos de coagulación, asentamiento y filtración.

La medición de la turbiedad, en una manera rápida que nos sirve para saber cuándo, cómo y hasta qué punto debemos tratar el agua para que cumpla con la especificación requerida.

La turbiedad es de importante consideración en las aguas para abastecimiento público por tres razones:

- **Estética:** Cualquier turbiedad en el agua para beber, produce en el consumidor un rechazo inmediato y pocos deseos de ingerirla y utilizarla en sus alimentos.
- **Filtrabilidad:** La filtración del agua se vuelve más difícil y aumenta su costo al aumentar la turbiedad.
- **Desinfección:** Un valor alto de la turbidez, es una indicación de la probable presencia de materia orgánica y microorganismos que van a aumentar la cantidad de cloro u ozono que se utilizan para la desinfección de las aguas para abastecimiento de agua potable.

El límite máximo permisible en el agua potable es de 10 NTU (unidades de turbidez nefelométricas)

Hay varios parámetros que influyen en la turbidez del agua, estos son:

- Fitoplancton
- Sedimentos procedentes de la erosión

- Sedimentos suspendidos del fondo (frecuentemente revueltos por peces que se alimentan por el fondo, como la carpa)
- Descarga de efluentes
- Crecimiento de las algas
- Escorrentía urbana

Según la OMS (Organización Mundial para la Salud), la turbidez del agua para consumo humano no debe superar en ningún caso las 5 NTU, y estará idealmente por debajo de 1 NTU.

El principal impacto es meramente estético: a nadie le gusta el aspecto del agua sucia. Pero además, es esencial eliminar la turbidez para desinfectar efectivamente el agua que desea ser bebida. Esto añade costes extra para el tratamiento de las aguas superficiales. Las partículas suspendidas también ayudan a la adhesión de metales pesados y muchos otros compuestos orgánicos tóxicos y pesticidas.

#### 4.1.2.3 Alteraciones químicas del agua

##### Oxígeno

Las aguas superficiales limpias suelen estar saturadas de oxígeno, lo que es fundamental para la vida. Si el nivel de oxígeno disuelto es bajo indica contaminación con materia orgánica, mala calidad del agua e incapacidad para mantener determinadas formas de vida.

#### 4.1.3 CONTAMINACIÓN POR RUIDO

«Sonido molesto que puede producir efectos fisiológicos y psicológicos no deseados en una persona o grupo». OMS (1999).

Es la presencia en el ambiente de ruidos y vibraciones sea cual sea el ente emisor que la origine molestia, riesgo o daño para las personas.

##### Principales fuentes de ruido

- Naturales: Viento, oleaje, volcanes, etc.
- Antropogénicas: Transporte (motos, autos, aviones, etc.), industria, construcción,
- otras fuentes (bares, discotecas, etc.).

El ruido sin vibraciones que se propagan en el aire generando impacto en las personas que son expuestas a este tipo de contaminación.

1. Intensidad
  - ❖ Es el nivel de presión sonora
  - ❖ El grado de energía de la onda (fuerte o débil)
  - ❖ Se mide en decibeles (db)
  - ❖ Umbral de audición (0db) y umbral de dolor (130db)
  
2. Frecuencia
  - ❖ Son las vibraciones por segundo
  - ❖ Sonidos agudos o graves
  - ❖ Se mide en Hercios (Hz)
  - ❖ Banda de frecuencia audible entre 500 y 2000 Hz
  - ❖ Nivel sonoro equivalente (Neq) es el nivel de sonido en un periodo de tiempo
  
3. Duración
  - ❖ Efecto adverso proporcional al tiempo
  
4. Naturaleza
  - ❖ Distribución de la energía en el tiempo (ritmo estable, intermitente, ocasional, etc.)

La escala de ruido medido en decibelios conforme al oído humano es:

- 0 Nivel mínimo de audición.
- 10-30 Nivel de ruido bajo equivalente a una conversación tranquila.
- 30-50 Nivel de ruido bajo equivalente a una conversación normal.
- 55 Nivel de confort acústico establecido en España
- 65 Nivel máximo permitido de tolerancia acústica establecido por la OMS.
- 65- 75 Ruido molesto equivalente a una calle con tráfico, televisión alta...
- 75-100 Inicio de daños en el oído que produce sensaciones molestas y nerviosismo.
- 100-120 Riesgo de sordera
- 120 Umbral de dolor acústico
- 140 Nivel máximo que el oído humano puede soportar.

La Organización Mundial de la Salud, (OMS), la Comunidad Económica Europea, (CEE) y El Consejo Superior de Investigaciones Científicas, (CSIC), han declarado de forma unánime que el ruido tiene efectos para la salud tanto fisiológicos como psicológicos.

La exposición prolongada al ruido, puede causar problemas médicos como hipertensión y enfermedades cardíacas.

Los ruidos por encima de 80Db pueden desembocar en conductas agresivas y síntomas psiquiátricos, aunque la principal consecuencia es la pérdida de audición.

Dentro de los efectos adversos del ruido se pueden incluir:

- Cefaleas
- Dificultad para la comunicación oral y capacidad auditiva.
- Perturbación del sueño y del descanso.
- Estrés, fatiga, depresión, nerviosismo.
- Gastritis.
- Disfunción sexual.

#### 4.1.4 CONTAMINACIÓN POR RADIACIONES NO IONIZANTES

La exposición a campos electromagnéticos, es un fenómeno que ha estado presente en la vida cotidiana y en los desarrollos tecnológicos de la humanidad, no obstante con el desarrollo de las comunicaciones, la exposición ambiental a estos campos ha venido en aumento.

La tecnología es una herramienta fundamental para lograr avances tecnológicos, es por esto que las telecomunicaciones día tras día implementan e instalan más antenas de telefonía para lograr obtener mayor cobertura. Se ha incrementado las fuentes de campo electromagnético en el rango de la frecuencia de las microondas en las zonas urbanas debido al aumento de estaciones base de telefonías móviles.

El campo electromagnético (CEM) es la zona donde las fuerzas electromagnéticas (EM) se presentan, y si hay presencia de partículas eléctricas estas se pueden ver afectadas por las fuerzas citadas. En los organismos biológicos se presentan partículas que pueden ser afectadas por las fuerzas EM.

##### 4.1.4.1 Clasificación del espectro electromagnético NI

Para la comprensión del campo electromagnético, este se distribuye en un espectro que se divide por niveles de frecuencia (número de veces que se repite la onda en un segundo) o longitud de onda, las frecuencias comprendidas entre los cero (0) y los 300 GHz se conocen como campo electromagnético no ionizante (CEMNI). La ionización se refiere al proceso mediante el cual es arrancado un electrón de las capas exteriores de un átomo por acción de una radiación externa. Para organismos vivos la frecuencia (f) será  $f > 300 \text{ GHz}$ , dividiéndose a su vez así:

- Frecuencias extremadamente bajas (FEB): comprendidas de 0 Hz a 300 Hz. Generadas por sistemas eléctricos.
- Radiofrecuencias (RF): frecuencias comprendidas entre 3 kHz a 300 MHz, Radiocomunicaciones en AM y FM.
- Microondas. MO: frecuencias superiores a 300 MHz hasta 300 GHz, son producidas por hornos microondas, radares, sistemas de comunicación, telefonía móvil o celular que actualmente emplea bandas entre 800 MHz a 1.800 MHz.

#### 4.1.4.2 Tecnologías generadoras de CEM artificiales

Lo que distingue a los CEM producidos tecnológicamente de la mayoría de los naturales es su mayor grado de coherencia. Esto significa que sus frecuencias están bien definidas y, por tanto, son más fácilmente perceptibles por los organismos biológicos. A continuación se enumeran brevemente las principales fuentes:

- **Líneas de distribución y transmisión:** son las encargadas de conducir la energía de los lugares de generación a los centros de consumo. Estas no constituyen una fuente importante de radiación EM (Electro magnética), por esto se deben regular las distancias a las cuales esté la población general.
- **Subestaciones S/E:** se encargan de acondicionar la energía eléctrica a niveles de tensión necesarios para la transmisión y el consumo. En estas los CEM más intensos son generados por líneas entrantes y salientes.
- **Electrodomésticos:** pueden ser los más peligrosos por tener mayor cercanía con los usuarios y por no contar con mecanismos propios de protección.
- **Telefonía móvil:** la telefonía móvil o celular actualmente emplea bandas entre 800 MHz a 1.900 MHz, con transmisión directa, lo cual la ubica dentro de las Microondas. Los elementos básicos de este sistema son dos: el terminal o teléfono móvil y la estación base, los cuales son también las principales fuentes de exposición de CEM.

#### 4.1.4.3 Efectos asociados a la exposición a CEM

La OMS define salud como un estado de bienestar físico, mental y social, y no sólo como ausencia de enfermedad o trastorno, por eso es necesario hacer una distinción entre los conceptos: **interacción o interferencia, percepción, efecto biológico, lesión y riesgo**. Cuando una entidad biológica se expone a un CEM, se produce una **interacción** entre la potencia del campo, la corriente eléctrica inducida y las cargas del tejido corporal. El **efecto biológico** es la respuesta fisiológica a esa interacción, que puede o no ser **perceptible** por el organismo expuesto. El efecto biológico no tiene por qué ser necesariamente una **lesión**. Se produce una lesión cuando el efecto biológico supera las propiedades biológicas de compensación del organismo. El **riesgo** es una probabilidad latente de que se produzca una lesión.

Los efectos producidos por exposición a CEM desde el punto de vista clínico se pueden clasificar en **agudos y crónicos**. Los efectos agudos se relacionan con

efectos inmediatos y objetivos, y los crónicos no son ni inmediatos ni objetivos, se pueden denominar a largo plazo.

Algunos elementos a considerar en una caracterización de la contaminación EM-NI como amenaza se daría en torno a:

- **Fuente:** cuál es la fuente y el origen de la contaminación EM-NI. (Línea de transmisión, de distribución, subestación o antena de telecomunicación)
- **Cobertura:** cuál es el área de cobertura de la fuente de contaminación. (Zona de ubicación de la línea o de la antena en una región)
- **Frecuencia de operación:** cuál es la frecuencia a la que opera el equipo que genera este tipo de contaminación EM-NI.
- **Intensidad de CEM:** cuál es la magnitud de la medida en términos de contaminación EM-NI al que se estaría expuesta la comunidad.

Radiaciones no Ionizantes

No tiene suficiente energía para causar ionización. En el caso del cuerpo humano esta radiación dependiendo de la frecuencia puede inducir corrientes o causar un efecto de calentamiento, pero los niveles a los que está expuesta la población usualmente no son suficientes para causar daño permanente en los tejidos. Entre ellas tenemos: La energía eléctrica, la radio frecuencia, las microondas, los rayos infrarrojos y la luz visible son radiaciones no – ionizantes.

## 4.2 MARCO LEGAL

### 4.2.1 Marco normativo del aire

En materia ambiental, Colombia fundamentó sus bases normativas a partir de la Convención de Estocolmo en el año de 1972, cuyos principios fueron recogidos en el que se denominó Código de recursos naturales renovables y de protección al medio ambiente (Decreto Ley 2811 de 1974).

En el año 1979 nace el Código Sanitario (Ley 09 de 1979), donde se establecen las competencias del Ministerio de Salud hasta entonces encargado del manejo ambiental, posteriormente este Ministerio fija en el decreto 02 de 1982 las primeras normas de emisiones y de calidad del aire.

Luego de este primer esfuerzo, la protección del medio ambiente se redimensionó a partir de la nueva Constitución Política Colombiana en 1991, donde se elevó a la categoría de derecho colectivo. En desarrollo de los nuevos preceptos ambientales y de acuerdo con la Conferencia de las Naciones Unidas sobre medio ambiente y

desarrollo, realizada en Río de Janeiro en 1992, se expidió la Ley 99 de 1993, que conformó el Sistema Nacional Ambiental (SINA) y creó el principal órgano rector “Ministerio del Medio Ambiente”. Con esta ley la gestión ambiental en Colombia toma una dimensión sistemática, descentralizada, participativa y pluricultural.

En el esfuerzo continuo del sector público por mejorar la legislación ambiental del país, específicamente en cuanto a recurso aire nace el decreto 948 de 1995 del Ministerio del Medio Ambiente, que introduce modificaciones al anterior decreto 02 de 1982 y establece nuevos lineamientos y competencias.

Según la resolución 610 de 2010 expedida por el Medio Ambiente, vivienda y desarrollo territorial se establecen los niveles máximos permisibles a condiciones de referencia para contaminantes criterio (ver tabla 1), los cuales se calculan con el promedio geométrico para PST y promedio aritmético para los demás contaminantes.

**Tabla 1 Niveles permisibles para contaminantes. Criterio**

| <b>Contaminante</b>   | <b>Nivel Máximo Permissible (µg/m<sup>3</sup>) microgramos por metro cúbico</b> | <b>Tiempo de Exposición</b> |
|-----------------------|---|-----------------------------|
| <b>PST</b>            | 100   | Anual                       |
|                       | 300   | 24 horas                    |
| <b>PM10</b>           | 50  | Anual                       |
|                       | 100   | 24 horas                    |
| <b>PM2.5</b>          | 25  | Anual                       |
|                       | 50  | 24 horas                    |
| <b>SO<sub>2</sub></b> | 80  | Anual                       |
|                       | 250   | 24 horas                    |
|                       | 750   | 3 horas                     |
| <b>NO<sub>2</sub></b> | 100   | Anual                       |
|                       | 150   | 24 horas                    |
|                       | 200   | 1 hora                      |
| <b>O<sub>3</sub></b>  | 80  | 8 horas                     |
|                       | 120   | 1 hora                      |
| <b>CO</b>             | 10.000  | 8 horas                     |
|                       | 40.000  | 1 hora                      |

Fuente: (Colombia Ministerio de Ambiente y desarrollo territorial, 2010)

En la presente resolución establece la concentración a condiciones de referencia y el tiempo de exposición bajo los cuales se debe declarar por parte de las

autoridades ambientales competentes los estados excepcionales de Prevención, Alerta y Emergencia (Res. 610 de 2010). (Ver tabla 2)

**Tabla 2 Niveles de prevención, alerta y emergencia**

| Contaminante | Tiempo de Exposición | Estados Excepcionales |                 |                     |
|--------------|----------------------|-----------------------|-----------------|---------------------|
|              |                      | Prevención (µg /m3)   | Alerta (µg /m3) | Emergencia (µg /m3) |
| <b>PST</b>   | 24 horas             | 375                   | 625             | 875                 |
| <b>PM10</b>  | 24 horas             | 300                   | 400             | 500                 |
| <b>SO2</b>   | 24 horas             | 500                   | 1.000           | 1.600               |
| <b>NO2</b>   | 1 hora               | 400                   | 800             | 2.000               |
| <b>O3</b>    | 1 hora               | 350                   | 700             | 1.000               |
| <b>CO</b>    | 8 horas              | 17.000                | 34.000          | 46.000              |

Fuente: (Colombia Ministerio de Ambiente y desarrollo territorial, 2010)

#### AIR QUALITY INDEX (AQI)

Environmental Protection Agency - U.S EPA (Agencia de protección ambiental) El índice de calidad atmosférica (AQI) (ver tabla 3) representa una de las herramientas más efectivas para la simple interpretación del estado en que se encuentra una atmósfera previamente monitoreada. El comportamiento de un AQI se caracteriza por su relación directa con los niveles de concentración del contaminante y los efectos en la salud (ver tabla 4).

Este indicador fue desarrollado por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, y en su última revisión de 1998 incluye seis contaminantes: monóxido de carbono (CO), dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), partículas menores de 10 micras (PM<sub>10</sub>), partículas menores de 2.5 micras (PM<sub>2.5</sub>) y Oxidantes (O<sub>3</sub>). El AQI convierte la concentración media de uno o varios contaminantes a una escala que va de cero a quinientos. Los intervalos que describen los niveles de calidad del aire, en términos de adaptación del AQI. (Ver tabla 5)

Tabla 3 Índice de Calidad del Aire de la EPA

| O <sub>3</sub><br>(ppb) 1<br>Hora <sup>(1)</sup> | O <sub>3</sub><br>(ppb) 8<br>horas | TSP<br>(µg/m)<br>24 Horas | PM <sub>10</sub><br>(µg/m <sup>3</sup> )<br>24 Horas | PM <sub>2.5</sub><br>(µg/m <sup>3</sup> )<br>24 Horas | CO<br>(ppm) 8<br>Horas | SO <sub>2</sub><br>(ppb) 24<br>Horas | NO <sub>2</sub><br>(ppb)<br>1 Hora | RANGO<br>AQI |
|--|------------------------------------|---------------------------|--|---|------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|--------------|
| --   | 0-64                               | 0-75,4                    | 0-54   | 0-15,4  | 0-4,4                  | 0-34                                 | 0-650                              | 0-50         |
| --   | 65-84                              | 75,5-260,4                | 55-154   | 15,5-65,4   | 4,5-9,4                | 35-144                               | (2)                                | 51-100       |
| 125-164  | 85-104                             | 260,5-315,4               | 155-254  | 65,5-100,4  | 9,5-12,4               | 145-224                              | (2)                                | 101-150      |
| 165-204  | 105-124                            | 315,5-375,4               | 255-354  | 100,5-150,4   | 12,5-15,4              | 225-304                              | (2)                                | 151-200      |
| 205-404  | 125-374                            | 375,5-625,4               | 355-424  | 150,5-250,4   | 15,5-30,4              | 305-604                              | 650-1.240                          | 201-300      |
| (155-404)<br><sup>(2)</sup>                      | --                                 | --                        | --   | --  | --                     | --                                   | --                                 | --           |
| 405-504  | <sup>(3)</sup>                     | 625,5-875,4               | 425-504  | 250,5-350,4   | 30,5-40,4              | 605-804                              | 1.250-1.640                        | 301-400      |
| 505-604  | <sup>(3)</sup>                     | 875,5-1.001               | 505-604  | 350,5-500,4   | 40,5-50,4              | 805-1.004                            | 1.650-2.040                        | 401-500      |

Fuente: (Victoria Toro Gomez, 2006)

Tabla 4 Categoría de Calidad para el AQI y sus Efectos en la Salud

| Categoría                                | Efecto general   |
|--|--|
| Buena. 0-50                              | La calidad del aire se considera satisfactoria, y la contaminación atmosférica plantea poco o nada de riesgo   |
| Moderada 51-100                          | La calidad del aire es aceptable. Sin embargo para algunos agentes contaminadores puede haber una preocupación moderada de la salud para un número muy pequeño de la población. Por ejemplo, las personas que son inusualmente sensibles al ozono pueden experimentar síntomas de afección respiratoria.   |
| Inadecuada para grupos sensibles 101-150 | Los miembros de grupos sensibles pueden experimentar efectos en la salud. Esto significa que es muy probable que sean afectados por niveles más bajos de contaminación. Por ejemplo, la población con enfermedades del pulmón está en mayor riesgo si se expone al ozono, mientras que las personas con enfermedades del pulmón o con enfermedades cardíacas están en mayor riesgo cuando son expuestas a la contaminación de partículas. Este nivel de AQI no presenta afecciones para el público en general. |
| Mala, Peligrosa 151-200                  | Las personas pueden comenzar a experimentar efectos en la salud. Los miembros de grupos sensibles pueden experimentar efectos de salud más serios.   |
| Pésima, Muy Peligrosa 201-300            | En este nivel se debe usar una alarma para prevenir efectos en salud de toda la población, pues todos pueden presentar problemas más serios.   |
| Crítica a Peligrosa AQI sobre 300        | En los valores "peligrosos" es muy probable que la población entera sea afectada.  |

Fuente: (Victoria Toro Gomez, 2006)

Tabla 5 Rango AQI para Algunos Contaminantes y Categoría Atmosférica

| Categorías de Salud  | Ozono   | Partículas Muy Pequeñas (PM <sub>2.5</sub> )   | Partículas Pequeñas (PM <sub>10</sub> )   | Monóxido de Carbono (CO)  |
|--|---|--|---|---|
| Pésima<br>Muy peligroso<br>201 - 300                       | Niños y adultos activos y personas con males respiratorios como el asma debe evitar todo esfuerzo al aire libre (Participación en deportes difíciles o ejercicio); los demás, particularmente los niños, deben limitar el esfuerzo al aire libre. | Las personas con males respiratorios y cardíacos, los ancianos y los niños deben evitar toda actividad al aire libre; los demás deben evitar todo esfuerzo prolongado. | Las personas con males respiratorios como el asma, deben evitar el esfuerzo al aire libre; los demás, en especial los ancianos y los niños, deben limitar el esfuerzo al aire libre.  | Las personas que sufren enfermedades cardiovasculares como la angina de pecho, deben evitar esfuerzos y las fuentes emisoras de CO, como el tráfico pesado. |
| Mala<br>Peligroso<br>151 - 200                             | Niños y adultos activos y personas con males respiratorios como el asma debe evitar los esfuerzos prolongados al aire libre; los demás, como los niños, debe limitar el esfuerzo prolongado al aire libre.  | Las personas con males respiratorios y cardíacos, los ancianos y los niños deben evitar los esfuerzos prolongados; los demás deben limitar el esfuerzo prolongado.     | Las personas con males respiratorios, como el asma, deben evitar el esfuerzo al aire libre; los demás, en especial los ancianos y los niños, deben limitar el esfuerzo al aire libre. | Las personas que sufren enfermedades cardiovasculares como la angina de pecho, deben limitar los esfuerzos moderados y evitar el tráfico pesado.            |
| Inadecuada<br>Peligroso para grupos sensibles<br>101 - 150 | Niños y adultos activos y personas con males respiratorios como el asma deben limitar el esfuerzo prolongado al aire libre  | Las personas con males respiratorios y cardíacos, los ancianos y los niños deben limitar el esfuerzo prolongado.   | Las personas con males respiratorios, como el asma, deben evitar el esfuerzo al aire libre  | Las personas que sufren enfermedades cardiovasculares, como la angina de pecho, deben limitar los esfuerzos intensos y evitar el tráfico pesado.            |
| Moderado<br>51 - 100                                       | Las personas inusualmente sensibles deben considerar limitar el esfuerzo prolongado al aire libre.  | ninguno  | ninguno   | ninguno   |
| Buena 0 - 50   | ninguno   | ninguno  | ninguno   | ninguno   |

Fuente: (Victoria Toro Gomez, 2006)

## ÍNDICE NACIONAL DE CALIDAD DE AIRE

El Índice de Calidad del Aire (ICA) permite comparar los niveles de contaminación de calidad del aire. Es un indicador de la calidad del aire diaria. El ICA corresponde a una escala numérica a la cual se le asigna un color, el cual a su vez tiene una relación con los efectos a la salud. El Índice de calidad del aire ha sido adoptado a partir del documento Technical Assistance Document for the Reporting of Daily Air Quality –the Air Quality Index (AQI) documento EPA-454/B-09-001 de febrero de 2009.

Tabla 6 Corte del ICA

| ICA       | COLOR    | CLASIFICACIÓN                                 | O <sub>3</sub> 8h<br>ppm               | O <sub>3</sub> 1h<br>Ppm (1) | PM <sub>10</sub><br>24h<br>µg/m <sup>3</sup> | PM <sub>2.5</sub><br>24h<br>µg/m <sup>3</sup> | CO 8h<br>ppm | SO <sub>2</sub> 24h<br>ppm | NO <sub>2</sub> 1h<br>ppm |
|-----------|----------|---|--|------------------------------|--|---|--------------|----------------------------|---------------------------|
| 0 - 50    | Verde    | Buena   | 0,000<br>0,059                         | -                            | 0<br>54                                      | 0,0<br>15,4                                   | 0,0<br>4,4   | 0,000<br>0,034             | (2)                       |
| 51-100    | Amarillo | Moderada                                      | 0,060<br>0,075                         | -                            | 55<br>154                                    | 15,5<br>40,4                                  | 4,5<br>9,4   | 0,035<br>0,144             | (2)                       |
| 101 - 150 | Naranja  | Dañina a la salud<br>para grupos<br>sensibles | 0,076<br>0,095                         | 0,125<br>0,164               | 155<br>254                                   | 40,5<br>65,4                                  | 9,5<br>12,4  | 0,145<br>0,224             | (2)                       |
| 151 - 200 | Rojo     | Dañina a la salud                             | 0,096<br>0,115                         | 0,165<br>0,204               | 255<br>354                                   | 65,5<br>150,4                                 | 12,5<br>15,4 | 0,225<br>0,304             | (2)                       |
| 201 - 300 | Púrpura  | Muy Dañina a la<br>salud                      | 0,116<br>0,374<br>(0,155<br>0,404) (4) | 0,205<br>0,404               | 355<br>424                                   | 150,5<br>250,4                                | 15,5<br>30,4 | 0,305<br>0,604             | 0,65<br>1,24              |
| 301-400   | Marrón   | Peligrosa                                     | (3)                                    | 0,405<br>0,504               | 425<br>504                                   | 250,5<br>350,4                                | 30,5<br>40,4 | 0,605<br>0,804             | 1,25<br>1,64              |
| 401-500   | Marrón   | Peligrosa                                     | (3)                                    | 0,505<br>0,604               | 505<br>604                                   | 350,5<br>500,4                                | 40,5<br>50,4 | 0,805<br>1,004             | 1,65<br>2,04              |

Fuente: (UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA, 2013)

(1) Para O<sub>3</sub> se calculará el índice usando promedios de 8 horas y de 1 hora.

(2) Para NO<sub>2</sub> se tendrán en cuenta valores únicamente por encima de 200 teniendo en cuenta que han sido tomados de valores y parámetros EPA.

(3) Valores de concentraciones de 8 horas de ozono no definen valores más altos de ICA (≥301). Los valores de ICA de 301 o mayores serán calculados con concentraciones de 1 hora de ozono.

(4) Los números entre paréntesis se asocian valores de 1 hora que se utilizarán en esta categoría sólo si se superponen.

Tabla 7 Efectos a la salud de acuerdo con el rango y valor del Índice de Calidad del Aire

|  |  |  |  |  |  |  |   |
|--|--|--|--|--|--|--|---|
| <b>Buena</b>   |  |  |  |  |  |  |   |
| <b>51-100<br/>Moderada</b>                                   | Individuos no sensibles pueden experimentar síntomas respiratorios   |  | Posibles síntomas respiratorios en individuos sensibles. Posible agravamiento de enfermedad del corazón o de pulmón en personas con enfermedades cardiopulmonares y adultos mayores                            | Posibles síntomas respiratorios en individuos sensibles. Posible agravamiento de enfermedad del corazón o de pulmón en personas con enfermedades cardiopulmonares y adultos mayores                            | Ninguno  | Ninguno  |   |
| <b>101 - 150<br/>Dañina a la salud para grupos sensibles</b> | Incremento de la probabilidad de ocurrencia de síntomas y molestias respiratorias en niños activos, adultos y personas con enfermedades respiratorias, como asma   |  | Aumento de riesgo de síntomas respiratorios en individuos sensibles, agravamiento de enfermedad del corazón o de pulmón y mortalidad prematura en personas con enfermedades cardiopulmonares y adultos mayores | Aumento de riesgo de síntomas respiratorios en individuos sensibles, agravamiento de enfermedad del corazón o de pulmón y mortalidad prematura en personas con enfermedades cardiopulmonares y adultos mayores | Incremento de la probabilidad de reducir la tolerancia al ejercicio debido al aumento de los síntomas cardiovasculares, tal como, dolores de pecho en personas con enfermedades cardiovasculares | Incremento de la probabilidad de ocurrencia de síntomas respiratorios, tales como opresión en el pecho y dificultad al respirar en personas con asma   |   |
| <b>151 - 200<br/>Dañina a la salud</b>                       | Mayor probabilidad de ocurrencia de síntomas respiratorios y dificultad para respirar en niños activos, adultos y personas con enfermedad respiratoria, como asma; posibles efectos respiratorios de la población en general |  | Incremento de los síntomas respiratorios y recrudescimiento de las enfermedades pulmonares tales como asma; posibles efectos respiratorios en la población en general  | Incremento de los síntomas respiratorios y recrudescimiento de las enfermedades pulmonares tales como asma; posibles efectos respiratorios en la población en general  | Reducción de la tolerancia al ejercicio debido al incremento de los síntomas cardiovasculares como dolor de pecho en personas con enfermedad cardiovascular                                      | Incremento de síntomas respiratorios, tales como opresión en el pecho y jadeo en personas con asma; posible recrudescimiento de enfermedades cardíacas y pulmonares  |   |
| <b>201 - 300<br/>Muy</b>                                     | Síntomas cada vez más severos y respiración  |  | Aumento significativo en síntomas  | Aumento significativo en síntomas  | Recrudescimiento significativo de los síntomas   | Aumento significativos en síntomas   | Incremento de la probabilidad de ocurrencia   |
| <b>Dañina a la salud</b>                                     | deteriorada probablemente en niños, adultos y personas activas con enfermedad respiratoria, como asma; incremento en la probabilidad de efectos respiratorios en la población en general                                     |  | respiratorios y aumento de la gravedad de enfermedades pulmonares como asma; incremento de la probabilidad de ocurrencia de efectos respiratorios para la población en general                                 | respiratorios y aumento de la gravedad de enfermedades pulmonares como asma; incremento de la probabilidad de ocurrencia de efectos respiratorios para la población en general                                 | cardiovasculares, como dolores en el pecho en personas con enfermedades cardiovasculares   | respiratorios tales como jadeo y respiración corta en personas con asma; recrudescimiento de enfermedades cardíacas y pulmonares   | de síntomas respiratorios; dificultad para respirar en niños y personas con enfermedades respiratorias como asma  |
| <b>301-500</b>   | Efectos respiratorios severos, daños respiratorios en niños activos, adultos y personas con enfermedad respiratoria como asma; incremento de los efectos respiratorios severos probables en la población en general          |  | Riesgo serio de síntomas respiratorios y recrudescimiento de enfermedades pulmonares como asma; probables efectos respiratorios en la población en general   | Riesgo serio de síntomas respiratorios y recrudescimiento de enfermedades pulmonares como asma; probables efectos respiratorios en la población en general   | Agravación seria de los síntomas cardiovasculares, tal como dolor de pecho en personas con enfermedades cardiovasculares, deterioro de las actividades energéticas en la población en general    | Síntomas respiratorios severos como jadeo y disminución de la respiración en personas con asma; incremento de la gravedad de enfermedades cardíacas y pulmonares; posibles efectos respiratorios en la población general | Mayor incremento de la probabilidad de síntomas respiratorios y dificultades respiratorias en niños y personas con enfermedades respiratorias como asma |

Fuente: (UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA, 2013)

Tabla 8 Acciones preventivas de acuerdo al rango y al valor del Índice de Calidad del Aire

|  | ppm   | ppm     | µg/m <sup>3</sup>   | µg/m <sup>3</sup>   | ppm   | ppm   | ppm  |
|--|---|---------|---|---|---|---|--|
| 0 - 50<br>Buena                                      | Ninguna   | Ninguna | Ninguna   | Ninguna   | Ninguna   | Ninguna   | Ninguna  |
| 51-100<br>Moderada                                   |   |         | Personas extremadamente sensibles con asma y adultos con enfermedad cardio-cerebrovascular como hipertensión arterial, enfermedad isquémica del miocardio o pulmonar como asma, enfisema y bronquitis crónica deben reducir la actividad física fuerte o prolongada | Personas extremadamente sensibles con asma y adultos con enfermedad cardio-cerebrovascular como hipertensión arterial, enfermedad isquémica del miocardio o pulmonar como asma, enfisema y bronquitis crónica deben reducir la actividad física fuerte o prolongada |   |   |  |
| 101 - 150<br>Dañina a la salud para grupos sensibles | Niños activos, adultos y personas con enfermedades respiratorias como asma, deben reducir la actividad física al aire libre                             |         | Personas con enfermedades cardiacas o respiratorias, mayores de 60 años y niños deben evitar la actividad física fuerte o prolongada  | Personas con enfermedades cardiacas o respiratorias, mayores de 60 años y niños deben evitar la actividad física fuerte o prolongada  | Personas con enfermedades cardiovasculares como la angina deben reducir la actividad física y las fuentes de CO como el tráfico pesado  | Personas con asma deben considerar reducir la actividad al aire libre   |  |
| 151 - 200<br>Dañina a la salud                       | Niños y adultos activos y personas con enfermedades respiratorias, deben reducir la actividad física prolongada al aire libre, especialmente los niños. |         | Personas con enfermedades cardiacas o respiratorias, mayores de 60 años y niños deben evitar actividad física fuerte o prolongada   | Personas con enfermedades cardiacas o respiratorias, mayores de 60 años y niños deben evitar actividad física fuerte o prolongada   | Personas con enfermedades cardiovasculares como la angina, deben reducir moderadamente el esfuerzo y evitar la exposición a fuentes de CO como el tráfico pesado                              | Los niños, los asmáticos y las personas con enfermedades cardiacas y pulmonares deben reducir el esfuerzo al aire libre   |  |
| 201 - 300<br>Muy Dañina a la salud                   | Niños activos, adultos y personas con enfermedades respiratorias como asma, deben reducir la actividad física al aire libre; especialmente los niños    |         | Personas con enfermedades cardiacas o respiratorias, mayores de 60 años y niños deben evitar cualquier actividad física en exteriores. Las demás personas deben evitar la actividad fuerte o prolongada   | Personas con enfermedades cardiacas o respiratorias, mayores de 60 años y niños deben evitar cualquier actividad física en exteriores. Las demás personas deben evitar la actividad fuerte o prolongada   | Personas con enfermedades cardiovasculares como la angina, deben reducir el esfuerzo y evitar la exposición a fuentes de CO como el tráfico pesado  | Niños, asmáticos y personas con enfermedades cardiacas y pulmonares deben evitar el esfuerzo al aire libre; todos los demás deben reducir el esfuerzo al aire libre | Niños y personas con enfermedades respiratorias como asma deben reducir el esfuerzo al aire libre                    |
| 301-500  | Todas las personas deben evitar el esfuerzo al aire libre   |         | Todas las personas deben evitar el esfuerzo al aire libre   | Todas las personas deben evitar el esfuerzo al aire libre   | Personas con enfermedades cardiovasculares como la angina, deben reducir el esfuerzo y evitar la exposición a fuentes de CO como el tráfico pesado; todos los demás deben limitar el esfuerzo | Niños, asmáticos y personas con enfermedades cardiacas o pulmonares no deben estar al aire libre; todos los demás deben evitar el esfuerzo al aire libre            | Niños y personas con enfermedades respiratorias como asma, deben reducir el esfuerzo moderado o pesado al aire libre |

Fuente: (UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA, 2013)

#### 4.2.2 Normatividad colombiana relacionada vertimiento de aguas residuales

El gobierno ha puesto sus esfuerzos en expedir normas que logren mitigar los impactos que se están generando con las aguas residuales. El marco normativo vigente está relacionado con la calidad y el uso del agua, el manejo de vertimientos y en instrumentos para poder ejecutar los planes de prevención y reorganización de las actividades para el cuidado de las fuentes hídricas y el medio ambiente.

Según la ley 1594 de 1984 los criterios de calidad admisibles para la destinación del recurso humano y doméstico son los que se relacionan a continuación, e indican que para su potabilización se requiere solamente tratamiento convencional:

Referencia expresada como valor

- + Amoníaco N 1.0
- + Arsénico As 0.05
- + Bario Ba 1.0
- + Cadmio Cd 0.01
- + Cianuro CN- 0.2
- + Cinc Zn 15.0
- + Cloruros Cl- 250.0
- + Cobre Cu 1.0
- + Color real 75 unidades, escala
- + Platino - cobalto
- + Compuestos Fenólicos Fenol 0.002
- + Cromo Cr + 6 0.05

Difenil Policlorados Concentración de agente activo No detectable

- + Mercurio Hg 0.002
- + Nitratos N 10.0
- + Nitritos N 10.
- + pH Unidades 5.0 - 9.0 unidades
- + Plata Ag 0.05
- + Plomo Pb 0.05
- + Selenio Se 0.01
- + Sulfatos SO<sub>4</sub> 400.0
- + Tensoactivos Sustancias activas al azul de metileno 0.5
- + Coliformes totales NMP 20.000 microorganismos/100 ml.
- + Coliformes fecales NMP 2.000 microorganismos/100 ml

Los criterios de calidad admisibles para la destinación del recurso para consumo humano y doméstico en la Ley 1594 de 1984 son los que se relacionan a continuación, e indican que para su potabilización se requiere solo desinfección:

Referencia expresada como valor

- + Amoníaco N 1.0
- + Arsénico As 0.05
- + Bario Ba 1.0
- + Cadmio Cd 0.01
- + Cianuro CN- 0.2
- + Cinc Zn 15.0
- + Cloruros Cl- 250.0
- + Cobre Cu 1.0
- + Color real 20 unidades, escala
- + Platino - cobalto
- + Compuestos Fenólicos Fenol 0.002
- + Cromo Cr + 6 0.05

Difenil Policlorados Concentración de agente activo No detectable

- + Mercurio Hg 0.002
- + Nitratos N 10.0
- + Nitritos N 10.
- + pH Unidades 6.5 - 8.5 unidades
- + Plata Ag 0.05
- + Plomo Pb 0.05
- + Selenio Se 0.01
- + Sulfatos SO<sub>4</sub> 400.0
- + Tensoactivos Sustancias activas al azul de metileno 0.5
- + Turbiedad UJT 10 unidades Jackson de turbiedad, UJT.
- + Coliformes totales NMP 1.000 microorganismos/100 ml.

El artículo 45 del al ley 1594 de 1984 establece los criterios de calidad admisibles para la destinación del recurso para preservación de flora y fauna, en aguas dulces, frías o cálidas y en aguas marinas o estuarias son los siguientes:

Referencia Expresado como Valor Agua fría Agua cálida Agua marina dulce y estuaria

- + Clorofenoles Clorofenol 0.5 0.5 0.5
- + Difenil Concentración de agente activo 0.0001 0.0001 0.0001
- + Oxígeno disuelto 5.0 4.0 4.0
- + pH Unidades 6.5 - 9.0 4.5 - 9.0 6.5 - 8.5

- ✚ Sulfuro de Hidrógeno ionizado H<sub>2</sub>S 0.0002 0.0002 0.0002
- ✚ Amoníaco NH<sub>3</sub> 0.1 CL9650 0.1 CL9650 0.1 CL9650
- ✚ Arsénico As 0.1 CL9650 0.1 CL9650 0.1 CL9650
- ✚ Bario Ba 0.1 CL9650 0.1 CL9650 0.1 CL9650
- ✚ Berilio Be 0.1 CL9650 0.1 CL9650 0.1 CL9650
- ✚ Cadmio Cd 0.01 CL9650 0.01 CL9650 0.01 CL9650
- ✚ Cianuro libre CN<sup>-</sup> 0.05 CL9650 0.05 CL9650 0.05 CL9650
- ✚ Cinc Zn 0.01 CL9650 0.01 CL9650 0.01 CL9650
- ✚ Cloro total residual Cl<sub>2</sub> 0.1 CL9650 0.1 CL9650 0.1 CL9650
- ✚ Cobre Cu 0.1 CL9650 0.1 CL9650 0.1 CL9650
- ✚ Cromo Hexavalente Cr<sup>+6</sup> 0.01 CL9650 0.01 CL9650 0.01 CL9650
- ✚ Fenoles monohídricos Fenoles 1.0 CL9650 1.0 CL9650 1.0 CL9650
- ✚ Grasas y aceites Grasas como porcentaje de sólidos secos 0.01 CL9650 0.01 CL9650 0.01 CL9650
- ✚ Hierro Fe 0.1 CL9650 0.1 CL9650 0.1 CL9650
- ✚ Manganeso Mn 0.1 CL9650 0.1 CL9650 0.1 CL9650
- ✚ Mercurio Hg 0.01 CL9650 0.01 CL9650 0.01 CL9650
- ✚ Níquel Ni 0.01 CL9650 0.01 CL9650 0.01 CL9650
- ✚ Plaguicidas organoclorados Concentración de (cada variedad) agente activo 0.001 CL9650 0.001 CL9650 0.001 CL9650
- ✚ Plaguicidas organofosforados Concentración de (cada variedad) agente activo 0.05 CL9650 0.05 CL9650 0.05 CL9650
- ✚ Plata Ag 0.01 CL9650 0.01 CL9650 0.01 CL9650
- ✚ Plomo Pb 0.01 CL9650 0.01 CL9650 0.01 CL9650
- ✚ Selenio Se 0.01 CL9650 0.01 CL9650 0.01 CL9650
- ✚ Tensoactivos Sustancias activas al azul de metileno 0.143 CL9650 0.143 CL9650 0.143 CL9650.

En el artículo 7 del decreto 475 de 1998 se establecieron Los criterios organolépticos y físicos de la calidad del agua potable (ver tabla 9) son los siguientes:

**Tabla 9 Criterios organolépticos y físicos de la calidad del agua potable**

| <b>CARACTERISTICAS</b> | <b>EXPRESADAS EN</b>                      | <b>VALOR ADMISIBLE</b> |
|------------------------|---|------------------------|
| Color Verdadero        | Unidades de Platino Coblato (UPC)         | ≤ 15                   |
| <b>OLOR Y SABOR</b>    |   | Aceptable              |
| Turbiedad              | Unidades nefelométricas de turbidez (UNT) | ≤ 5                    |

|                      |              |           |
|----------------------|--------------|-----------|
| Sólidos Totales      | mg/L         | ≤ 500     |
| Conductividad        | micromhos/cm | 50 - 1000 |
| Sustancias Flotantes |              | Ausentes  |

Fuente: (Decreto 475 de 1998, 1998)

En el presente decreto 475 se establece los criterios químicos de la calidad del agua potable son los siguientes:

- a. Criterios para elementos y compuestos químicos (ver tabla 10), que al sobrepasar los valores establecidos tienen reconocido efecto adverso en la salud humana.

**Tabla 10 Criterios para elementos y compuestos químicos**

| <b>CARACTERISTICAS</b>     | <b>EXPRESADAS COMO</b> | <b>VALOR ADMISIBLE mg/L</b> |
|----------------------------|------------------------|-----------------------------|
| Aluminio                   | Al                     | 0.2                         |
| Antimonio                  | Sb                     | 0.005                       |
| Arsénico                   | As                     | 0.01                        |
| Bario                      | Ba                     | 0.5                         |
| Boro                       | B                      | 0.3                         |
| Cadmio                     | Cd                     | 0.003                       |
| Cianuro libre y disociable | CN <sup>-</sup>        | 0.05                        |
| Cianuro total              | CN <sup>-</sup>        | 0.1                         |
| Cloroformo                 | CHCl <sub>3</sub>      | 0.03                        |
| Cobre                      | Cu                     | 1.0                         |
| Cromo Hexavalente          | Cr <sup>+6</sup>       | 0.01                        |
| Fenoles totales            | Fenol                  | 0.001                       |
| Mercurio                   | Hg                     | 0.001                       |
| Molibdeno                  | Mo                     | 0.07                        |
| Níquel                     | Ni                     | 0.02                        |
| Nitritos                   | NO <sup>2</sup>        | 0.1                         |
| Nitratos                   | NO <sup>3</sup>        | 10                          |
| Plata                      | Ag                     | 0.01                        |
| Plomo                      | Pb                     | 0.01                        |
| Selenio                    | Se                     | 0.01                        |

|  |      |          |
|--|------|----------|
| Sustancias activas al azul de metileno | ABS  | 0.5      |
| Grasas y aceites                       | -    | Ausentes |
| Trihalometanos Totales                 | THMs | 0.1      |
|  |      |          |

Fuente: (Decreto 475 de 1998, 1998)

b) Criterios de calidad química para características con implicaciones de tipo económico o acción indirecta sobre la salud (ver tabla 11).

**Tabla 11 Criterios de calidad química de tipo económico o acción indirecta sobre la salud**

| <b>CARACTERISTICAS</b> | <b>EXPRESADAS COMO</b>        | <b>VALOR ADMISIBLE<br/>mg/L</b> |
|------------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| Calcio                 | Ca                            | 60                              |
| Acidez                 | CaCO <sup>3</sup>             | 50                              |
| Hidróxidos             | CaCO <sup>3</sup>             | <LD                             |
| Alcalinidad Total      | CaCO <sup>3</sup>             | 100                             |
| Cloruros               | Cl <sup>-</sup>               | 250                             |
| Dureza Total           | CaCO <sub>3</sub>             | 160                             |
| Hierro Total           | Fe                            | 0.3                             |
| Magnesio               | Mg                            | 36                              |
| Manganeso              | Mn                            | 0.1                             |
| Sulfatos               | SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> | 250                             |
| Zinc                   | Zn                            | 5                               |
| Fluoruros              | F <sup>-</sup>                | 1.2                             |
| Fosfatos               | PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> | 0.2                             |

Fuente: (Decreto 475 de 1998, 1998)

El valor admisible del cloro residual libre en cualquier punto de la red de distribución de agua potable, deberá estar comprendido entre 0.2 y 1.0 mg/litro.

El valor para el potencial de hidrógeno, pH, para el agua potable deberán estar comprendido entre 6.5 y 9.0.

El artículo 25 del decreto 475 establece El agua para consumo humano debe cumplir con los siguientes valores admisibles (ver tabla 12) desde el punto de vista microbiológico.

**Tabla 12 Valores admisibles microbiológicos**

| <b>Técnica utilizada</b> | <b>Filtración por membrana</b> | <b>Sustrato definido</b>              | <b>Tubos múltiples de fermentación "aceptable hasta el año 2000"</b> |
|--------------------------|--------------------------------|---------------------------------------|--|
| <b>MICROORGANISMOS</b>   |                                |                                       |  |
| <b>INDICADORES</b>       |                                |                                       |  |
| Coliformes totales       | 0 UFC/100 cm <sup>3</sup>      | 0 microorganismos/100 cm <sup>3</sup> | <2microorganismos/100 cm <sup>3</sup>                                |
| Escherichia coli         | 0 UFC/100 cm <sup>3</sup>      | 0 microorganismos/100 cm <sup>3</sup> | negativo   |

Fuente: (Decreto 475 de 1998, 1998)

#### 4.2.3 Marco normativo sobre el ruido

El ministerio de salud dicta normas para la protección y la conservación de la salud auditiva y el bienestar de las personas que a diario son expuestas al ruido.

Es por esto que la resolución 8321 de 1983 establecen los niveles sonoros máximos permisibles (ver tabla 13) para prevenir y controlar las molestias o alteraciones de las emisiones de ruido.

**Tabla 13 Nivel de presión sonora de DB(A)**

| <b>Zonas receptoras</b> | <b>Periodo diurno</b> | <b>Periodo nocturno</b> |
|-------------------------|-----------------------|-------------------------|
|                         | 7:01 A.M – 9:00 P.M   | 9:01 A.M – 7:00 P.M     |
| Zona I Residencial      | 65                    | 45                      |

|                         |    |    |
|-------------------------|----|----|
| Zona II Comercial       | 70 | 60 |
| Zona III Industrial     | 70 | 75 |
| Zona IV de tranquilidad | 45 | 45 |

**Fuente:** (Ministerio de Salud, 1983)

El artículo 36 de la resolución 8321 establece los niveles permitidos de sonidos emitidos por los vehículos que excedan los niveles máximos permisibles (ver tabla 14).

**Tabla 14 Niveles máximos permisibles para vehículos**

| <b>TIPO DE VEHICULO</b> | <b>NIVEL SONOR dB (A)</b> |
|-------------------------|---------------------------|
| Menos de 12 toneladas   | 83                        |
| De 2 a 5 toneladas      | 85                        |
| Más de 5 toneladas      | 92                        |
| Motocicletas            | 86 dB (A)                 |

**Fuente:** (Ministerio de Salud, 1983)

El artículo 11 de la resolución 6918 de 2010 determina la clasificación de impacto acústico y sus fuentes generadoras que se tendrán en cuenta para las acciones sancionatorias (ver tabla 15).

**Tabla 15 Evaluación del CIA (Clasificación del impacto acústico)**

| <b>VALOR DEL CIA, HORARIO DIURNO Y NOCTURNO</b> | <b>GRADO DE SIGNIFICANCIA DEL APORTE CONTAMINANTE</b> |
|---|---|
| > 3.0   | BAJO  |
| Entre 3 y 0                                     | MEDIO   |
| Entre -0.1 y -3                                 | ALTO  |
| < -3.0  | MUY ALTO  |

Fuente: (Secretaria Distrital de Medio Ambiente, 2010)

La presente resolución 0627 de 2006 establecen los estándares máximos permisibles de los niveles de emisión de ruido (ver tabla 16).

**Tabla 16 Estándares máximos permisibles de niveles de emisión de ruido expresados en decibeles (DB)**

| Sector   | Subsector   | Estándares máximos permisibles de niveles de emisión de ruido en dB(A) |       |
|--|---|--|-------|
|  |   | Día  | Noche |
| <b>Sector A. Tranquilidad y Silencio</b>       | Hospitales, bibliotecas, guarderías, sanatorios, hogares geriátricos.   | 55   | 50    |
| <b>Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado</b> | Zonas residenciales o exclusivamente destinadas para desarrollo habitacional, hotelería y hospedajes.   | 65   | 55    |
|  | Universidades, colegios, escuelas, centros de estudio e investigación.  |  |       |
|  | Parques en zonas urbanas diferentes a los parques mecánicos al aire libre.  |  |       |
| <b>Sector C. Ruido Intermedio Restringido</b>  | Zonas con usos permitidos industriales, como industrias en general, zonas portuarias, parques industriales, zonas francas.  | 75   | 75    |
|  | Zonas con usos permitidos comerciales, como centros comerciales, almacenes, locales o instalaciones de tipo comercial, talleres de mecánica automotriz e industrial, centros deportivos y recreativos, gimnasios, restaurantes, bares, tabernas, discotecas, bingos, casinos. | 70   | 60    |
|  | Zonas con usos permitidos de oficinas.  | 65   | 55    |

|  |  |    |    |
|--|--|----|----|
|  | Zonas con usos institucionales.  |    |    |
|  | Zonas con otros usos relacionados, como parques mecánicos al aire libre, áreas destinadas a espectáculos públicos al aire libre. | 80 | 75 |
| <b>Sector D. Zona Suburbana o Rural de Tranquilidad y Ruido Moderado</b> | Residencial suburbana.   | 55 | 50 |
|  | Rural habitada destinada a explotación agropecuaria.   |    |    |
|  | Zonas de Recreación y descanso, como parques naturales y reservas naturales.   |    |    |

Fuente: (Ministerio de Ambiente, vivienda y desarrollo territorial, 2006)

El artículo 17 establecen los estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental (ver tabla 17) en la resolución 0627.

**Tabla 17 Estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental expresados en decibeles (A)**

| <b>Sector</b>                                  | <b>Subsector</b>  | <b>Estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental en dB(A)</b> |              |
|--|---|--|--------------|
|  |   | <b>Día</b>   | <b>Noche</b> |
| <b>Sector A. Tranquilidad y Silencio</b>       | Hospitales, bibliotecas, guarderías, sanatorios, hogares geriátricos.                                 | 55   | 45           |
| <b>Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado</b> | Zonas residenciales o exclusivamente destinadas para desarrollo habitacional, hotelería y hospedajes. | 65   | 50           |
|  | Universidades, colegios, escuelas, centros de estudio e investigación                                 |  |              |
|  | Parques en zonas urbanas diferentes a los parques mecánicos al aire libre                             |  |              |

|  |   |    |    |
|--|---|----|----|
| <b>Sector C. Ruido Intermedio Restringido</b>                            | Zonas con usos permitidos industriales, como industrias en general, zonas portuarias, parques industriales, zonas francas.  | 75 | 70 |
|  | Zonas con usos permitidos comerciales, como centros comerciales, almacenes, locales o instalaciones de tipo comercial, talleres de mecánica automotriz e industrial, centros deportivos y recreativos, gimnasios, restaurantes, bares, tabernas, discotecas, bingos, casinos. | 70 | 55 |
|  | Zonas con usos permitidos de oficinas.  | 65 | 50 |
|  | Zonas con usos institucionales.   |    |    |
|  | Zonas con otros usos relacionados, como parques mecánicos al aire libre, áreas destinadas a espectáculos públicos al aire libre, vías troncales, autopistas, vías arterias, vías principales.   | 80 | 70 |
| <b>Sector D. Zona Suburbana o Rural de Tranquilidad y Ruido Moderado</b> | Residencial suburbana.  | 55 | 45 |
|  | Rural habitada destinada a explotación agropecuaria.  |    |    |
|  | Zonas de Recreación y descanso, como parques naturales y reservas naturales.  |    |    |

Fuente: (Ministerio de Ambiente, vivienda y desarrollo territorial, 2006)

En los mapas de ruido se expondrán los resultados y se identificarán las zonas con diferentes colores dependiendo de los decibeles superior o inferior. La Res. 0627 de 2006 es por esto se establecen unas zonas identificadas por colores establecidos cada 5 DB (ver tabla 18) o a 10Db (ver tabla 19).

Tabla 18 Combinación de colores para representaciones gráficas cada 5db(A)

| Zona de Ruido dB(A) | Color        | Sombreado                         |
|---------------------|--------------|-----------------------------------|
| Menor de 35         | Verde claro  | Puntos pequeños, baja densidad    |
| 35 a 40             | Verde        | Puntos medianos, media densidad   |
| 40 a 45             | Verde oscuro | Puntos grandes, alta densidad     |
| 45 a 50             | Amarillo     | Líneas verticales, baja densidad  |
| 50 a 55             | Ocre         | Líneas verticales, media densidad |
| 55 a 60             | Naranja      | Líneas verticales, alta densidad  |
| 60 a 65             | Cinab rio    | Sombreado cruzado, baja densidad  |
| 65 a 70             | Carmín       | Sombreado cruzado, media densidad |
| 70 a 75             | Rojo lila    | Sombreado cruzado, alta densidad  |
| 75 a 80             | Azul         | Franjas verticales anchas         |
| 80 a 85             | Azul oscuro  | Completamente negro               |

Fuente: (Ministerio de Ambiente, vivienda y desarrollo territorial, 2006)

Tabla 19 Combinación de colores para representaciones gráficas como 10 db (A)

| Zona de Ruido dB(A) | Color    | Sombreado                         |
|---------------------|----------|-----------------------------------|
| Menor de 45         | Verde    | Puntos medianos, media densidad   |
| 45 a 55             | Amarillo | Líneas verticales, baja densidad  |
| 55 a 65             | Naranja  | Líneas verticales, alta densidad  |
| 65 a 75             | Rojo     | Sombreado cruzado, media densidad |
| 75 a 85             | Azul     | Franjas verticales anchas         |

Fuente: (Ministerio de Ambiente, vivienda y desarrollo territorial, 2006)

Según la normatividad Internacional sobre el control del ruido el ASTM estándar C634 definen los límites de ruido intermitente o continuo (ver tabla 20).

La tabla 21 nos muestra las bandas de octava y su equivalente en nivel de presión sonora definidos por el ANSI estándar S1.6, S1.11.

Tabla 20 Límites permisibles para ruido continuo o intermitente

| exposición<br>Horas | dB (A) |      |       |     |     |
|---------------------|--------|------|-------|-----|-----|
|                     | Colom. | OSHA | NIOSH | EPA | ISO |
| 8                   | 85     | 90   | 85    | 80  | 80  |
| 6                   | 87     | 92   | 87    | 81  | 81  |
| 4                   | 90     | 95   | 90    | 83  | 83  |
| 3                   | 92     | 97   | 92    | 84  | 84  |
| 2                   | 95     | 100  | 95    | 86  | 86  |
| 1                   | 100    | 105  | 100   | 89  | 89  |
| 0,25 o menos        | 110    | 115  | 110   | 95  | 95  |

Fuente: (Betancur, 2002)

Tabla 21 Bandas de octava y su equivalente

| Bajo                         | Medio        | Alto         | Lp,dB     | $10^{Lp(f)/10}$                        |
|------------------------------|--------------|--------------|-----------|--|
| 11,2                         | 16           | 22,4         |           |  |
| 22,4                         | 31,5         | 45           |           |  |
| <b>45</b>                    | <b>50</b>    | <b>56</b>    |           |  |
| <b>56</b>                    | <b>63</b>    | <b>71</b>    | <b>85</b> | <b><math>0,32 \times 10^9</math></b>   |
| <b>71</b>                    | <b>80</b>    | <b>90</b>    |           |  |
| 90                           | 125          | 180          | 90        | <b><math>1 \times 10^9</math></b>      |
| 180                          | 250          | 355          | 92        | <b><math>1,6 \times 10^9</math></b>    |
| 355                          | 500          | 710          | 87        | <b><math>0,5 \times 10^9</math></b>    |
| 710                          | 1000         | 1400         | 82        | <b><math>0.16 \times 10^9</math></b>   |
| 1400                         | 2000         | 2800         | 78        | <b><math>0.06 \times 10^9</math></b>   |
| 2800                         | 4000         | 5600         | 65        | <b><math>0,003 \times 10^9</math></b>  |
| <b>5600</b>                  | <b>6300</b>  | <b>7100</b>  |           |  |
| <b>7100</b>                  | <b>8000</b>  | <b>9000</b>  | <b>54</b> | <b><math>0,0002 \times 10^9</math></b> |
| <b>9000</b>                  | <b>10000</b> | <b>11200</b> |           |  |
| 11200                        | 16000        | 22400        |           |  |
|                              |              |              | SUMA      | <b><math>3,64 \times 10^9</math></b>   |
| <b>dB = 10 log (3,64 E9)</b> |              |              | <b>96</b> |  |

Fuente: (Betancur, 2002)

#### 4.2.4 Normatividad sobre Radiaciones no Ionizantes

Las pautas dadas por la Comisión Internacional sobre Protección a las Radiaciones No Ionizantes (ICNIRP) están dadas para dos tipos de exposición: ocupacional y poblacional. La exposición ocupacional consiste en la ocasionada, bajo condiciones conocidas, sobre adultos que han sido entrenados que conocen bien el riesgo potencial y que saben tomar las precauciones apropiadas. En contraste, la exposición poblacional o del público general es la ocasionada de manera continua sobre grupos de individuos de todas las edades y estados de salud que, en la mayoría de los casos, no tienen conocimiento de su exposición a los campos eléctricos y magnéticos. Estas consideraciones llevan a la adopción de valores más estrictos para el público general que para el sector ocupacional.

Resumen general de los CEM y cantidades dosimétricas y unidades usadas en estas recomendaciones es proporcionada en la tabla 22.

**Tabla 22 Cantidades eléctricas, magnéticas electromagnéticas y dosimétricas y las unidades SI corresponden**

| Cantidad                                | Simbolo    | Unidades                                  |
|---|------------|---|
| Conductividad                           | $\sigma$   | siemens por metro ( $S m^{-1}$ )          |
| Corriente                               | $I$        | amperio (A)                               |
| Densidad de corriente                   | $J$        | amperio por metro cuadrado ( $A m^{-2}$ ) |
| Frecuencia                              | $f$        | Hz (Hz)                                   |
| Campo eléctrico                         | $E$        | voltio por metro ( $V m^{-1}$ )           |
| Campo magnético                         | $H$        | amperio por metro ( $A m^{-1}$ )          |
| Densidad de flujo magnético             | $B$        | Tesla (T)                                 |
| Permeabilidad magnética                 | $\mu$      | henrio por metro ( $H m^{-1}$ )           |
| Permitividad                            | $\epsilon$ | faraday por metro ( $F m^{-1}$ )          |
| Densidad de potencia                    | $S$        | vatio por metro cuadrado ( $W m^{-2}$ )   |
| Absorción específica de energía         | SA         | joule por kilogramo ( $J kg^{-1}$ )       |
| Tasa de absorción específica de energía | SAR        | vatio por kilogramo ( $W kg^{-1}$ )       |

Fuente: (INTERNATIONAL COMMISSION ON NON-IONIZING RADIATION PROTECTION)

Diferentes bases científicas fueron usadas en el desarrollo de las restricciones básicas para varios rangos de frecuencia para exposiciones de rangos eléctricos y magnéticos (ver tabla 23).

Tabla 23 Restricciones básicas para exposiciones a campos eléctricos y magnéticos para frecuencias hasta de 10 GHz

| Características de la exposición | Rango de Frecuencias | Densidad de Corriente para cabeza y tronco ( $\text{mA m}^{-2}$ ) (rms) | SAR promedio en todo el cuerpo ( $\text{Wkg}^{-1}$ ) | SAR localizado cabeza y tronco ( $\text{Wkg}^{-1}$ ) | SAR localizado (extremidades) ( $\text{Wkg}^{-1}$ ) |
|----------------------------------|----------------------|---|--|--|---|
| Exposición ocupacional           | hasta 1 Hz           | 40  | --   | --   | --  |
|                                  | 1 – 4 Hz             | $40/f$  | --   | --   | --  |
|                                  | 4 Hz - 1 kHz         | 10  | --   | --   | --  |
|                                  | 1 – 100 kHz          | $F/100$   | --   | --   | --  |
|                                  | 100 kHz - 10 MHz     | $F/100$   | 0,4  | 10   | 20  |
|                                  | 10 MHz - 10 GHz      | --  | 0,4  | 10   | 20  |
| Exposición al público en general | hasta 1 Hz           | 8   | --   | --   | --  |
|                                  | 1 – 4 Hz             | $8/f$   | --   | --   | --  |
|                                  | 4 Hz - 1 kHz         | 2   | --   | --   | --  |
|                                  | 1 – 100 kHz          | $F/500$   | --   | --   | --  |
|                                  | 100 kHz - 10 MHz     | $F/500$   | 0,08   | 2  | 4   |
|                                  | 10 MHz - 10 GHz      | --  | 0,08   | 2  | 4   |

Fuente: (INTERNATIONAL COMMISSION ON NON-IONIZING RADIATION PROTECTION)

La población está expuesto a los campos eléctricos y magnéticos es por esto que la resolución 195 de 2005 estableció en el artículo 4 los límites de exposición máximo de exposición dependiendo frecuencia de operación (ver tabla 24)

Tabla 24 Límites máximos de exposición según la frecuencia de operación 0 Hz – 300GHz

| Rango de Frecuencias | Intensidad de Campo Eléctrico (Vm <sup>-1</sup> ) | Intensidad de Campo Magnético (Am <sup>-1</sup> ) | Densidad de Flujo Magnético (μT)    | Densidad de Potencia (Wm <sup>-2</sup> ) |
|----------------------|---|---|-------------------------------------|--|
| Hasta 1 Hz           | –   | 3,2 x 10 <sup>4</sup>                             | 4 x 10 <sup>4</sup>                 | –  |
| 1 – 8 Hz             | 10 000  | 3,2 x 10 <sup>4</sup> /f <sup>2</sup>             | 4 x 10 <sup>4</sup> /f <sup>2</sup> | –  |
| 8 – 25 Hz            | 10 000  | 4000/f  | 5000/f                              | –  |
| 0,025 – 0,8 kHz      | 250 / f   | 4/f   | 5/f                                 | –  |
| 0,8 – 3 kHz          | 250 / f   | 5   | 6,25                                | –  |
| 3 – 150 kHz          | 87  | 5   | 6,25                                | –  |
| 0,15– 1 MHz          | 87  | 0,73/f  | 0,92 / f                            | –  |
| 1 – 10 MHz           | 87/f <sup>0,5</sup>                               | 0,73/f  | 0,92/ f                             | –  |
| 10 – 400 MHz         | 28  | 0,073   | 0,092                               | 2  |
| 400 – 2000 MHz       | 1,375f <sup>0,5</sup>                             | 0,0037f <sup>0,5</sup>                            | 0,0046f <sup>0,5</sup>              | f/ 200                                   |
| 2 - 300 GHz          | 61  | 0.16  | 0.20                                | 10                                       |

Fuente: (Monsalve, 2009; Consejo de Bogota, 2006)

Proyecto de acuerdo 364 de 2006 en el artículo presenta las principales aplicaciones que son reguladas en el presente Acuerdo con la finalidad de prevenir la contaminación electromagnética por radiaciones no ionizantes (ver tabla 25).

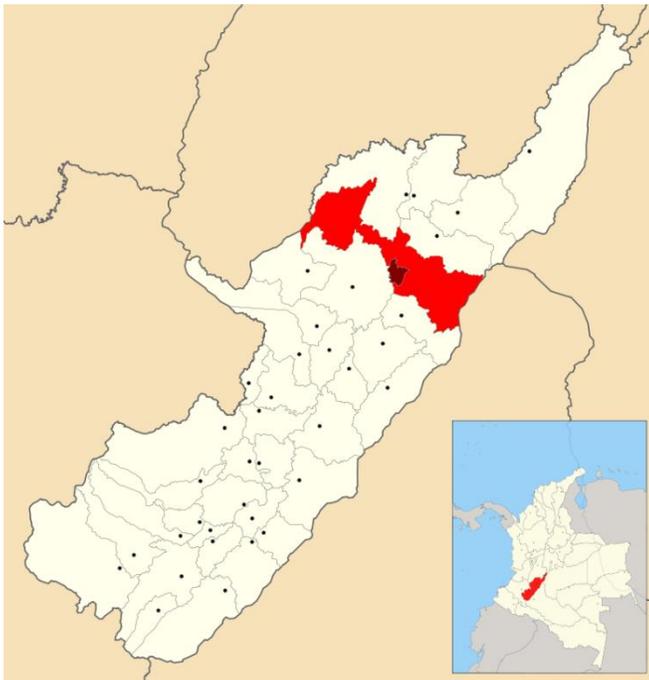
Tabla 25 Lista no restrictiva principales aplicaciones

| Rango de Frecuencia | Principales aplicaciones (lista no restrictiva)                    |
|---------------------|--|
| 0 Hz -8 Hz          | Líneas de energía para trenes eléctricos, resonancias magnéticas.  |
| 8. 25 Hz            | Líneas de energía para trenes el.                                  |
| 0,025. 0.8 KHz      | Redes de energía eléctrica, líneas de energía, monitores de video. |
| 0,025. 0.8 KHz      | Redes de energía eléctrica, líneas de energía, monitores de video. |

|               |  |
|---------------|--|
| 0,8. 3 KHz    | Monitores de video.  |
| 3. 150 KHz    | Monitores de video.  |
| 0,15. 1 MHz   | Radio AM.  |
| 1. 10 MHz     | Radio AM, diatermia.   |
| 10. 400 MKz   | Radio FM, TV VHF, sistemas móviles y de radionavegación aeronáutica, teléfonos inalámbricos, resonancia magnética y diatermia.               |
| 400. 2000 MHz | TV UHF, telefonía móvil celular, servicio troncalizado, servicio móvil satelital, teléfonos inalámbricos, sistemas de comunicación personal. |
| 2. 300 GHz    | Redes de telefonía inalámbrica, comunicaciones por microondas y vía satélite, radares, hornos microondas.                                    |

Fuente: (Consejo de Bogota, 2006)

#### 4.3 MARCO CONTEXTUAL



Gráfica 1 Ubicación municipio de Neiva

#### MUNICIPIO DE NEIVA

Neiva es una ciudad y municipio colombiano, capital del departamento del Huila, en Colombia. Está ubicada entre la cordillera Central y Oriental, en una planicie sobre la margen oriental del río Magdalena, en el valle del mismo nombre, cruzada por el Río Las Ceibas y el Río del Oro. Está en las coordenadas 2°59'55"N 75°18'16"O, su extensión territorial de 1533 km<sup>2</sup>, su altura de 442 metros sobre el nivel del mar y su temperatura promedio de 27.7 °C.3. Tiene 485.290 habitantes.

Neiva es la capital del departamento del Huila, en Colombia. Se ubicada entre la Cordillera Central y Oriental, en una planicie sobre la margen oriental del río Magdalena, en el valle del mismo nombre, cruzada por el río Las Ceibas y el Río del Oro.

Pero Neiva no es solo el área urbana (la ciudad) sino un extenso territorio que va desde la cordillera Central hasta la cordillera Oriental. Dentro de sus límites hay otros centros poblados como son: Fortalecillas, La Mata, San Francisco, Peñas Blancas, San Jorge, Guacirco, Busiraco, al Norte; El Caguán, El Triunfo, San Bartolo, El Chapuro, al Sur; Vegalarga, San Antonio de Anaconia, Santa Helena, Motilón, Palacio, El Colegio, al Oriente; San Luis, Aipecito, Órganos, Chapinero, al Occidente.

### **Aspectos Físicos:**

- **Climatología.** La precipitación media mensual varía entre 1,5 y 460 mm y un promedio anual de 1.301 mm. El régimen de lluvias es bimodal con máximas en julio y noviembre y las menores precipitaciones se presentan en enero y septiembre.

Neiva presenta diferencia de temperaturas mínimas, debido a que no se encuentran diferencias importantes de altura en el territorio municipal. La distribución de la temperatura del aire está repartida en dos épocas: calurosa, en abril – julio y octubre – enero. La temperatura promedio es de 27 grados centígrados.

- **Hidrografía.** Por sus condiciones geográficas, el municipio de Neiva tiene a su disposición una considerable riqueza hídrica, de la cual hacen parte las siguientes corrientes superficiales:

- Río Magdalena.
- Río las Ceibas.
- Río del Oro.
- Río Arenoso.
- Río Fortalecillas.
- Río Bache.
- Río Aipe.
- Quebrada el Venado.
- Quebrada Guacirco
- Quebrada La Toma.

- **Geología.** La ciudad de Neiva se encuentra situada en la zona plana del valle superior del río Magdalena, dentro del plano fluviolacustre del río con una morfología ondulada y suave, formando parte de su llanura aluvial; presenta niveles con terrazas escalonadas y curvas de nivel en sentido predominante sur – norte. Este valle corresponde a una fosa intracontinental originada por el levantamiento tectónico de la cordillera central, ocurrido a comienzos del Mesozoico; la actividad tectónica del periodo Cuaternario produjo la depositación aluvial de pendiente y erosión de borde de los depósitos de terraza.

En el relieve del municipio se presentan una serie de pliegues en forma de anticlinales y sinclinales. Al norte de Neiva se encuentran pliegues anticlinales y sinclinales con buzamientos suaves en rocas terciarias de las formaciones Honda y Gigante; al noroccidente de la ciudad se destaca el anticlinal de san francisco que tiene importancia por la acumulación de hidrocarburos.

En general la geología del municipio se caracteriza por las formaciones originadas en el cenozoico constituidas por: depósitos fluviales, lacustres, marinos, glaciales, coluviales, glacifluviales, volcanoclasticos, deltaicos y cólicos y por sedimentitas de ambiente fluvial a lagunar, principalmente arcillonitas, areniscas y conglomerados localmente mantos de carbón correspondientes a la edad plioceno a pleistoceno.

En el subsuelo existe una gran riqueza minera consistente en los depósitos de hidrocarburos, además de otros minerales como calizas y feldespatos. En el municipio se encuentran algunos pozos para la extracción del petróleo, el cual es de excelente calidad, con pocos niveles de azufre, necesitando menores procesos de refinación.

- **Vegetación.** La vegetación existente en el municipio está clasificada como subxerofitia, se caracteriza por las altas temperaturas a las que está expuesta y por las abundantes lluvias que recibe; se encuentra en la base central del valle del Río Magdalena. En este tipo de vegetación se hallan el pela (Acacia Parnasia), el guasimo ( Guazuma Ulmipolia ), el gualanday ( Jaracanda Caucana ), el cardón (Lamaireocerus Griseus), el arrayán (Myrcia Sp), el guayabito (Psidium Sp ), y el mosquero ( Cortón Sp ).

## 5. MATERIALES Y MÉTODOS

### 5.1 MATERIALES

El material con el cual se desarrolló este proyecto investigativo es material digital de investigaciones que se han realizado a nivel nacional o internacional.

### 5.2 METODOLOGÍA

Este proyecto es cualitativo, exploratorio y de tipo descriptivo porque se busca identificar las variables de los factores contaminantes en el área urbana de Neiva. Es exploratorio porque aborda un tema actual que se están viendo los efectos ambientales sobre la contaminación en la ciudad de Neiva. Es descriptivo porque busca recolectar información y especificar las variables de cada uno de los factores contaminantes, en este caso la contaminación en el aire, el ruido, el agua y las radiaciones no ionizantes a nivel local.

El proyecto se desarrollará en dos fases:

- ✓ Investigación y recolección de la información sobre las variables y el marco normativo en cada uno de los tipos de contaminación a estudiar.
- ✓ Organización de información recolectada.

#### Fuentes Secundarias

Se utilizarán como fuentes secundarias referencias bibliográficas de investigaciones, libros, documentos y artículos que sirven como fundamento teórico para soportar la investigación.

- ✓ [http://www.lasallista.edu.co/fxcul/media/pdf/RevistaLimpia/Vol1n1/PL\\_V1\\_N1\\_102\\_ICA.pdf](http://www.lasallista.edu.co/fxcul/media/pdf/RevistaLimpia/Vol1n1/PL_V1_N1_102_ICA.pdf)
- ✓ <http://www.cam.gov.co/aire/category/125-red-de-calidad-del-aire.html>
- ✓ <http://www.cam.gov.co/aire/category/126-emisi%C3%B3n-de-ruido.html>
- ✓ <http://repositorio.uis.edu.co/jspui/bitstream/123456789/7624/2/128623.pdf>

## 6 DESARROLLO DEL PROYECTO

Según las investigaciones que se realizaron y la normatividad vigente en Colombia y a nivel internacional se sugiere los mínimos permitidos y máximos que son los alertas o peligros teniendo incidencia en la salud y en el medio ambiente.

### Aire

Tabla 26 Niveles para la medición en el Aire

| Contaminantes | Periodo  | Mínimo                                    | Máximo                                     |
|---------------|----------|---|--|
| PST           | 24 horas | 75.4 - 300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$       | 875.5 – 1.001 $\mu\text{g}/\text{m}^3$     |
| PM10          | 24 horas | 54 - 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$         | 505 – 604 $\mu\text{g}/\text{m}^3$         |
| PM2.5         | 24 horas | 14,4 – 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$        | 350,5 – 500,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$     |
| SO2           | 24 horas | 34ppm- 250 $\mu\text{g}/\text{m}^3$       | 100.4ppm - 1600 $\mu\text{g}/\text{m}^3$   |
| NO2           | 1 hora   | 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ - 650 ppb    | 2000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ – 2.040 ppb  |
| O3            | 1 hora   | 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ - 125 ppb    | 604 ppb – 1.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$   |
|               | 8 horas  | 64 ppb - 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$      | 374 ppb                                    |
| CO            | 8 horas  | 4,4 ppm – 10.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | 50,4 ppm – 46.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |

### Agua

Tabla 27 Niveles para medición en el agua

| Características | Valor admisible | Límite máximo |
|-----------------|-----------------|---------------|
| Turbiedad       | $\geq 1$ NTU    | 10 NTU        |
| Oxigeno         | 4.0             | 5.0           |

## Ruido

Según las zonas receptoras con los niveles máximos permisibles en Db.

Tabla 28 Niveles para la medición de ruido

| Zonas receptoras        | Periodo diurno      | Periodo nocturno    |
|-------------------------|---------------------|---------------------|
|                         | 7:01 A.M – 9:00 P.M | 9:01 A.M – 7:00 P.M |
| Zona I Residencial      | 65                  | 45                  |
| Zona II Comercial       | 70                  | 60                  |
| Zona III Industrial     | 70                  | 75                  |
| Zona IV de tranquilidad | 45                  | 45                  |

Según las horas de exposición los límites permisibles en normatividad internacional.

Tabla 29 Márgenes de exposición al ruido

| Exposición<br>Horas | dB       |      |       |     |     |
|---------------------|----------|------|-------|-----|-----|
|                     | Colombia | OSHA | NIOSH | EPA | ISO |
| 8                   | 85       | 90   | 85    | 80  | 80  |
| 6                   | 87       | 92   | 87    | 81  | 81  |
| 4                   | 90       | 95   | 90    | 83  | 83  |
| 3                   | 92       | 97   | 92    | 84  | 84  |
| 2                   | 95       | 100  | 95    | 86  | 86  |
| 1                   | 100      | 105  | 100   | 89  | 89  |
| 0,25 o menos        | 110      | 115  | 110   | 95  | 95  |

## Radiaciones no ionizantes

Tabla 30 Niveles de radiación no ionizante

| Rango de frecuencias | Intensidad de campo magnético<br>( $Am^{-1}$ ) | Densidad del flujo magnético<br>( $\mu T$ ) |
|----------------------|--|---|
|----------------------|--|---|

|                              |                       |                     |
|------------------------------|-----------------------|---------------------|
| <b>Mínima<br/>1Hz</b>        | 3,2 x 10 <sup>4</sup> | 4 x 10 <sup>4</sup> |
| <b>Máxima<br/>2- 300 GHz</b> | 0.16                  | 0.20                |

## 6.1 ANÁLISIS DEL DESARROLLO DEL PROYECTO

Este proyecto se analizó según normatividad nacional e internacional sobre investigaciones de los principales factores contaminantes como es el aire y sus variables (PST, PM10, PM2.5, SO2, NO2, O3 y CO) que tienen incidencia en el aire causando daño a la salud cuando sobrepasa el límite máximo permisible. En el agua las variables a interpretar es la turbidez y el oxígeno porque son factores que influyen para que un afluente tenga vida y logremos consumirla los humanos sin causar daños en nuestro organismo. En el ruido se analizan los niveles mínimos acústicos para el oído que son de 10 a 30 Decibeles y el máximo que crea perturbación y deterioro del órgano auditivo que es 140 dB. Y en las Radiaciones Ionizantes se realizó un proyecto en una resolución para lograr estimar los valores permisibles de los campos electromagnéticos que estamos expuestos el público en general gracias a las antenas de telecomunicaciones teniendo como referencia para medirlos la intensidad y la densidad del campo magnético.

## 6.2 CRONOGRAMA

**Tabla 31 Cronograma de desarrollo del proyecto**

| ACTIVIDAD  | MES 1 | MES 2 | MES 3 | MES 4 | MES 5 | MES 6 |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Investigar Las variables de cada de la contaminación hídrica, atmosférica, acústica y radiaciones ionizantes | x     | x     |       |       |       |       |
| Análisis de la información de la muestra   |       |       | x     | x     | x     | x     |
| Socialización de resultados  |       |       |       |       |       | x     |

## CONCLUSIONES

Se determinó en este proyecto cada variable importante que influye en cada uno de los factores contaminantes como el aire, el agua, el ruido, las radiaciones no ionizantes. Logrando obtener según marcos normativos colombianos e internacionales los límites mínimos que son permitidos sin causar daño a nuestra salud y los máximos que producen deterioro o enfermedad al medio ambiente que nos rodea.

## RECOMENDACIONES

Cuando vayan aplicar los parámetros de cada una de variables que se exponen en este proyecto es necesario que se verifique la normatividad que esté vigente. Para así lograr tener una exactitud en la investigación en la cual se van aplicar las variables.

## BIBLIOGRAFÍA

- ❖ *Alcaldía de Bogotá*. (10 de 03 de 1998). Recuperado el 11 de 10 de 2015, de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=1327>
- ❖ *Alcaldía de Neiva*. (2013). *Alcaldía de Neiva*. Recuperado el 12 de 10 de 2015, de <http://www.alcaldianeiva.gov.co/>
- ❖ Betancur, H. A. (10 de 2002). Recuperado el 11 de 10 de 2015, de <http://www.utp.edu.co/~hagonza/pdf/legisruido.pdf>
- ❖ CAM. (02 de 2012). Recuperado el 12 de 10 de 2015, de [file:///C:/Users/User/Downloads/Red\\_CalidadAire\\_Neiva-2012%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/User/Downloads/Red_CalidadAire_Neiva-2012%20(1).pdf)
- ❖ Colombia Ministerio de Ambiente y desarrollo territorial. (03 de 10 de 2010). *Resolución 610 de 2010*. Recuperado el 11 de 10 de 2015, de MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE : <https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/bf-Resoluci%C3%B3n%20610%20de%202010%20-%20Calidad%20del%20Aire.pdf>
- ❖ Consejo de Bogotá. (31 de 07 de 2006). Recuperado el 11 de 10 de 2015, de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=21483>
- ❖ Díez, F. B. (03 de 1999). Recuperado el 12 de 10 de 2015, de [http://www.msssi.gob.es/biblioPublic/publicaciones/recursos\\_propios/resp/revista\\_cdrom/VOL73/73\\_2\\_109.pdf](http://www.msssi.gob.es/biblioPublic/publicaciones/recursos_propios/resp/revista_cdrom/VOL73/73_2_109.pdf)
- ❖ Echarri, L. (2007). *Datateca.unad.edu.co*. Recuperado el 12 de 10 de 2015, de [http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358001/contaminacion\\_del\\_agua.pdf](http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358001/contaminacion_del_agua.pdf)
- ❖ Ecopetrol. (s.f.). *camara y comercio de Neiva*. Recuperado el 12 de 10 de 2015, de [https://www.ccneiva.org/imagenes/File/convenioecopetrol/gestion\\_ambiental.pdf](https://www.ccneiva.org/imagenes/File/convenioecopetrol/gestion_ambiental.pdf)
- ❖ El presidente de la república de Colombia. (31 de 01 de 2005). Recuperado el 12 de 10 de 2015, de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=15860>
- ❖ Escuela Colombiana de ingeniería Julio Garavito. (2007). Recuperado el 12 de 10 de 2015, de <http://copernico.escuelaing.edu.co/lpinilla/www/protocols/HYSI/PROTOCOLO%20DE%20RUIDO1.pdf>
- ❖ Esparragoza, E. V. (02 de 2008). Recuperado el 12 de 10 de 2015

- ❖ Folleto informativo de Turbidez. (s.f.). Recuperado el 12 de 10 de 2015, de [http://www.waterboards.ca.gov/water\\_issues/programs/swamp/docs/cwt/guidance/3150sp.pdf](http://www.waterboards.ca.gov/water_issues/programs/swamp/docs/cwt/guidance/3150sp.pdf)
- ❖ Hernandez, O. R. (02 de 2015). Recuperado el 12 de 10 de 2015, de [file:///C:/Users/User/Downloads/45743-143710-1-PB%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/User/Downloads/45743-143710-1-PB%20(1).pdf)
- ❖ INTERNATIONAL COMMISSION ON NON-IONIZING RADIATION PROTECTION. (s.f.). Recuperado el 11 de 10 de 2015, de <http://iie.fing.edu.uy/relacionamiento/comunidad/rfsalud/icnirpemfgdlesp.pdf>
- ❖ La guía Metas. (01 de 2010). Recuperado el 12 de 10 de 2015, de <http://www.metas.com.mx/guiametas/la-guia-metas-10-01-turbidez.pdf>
- ❖ Llorente, J. M. (02 de 2013). Recuperado el 12 de 10 de 2015, de [http://www.ecologistasenaccion.org/IMG/pdf/cuaderno\\_ruido\\_2013.pdf](http://www.ecologistasenaccion.org/IMG/pdf/cuaderno_ruido_2013.pdf)
- ❖ MAGDALENA, C. A. (2012). *Cam*. Recuperado el 12 de 10 de 2015, de <http://www.cam.gov.co/aire/category/125-red-de-calidad-del-aire.html>
- ❖ Ministerio de Agricultura. (26 de 06 de 1984). Recuperado el 12 de 10 de 2015, de <http://www.ins.gov.co:81/normatividad/Decretos/DECRETO%201594%20DE%201984.pdf>
- ❖ Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (06 de 2012). Recuperado el 12 de 10 de 2015, de [https://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrban/a/pdf/Sello\\_ambiental\\_colombiano/cartilla\\_criterios\\_amb\\_diseno\\_construc.pdf](https://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrban/a/pdf/Sello_ambiental_colombiano/cartilla_criterios_amb_diseno_construc.pdf)
- ❖ Ministerio de Ambiente, vivienda y desarrollo territorial. (07 de 04 de 2006). Recuperado el 11 de 10 de 2015, de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=19982>
- ❖ MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. (10 de 2010). Recuperado el 12 de 10 de 2015, de <http://www.cam.gov.co/aire/category/125-red-de-calidad-del-aire.html>
- ❖ Ministerio de Salud. (04 de 08 de 1983). *Alcaldía de Bogotá*. Recuperado el 11 de 10 de 2015, de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=6305>
- ❖ Ministerio de Tecnologías. (s.f.). Recuperado el 12 de 10 de 2015, de [www.telefonica.co/portallInstitucional/descargables/cartilla.ppt](http://www.telefonica.co/portallInstitucional/descargables/cartilla.ppt)
- ❖ Monsalve, K. R. (2009). Recuperado el 11 de 10 de 2015, de [http://repository.upb.edu.co:8080/jspui/bitstream/123456789/432/1/digital\\_17516.pdf](http://repository.upb.edu.co:8080/jspui/bitstream/123456789/432/1/digital_17516.pdf)
- ❖ Moreno, C. G. (02 de 2006). Recuperado el 12 de 10 de 2015, de <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/14792/00798246.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- ❖ Ordoñez, A. E. (06 de 2010). Recuperado el 12 de 10 de 2015, de <https://revistaing.uniandes.edu.co/pdf/A4%2031.pdf>

- ❖ Osorio, J. T. (06 de 2007). *ResearchGate*. Recuperado el 12 de 10 de 2015, de [http://www.researchgate.net/profile/Javier\\_Torres\\_Osorio/publication/26508259\\_TECHNO-ENVIRONMENTAL\\_CRITERIA\\_FOR\\_RISK\\_ANALYSIS\\_OF\\_NON-IONIZING\\_ELECTROMAGNETIC\\_CONTAMINATION\\_IN\\_COLOMBIA/links/54b695600cf2e68eb27ea215.pdf](http://www.researchgate.net/profile/Javier_Torres_Osorio/publication/26508259_TECHNO-ENVIRONMENTAL_CRITERIA_FOR_RISK_ANALYSIS_OF_NON-IONIZING_ELECTROMAGNETIC_CONTAMINATION_IN_COLOMBIA/links/54b695600cf2e68eb27ea215.pdf)
- ❖ Revista medica de risaralda. (24 de 10 de 2006). *Universidad Tecnologica de Pereira*. Recuperado el 12 de 10 de 2015, de <http://revistas.utp.edu.co/index.php/revistamedica/article/view/985/4159>
- ❖ Sanchez, I. H. (07 de 2011). *CAm*. Recuperado el 12 de 10 de 2015, de <http://www.cam.gov.co/aire/category/126-emisi%C3%B3n-de-ruido.html>
- ❖ Sanchón, M. V. (s.f.). Recuperado el 12 de 10 de 2015, de [http://ocw.unican.es/ciencias-de-la-salud/salud-publica-y-atencion-primaria-de-salud/material-de-clase/bloque-iii/3.2.4\\_contaminacion\\_ambiental\\_ruido.pdf](http://ocw.unican.es/ciencias-de-la-salud/salud-publica-y-atencion-primaria-de-salud/material-de-clase/bloque-iii/3.2.4_contaminacion_ambiental_ruido.pdf)
- ❖ Secretaria Distrital de Medio Ambiente. (19 de 10 de 2010). *Alcaldía de Bogota*. Recuperado el 11 de 10 de 2015, de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=40790>
- ❖ Serrano, M. L. (2006). Recuperado el 12 de 10 de 2015, de <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/14587/T41.06%20S68d.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- ❖ Sistema de información Ambiental de Colombia. (01 de 01 de 2001). *Siac*. Recuperado el 12 de 10 de 2015, de <https://www.siac.gov.co/contenido/contenido.aspx?catID=827&conID=1277>
- ❖ Toro, C. G. (10 de 2001). Recuperado el 12 de 10 de 2015, de <http://academic.uprm.edu/gonzalezc/HTMLobj-859/maguaturbidez.pdf>
- ❖ UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA. (2013). *datateca.unad.edu.co*. Recuperado el 11 de 10 de 2015, de [datateca.unad.edu.co](http://datateca.unad.edu.co): [http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358007/Contenido\\_en\\_linea\\_Caracterizacion/leccin\\_24\\_concepto\\_del\\_ndice\\_de\\_calidad\\_del\\_aire\\_ica.html](http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358007/Contenido_en_linea_Caracterizacion/leccin_24_concepto_del_ndice_de_calidad_del_aire_ica.html)
- ❖ Victoria Toro Gomez, A. V. (04 de 07 de 2006). Índice de calidad del aire para el Valle de Aburrá. Medellín, Colombia.
- ❖ *Wikipedia*. (07 de 09 de 2015). Recuperado el 12 de 10 de 2015, de [https://es.wikipedia.org/wiki/Neiva#/media/File:Colombia\\_-\\_Huila\\_-\\_Neiva.svg](https://es.wikipedia.org/wiki/Neiva#/media/File:Colombia_-_Huila_-_Neiva.svg)



## ANEXOS

### Anexo A. Legislación sobre el aire

| Norma  | Disposiciones Generales sobre normas de calidad del aire | Normas de Calidad del Aire | Emisiones contaminantes | Emisiones de fuentes móviles | Permisos de emisión Para fuentes fijas | Mecanismos de evaluación y certificación fuentes móviles – Centros de Diagnóstico | Niveles de contaminación (Prevención, Alerta, Emergencia) y medidas para la atención de episodios | Incineración | Ruido              |
|--|--|----------------------------|-------------------------|------------------------------|--|---|---|--------------|--------------------|
| Artículos  |  |                            |                         |                              |  |   |   |              |                    |
| Ley 9 de 1979  |  |                            | 41-49                   |                              |  |   |   |              |                    |
| Decreto 02 de 1988                                       |  | 31 - 33                    | 34 - 86                 |                              |  |   |   |              |                    |
| Decreto 948 de 1995                                      | 3 – 9  |                            | 12 -13<br>17 - 35       | 36 - 41                      | 72 - 89                                | 90 - 92   | 10 -11<br>93  |              | 14 - 15<br>42 - 64 |
| Decreto 2107 de 1995 (Modificaciones al D. 948/95)       |  |                            | 1 - 2                   | 3                            | 4 - 6                                  | 7   |   |              |                    |
| Resolución 898 de 1995                                   |  |                            | 1 - 13                  |                              |  |   |   |              |                    |
| Resolución 005 de 1996                                   |  |                            |                         | 1 - 17<br>23<br>35 - 37      |  | 18 - 22<br>24 - 34<br>38 - 55   |   |              |                    |
| Resolución 909 de 1996 (Modificaciones a la Res. 005/96) |  |                            |                         | 1 - 9<br>11 - 13             |  | 10<br>14 - 23   |   |              |                    |
| Resolución 619 de 1997                                   |  |                            |                         |                              | 1 - 4                                  |   |   |              |                    |

|  |   |          |                  |  |  |        |     |                            |        |
|--|---|----------|------------------|--|--|--------|-----|----------------------------|--------|
| Resolución 0058 de 2002 (Derogados Art. 4, 5, 9, 27)                     |   |          | 4 - 7<br>26 - 27 |  |  |        |     | 1 - 3<br>8 - 25<br>28 - 31 |        |
| Resolución 0886 2004 (Modificaciones a la Res. 0058/02)                  |   |          | 3 - 4            |  |  |        |     | 1 - 2<br>5 - 11            |        |
| Resolución 3500 de 2005  |   |          |                  |  |  | 3 - 30 |     |                            |        |
| Res. 610 de 24 de marzo del ( modificaciones 2010Resolución 601 de 2006) | 1 | 2 -3-4-5 |                  |  |  |        | 6   |                            |        |
| Decreto 979 de 2006 (Modificaciones al D. 948/95)                        | 6 | 1        |                  |  |  |        | 2-3 |                            |        |
| Resolución 627 de 2006   |   |          |                  |  |  |        |     |                            | 1 - 27 |
| Resolución 653 de 2006   |   |          |                  |  |  | 1 - 3  |     |                            |        |
| Decreto-Ley 2811 de 1974.  |   |          | 73-76            |  |  |        |     |                            |        |

Anexo B. Normatividad Ambiental componente agua  
**Legislación sobre el agua**

| <b>Norma</b>                               | <b>Artículo</b>   | <b>Obligación</b>   |               |                   |               |    |                |                |             |         |         |                   |         |         |                  |                         |                         |                     |                         |                         |  |                         |                         |
|--|---|---|---------------|-------------------|---------------|----|----------------|----------------|-------------|---------|---------|-------------------|---------|---------|------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------|-------------------------|-------------------------|--|-------------------------|-------------------------|
| Decreto 1594 de 1984                       | Art. 60   | Se prohíbe todo vertimiento de residuos líquidos a las calles, calzadas y canales o sistemas de alcantarillado para aguas lluvias, cuando quiera que existan en forma separada o tengan esta única destinación  |               |                   |               |    |                |                |             |         |         |                   |         |         |                  |                         |                         |                     |                         |                         |  |                         |                         |
|  | Art. 69   | Los responsables de todo sistema de alcantarillado deberán dar cumplimiento a las normas de vertimiento contenidas en el presente Decreto.  |               |                   |               |    |                |                |             |         |         |                   |         |         |                  |                         |                         |                     |                         |                         |  |                         |                         |
|  | Art. 72 y 73  | Todo vertimiento o alcantarillado a un cuerpo de agua deberá cumplir, por lo menos, con las normas de vertimiento establecidas en el presente Decreto. <table border="1" data-bbox="799 936 1455 1205"> <thead> <tr> <th>Referencia</th> <th>Usuario existente</th> <th>Usuario nuevo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>pH</td> <td>5 a 9 unidades</td> <td>5 a 9 unidades</td> </tr> <tr> <td>Temperatura</td> <td>&lt; 40 °C</td> <td>&lt; 40 °C</td> </tr> <tr> <td>Material flotante</td> <td>Ausente</td> <td>Ausente</td> </tr> <tr> <td>Grasas y aceites</td> <td>Remoción &gt; 80% en carga</td> <td>Remoción &gt; 80% en carga</td> </tr> <tr> <td>Sólidos suspendidos</td> <td>Remoción &gt; 50% en carga</td> <td>Remoción &gt; 80% en carga</td> </tr> <tr> <td>DBO<sub>5</sub> Para desecho industriales</td> <td>Remoción &gt; 20% en carga</td> <td>Remoción &gt; 80% en carga</td> </tr> </tbody> </table> | Referencia    | Usuario existente | Usuario nuevo | pH | 5 a 9 unidades | 5 a 9 unidades | Temperatura | < 40 °C | < 40 °C | Material flotante | Ausente | Ausente | Grasas y aceites | Remoción > 80% en carga | Remoción > 80% en carga | Sólidos suspendidos | Remoción > 50% en carga | Remoción > 80% en carga | DBO <sub>5</sub> Para desecho industriales | Remoción > 20% en carga | Remoción > 80% en carga |
|  | Referencia  | Usuario existente   | Usuario nuevo |                   |               |    |                |                |             |         |         |                   |         |         |                  |                         |                         |                     |                         |                         |  |                         |                         |
| pH   | 5 a 9 unidades  | 5 a 9 unidades  |               |                   |               |    |                |                |             |         |         |                   |         |         |                  |                         |                         |                     |                         |                         |  |                         |                         |
| Temperatura                                | < 40 °C   | < 40 °C   |               |                   |               |    |                |                |             |         |         |                   |         |         |                  |                         |                         |                     |                         |                         |  |                         |                         |
| Material flotante                          | Ausente   | Ausente   |               |                   |               |    |                |                |             |         |         |                   |         |         |                  |                         |                         |                     |                         |                         |  |                         |                         |
| Grasas y aceites                           | Remoción > 80% en carga   | Remoción > 80% en carga   |               |                   |               |    |                |                |             |         |         |                   |         |         |                  |                         |                         |                     |                         |                         |  |                         |                         |
| Sólidos suspendidos                        | Remoción > 50% en carga   | Remoción > 80% en carga   |               |                   |               |    |                |                |             |         |         |                   |         |         |                  |                         |                         |                     |                         |                         |  |                         |                         |
| DBO <sub>5</sub> Para desecho industriales | Remoción > 20% en carga   | Remoción > 80% en carga   |               |                   |               |    |                |                |             |         |         |                   |         |         |                  |                         |                         |                     |                         |                         |  |                         |                         |
| Art. 24                                    | Para el establecimiento de los modelos de simulación de calidad de qué trata el literal d del artículo anterior la EMAR deberá realizar periódicamente, a partir de la vigencia del presente decreto los análisis pertinentes para obtener, por lo menos, la siguiente información: a) DBO: Demanda bioquímica de oxígeno a cinco (5) días. b) DQO: Demanda química de oxígeno. c) SS: Sólidos suspendidos. d) pH: Potencial del ion hidronio, H+. e) T: Temperatura. f) OD: Oxígeno disuelto. g) Q: Caudal. h) Datos Hidrobiológicos i) Coliformes (NMP) |   |               |                   |               |    |                |                |             |         |         |                   |         |         |                  |                         |                         |                     |                         |                         |  |                         |                         |
| Decreto 1541 de. 1978                      | Art. 28   | El derecho al uso de las aguas y de los cauces se adquiere de conformidad con el artículo 51 del Decreto - Ley 2811 de  |               |                   |               |    |                |                |             |         |         |                   |         |         |                  |                         |                         |                     |                         |                         |  |                         |                         |

|  |                     |   |
|--|---------------------|---|
|  |                     | 1974:<br>a. Por ministerio de la ley;<br>b. Por concesión;<br>c. Por permiso, y<br>Decreto 1541 Por asociación.   |
|  | Art. 211            | Se prohíbe verter, sin tratamiento, residuos sólidos, líquidos o gaseosos, que puedan contaminar o eutroficar las aguas, causar daño o poner en peligro la salud humana o el normal desarrollo de la flora o fauna, o impedir u obstaculizar su empleo para otros usos. El grado de tratamiento para cada tipo de vertimiento dependerá de la destinación de los tramos o cuerpos de aguas, de los efectos para la salud y de las implicaciones ecológicas y económicas.  |
| Ley 9 de 1979<br>título II<br>Suministro de<br>agua Art. 51-<br>79 | Art. 51-57<br>69-79 | Artículo 51º.- Para eliminar y evitar la contaminación del agua para el consumo humano la presente Ley establece:<br><br>a. Regulaciones sobre la toma de aguas y las condiciones de los lugares cercanos al sitio donde se efectúa esta actividad;<br>b. Regulaciones sobre canales o tuberías que dan paso al agua desde la fuente de abastecimientos hasta la planta de potabilización o, en defecto de ésta, hasta el tanque de almacenamiento;<br><br>c. Regulaciones sobre las estaciones de bombeo y los equipos destinados a elevar el agua de la fuente de abastecimiento o de cualquier otra parte del sistema de suministro;<br>d. Regulaciones sobre los procesos necesarios para la potabilización del agua;<br>e. Regulaciones sobre almacenamiento del agua y su transporte hasta el usuario, con excepción de los aspectos correspondientes a la fontanería o instalación interior; |

|  |  |   |
|--|--|---|
|  |  | <p>f. Regulaciones para el cumplimiento de los requisitos establecidos en este Título.</p> <p>Disposiciones generales.</p> <p>Artículo 52º.- Para el diseño, construcción, operación y mantenimiento de los sistemas de suministro de agua, deberán seguirse las normas del Ministerio de Salud.</p> <p>Artículo 53º.- Las entidades responsables de la entrega del agua potable al usuario deberán establecer:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Normas de operación y mantenimiento de las obras, equipos e instalaciones auxiliares, incluyendo registros estadísticos:</li> <li>b. Normas sobre seguridad e higiene, respecto de las cuales se instruirá al personal.</li> </ul> <p>Artículo 54º.- Los elementos y compuestos que se adicionen al agua destinada al consumo humano y la manera de utilizarlos, deberán cumplir con las normas y demás reglamentaciones del Ministerio de Salud.</p> <p>De la potabilización del agua.</p> <p>Artículo 69º.- Toda agua para consumo humano debe ser potable cuales quiera que sea su procedencia. Ver Decreto Nacional 475 de 1998</p> <p>Artículo 70º.- Corresponde al Ministerio de Salud dictar las disposiciones sobre la potabilización del agua.</p> <p>Artículo 71º.- Después de potabilizada el agua debe conducirse en tal forma que se evite su contaminación.</p> |
|--|--|---|

|  |  |  |
|--|--|--|
|  |  | <p>Artículo 72º.- En los proyectos de construcción y ampliación de plantas de tratamiento de aguas, se deben cumplir las normas que expida al respecto el Ministerio de Salud.</p> <p>Artículo 73º.- Compete al Ministerio de Salud la aprobación de los programas de fluoruración del agua para consumo humano, así como también la de los compuestos empleados para efectuarla, su transporte, manejo, almacenamiento y aplicación y los métodos para la disposición de residuos.</p> <p>Parágrafo.- En toda planta de tratamiento de aguas se cumplirán las normas de higiene y seguridad sobre operación y mantenimiento.</p> <p>Artículo 74º.- Las sustancias que se empleen en los procesos de potabilización se deben transportar, manejar y almacenar conforme a las regulaciones establecidas en el Título III de la presente Ley y demás normas sobre la materia.</p> <p>Artículo 75º.- Las conexiones domiciliarias se diseñarán e instalarán de acuerdo con las normas establecidas por el Ministerio de Salud.</p> <p>Artículo 76º.- Las entidades administradoras de los acueductos comprobarán periódicamente las buenas condiciones sanitarias de las redes de distribución con muestras de análisis del agua, tomadas en los tanques, hidrantes, conexiones de servicio y en las tuberías.</p> <p>Artículo 77º.- Los hidrantes y extremos muertos de las redes de distribución de agua se deben abrir con la frecuencia necesaria para eliminar sedimentos. Periódicamente se</p> |
|--|--|--|

|                              |               |   |
|------------------------------|---------------|---|
|                              |               | <p>debe comprobar que los hidrantes funcionen adecuadamente.</p> <p>Artículo 78º.- Al Ministerio de Salud corresponde reglamentar el almacenamiento y distribución de las aguas de consumo humano.</p> <p>Artículo 79º.- Facúltese al Ministerio de Salud para que expida las normas que regulen los aspectos no contemplados en forma específica en este Título.</p>   |
| Decreto Nacional 475 de 1998 | Art. 1-2<br>6 | <p>Artículo 1º. Para los efectos del presente decreto, adóptense las siguientes definiciones:</p> <p>Acceptable: Calificativo que aprueba las características organolépticas del agua para consumo humano.</p> <p>Agua cruda: Es aquella que no ha sido sometida a proceso de tratamiento.</p> <p>Agua para consumo humano: Es aquella que se utiliza en bebida directa y preparación de alimentos para consumo.</p> <p>Agua potable: Es aquella que por reunir los requisitos organolépticos, físicos, químicos y microbiológicos, en las condiciones señaladas en el presente decreto, puede ser consumida por la población humana sin producir efectos adversos a su salud.</p> <p>Agua segura: Es aquella que sin cumplir algunas de las normas de potabilidad definidas en el presente decreto, puede ser consumida sin riesgo para la salud humana.</p> <p>Análisis de vulnerabilidad: Es el estudio que permite evaluar los riesgos potenciales a que están sometidos los distintos componentes de un sistema de suministro de agua.</p> |

|  |  |   |
|--|--|---|
|  |  | <p>Análisis microbiológico del agua: Son aquellas pruebas de laboratorio que se efectúan a una muestra para determinar la presencia o ausencia, tipo y cantidad de microorganismos.</p> <p>Análisis organoléptico: Para los fines del presente decreto se refiere a olor, sabor y percepción visual de sustancias y materiales flotantes y/o suspendidos en el agua.</p> <p>Análisis físico-químico de agua: Son aquellas pruebas de laboratorio que se efectúan a una muestra para determinar sus características físicas, químicas o ambas.</p> <p>Autoridad ambiental: Es la encargada de la vigilancia, recuperación, conservación, protección, ordenamiento, manejo, uso, aprovechamiento y control de los residuos naturales renovables y del medio ambiente.</p> <p>Autoridad sanitaria: Es la entidad competente del Sistema General de Seguridad Social (S.G.S.S.), que ejerce funciones de vigilancia de los sistemas de suministro de agua en cumplimiento de las normas, disposiciones y criterios contenidos en el presente decreto, así como los demás aspectos que tengan relación con la calidad del agua para consumo humano.</p> <p>Calidad del agua: Es el conjunto de características organolépticas, físicas, químicas y microbiológicas propias del agua.</p> <p>Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico (CRA): Es la encargada de señalar las políticas generales de administración y control de eficiencia de los servicios públicos domiciliarios.</p> <p>Contaminación del agua: Es la alteración de sus características organolépticas, físicas, químicas, radiactivas y microbiológicas, como</p> |
|--|--|---|

|  |  |  |
|--|--|--|
|  |  | <p>resultado de las actividades humanas o procesos naturales, que producen o pueden producir rechazo, enfermedad o muerte al consumidor.</p> <p>Control de la calidad del agua potable: Son los análisis organolépticos, físicos, químicos y microbiológicos realizados al agua en cualquier punto de la red de distribución con el objeto de garantizar el cumplimiento de las disposiciones establecidas en el presente decreto.</p> <p>Criterio de calidad del agua potable: Es el valor establecido para las características del agua en el presente decreto, con el fin de conceptuar sobre su calidad.</p> <p>Desastre: Es el daño o alteración grave de las condiciones normales de vida en un área geográfica determinada, causada por fenómenos naturales y por efectos catastróficos de la acción del hombre en forma accidental o intencional, que requiera por ello de la especial atención de los organismos del Estado y de otras entidades de carácter humanitario o de servicio social.</p> <p>Emergencia: Es el evento repentino e imprevisto que se presenta en un sistema de suministro de agua para consumo humano, como consecuencia de fallas técnicas, de operación, de diseño, de control o estructurales, que pueden ser naturales, accidentales o provocadas que alteren su operación normal o la calidad del agua, y que obliguen a adoptar medidas inmediatas para minimizar sus consecuencias.</p> <p>Ensayo de tratabilidad: Son los estudios efectuados a nivel de laboratorio o de planta piloto, a una fuente de abastecimiento</p> |
|--|--|--|

|  |  |  |
|--|--|--|
|  |  | <p>específica, para establecer el potencial de aplicación de un proceso de tratamiento.</p> <p>Escherichia Colo, (E-coli): Bacilo aerobio gram-negativo que no produce esporas, pertenece a la familia de los enterobacteriáceas y se caracteriza por poseer las enzimas b - Galactosidasa y b - gluoroanidasa. Se desarrolla a <math>44 \pm 0.5</math> °C en medios complejos, fermenta la lactosa liberando ácido y gas, produce indol a partir del triptófano y no produce oxidasa.</p> <p>Fuente de abastecimiento: Es todo recurso de agua utilizado en un sistema de suministro de agua.</p> <p>Grupo coliforme: Es el que comprende todas las bacterias gram Negativas en forma bacilar que fermenta la lactosa a temperatura de 35 a 37°C, produciendo ácido y gas (CO<sup>2</sup>) en un plazo de 24 a 48 horas, aerobias o anaerobias facultativas, son oxidasa negativa, no forman esporas y presentan actividad enzimática de la b galactosidasa.</p> <p>Índice coliforme: Es la cantidad estimada de microorganismos de grupo coliforme presente en cien centímetros cúbicos (100 cm<sup>3</sup>) de agua, cuyo resultado se expresa en términos de número más probable (NMP) por el método de los tubos múltiples y por el número de microorganismos en el método del filtro por membrana.</p> <p>Libro o registro de control de calidad: Es aquel donde se anotan, como mínimo, los siguientes datos: los resultados obtenidos de los análisis organolépticos, físicos, químicos y microbiológicos del agua que se suministra a la población de acuerdo con los requerimientos del presente decreto, la</p> |
|--|--|--|

|  |  |  |
|--|--|--|
|  |  | <p>cantidad de agua captada y suministrada y la cantidad de productos químicos utilizados.</p> <p>LD<sub>50</sub>: Dosis letal para el 50% de los organismos en experimentación.</p> <p>Límite de detección de un método analítico (LD): Es el valor resultante de multiplicar la desviación estándar de un blanco de reactivos o testigos por una constante igual a 5.5. Los rangos de lectura de los métodos analíticos utilizados para análisis del agua, deben incluir al menos la décima parte del valor máximo admisible o el de referencia.</p> <p>Muestra compuesta de agua: Es la integración de muestras puntuales tomadas a intervalos programados y por períodos determinados, preparadas a partir de mezclas de volúmenes iguales o proporcionales al flujo durante el período de toma de muestras.</p> <p>Muestra puntual de agua: Es la toma en punto o lugar en un momento determinado.</p> <p>Norma de calidad del agua potable: Son los valores de referencia admisibles para algunas características presentes en el agua potable, que proporcionan una base para estimar su calidad.</p> <p>Plan de atención básica -P.A.B.-: Es el conjunto de actividades, intervenciones y procedimientos, de promoción de la salud, prevención de la enfermedad, vigilancia en salud pública y control de factores de riesgo dirigidos a la colectividad.</p> <p>Plan operacional de emergencia: Es el procedimiento escrito que permite a las personas que prestan el servicio público de acueducto, atender en forma efectiva una situación de emergencia.</p> |
|--|--|--|

|  |  |  |
|--|--|--|
|  |  | <p>Planta de tratamiento: Es el conjunto de obras, equipos y materiales necesarios para efectuar los procesos que permitan cumplir con las normas de calidad del agua potable.</p> <p>Planta piloto: Es el modelo que permite simular operaciones, procesos y condiciones hidráulicas de la planta de tratamiento utilizando para este efecto el agua de la fuente de abastecimiento.</p> <p>Persona que presta el servicio público de acueducto: Es toda persona natural o jurídica que tiene por objeto la prestación del servicio público de acueducto con las actividades complementarias, de acuerdo con lo establecido en el régimen de los servicios públicos domiciliarios, que cumple su objeto a través de la planeación, ejecución, operación, mantenimiento y administración del sistema o de parte de él, bajo definidos criterios de eficiencia, cobertura y calidad, establecidos en los planes de gestión y resultados.</p> <p>Población servida: Es el número de personas abastecidas por un sistema de suministro de agua.</p> <p>Polución del agua: Es la alteración de las características organolépticas, físicas, químicas o microbiológicas del agua como resultado de las actividades humanas o procesos naturales.</p> <p>Sistema de suministro de agua potable: Es el conjunto de obras, equipos y materiales utilizados para la captación, aducción, conducción, tratamiento, almacenamiento y distribución del agua potable para consumo humano.</p> <p>Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD): Es la entidad encargada del control, inspección y vigilancia de las</p> |
|--|--|--|

|  |  |   |
|--|--|---|
|  |  | <p>personas que prestan los servicios públicos domiciliarios.</p> <p>Suscriptor: Persona natural o jurídica con la cual se ha celebrado un contrato de condiciones uniformes de servicios públicos.</p> <p>Sustancias flotantes: Son aquellos materiales que se sostienen en equilibrio en la superficie del agua y que influyen en su apariencia.</p> <p>Tratamiento: Es el conjunto de operaciones y procesos que se realizan sobre el agua cruda, con el fin de modificar sus características organolépticas, físicas, químicas y microbiológicas, para hacerla potable de acuerdo a las normas establecidas en el presente decreto.</p> <p>Usuario: Persona natural o jurídica que se beneficia con la prestación de un servicio público, bien como propietario del inmueble en donde éste se presta, o como receptor directo del servicio, a este último se denomina también consumidor.</p> <p>Valor admisible: Es el valor establecido para la concentración de un componente o sustancia, que garantiza que el agua de consumo humano no representa riesgo para la salud del consumidor.</p> <p>Vigilancia de la calidad del agua: Son las actividades realizadas por las autoridades competentes para comprobar, examinar e inspeccionar el cumplimiento de las normas de calidad del agua potable establecidas en el presente decreto.</p> <p>Artículo 2º. Las disposiciones del presente decreto son de orden público y de obligatorio cumplimiento y con ellas se regulan las</p> |
|--|--|---|

|  |  |   |
|--|--|---|
|  |  | <p>actividades relacionadas con la calidad del agua potable para consumo humano.</p> <p>Artículo 6º. Las normas organolépticas, físicas, químicas y microbiológicas de la calidad del agua potable establecidas en el presente decreto rigen para todo el territorio nacional y deben cumplirse en cualquier punto de la red de distribución de un sistema de suministro de agua potable.</p>   |
| <p>Ley 373 de 1997 junio 6. Por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro de agua.</p> | <p>Art.1</p>   | <p>Programa para el uso eficiente y ahorro del agua. Todo plan ambiental regional y municipal debe incorporar obligatoriamente un programa para el uso eficiente y ahorro del agua. Se entiende por programa para el uso eficiente y ahorro del agua el conjunto de proyectos y acciones que deben elaborar y adoptar las entidades encargadas de la prestación de los servicios de acueducto, alcantarillado, riego y drenaje, producción hidroeléctrica y demás usuarios del recurso hídrico.</p> <p>Las Corporaciones Autónomas Regionales y demás autoridades ambientales encargadas del manejo, protección y control del recurso hídrico en su respectiva jurisdicción, aprobarán la implantación y ejecución de dichos programas en coordinación con otras Corporaciones Autónomas que compartan las fuentes que abastecen los diferentes usos.</p> |
| <p>Decreto-Ley 2811 de 1974.</p>   | <p>Art. 33</p>   | <p>Se establecerán las condiciones y requisitos necesarios para preservar y mantener la salud y la tranquilidad de los habitantes, mediante control de ruidos, originados en actividades industriales, comerciales, domésticas, deportivas, de esparcimiento, de vehículos de transporte, o de otras actividades análogas.</p>  |
| <p>Decreto 1575 de 2007</p>  | <p>Art. 3</p> <p>CAPÍTULO IV<br/>INSTRUMENTOS BÁSICOS PARA GARANTIZAR LA</p> | <p>CARACTERÍSTICAS DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO. Las características físicas, químicas y microbiológicas, que puedan afectar directa o indirectamente la salud humana, así como los criterios y valores máximos aceptables que debe cumplir el agua</p>   |

|  |   |   |
|--|---|---|
|  | <p>CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO</p> | <p>para el consumo humano, serán determinados por los Ministerios de la Protección Social y de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial en un plazo no mayor a un (1) mes contado a partir de la fecha de publicación del presente decreto. Para tal efecto, definirán, entre otros, los elementos, compuestos químicos y mezclas de compuestos químicos y otros aspectos que puedan tener un efecto adverso o implicaciones directas o indirectas en la salud humana, buscando la racionalización de costos así como las técnicas para realizar los análisis microbiológicos y adoptarán las definiciones sobre la materia.</p> <p>ARTÍCULO 12.- ÍNDICE DE RIESGO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO – IRCA-. Es el grado de riesgo de ocurrencia de enfermedades relacionadas con el no cumplimiento de las características físicas, químicas y microbiológicas del agua para consumo humano.</p> <p>ARTÍCULO 13.- ÍNDICE DE RIESGO MUNICIPAL POR ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO - IRABAm. Es la ponderación de los factores de: 1. Tratamiento y continuidad del servicio de los sistemas de acueducto, y 2. Distribución del agua en el área de jurisdicción del municipio correspondiente, que pueden afectar indirectamente la calidad del agua para consumo humano y por ende la salud humana. Este índice tiene por objeto asociar el riesgo a la salud humana causado por los sistemas de abastecimiento y establecer los respectivos niveles de riesgo.</p> <p>ARTÍCULO 14.- ELABORACIÓN DE LOS ÍNDICES. La elaboración, aplicación, implementación y evaluación del Índice de Riesgo de la Calidad del Agua para Consumo Humano – IRCA- y del Índice de Riesgo Municipal por Abastecimiento de Agua para Consumo Humano – IRABAm será expedida por los Ministerios de la Protección Social y de</p> |
|--|---|---|

|  |  |   |
|--|--|---|
|  |  | <p>Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial en un plazo no mayor a un (1) mes contado a partir de la fecha de publicación del presente decreto.</p> <p><b>ARTÍCULO 15.- MAPA DE RIESGO DE LA CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO.</b> La autoridad sanitaria departamental o distrital y la autoridad ambiental competente, serán las responsables de elaborar, revisar y actualizar el Mapa de Riesgo de Calidad del Agua para Consumo Humano de los sistemas de abastecimiento y de distribución en la respectiva jurisdicción. Para tal efecto, deberán coordinar con los Comités de Vigilancia Epidemiológica Departamentales, Distritales y Municipales – COVES -, con las personas prestadoras que suministran o distribuyen agua para consumo humano y con la administración municipal; la identificación de los factores de riesgo y las características físicas, químicas y microbiológicas de las fuentes de agua aferentes a las captaciones de acueducto que puedan afectar la salud humana, contribuyendo con ello a las acciones de inspección, vigilancia y control por parte de las autoridades competentes. La revisión y actualización del Mapa de Riesgo de la Calidad del Agua para Consumo Humano de los sistemas de abastecimiento y red de distribución de la respectiva jurisdicción, se hará anualmente con base en la información suministrada por las autoridades ambientales competentes y Secretarías de Planeación Municipal, según las normas legales vigentes. Para la elaboración de los Mapas de Riesgo, se deberá tener en cuenta entre otros aspectos, los usos del suelo definidos en el respectivo Plan de Ordenamiento Territorial – POT y el ordenamiento de las cuencas realizado por las autoridades ambientales competentes.</p> <p><b>ARTÍCULO 16.- INFORMACIÓN DE SUSTANCIAS POTENCIALMENTE</b></p> |
|--|--|---|

|  |  |  |
|--|--|--|
|  |  | TÓXICAS. Para la selección de las sustancias potencialmente tóxicas por parte de las autoridades que elaboren el mapa de riesgo, se tendrá en cuenta la información suministrada por terceros responsables y afectados por la eventual presencia de esos tóxicos en el agua y los contaminantes que se generan en las actividades productivas que se realizan en la región y que puedan estar presentes en la fuente que abastece el sistema de suministro de agua para el consumo humano. Dichos contaminantes se confirmarán mediante análisis de laboratorio, realizados o avalados por la autoridad ambiental. H |
|--|--|--|

#### Anexo C. Legislación sobre el ruido

| <b>Norma</b>            | <b>Artículo</b>                |
|-------------------------|--------------------------------|
| Resolución 8321 de 1983 | 1 – 17<br>21 – 22 – 24 – 31-33 |
| Resolución 6918 de 2010 | 6 - 11                         |
| Resolución 0627 de 2006 | 1 – 9<br>28 – 29               |
| Decreto 948 de 1995     | 15<br>42 – 65                  |

#### Anexo D. Legislación sobre las Radiaciones Ionizantes

| <b>Norma</b>            | <b>Artículo</b> |
|-------------------------|-----------------|
| Decreto 195 de 2005     | 2 – 4<br>17     |
| Resolución 1645 de 2005 | 1 – 2<br>7      |
| Resolución 2400 de 1979 | 110             |