

**LA GESTIÓN SOBRE LOS RIESGOS, ASPECTOS E
IMPACTOS AMBIENTALES, COMO UNA ESTRATEGIA
METODOLÓGICA DENTRO DE LA OPERACIÓN DE LA
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA PARA LA
EMPRESA PROYECTOS & GERENCIA LTDA, NEIVA**

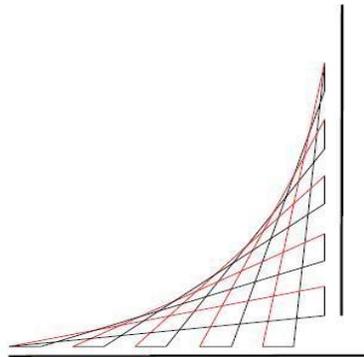
Autores:

Carlos Eduardo Méndez García

Carolina Pulido Rincón

Julio César Ardila Ruíz

Mayra Yolibeth Copete Cossio



Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito
Programa de Ingeniería Industrial
Especialización Gestión Integrada QHSE
Cohorte 32
Bogotá D.C., Colombia, 25 de Septiembre de 2015

LA GESTIÓN SOBRE LOS RIESGOS, ASPECTOS E IMPACTOS
COMO UNA ESTRATEGIA METODOLÓGICA DENTRO DE LA
OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA
PARA LA EMPRESA PROYECTOS & GERENCIA LTDA, NEIVA

Autores:

Carlos Eduardo Méndez
Carolina Pulido Rincón
Julio César Ardila Ruíz
Mayra Yolibeth Copete Cossio

Director Trabajo de Grado
Ing. Ricardo Augusto Vásquez Arango

Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito
Programa de Ingeniería Industrial
Especialización Gestión Integrada QHSE
Cohorte 32
Bogotá D.C., Colombia, 25 de Septiembre de 2015

Nota de Aceptación

(Letras) _____

(Número) _____

Nombre y firma del Director del Trabajo

Ciudad y Fecha: _____

© Únicamente se puede usar el contenido de las publicaciones para propósitos de información. No se debe copiar, enviar, recortar, transmitir o redistribuir este material para propósitos comerciales sin la autorización de la Escuela Colombiana de Ingeniería. Cuando se use el material de la Escuela se debe incluir la siguiente nota “Derechos reservados a Escuela Colombiana de Ingeniería” en cualquier copia en un lugar visible. Y el material no se debe notificar sin el permiso de la Escuela.

Publicado en 2015 por la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito. Avenida 13 No 205-59 Bogotá. Colombia
TEL: +57 (1) 668 36 00, e-mail: espeqhse@escuelaing.edu.co

Reconocimiento o Agradecimientos

En éste Proyecto de Grado, queremos dar Gracias a Dios por regalarnos el don de la vida, por guiarnos y por haber permitido que cada uno fuese seleccionado para ingresar a estudiar y culminar completamente cada uno de los semestres de la Especialización QHSE, en la Universidad Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito. Agradecer a cada una de nuestras familias, por el apoyo que nos brindaron durante todo un año de estudio.

De igual manera agradecer a cada uno de nuestros profesores que nos compartieron sus conocimientos, experiencias de vida personal y laboral que nos sirvieron como base para la realización del proyecto y cada uno de sus consejos para tenerlos en cuenta en el futuro.

Agradecer a nuestro tutor del proyecto al Ingeniero Ricardo Vásquez, por las asesorías, correcciones, consejos que nos brindó durante todo éste tiempo, para que fuera el mejor trabajo.

Gracias a la empresa “Proyecto & Gerencia Limitada” por permitir que éste proyecto se llevara a cabo, por facilitar la visita para conocer el proceso de “Tratamiento de Aguas” en una planta en la ciudad de Neiva.

Al grupo de trabajo del proyecto, agradecer el apoyo, la amabilidad, el respeto, el compromiso, el compañerismo que nos dimos entre todos, muchas veces momentos de angustias, estrés, felicidad, siempre se mantuvo la amistad.

A todos el resto de compañeros del salón de la Especialización cohorte 32, gracias por todos los momentos vividos, compartidos en clases, deseo que a cada uno les vaya muy bien en toda su vida y en algún momento volvernos a encontrar.

Dedicatorias

En primer lugar quiero agradecer a Dios por darme la vida, dotarme de cualidades y talentos para ser una persona de bien y contribuir a hacer del mundo un lugar mejor; siempre ha estado iluminando mi camino y dándome su protección cuando he atravesado momentos realmente difíciles en los puedo afirmar convencido que los milagros existen y luego de superarlos me he irradiado de energía y vida para salir adelante y alcanzar este nuevo logro.

No tengo palabras para agradecer a mi madre a quien admiro por su constante lucha, dedicación, deseos de superación personal y profesional para sacarnos a mi hermana y a mí adelante; procurando siempre que nada nos faltará. Gracias por su apoyo, afecto, consejos, paciencia, comprensión; especialmente por los valores inculcados y por enseñarme a ser fuerte y enfrentar la vida con valentía y alegría. Agradezco a las personas más allegadas mi hermana, mis abuelos (as) 'QEPD', tíos(as), primos(as) y verdaderas amistades que me han visto crecer acompañándome en los momentos fundamentales de mi vida.

Agradecer a Carolina, Mayra y Julio mis compañeros de trabajo de grado con quienes he forjado una amistad sincera, intercambiado conocimientos, compartido distintos momentos y con sus aportes valiosos desarrollamos una enriquecedora investigación. Finalmente, agradezco a cada persona que Dios ha colocado en mi vida porque he aprendido de cada una de ellas y me han ayudado a crecer espiritual, personal y profesionalmente.

Carlos Eduardo Méndez García

A:

Dios y a la Virgen María por ser mi guía, por su infinito amor y bondad, por permitirme cumplir otro logro de vida profesional, culminando mi Especialización en Gestión Integral QHSE, derramando toda su bendición en salud, sabiduría y entendimiento para lograr mis objetivos.

Este título también está dedicado a mi papá Jaime Pulido y a mi mamá Amparo Rincón, desde un principio y hasta el final me apoyaron, me aconsejaron, por sus oraciones hacia mí, para que siempre me fuera bien en el estudio, por permitir que el Proyecto de Grado se realizara para "Proyectos & Gerencia Ltda." la empresa de ellos, gracias porque siempre han estado e incondicionalmente a mi lado y sé que nunca me abandonarán.

A mi hermana Sandra Jimena Pulido Rincón y a mi hermano Diego Alonso Pulido Rincón, porque siempre han estado pendientes de mí, que nada malo me pase, por sus oraciones, por el amor incondicional y las alegrías que siempre me dan.

A mi tía Norma Constanza y a abuela por sus oraciones, porque siempre han estado pendiente de mí y de mis hermanos, que siempre nos vaya bien en todo momento.

A mi novio Javier Mauricio Rodríguez, por estar siempre pendiente de mí, por su amor, por aconsejarme, por la compañía, la comprensión, y todos los momentos de alegrías que me da.

A mi mejor amiga María Paz Fierro por su amistad incondicional, por sus consejos, porque siempre oró para que me fuera bien en la Especialización, por siempre hacerme reír cuando tenía momentos agotadores.

Carolina Pulido Rincón

A:

Dios; por fortalecerme cada día y haberme dado la oportunidad de culminar este importante proyecto para mi vida profesional.

Mi padre Miguel Ángel (Q.E.P.D), porque este triunfo es de los dos, aunque no estas presente siempre has sido el pilar en mi vida, fuiste un padre amoroso, que soñaba lo mejor para mí y hoy veo que ese sueño se ha hecho realidad.

Mi esposa Diana que siempre ha creído en mí, me enseñó que vale la pena soñar, porque con amor, perseverancia y fe esos sueños terminan convirtiéndose en realidad.

Mis hijos María José, Samuel Felipe y Diego Alejandro quienes son el motor que me impulsa día a día a escalar nuevos peldaños en mi vida tanto a nivel personal como profesional.

Mis compañeros de proyecto y cohorte 32 por su incondicional apoyo, comprensión y acompañamiento. Este trabajo ha sido posible gracias a todos ustedes.

Julio César Ardila Ruíz

A:

Papá Dios, porque por él todo en mi es posible, por estar presente en cada acto de mi vida, por amarme y por permitirme poder conseguir exitosamente un logro más que me ha hecho crecer en todo aspecto.

Mi papi, Guillermo Copete, por su gran apoyo, sus consejos, motivación y amor incondicional. Todo esto ha sido posible por tí!!

Mi mamá, Cleris Cossio, por creer en mí, brindarme su apoyo y cariño.

Mis hermanos Hommy y Edwin Copete por estar conmigo cada día brindándome fuerzas, por preocuparse por mí, por alegrarse por mis triunfos y por darme su sincero afecto.

Mi novio, Daniel Reales por estar pendiente en este proceso, por todo el ánimo, fuerzas y amor que me ha brindado en todo este proceso.

Mis compañeros Julio Cesar Ardila, Carolina Pulido y Carlos Méndez por permitirme aprender con ustedes y sacar este objetivo en común adelante.

Mayra Yolibeth Copete Cossio

Sinopsis

Este documento se plantea la gestión sobre los riesgos, aspectos e impactos ambientales como una estrategia metodológica para la empresa Proyectos & Gerencia Ltda. dentro de la operación de una planta de tratamiento de agua. Hoy en día, en un mercado globalizado la competencia, sostenibilidad y rentabilidad es el gran objetivo que se debe alcanzar y con esta estrategia ayudarle a tener un conocimiento real de los peligros a los que están expuestos sus trabajadores y visitantes que pueden llegar a afectar su salud, al igual que los aspectos ambientales que pueden tener repercusiones sobre el medio ambiente. Además afectar directa o indirectamente a Proyectos & Gerencia en términos de: Liquidez, tecnología, capacidad de adaptación e innovación, valor económico y de su(s) marca(s) de productos o servicios.

La investigación se centra en la gestión de los riesgos, aspectos e impactos en la operación de una planta de tratamiento de agua ubicada en la ciudad de Neiva (Huila, Colombia), dentro de las etapas de Floculación, Sedimentación, Filtración y Cloración, que permita a PROYECTOS & GERENCIA LTDA. en el mediano y largo plazo la implementación un sistema de gestión integral ISO 14001:2004 y OHSAS 18001:2007. Hay poco conocimiento sobre los sistemas de gestión, se conocen algunos peligros a que están expuestos los trabajadores y aspectos ambientales que pueden tener repercusiones sobre el medio ambiente, pero son insuficientes y lentas las acciones de contingencia y/o respuesta.

Resumen Ejecutivo

En este documento se presenta información y elementos teóricos y/o prácticos, enfocados en la descripción del proceso de “Tratamiento de Aguas”, desde el enfoque de condiciones de seguridad industrial e impacto ambiental generado dentro de las actividades realizadas por la empresa proyectos & gerencia Ltda. Para llevar a cabo dicha investigación fue necesario partir de un interrogante inicial, la cual en este caso en particular obedece a: ¿En qué medida la gestión del riesgo, análisis de aspectos e impactos ambientales en el proceso de tratamiento de agua contribuirían a Proyectos y Gerencia Ltda. en el fortalecimiento de su organización a nivel de crecimiento, rentabilidad, sostenibilidad y competitividad?

Para poder dar respuesta a dicha interrogante se hizo necesario plasmar un objetivo general a lograr el cual es: Gestionar los riesgos, aspectos e impactos en la operación de una planta de tratamiento de agua ubicada en la ciudad de Neiva (Huila, Colombia), dentro de las etapas de Floculación, Sedimentación, Filtración y Cloración, que permita a PROYECTOS & GERENCIA LTDA. en el mediano y largo plazo la implementación un sistema de gestión integral ISO 14001:2004 y OHSAS 18001:2007 con el apoyo de la Norma ISO 31000:2009 para “gestionar riesgos” y la Norma ISO 31010:2009 “técnicas para valorar el riesgo”.

Tras estudiar el diverso material normativo y legal aplicable al trabajo investigativo en cuestión se decidió tomar como referencia para la gestión del riesgo la Norma internacional ISO 31000:2009, puesto que brinda las pautas que permiten a la organización realizar gestión sobre los mismos, mediante el establecimiento de varios contextos tales como: Identificación para su posterior análisis teniendo en cuenta los controles existentes, valoración con base en las diversas metodologías brindadas por la norma internacional ISO 31010: 2009, para luego tomar decisiones enfocadas a: Evitar el riesgo o aceptarlo, eliminar su fuente, cambiar la probabilidad y/o las consecuencias, compartirlo con terceros o mantenerlo por decisión propia.

Con las herramientas normativas encontradas y listas de verificación como material de apoyo se procede a realizar una visita de campo en el área de trabajo, con el fin de obtener un panorama real de los peligros, aspectos e impactos asociados a las actividades en el proceso de tratamiento de agua en una planta de la ciudad de Neiva (Huila, Colombia). Por otra parte, para el análisis y valoración se partió de la definición de la norma ISO 14001:2004 donde ‘aspecto ambiental’ es aquel elemento de las actividades o proceso que tiene o puede tener interacción con el medio ambiente, mientras que ‘peligro’ en la norma OSHAS 18001:2007 es aquella fuente situación o acto con potencial de daño y amenaza la salud del trabajador. Una vez se logra la identificación, se utilizan como apoyo unas plantillas de clasificación de aspectos e impactos ambientales y factores de riesgo (peligro), donde cada uno de estos se asocia a las actividades de cada etapa del proceso y se describe la interacción del aspecto y/o peligro en la actividad. Posteriormente, se lleva a cabo un análisis para definir las metodologías de evaluación del impacto ambiental teniendo en cuenta los siguientes criterios: Magnitud, severidad y probabilidad de ocurrencia, esto con el fin de determinar cuáles aspectos son más significativos. Por otra parte, para el análisis y valoración del riesgo se tomó como referencia la norma internacional ISO 31010:2009 “Técnicas para Valorar el Riesgo” donde se plantean

diferentes metodologías para la identificación del riesgo, análisis cualitativo y/o cuantitativo con base en la consecuencia y probabilidad; adicionalmente, para la selección de la herramienta o técnica de valoración a utilizar se tiene en cuenta: La complejidad del problema, la naturaleza y grado de incertidumbre de acuerdo a la información disponible y los requisitos para satisfacer los objetivos, la cantidad de recursos (tiempo, nivel de experiencia, costos) y si el método a utilizar puede suministrar el resultado esperado; todo esto con el fin de poder establecer, si se mantienen los controles existentes o se deben establecer nuevos controles; para que a su vez, se desarrollen planes de acción orientados a minimizar o eliminar los riesgos y prevenir o mitigar los impactos ambientales negativos.

Esta investigación tiene como finalidad adicional, permitir a todas las empresas dedicadas a la administración y operación de plantas de tratamiento de agua tener un punto de referencia sobre los peligros, aspectos e impactos asociados a la naturaleza de sus actividades y como identificarlos y analizarlos; de tal forma que, se priorizan aquellos que pueden llegar a ser significativos, realizando gestión de recursos enfocados en la elaboración de planes de acción orientados a la mejora continua. De igual manera, tiene la intención de crear conciencia en las organizaciones a nivel de la gestión de sus riesgos, aspectos e impactos que se pueden traducir en una reducción significativa de la accidentalidad de sus trabajadores, optimización en el uso y/o consumo de los recursos, obteniendo consigo mayor rentabilidad, competitividad, posicionamiento de su imagen corporativa, expansión a nuevos mercados y así mismo, llegar a ser un referente a seguir frente a sus competidores.

Tabla de contenido

0. INTRODUCCIÓN.....	7
PROBLEMÁTICA Y JUSTIFICACIÓN	11
PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	12
ALCANCE Y LIMITACIONES	12
METODOLOGÍA	12
OBJETIVOS.....	14
OBJETIVO GENERAL:	14
OBJETIVOS ESPECÍFICOS:.....	14
1 ANTECEDENTES.....	15
1.1 ANTECEDENTES EN EL CONTEXTO MUNDIAL.....	16
1.2 ANTECEDENTES EN EL CONTEXTO DE AMÉRICA LATINA.....	21
1.3 ANTECEDENTES EN COLOMBIA	22
2 MARCO REFERENCIAL	27
2.1 MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL.....	27
2.1 Agua potable	27
2.2 Aguas residuales.....	28
2.3 Tratamiento de aguas residuales.....	29
2.4 Tratamiento de aguas.....	30
2.5 Tipos de plantas de tratamiento de agua.....	31
2.6 Tipos de tratamiento de agua potable.....	31
2.7 Procesos de tratamiento de agua potable.....	33
2.8 Descripción del proceso de floculación	33
2.9 Decantación o sedimentación.....	40
2.10 Proceso de filtración.....	40
2.11 Proceso de cloración	41
2.2 MARCO CONSTITUCIONAL Y LEGAL	45
2.3 MARCO NORMATIVO.....	46
2.3.1 ISO 14001:2004. SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL. REQUISITOS CON ORIENTACIÓN PARA SU USO.....	46
2.3.2 OHSAS 18001:2007. SISTEMA DE GESTIÓN EN SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL. REQUISITOS.....	47
2.3.3 ISO 31000:2009. GESTIÓN DEL RIESGO. PRINCIPIOS Y DIRECTRICES.....	48
2.3.4 ISO 31010:2009. GESTIÓN DE RIESGOS. TÉCNICAS DE VALORACIÓN DE RIESGOS.....	48
3 MÉTODOLÓGÍA APLICADA	49
3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN:.....	49
3.2 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN:	49
3.2.1 SITUACIÓN PROBLEMA O DIAGNÓSTICO.....	50
3.3 TÉCNICAS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS.....	50
4 CARACTERIZACIÓN PROCESO OPERACIÓN PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA.....	52

4.1	COMPONENTES DE LA CARACTERIZACIÓN	52
5	IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS, ASPECTOS E IMPACTOS	62
5.1	<i>MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS.....</i>	<i>62</i>
5.1.1	<i>Proceso: En este paso se identifican los procesos que la Proyectos & Gerencia opera, definidos en 4 grupos.</i>	<i>62</i>
5.2	<i>MATRIZ DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTALES</i>	<i>68</i>
6	VALORACIÓN DE RIESGOS Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS	70
6.1	¿POR QUÉ VALORAR RIESGOS Y EVALUAR IMPACTOS?	70
6.2	ORIENTACIÓN DE LAS NORMAS ISO 31000:2009 - GESTIÓN DEL RIESGO E ISO 31010:2009 – TÉCNICAS PARA VALORAR EL RIESGO.....	70
6.3	VALORACIÓN DEL RIESGO APLICANDO TÉCNICA AMEF.....	72
6.4	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS Y HALLAZGOS DE LA VALORACIÓN DE RIESGOS.....	76
6.5	EVALUACION DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTALES.....	79
6.6	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS Y HALLAZGOS DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL.....	81
7	PROGRAMA(S) PARA GESTIONAR LOS RIESGOS, ASPECTOS E IMPACTOS	85
8	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	93
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	96
	APÉNDICES (ANEXOS).....	98
ANEXO 1.	LISTA DE CHEQUEO SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO	98
ANEXO 2.	EJEMPLO CLASIFICACIÓN DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTALES.....	99
ANEXO 3.	EJEMPLO CLASIFICACIÓN DE PELIGROS.....	100
ANEXO 4.	TABLA A.1 APLICABILIDAD DE LAS HERRAMIENTAS PARA LA VALORACIÓN DEL RIESGO 103	
ANEXO 5.	TABLA A.2. ATRIBUTOS DE UNA SELECCIÓN DE HERRAMIENTAS PARA LA VALORACIÓN DEL RIESGO	104
ANEXO 6.	BIBLIOGRAFÍA AMEF.....	108
ANEXO 7.	INFORMACIÓN DE SEGURIDAD PROVEEDOR CLORO.....	109
ANEXO 8.	LISTADO MAESTRO MODELO PROCEDIMIENTOS.....	110
ANEXO 9.	LISTADO MAESTRO MODELO FORMATOS.....	112
ANEXO 10.	EJEMPLO 1 (DOCUMENTO).....	113
ANEXO 11.	EJEMPLO 1 (REGISTRO).....	114
ANEXO 12.	EJEMPLO 2 REGISTRO	115
ANEXO 13.	EJEMPLO 2 REGISTRO	116
ANEXO 14.	EJEMPLO 2 REGISTRO	117
ANEXO 15.	EJEMPLO 2 REGISTRO	117

Lista de Figuras

Figura 1. Mapa de la Ciudad de Neiva.....	7
Figura 2. Mapa del Departamento del Huila.....	8
Figura 3. Croquis del mapa de Neiva.....	8
Figura 4. Ciudad de Neiva.....	8
Figura 5. Plantas convencionales de potabilización del agua.....	9
Figura 6. Sedimentación y Decantación.....	16
Figura 7. Evolución de la cobertura de acueductos en Colombia.....	25
Figura 8. Esquema conceptual de un sistema de tratamiento de aguas residuales.....	30
Figura 9. Esquema del proceso del tratamiento de agua.....	33
Figura 10. Esquema del proceso de tratamiento de agua.....	36
Figura 11. Esquema del proceso del tratamiento de agua.....	37
Figura 12. Proceso de filtrado con lechos con arena.....	39
Figura 13. Caseta de cloración (vista planta o desde arriba).....	40
Figura 14. Caseta de cloración (vista longitudinal).....	41
Figura 15. Aplicación del cloro gaseoso en forma directa.....	42
Figura 16. Diagrama de flujo de etapa de coagulación – Floculación.....	53
Figura 17. Agua con floc.....	53
Figura 18. Diagrama de flujo etapa de sedimentación.....	55
Figura 19. Tanques de sedimentación.....	55
Figura 20. Diagrama de flujo etapa de filtración.....	57
Figura 21. Tanque de filtración el agua se agita para el bombeo de aire.....	57
Figura 22. Tanque de filtración lavado filtro.....	57
Figura 23. Diagrama de flujo etapa de cloración.....	59
Figura 24. Condiciones de escaleras y barandas.....	61
Figura 25. Tanque de filtración vacío profundidad 4.30 metros.....	62
Figura 26. Adecuación línea de vida.....	62
Figura 27. Tanque de filtración durante el retro – lavado del filtro.....	62
Figura 28. Cable con electricidad descolgado sobre los tanques de sedimentación.....	63
Figura 29. Caja eléctrica en los corredores de los tanques de sedimentación.....	63
Figura 30. Extintores de distintas clases visibles y señalizados.....	64
Figura 31. Equipo de oxígeno avanzado.....	64
Figura 32. Puntos ecológicos visibles y de fácil ubicación.....	64
Figura 33. Monitoreo o computarizado del proceso en tiempo real.....	65
Figura 34. Extintores visibles, señalización factores de riesgo (peligros) descolgado sobre los tanques de Sedimentación.....	65
Figura 35. Señalización clara de factores de riesgo y equipos de protección personal.....	66
Figura 36. En el entorno hay flora y fauna.....	67
Figura 37. Proceso para la gestión del riesgo.....	70
Figura 38. Probabilidad de caída a distinto nivel o en tanque.....	75
Figura 39. Equipo de lavado.....	75
Figura 40. Precaución en la manipulación de los cilindros.....	75
Figura 41. Precauciones con la trampa (válvula de seguridad del cilindro en cloro).....	75
Figura 42. Ducha de emergencia.....	76
Figura 43. Equipo de oxígeno avanzado.....	76
Figura 44. Cable con electricidad descolgado sobre los tanques de sedimentación.....	76
Figura 45. Posibilidad de contacto con fuentes eléctricas.....	76
Figura 46. Monitoreo computarizado observar son 6 tanques de filtración y consumen agua.....	80
Figura 47. Monitoreo computarizado vista tanque de filtración durante el lavado.....	80
Figura 48. Monitoreo computarizado, observar en el retro – lavado se consume agua y se vierte a través de un desagüe.....	81

Lista de Tablas

Tabla 1	Procesos en función del tipo de Contaminante	30
Tabla 2	Caracterización, Etapa Coagulación o Floculación.....	52
Tabla 3	Caracterización, Etapa Sedimentación.....	54
Tabla 4	Caracterización, Etapa Filtración.....	56
Tabla 5	Caracterización, Etapa Cloración.....	58
Tabla 6	Probabilidad de Ocurrencia / Frecuencia ³⁵ (Adaptación modificada)	71
Tabla 7	Gravedad ³⁷ (Adaptación modificada)	72
Tabla 8	No Detección ³⁸ (Adaptación modificada).....	72
Tabla 9	Peligros con mayor Nivel de Riesgo	74
Tabla 10	Escala del Aspecto.....	77
Tabla 11	Severidad del Aspecto.....	78
Tabla 12	Probabilidad Ocurrencia del Aspecto.....	78
Tabla 13	Totalidad factores para establecer Significancia.....	78
Tabla 14	Evaluación de Aspectos	79
Tabla 15	Peligros con mayor Nivel de Riesgo	79

Lista de Anexos

Anexo 1	Lista de Chequeo Seguridad y Salud en el Trabajo	96
Anexo 2	Ejemplo de Clasificación de Aspectos e Impactos Ambientales	98
Anexo 3	Ejemplo de Clasificación de Peligros.....	99
Anexo 4	Tabla A1 Aplicabilidad de las herramientas para la valoración del Riesgo	102
Anexo 5	Tabla A2 Atributos de una Selección de Herramientas para la Valoración del Riesgo	103
Anexo 6	Bibliografía AMEF ³⁸	107
Anexo 7	Información de Seguridad, Proveedor Cloro	108
Anexo 8	Listado Maestro Modelo Procedimientos 42	109
Anexo 9	Listado Maestro Modelo Procedimientos 43.....	111
Anexo 10	Ejemplo 1 (Documento) ⁴⁴	112
Anexo 11	Ejemplo 1 (Registro) ⁴⁵	113
Anexo 12	Ejemplo 2 (Registro) ⁴⁶	114
Anexo 13	Ejemplo 2 (Registro) ⁴⁷	115
Anexo 14	Ejemplo 2 (Registro) ⁴⁸	116
Anexo 15	Ejemplo 2 (Registro) ⁴⁹	116

0. INTRODUCCIÓN

La construcción de acueductos para producción de agua potable es de gran importancia social debido a que beneficia a la población de un municipio o de una región; es por esto, que esta propuesta se orienta fundamentalmente en el sentido de gestionar los riesgos, aspectos e impactos ambientales en la operación de una planta de tratamiento de agua en el departamento del Huila por la empresa Proyectos & Gerencia Ltda.

Neiva es la capital del departamento del Huila, en Colombia. Se ubica 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. Esta es una de las principales ciudades del sur colombiano, ya que es el puerto de conexión para las ciudades capitales de Florencia, Mocoa, Popayán y Pasto.

La variable temperatura siempre guarda cierta relación con la precipitación, de manera que los meses más calurosos son aquellos en que la lluvia es menor, en especial agosto y septiembre, en los cuales la temperatura máxima sobrepasa en la zona urbana los 37°C y los meses más frescos son aquellos considerados como los meses más lluviosos, sobresaliendo abril, noviembre y diciembre, siendo la temperatura máxima oscilante entre los 28° C y los 30° C.



Figura 1. Mapa de la ciudad de Neiva.

Fuente: <http://sanagustinwork.blogspot.com.co/2010/11/laura-medina-santa-neiva-capital.html>



Figura 2 Mapa del Departamento del Huila.

Fuente: http://colombianevahuilablogspot.com.co/2011_12_01_archive.html

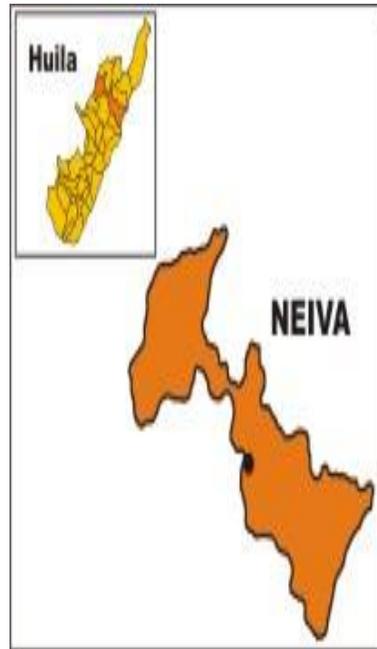


Figura 3 Croquis del Mapa de Neiva.

Fuente: http://www.confecampo.com/asociados/comites/huila/neiva_municipio.html



Figura 4 Ciudad de Neiva.

Fuente: http://www.investinhuilacom/neiva_entre_las_mas_economicas_del_pais.html

Para llevar a cabo nuestro objetivo este estudio se restringe a los cuatros procesos fundamentales del tratamiento de aguas que aplican a nuestro proyecto de referencia y que se abordaron en la investigación, los cuales son:

- Floculación
- Sedimentación
- Filtración
- Cloración

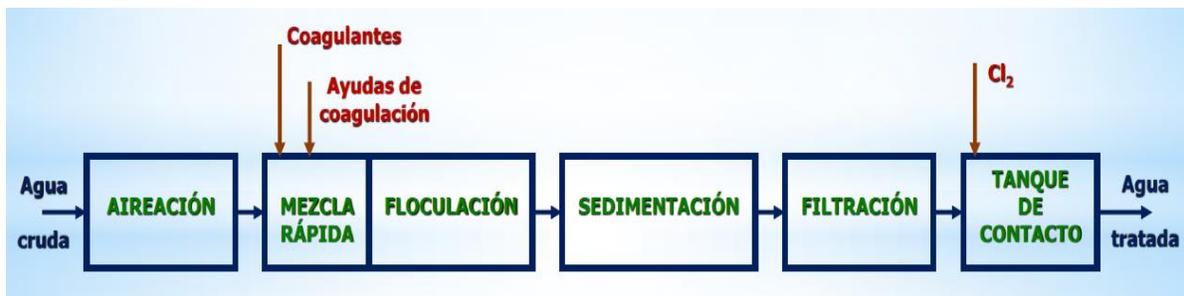


Figura 5. Plantas convencionales de potabilización de aguas¹.

Los acueductos generalmente se surten de fuentes naturales como ríos o quebradas, de los cuales se capta el agua cruda para ser conducida a las plantas de tratamiento, con el fin de eliminar su impureza adecuando sus condiciones fisicoquímicas y potabilizándola, para que sea apta para el consumo humano.

En la planta se somete inicialmente a un proceso de floculación, mediante la adición de algunos productos químicos aglomerantes que por efecto eléctrico aglutinan la impureza química que se halla disuelta, formando unas macropartículas llamadas “bloc”, las cuales por acción mecánica, en un segundo proceso de largo recorrido y baja velocidad, se van precipitando o sedimentando en el fondo de un tanque, quedando el agua clarificada, la cual por rebosamiento se recoge en una cámara que va a alimentar los filtros.

Debido a que la acción de la gravedad en la sedimentación no es suficiente para eliminar las partículas más pequeñas como residuos de floc, el agua clarificada se hace pasar por unos filtros de grava, arena y carbón antracita, los cuales retienen estas partículas mínimas, eliminando por ende la turbidez, la dureza y el color y proporcionando un agua casi pura. Las impurezas que quedan en los filtros se van acumulando, colmatándolos, por lo cual es necesario realizarles frecuentemente un retro-lavado.

Esta agua limpia y fisicoquímicamente adecuada para consumo humano, se somete a un proceso de desinfección o potabilización mediante la adición de cloro gaseoso, el cual se adiciona en tal proporción, que permite que en el agua quede una concentración suficiente para eliminar los microorganismos patógenos, pero que no alcanza a causar daño al organismo humano.

El agua con esa concentración mínima de cloro residual se manda a los tanques de almacenamiento para ser distribuida al consumidor final en sus viviendas.

En primera instancia, se busca que el lector pueda comprender los conceptos o ideas básicas que explican cada proceso, clarificando la interrelación que se

¹Fundamentos plantas de potabilización de agua – Autora: Ing. María Villegas (Docente Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito)

genera entre ellos y algunas características que mostrarían un adecuado funcionamiento.

Se acopiará información y elementos teóricos y/o prácticos, enfocados en la descripción del proceso de "Tratamiento de Aguas", analizando a la vez la condición de seguridad industrial e impacto ambiental. Para esto, se elaborará una matriz de identificación de peligros con su respectiva valoración de riesgos y una matriz de aspectos e impactos ambientales, las cuales permitirán saber si se deben mantener los controles existentes o establecer nuevos controles, mediante planes de acción orientados a minimizar o eliminar los riesgos y prevenir o mitigar la contaminación. Para lograrlo se utilizará en el modelo P.H.V.A (Planear, hacer, verificar, y actuar) bajo el cual se han desarrollado los modelos de gestión.

Los sistemas de gestión ambiental y de seguridad y salud ocupacional son una herramienta potente para fortalecer este proceso desarrollado por PROYECTOS & GERENCIA LTDA, ya que éstos están enfocados a que las organizaciones sean competitivas y productivas mediante un pensamiento sistémico basado en procesos promoviendo un cambio cultural para aprovechar al máximo los recursos apuntando varios objetivos entre los que se destacan:

- Protección ambiental.
- Prevención de la contaminación.
- Promover buenas prácticas de Seguridad y Salud Ocupacional.
- Prevención de lesiones y enfermedades.
- Cumplimiento legal y requisitos de otra índole con las partes involucradas.

Este proceso continuo que se realiza en la planta de tratamiento de agua es el que se somete a estudio para determinar los riesgos e impactos ambientales que puede conllevar y que le permitirá a Proyectos y Gerencia Limitada, mediante modelamiento de su gestión, en el corto o mediano plazo, la implementación de un Sistema de Gestión Integral con las normas ISO 14001:2004, OHSAS 18001:2007, con el apoyo de la norma ISO 31000:2009 para "Gestionar Riesgos" y la norma ISO 31010: 2009 "Técnicas para Valorar el Riesgo".

PROBLEMÁTICA Y JUSTIFICACIÓN

PROYECTOS & GERENCIA LTDA. Es una empresa familiar, fundada el 30 de Julio de 2001 conformada por una nómina de profesionales huilenses y nacionales, tiene su objetivo en abordar y resolver toda la problemática que plantea el desarrollo, abordándola con base en proyectos, cuya formulación y ejecución aseguren la consecución de las metas fijadas en los Planes de Desarrollo Municipal, Departamental y Nacional.²

Dentro de su portafolio de servicios la empresa desarrolla proyectos de Ingeniería en Obras civiles como Acueductos Rurales en el Departamento del Huila, el objeto del Proyecto se centra en el proceso del “Tratamiento del Agua” que comprende las siguientes etapas: Floculación, Sedimentación, Filtración y Cloración; en los cuales se observan distintos eventos y situaciones en el desarrollo de las actividades donde se han considerado la legislación, reglamentos técnicos y normatividad aplicable, pero no se ha realizado: Una identificación de peligros y valoración de riesgos, identificación de aspectos y evaluación de impactos ambientales, hasta el momento la empresa no tiene un área específica que atienda éstos riesgos, aspectos e impactos que pueden afectar positiva o negativamente a la organización quien debe velar por: El bienestar y la salud de sus trabajadores y colaboradores, cumplir los requisitos legales y de otra índole ante partes interesadas (clientes, autoridades, entre otros), protección del medio ambiente y prevención de la contaminación.

Por tal razón, el desconocimiento de los riesgos, aspectos e impactos y demás requisitos y la falta de gestión sobre éstos representan una amenaza potencial de que se presente un incidente o situación no deseada que podría ocasionar: Pérdidas humanas y materiales, lesiones incapacitantes y daños al personal (propio, colaboradores) y a terceros, deterioro del medio ambiente, incumplimiento y violación de la ley y normatividad aplicable, pérdida de clientes e imagen para la organización, entre otras. Adicionalmente estar expuesto a acarrear sanciones, multas, indemnizaciones y reparación de daños y perjuicios que afecten la liquidez de la organización.

De tal forma que, para Proyectos & Gerencia LTDA. hacer un estudio para conocer y gerenciar los riesgos, aspectos e impactos es una solución estratégica para en el corto, mediano y largo plazo pueda llegar a implementar un sistema integrado de gestión (SIG) ISO 14001:2004 y OHSAS 18001:2007 que le permitan obtener crecimiento, sostenibilidad y rentabilidad administrando mejor sus recursos y generando valor agregado siendo más competitiva y productiva destacándose por la excelencia de sus servicios.

² Tomado del OBJETO SOCIAL de PROYECTOS & GERENCIA LTDA. De Mayo del 2001

Para la gestión del Proceso de “Tratamiento del Agua” se llevó a cabo de forma grupal, conformando dos equipos de trabajo. El grupo A, estuvo conformado por Mayra Yolibeth Copete Cossío y Julio Cesar Ardila Ruíz, se enfocaron en las etapas de Floculación y Sedimentación. El grupo B estuvo conformado por Carolina Pulido Rincón y Carlos Eduardo Méndez García, se enfocaron en las etapas de Filtración y Cloración.

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿En qué medida la gestión del riesgo, análisis de aspectos e impactos ambientales en el proceso de tratamiento de agua contribuirían a Proyectos y Gerencia Ltda. en el fortalecimiento de su organización a nivel de crecimiento, rentabilidad, sostenibilidad y competitividad?

ALCANCE Y LIMITACIONES

- Identificar aspectos e impactos ambientales y los peligros existentes en las actividades de la operación de una planta de tratamiento de agua; para hacer gestión sobre los riesgos, aspectos e impactos de acuerdo a la severidad y el grado de aceptabilidad que defina la organización.
- Elaboración de un programa para gestionar riesgos, aspectos e impactos como estrategia que permita a PROYECTOS & GERENCIA LTDA. en el futuro la implementación de un sistema integrado de gestión HSE.
- La investigación está delimitada al estudio de un proyecto ejecutado recientemente por PROYECTOS & GERENCIA LTDA en el Departamento del HUILA para obtener la información suficiente para el análisis y cumplimiento de los objetivos propuestos en este documento.

METODOLOGÍA

- ✓ Se realizarán visitas de campo en el área de trabajo, se revisarán registros y documentos de proyectos ya realizados, obteniendo un panorama amplio y real sobre la situación actual del proceso de “Tratamiento de Agua”.
- ✓ Visita de campo en el de área de trabajo, identificando las actividades de cada etapa del proceso, mediante las inspecciones, obteniendo como resultado un panorama real, de peligros, aspectos e impactos ambientales.
- ✓ Aplicación de una metodología de la Norma ISO 31010:2009 para la valoración de los riesgos, obteniendo como resultados las actividades críticas del proceso.

- ✓ Visitar a los trabajadores en cada una de sus actividades, en el área de trabajo, para diagnosticar los riesgos, aspectos e impactos ambientales, para tomar decisiones para prevenir el problema y daños bien sea minimizando la probabilidad de que llegue a ocurrir, o minimizando el impacto que pueda causar.

- ✓ Divulgar el funcionamiento del Sistema a todos los niveles de la empresa (Gerente, trabajadores, contratistas, personal de apoyo y cualquier otro componente organizativo) que esté involucrado con la operación; dando capacitaciones, charlas, acerca de los beneficios que trae el Sistema de Gestión con base en el modelo P.H.V.A (Planear, hacer, verificar, y actuar) siempre y cuando se constituyan en un proceso sin fin; es decir, que se planee, se tome una acción, se verifiquen si los resultados eran los esperados y se actúe sobre dichos resultados para reiniciar el proceso, obteniendo como resultado el crecimiento, la rentabilidad y sostenibilidad de la Organización.

OBJETIVOS

Objetivo General:

Gestionar los Riesgos, Aspectos e Impactos, en la Operación de una planta de tratamiento de agua ubicada en el Departamento del Huila, dentro de las etapas de Floculación, Sedimentación, Filtración y Cloración, que permita a PROYECTOS & GERENCIA LTDA. en el mediano y largo plazo la implementación un sistema de gestión integral ISO 14001:2004 y OHSAS 18001:2007 con el apoyo de la Norma ISO 31000:2009 para “gestionar riesgos” y la Norma ISO 31010:2009 “técnicas para valorar el riesgo”.

Objetivos Específicos:

- Recopilar información y elementos teóricos y/o prácticos, encaminados a la caracterización del proceso de “Tratamiento del Agua” y sus etapas en el Acueducto, obteniendo como resultado un diagnóstico de la situación actual del mismo.
- Elaborar matrices de identificación de peligros y de aspectos e impactos ambientales, para desarrollar planes de acción que permitan minimizar los riesgos y prevenir la contaminación.
- Realizar la valoración de los riesgos, que están relacionados con la actividad principal con apoyo de metodologías sugeridas para desarrollar planes de acción que permita minimizar los riesgos mediante un Programa de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional.
- Crear un Programa para Gestionar el Riesgo, aspectos e impactos ambientales.

1 ANTECEDENTES

Los pueblos antiguos no se preocupaban por tratar el agua para poder consumirla, generalmente se ubicaban en cercanías a fuentes de agua por lo que hablar de ingeniería a nivel de obras no tuvo lugar. El factor más relevante que ha incidido directamente en la alteración de las características del agua ha sido el acelerado crecimiento de la población humana; es el hombre el principal consumidor y para satisfacer su necesidad continuamente está en la búsqueda de nuevas fuentes para abastecerse, pero además del consumo es el que más la contamina y es quien debe resarcir el daño para la supervivencia del planeta y de toda forma de vida.

Una de las mayores preocupaciones en la historia de la humanidad ha sido el procurarse agua lo más pura y limpia posible. El tratamiento del agua originalmente se centraba en mejorar las cualidades estéticas de esta. La historia del agua potable es muy remota. En Siria y Babilonia se construyeron conducciones de albañilería y acueductos para acercar el agua desde sus fuentes a lugares próximos a las viviendas.³

Históricamente se ha hablado de tener el agua pura y limpia pero la interpretación ha variado en distintas épocas y civilizaciones. Por ejemplo, se ha asociado al color, al sabor, al pH, a la densidad 'p', entre otras características que entre más atrás se retroceda en la historia debían ser más fáciles de detectar. Pero el agua en sí, tiene propiedades y características físico-químicas que se han ido descubriendo conforme ha evolucionado el hombre con sus avances en la ciencia, el desarrollo de nuevas tecnologías y nuevos métodos para medir y analizar.

El agua es el elemento más importante para que haya vida en la tierra, pero es susceptible a contaminarse por su interacción con todo elemento en los distintos entornos y las distintas formas de vida. El agua es el medio conductor de distintos tipos de contaminantes (bacterias, partículas suspendidas, soluciones, microorganismos, etc.) que han generado diferentes enfermedades como (cólera, tifoidea, disentería y hepatitis A) principalmente.

Los antecedentes referentes a la construcción de obras civiles para el diseño y adecuación de sitios específicos para hacer tratamiento del agua son remotos. Debido a que en la antigüedad los procesos que hoy conocemos no estaban desarrollados o no se conocían. Además de ser procesos muy rudimentarios cuya finalidad era la captación u obtención del agua de una fuente hídrica natural para conducirla a cercanías a zonas habitadas, donde de forma artesanal se hacía una

³ http://www.elaguapotable.com/tratamiento_del_agua.htm

limpieza poco eficiente del agua para poder consumirla. Como se mencionó anteriormente, el concepto de agua limpia y pura era muy confuso, distorsionado y erróneo.

La formulación, planeación y diseño de un sistema de tratamiento del agua ha sido un tema de importancia en todas las sociedades, puesto que tiene como objetivo proteger la salud pública y el medio ambiente, toda vez que el consumo del agua sin el adecuado tratamiento puede generar enfermedades en las personas que entran en contacto con esas aguas, además si las aguas residuales van a ser vertidas a un cuerpo receptor natural (mar, ríos, lagos), será necesario realizar un tratamiento para evitar, y también para proteger la fauna y flora presentes en el cuerpo receptor natural.

1.1 ANTECEDENTES EN EL CONTEXTO MUNDIAL

A pesar de que la contaminación no representaba un problema en la antigüedad se han encontrado instalaciones de alcantarillado en lugares prehistóricos de Creta y en las antiguas ciudades asirias. En Siria y Babilonia se construyeron conducciones de albañilería y acueductos para acercar el agua desde sus fuentes a lugares próximos a sus viviendas. Los antiguos pueblos orientales usaban arena y barro para filtrar el agua. Hay registros de métodos para mejorar el sabor y el olor del agua que remontan a al año 4000 A.C. Escritos griegos recomendaban métodos de tratamiento tales como: filtración a través de carbón, exposición a los rayos solares o ebullición. En el antiguo Egipto dejaban reposar el agua en vasijas de barro durante varios meses para dejar precipitar las partículas e impurezas, y mediante un sifón extraían el agua de la parte superior (decantación), en otras ocasiones incorporaban ciertas sustancias minerales y vegetales para facilitar la precipitación de partículas y clarificar el agua (coagulación). En los comienzos del 1500 antes de Cristo, se tiene referencias de que los egipcios usaban ya un producto, que hoy se emplea para el mismo fin, el alumbre para lograr precipitar partículas suspendidas en el agua.⁴



Figura 6 Sedimentación y decantación- 1450 Antes de Cristo

Fuente: H₂O'C Biblioteca de Ingeniería de John T. O'Connor y Tom

⁴ http://www.elaguapotable.com/tratamiento_del_agua.htm

El primer pueblo en tener en cuenta la sanidad del suministro fue el pueblo romano, quienes construyeron numerosos acueductos para proporcionar agua a las ciudades y los lugares industriales. “Estos acueductos estaban entre los mayores logros de ingeniería del mundo antiguo construyeron una red extensa de acueductos para transportar aguas limpias desde los montes Apeninos hasta la ciudad, intercalando estanques y filtros a lo largo de recorrido del agua para asegurar su claridad⁵ y establecieron un estándar no igualado por más de mil años tras la caída de Roma. El sistema de filtrado romano les permitía separar agua de buena calidad que usaban para cocinar y beber y de otras fuentes recogían agua de peor calidad que usaban para el riego y limpieza general. Muchas ciudades aún mantienen y usan los antiguos acueductos hoy en día, aunque los canales abiertos han sido normalmente reemplazados por tuberías.

Los romanos típicamente construyeron numerosos acueductos para servir a cualquier gran ciudad en su imperio, así como muchas ciudades pequeñas y centros de producción industrial. La misma ciudad de Roma, siendo la ciudad más grande, tenía la mayor concentración de acueductos, con agua proporcionada por once acueductos construidos a lo largo de un período de quinientos años.⁶

“El acueducto de Eifel fue uno de los acueductos más largos del Imperio romano, que demuestra la gran pericia de los ingenieros de la época, cuyos logros técnicos se perdieron en gran parte de Europa en la Edad Media. Construido en el año 80, el acueducto transportaba agua unos 95 km desde la accidentada región de Eifel, a la cual debe su nombre, en lo que hoy es Alemania hasta la antigua ciudad de Colonia Claudia Ara Agrippinensium (actual Colonia). Si se incluyen los ramales auxiliares para los manantiales adicionales, su longitud era de 130 km. La construcción era casi completamente subterránea, y el agua discurría por gravedad. Fue necesario hacer unos cuantos puentes, incluyendo uno de 1400 m de longitud, para atravesar los valles. A diferencia de otros acueductos romanos famosos, el de Eifel fue expresamente diseñado para minimizar su trazado en superficie, protegiéndolo así de daños y congelaciones”.⁷

De igual forma, a través de la historia se destaca en Europa. El primer sistema de suministro de agua potable a toda una ciudad, fue llevado a cabo por John Gibb, en 1804, quien logró abastecer de agua filtrada a la ciudad de Glasgow, Escocia.⁸ También la construcción del Acueducto de Pontcysyllte el cual es un acueducto navegable que lleva el canal de Llangollen sobre el valle del río Dee, entre los pueblos de Trevor y Froncysyllte, en el condado de Wrexham al noreste de Gales. Culminado en 1805, es el acueducto más largo y alto en Gran Bretaña, un monumento clasificado grado I y un Patrimonio de la Humanidad.

⁵ <http://www.aprendizaje.com.mx/Curso/Proceso2/aguas.htm>

⁶ http://es.wikipedia.org/wiki/Acueductos_de_Roma

⁷ http://es.wikipedia.org/wiki/Acueducto_de_Eifel

⁸ http://www.elaguapotable.com/tratamiento_del_agua.htm

El acueducto, construido por Thomas Telford y William Jessop, mide 1.007 pies (306,9336 metros) de largo, 11 pies (3,3528 metros) de ancho y 5,25 pies (1,6002 metros) de profundidad. Consiste en un canal de hierro fundido apoyado en 126 pies (38 metros) de hierro arqueado sobre el río por diecinueve pilares de mampostería, cada uno con un ancho de 53 pies (16 metros). Existió gran escepticismo sobre el método de construcción empleado, pero Telford confiaba en el mismo: ya había construido por lo menos uno con anterioridad: el acueducto de Longdon-on-Tern en el canal de Shrewsbury. Fue una de las mayores proezas de la ingeniería civil realizados por el ingeniero Thomas Telford (supervisado por el ingeniero de canales más experimentado William Jessop). El hierro fue proporcionado por William Hazledine de sus fundiciones en Shrewsbury y de la cercana Cefn Mawr. Fue inaugurado el 26 de noviembre de 1805, habiendo tomado alrededor de diez años diseñarlo y construirlo a un costo total de 47.000 £.⁹

En 1806 se pone en funcionamiento en Paris una gran planta de tratamiento de agua, en esta planta se dejaba sedimentar el agua durante 12 horas y a continuación se procedía a su filtración mediante filtros de arena y carbón y en 1827 James Simplón construye en Inglaterra un filtro de arena para tratar y el agua potable.

Ya en el siglo XX de nuestra época se estableció la filtración como un efectivo medio para eliminar partículas del agua aunque el grado de claridad conseguido no era medible en esta época. Al comienzo del siglo XX en Europa se estableció de forma más regular la filtración lenta sobre arena. Durante la segunda mitad de este siglo XX los científicos alcanzaron grandes conocimientos sobre las fuentes y efectos de los contaminantes del agua potable (en 1855 se probó que el cólera era una enfermedad de transmisión hídrica al relacionarse con un brote surgido en Londres a consecuencia de la contaminación de un pozo público por aguas residuales). En 1880 Pasteur explicó cómo organismos microscópicos podían transmitir enfermedades a través del agua. En el siglo XX se descubrió que la turbiedad del agua no era solo un problema estético; las partículas en las fuentes del agua tales como la materia fecal, podría servir de refugio a los patógenos.

Así, como la filtración se mostró como un método de tratamiento efectivo para reducir la turbiedad, desinfectantes como el cloro jugaron un gran papel en la reducción del número de brotes epidémicos en los comienzos del siglo XX. En 1908 se empleó el cloro por primera vez como un desinfectante primario del agua potable de New Jersey. Otro desinfectante como el ozono, también empezó a emplearse por estas fechas en Europa. A continuación aparecieron otras sustancias químicas procedentes de vertidos, generalmente industriales, contaminando las aguas objeto de abastecimiento público (mayoritariamente

⁹ http://es.wikipedia.org/wiki/Acueducto_de_Pontcysyllte

aguas superficiales) y causando un gran impacto negativo y obligando a la implantación de técnicas de tratamiento del agua cada vez más efectivas y complejas (coagulación, floculación, adsorción con carbón activo, etc.) y a veces no han sido lo efectivas que se esperaban para eliminar algunos de los nuevos y emergentes contaminantes.¹⁰

Por otra parte, en norte América desde la antigüedad se observan intentos por resolver el problema de dotación de agua como fue el caso en “Tijuana en el año 1927 se realizaron los estudios hidrológicos de las cuencas importantes, analizando las del río Tijuana y la de los arroyos Alamar y Tecate concluyendo con la recomendación de construir varias presas principalmente las conocidas con el nombre de Rodríguez y la del Cando en la cuenca del río Tijuana, la presa de Marron en el arroyo del alamar a la altura de la línea divisoria internacional. Se determinó construir la presa Rodríguez en el sitio que ocupa actualmente, según los estudios se garantizaba una fuente de abastecimiento de agua suficiente para una población de 60.000 habitantes, así como un sistema de riego para 1200 hectáreas con un volumen anual disponible de 11.000.000 de metros cúbicos para los fines citados”.¹¹

Así mismo, en la revisión de antecedentes podemos destacar lo ocurrido en la ciudad de los Ángeles que debido al descubrimiento del petróleo y la construcción del ferrocarril en los años 1892 presentó un crecimiento desmesurado en la población pasando de 50.000 a 100.000 habitantes en el año 1.900, dicho incremento poblacional trajo consigo una serie de problemáticas entre estas el suministro de agua, cuyas reservas empezaron a peligrar por la superpoblación.

“Tras este preocupante suceso, la Compañía de Agua de la Ciudad de los Ángeles (CACLA), con William Mulholland como responsable, decidió calcular cuál sería el consumo de agua en los años venideros. Para ello utilizaron los datos de crecimiento de los ejercicios anteriores, y los resultados arrojaron que, con una población estimada de 390.000 habitantes, la demanda se situaría en torno a los 220 millones de litros diarios: un 10% más que el caudal máximo histórico registrado en el río Los Ángeles, y más del doble que el dato mínimo...”¹²

Con la ayuda del también ingeniero Joseph Barlow Lippincott, Eaton convenció a Mulholland de que la solución al grave problema al que se enfrentaba la ciudad estaba en aquel río. No fue una tarea difícil, y Mulholland incluso comenzó a sospechar que la planteada por Eaton podía ser la única alternativa. Posteriormente un informe encargado a Frederick H. Newell, ingeniero jefe del

¹⁰ http://www.elaguapotable.com/tratamiento_del_agua.htm

¹¹ http://www.cuidoelagua.org/empapate/origendelagua/historia_acueductos2.html

Servicio de Reclamaciones de EE.UU. y jefe de Lippincott confirmó sus sospechas.

Tras comprobar la viabilidad del proyecto y después de numerosos pleitos con los vecinos del valle Owens, que no sin razón veían peligrar su modo de vida, las obras para construir el acueducto empezaron en otoño de 1908. El presupuesto era de 23 millones de dólares, y el año anterior los ciudadanos de Los Ángeles habían aprobado la emisión de bonos por dicho valor para pagarlos.

Las obras incluyeron la construcción de 142 túneles con una longitud total de unos 70 kilómetros, 55 kilómetros de canal a cielo abierto, más de 60 kilómetros de canal cubierto de hormigón y unos 160 kilómetros de conductos prefabricados que hubo que transportar y colocar en el lugar determinado, algunos de los cuales tenían tamaño suficiente como para conducir por su interior.

También se necesitaron construir más de 500 kilómetros carreteras pavimentadas y líneas de ferrocarril, dos plantas hidroeléctricas, una de las mayores fábricas de cemento del mundo, casi 400 kilómetros de líneas telefónicas y más de 2.300 edificios, entre casas, almacenes, graneros y hospitales.

Además, y como principal reto, hubo que instalar unos 20 kilómetros de sifones de acero. Uno de ellos, situado en el cañón de Jawbone, tiene casi dos kilómetros y medio de longitud y un peso total de 3.216 toneladas, con una caída de más de 260 metros hasta el fondo del cañón antes de ascender por la otra pared. El mayor de todos mide más de 6.6 kilómetros, de los cuales 4.75 están hechos a base de tubos de acero.¹³

En 1972 un estudio encontró 36 sustancias químicas en el agua tratada en Louisiana (U.S) que fue tomada del río Misisipí. Como consecuencia de estas nuevas y mayores contaminaciones, hubo necesidad de aplicar nuevas legislaciones y requerimientos técnicos para salvaguardar la salud de los consumidores. Posteriores avances en la desinfección han puesto a punto nuevas técnicas y sustancias en el proceso de desinfección del agua como son principalmente el empleo de ozono, dióxido de cloro, cloro minas y radiación ultravioleta.

La filtración y la desinfección con cloro del agua potable han sido responsables de gran parte del 50% de aumento de la expectativa de vida en los países desarrollados durante el siglo XX. Este hecho motivó a la revista Life a citar recientemente a la filtración y la cloración del agua potable como probablemente el más significativo avance en salud pública del milenio. Antes de la llegada de la cloración para el tratamiento de agua potable, aproximadamente 25 de cada

¹³ <http://revolutionary-tech.blogspot.com/2012/08/el-acueducto-de-los-angeles-una.html>

100.000 personas morían anualmente los Estados Unidos a causa de la fiebre tifoidea.

Los sistemas de abastecimiento de agua potable sin tratar, o con un tratamiento inadecuado, siguen siendo la mayor amenaza para la salud pública, especialmente en los países en desarrollo, donde casi la mitad de la población consume agua contaminada. En estos países, enfermedades como el cólera, la tifoidea y la disentería crónica son endémicas y matan a niños y a adultos. En 1990 más de tres millones de niños menores de cinco años murieron por enfermedades diarreicas. Los más recientes avances en el tratamiento del agua han sido las mejoras alcanzadas en el desarrollo de membranas para osmosis inversa y otras técnicas como la ozonización y otras relativas a la eliminación de los cada vez mayor número y cantidad de contaminantes encontrados en el agua potable.¹⁴

En los últimos años ha aumentado el interés en la conversión de agua de mar en agua potable en regiones muy secas como en Oriente Próximo. Diversos procesos como destilación, electrodiálisis, ósmosis inversa y evaporación por congelación directa se han desarrollado para este fin. A pesar de sus buenos resultados, estos procesos de tratamiento de agua de mar son mucho más costosos que el tratamiento del agua dulce.¹⁵

1.2 ANTECEDENTES EN EL CONTEXTO DE AMÉRICA LATINA

El rezago en infraestructura de tratamiento de aguas residuales municipales en la mayoría de países de la región Latinoamericana y Caribeña es un asunto que no ha recibido la atención debida por parte de las autoridades competentes. Si bien en años recientes la inversión en este rubro se ha incrementado, el atraso acumulado en varias décadas se mantiene. La meta 10 dentro del objetivo 7 de los Objetivos de Desarrollo del Milenio ha sido alcanzada por la Región, con la excepción de pocos países en lo individual. Es así que en 2011 el 94% de la población tenía acceso al agua potable (la meta era 92%). Por su parte, el indicador para el saneamiento mejorado, de acuerdo con los criterios de la Organización de las Naciones Unidas, está a punto de alcanzarse, ya que se tiene un 82% frente a la meta del 84% prevista en 2015.¹⁶

A pesar de los avances logrados en los últimos años, en buena parte como resultado de la voluntad política basada en los Objetivos de Desarrollo del Milenio, persisten deficiencias de operación y mantenimiento en los sistemas existentes.

¹⁴ http://www.elaguapotable.com/tratamiento_del_agua.htm

¹⁵ <http://www.aprendizaje.com.mx/Curso/Proceso2/aguas.htm>

¹⁶ Banco Mundial, World Development Indicators Database, 2011. Disponible en: www.worldbank.org/data/countrydata/countrydata.html.

En materia de abastecimiento de agua, ésta puede llegar al usuario en cantidad, más no en la calidad adecuada y no de forma continúa. Por otro lado, el saneamiento, ya sea por alcantarillado o en el sitio, en la mayor parte de los casos no está asociado con la infraestructura para su tratamiento antes de su descarga al medio receptor. No existen estimaciones confiables del nivel de cobertura de tratamiento para las aguas residuales municipales en la Región, pero se estima que no más del 20% del agua generada entra realmente a una planta de tratamiento.

Aunado a lo anterior, otro aspecto de alcance global que debe ser considerado en las políticas de inversión para la construcción de nueva infraestructura es el relacionado con la emisión de gases de efecto invernadero (GEI) y el cambio climático tema reconocido como una de las más serias y potenciales amenazas ambientales que enfrenta la humanidad. En efecto, el manejo, tratamiento y disposición de las aguas residuales municipales contribuyen a la emisión de GEI a través de los procesos de descomposición de la materia orgánica contaminante y de las actividades asociadas.

Frente al tamaño del reto, es imperativo desarrollar e implantar nuevas soluciones, más sustentables, al eterno déficit en infraestructura para el manejo del agua residual, así como para ampliar y mejorar los sistemas de abastecimiento de agua. Los nuevos sistemas administrativos, sociales y tecnológicos deberán considerar las limitaciones y posibilidades propias de la Región, con una alta dosis de innovación y adaptación, deslindándose en muchos casos de las soluciones convencionales.

1.3 ANTECEDENTES EN COLOMBIA

Acueductos en Bogotá:

Desde que las mujeres transportaban agua en cantaros, pasando por las fuentes públicas como la del “mono de Pila” hasta los métodos tecnificados actuales, el agua ha estado ligada al desarrollo de Bogotá. La ciudad se localizó entre los ríos San Francisco y San Agustín de los cuales tomaban líquido sus moradores transportándola en Múcuras hasta las viviendas.

Acueducto de Agua Vieja:

En 1584 el cabildo ordenó la construcción de la primera fuente de la Bogotá Colonial, el mono de la Pila, cuyas aguas eran conducidas hasta allí desde el río San Agustín. La cañería que transportaba el agua atravesaba una arboleda de laureles por lo que se llamó el acueducto de los Laureles. Durante los siguientes 100 años se construyeron más fuentes de agua igualmente rudimentarias.

Acueducto de Agua Nueva:

El 30 de mayo de 1757 se inauguró el acueducto de Agua Nueva que se constituyó en la obra más importante de este periodo. Conducía las aguas del río San Francisco a la ciudad y en esta época se construyeron más caños para transportar agua a toda la ciudad.

Alcantarillado Colonial:

En cuanto a la disposición de las aguas servidas (aguas negras), durante el período colonial, la sección transversal de las calles y carreras tenían la forma de batea o artesa, con la parte más honda en el centro por donde corría un caño revestido por lajas de se inauguró piedra. Los habitantes arrojaban las aguas residuales y las basuras en este caño que corría por toda la ciudad, y la lluvia era la encargada de limpiar el primitivo drenaje que desembocaba en los mismos ríos, aguas abajo o en los pantanos al occidente de la ciudad

Acueducto Privado:

En 1886 el municipio concedió a Ramón B. Jimeno y a Antonio Martínez de la Cuadra la exclusividad para establecer, usar y explotar los acueductos de Bogotá y Chapinero por un período de setenta años. Dentro de este sistema se inauguró en 1888 el primer acueducto con tubería de hierro de la ciudad.

Acueducto Municipal:

Pero el sistema privado tampoco fue la respuesta a las necesidades del servicio de la ciudad, por esto en el año de 1914 el Acueducto regresó a la municipalidad y empezaron una serie de obras para solucionar el problema de abastecimiento que venía sufriendo la ciudad. Se construyeron tanques en las zonas altas de la ciudad y se renovaron tuberías. En 1920 se inició la desinfección del agua por medio del Cloro y a finales de esta década se constituyó una nueva empresa con el Tranvía y el Acueducto.

La nueva empresa tenía una junta directiva nombrada por períodos de siete años, compuesta por tres delegados de los bancos prestamistas y dos delegados del Concejo. Se construyeron albercas o cajas desarenadoras en la parte alta de la ciudad. En 1933 se iniciaron las obras para la construcción del embalse de La Regadera y la Planta de tratamiento de Vitela junto con los embalses de Chisacá y los Tunjos, y la Planta de tratamiento de San Diego.

Alcantarillado de la Republica:

A finales del siglo pasado la responsabilidad de construir alcantarillado fue asumida por el municipio y se prohibieron las acequias que corrían a cielo abierto por las calles.

En la segunda década del siglo XX se ordenó cubrir los lechos de los ríos San Francisco y San Agustín constituyéndose en la obra precursora para el alcantarillado moderno. Con las ideas renovadoras de la planificación urbana, las cuales se impulsaron en 1948, se diseñó el Plan Piloto de Desarrollo Urbano en donde se dio inicio al estudio de los colectores troncales y canales para el drenaje.¹⁷

¿Cómo es el avance de la cobertura de acueducto en Colombia?

Los más de 3 millones de pobladores rurales sin acceso al agua potable equivalen al número de habitantes de una ciudad como Cali.

El 28 por ciento de la población rural de Colombia enfrenta una situación crítica por la falta de acueducto, por lo que miles de personas hacen maromas para poder consumir agua de pozos y ríos, y se exponen así a enfermedades.

Esta cifra, que equivale por lo menos a 3,1 millones de colombianos, tiene en el Atlántico y el Pacífico a las regiones con mayor población carente del servicio.

Es tan evidente el atraso en el desarrollo en materia de acueductos rurales que la viceministra del Agua (adscrita a la cartera de Vivienda), Carolina Castillo, acepta que “el reto grande son las coberturas del campo, pues no hay un sistema integral que funcione, sino que toca mirar coberturas individuales. Nos toca ampliar esa cobertura. El rezago en las zonas rurales es muchísimo”.

Castillo argumenta que el atraso es histórico y dice que se está trabajando para corregirlo. Según el Ministerio, en Colombia las políticas públicas para el agua en el sector rural han sido intermitentes. La última se diseñó a finales de los años 90 y hasta el 2012 no se estructuró un nuevo programa donde se proyectara llevar soluciones al campo.

En 20 años se pasó de cubrir el 41 por ciento al 72,8, lo que significa que por año solo se le dio soluciones a un 1,59 por ciento de la población. Es una cifra mínima, teniendo en cuenta que en Colombia hay 11'653.673 personas viviendo en el

¹⁷ <http://es.slideshare.net/MarisolGmzSlms/tratamiento-de-aguas-residuales-5668935>

campo. Los más de 3 millones de pobladores rurales sin acceso al agua potable equivalen al número de habitantes de una ciudad como Cali.



Figura 7. Evolución de la cobertura de acueductos en Colombia.

Fuente: El Tiempo.

Aparte de las falencias en la cobertura, la calidad del agua que recibe el campo colombiano no es la mejor. Un informe del Instituto Nacional de Salud (INS) reveló que solo el 15,1 por ciento (900.000 personas) utiliza agua en buenas condiciones para consumo humano, mientras que el 43,6 por ciento usó agua baja en tratamiento o protección y el 23,3 por ciento usó agua cruda, tomada directamente de las fuentes.

Beber agua en condiciones que no son óptimas puede traer problemas de salud. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), existen por lo menos 25 enfermedades que pueden ser provocadas por la contaminación del líquido. En el caso de Colombia, las enfermedades más comunes por esta causa son hepatitis A, fiebre tifoidea/paratifoidea y enfermedad diarreica aguda, advierte el INS. Esta última cobró las vidas de 117 niños menores de 5 años en el 2013.

La dificultad para llevar agua al campo también tiene que ver con la ausencia de mecanismos adecuados.

Castillo explica que la operación que se requiere en estas zonas es diferente. Afirma que hay estrategias de inversión para el área rural dispersa y nucleada, en las que se incorporan soluciones alternativas para el suministro de acueducto, incluyendo tecnologías como pozos con bombas, pilas públicas, pozos sépticos y letrinas.

Aunque se trata de sistemas más económicos que los urbanos, Castillo señala que solo hasta dentro de 10 años se llegaría al 97 por ciento de cobertura de agua potable en sectores rurales.

Incluso así, ese plazo depende de que se haga efectiva una inversión de 7 billones de pesos. La viceministra agrega que hay un diagnóstico de los lugares donde no hay cobertura y que eso es un buen paso para cumplir el reto de tener agua en el campo.

En zonas críticas, como La Guajira, a falta de respuestas estatales surgen iniciativas internacionales como la impulsada por el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (Unicef), que quiere llevar agua a las escuelas de Manaure.

Las fallencias en el acueducto también dejan secos a muchos municipios de menos de 150.000 habitantes. Cisneros (Antioquia), ubicado a 83 kilómetros de Medellín, sobre la vía a Puerto Berrio, es uno de los casos más complejos, pues a pesar de que lo cruzan 26 quebradas y el río Nus –una de las principales fuentes hídricas de la región–, se ‘muere’ de sed.

A más de un siglo de su fundación, en este poblado, la única agua potable que se conoce es la que se ve en los botellones que cuestan 5.000 pesos y sirven “para hacer juguitos”, señala su alcaldesa, Nelly del Socorro Quintero.

“Todos saben que el líquido del municipio es un veneno”, dice, pero no hay otra alternativa, así que se abastecen de siete fuentes hídricas sin ningún tipo de tratamiento, y con esa cocinan y lavan ropa y platos.

La funcionaria asegura que el calvario de la región llegaría a su fin en julio próximo, cuando les entreguen el acueducto, pero algunos pobladores se resisten a creer esto después de tantos años sufriendo sin servicio.

En contraste, el desarrollo en los acueductos urbanos es destacable. El 97,2 por ciento de las zonas tiene acceso a agua potable, cifra jalonada por los indicadores de Bogotá, Cali y Medellín, donde la cobertura y la continuidad son prácticamente totales. Sin embargo, a muchos municipios que tienen acueducto no se les garantiza la continuidad en el servicio. (I, [EL TIEMPO, 2015](#))

2 MARCO REFERENCIAL

Se denomina agua pre potable, al agua antes de ser sometida a los correspondientes tratamientos potabilizadores, agua potable al agua apta para el consumo humano, una vez que ha pasado por el correspondiente tratamiento potabilizador. El agua que es un compuesto natural, para ser consumida requiere hoy día una serie de operaciones que nos aseguren su vuelta a una calidad aceptable desde el punto de vista sanitario. No llega de forma casual y simple al domicilio de los usuarios.

Hoy en día, en las estaciones de tratamiento de agua potable (ETAP) se realizan los procesos necesarios para que el agua natural procedente de los embalses y otras captaciones se transforme en agua apta para el consumo humano.

2.1 MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

2.1 Agua potable

Se denomina agua potable al agua "bebible" en el sentido que puede ser consumida por personas y animales sin riesgo de contraer enfermedades. El término se aplica al agua que ha sido tratada para su consumo humano según unos estándares de calidad determinados por las autoridades locales e internacionales.

Al proceso de conversión de agua común en agua potable se le denomina potabilización. Suele consistir en un stripping de los compuestos volátiles seguido de la precipitación de impurezas con floculantes, filtración y desinfección con cloro u ozono.

El suministro de agua potable es un problema que ha ocupado al hombre desde la antigüedad. En algunas zonas se construían y construyen cisternas que recogen las aguas pluviales. Estos depósitos suelen ser subterráneos para que el agua se mantenga fresca y sin luz, la que favorecería el desarrollo de algas.

De acuerdo con datos suministrados por el Banco Mundial, el 45% de la población mundial carece de un acceso directo a los servicios de agua potable. En otras fuentes se habla de mil millones de personas sin acceso al servicio, en tanto dos mil quinientos millones no cuentan con servicio de purificación. En los países desarrollados los niños consumen de 30 a 50 veces más agua que en los países llamados en vías de desarrollo.

El suministro de agua para consumo humano debe garantizarse tanto en cantidad como en calidad, de acuerdo con las necesidades de cada población.

2.2 Aguas residuales

Las aguas residuales se definen, según la Ley de Aguas Nacionales de México, como “aguas de composición variada provenientes de las descargas de usos público urbano, doméstico, industrial, comercial, de servicios, agrícola, pecuario, de las plantas de tratamiento y en general, de cualquier uso, así como la mezcla de ellas”. Incorporan en su composición una gran variedad de sustancias que la contaminan, provenientes de residencias, instituciones, establecimientos comerciales e industriales. Con frecuencia, esta corriente de agua de desecho se mezcla con aguas subterráneas infiltradas en la red, o bien aguas superficiales o de lluvia en el caso de que los drenajes sean combinados.

En la formulación, planeación, selección y diseño de un sistema de tratamiento de aguas residuales se debe considerar la disponibilidad de recursos económicos y técnicos, las características del agua residual a tratar con relación a la variaciones de caudal, tipo y concentración de contaminantes, los criterios establecidos para la descarga del efluente tratado a un cuerpo receptor o bien para su eventual uso. Así mismo, un componente esencial a considerar debe ser el impacto social y económico que produce la instalación de una planta de tratamiento en una población. En resumen, se considera lo siguiente: Proteger la Salud Pública y el Medio Ambiente. Si las aguas residuales van a ser vertidas a un cuerpo receptor natural (mar, ríos, lagos), será necesario realizar un tratamiento para evitar enfermedades causadas por microorganismos patógenos en personas que entren en contacto con esas aguas, así como para proteger el equilibrio ecológico y la conservación de la fauna y flora presentes en el cuerpo receptor.

En el caso de sistemas de recolección y drenaje de aguas residuales que no cuentan con una planta de tratamiento, situación común en los países en desarrollo, el agua residual es descargada directamente en el medio natural (cuerpo de agua o suelo). En este medio, bajo las condiciones propias del cuerpo receptor, se realiza hasta cierto grado una autodepuración, mediante operaciones físicas (dilución, mezclado, absorción, etc.), procesos químicos (reacciones químicas de precipitación, por ejemplo) y procesos biológicos (degradación aerobia y anaerobia). Debido a que en la gran mayoría de los casos dicha auto purificación es un proceso limitado, el cuerpo receptor no puede degradar la materia orgánica en exceso que le aporta el agua residual. De aquí que se presente como resultado la contaminación del medio y la degradación del equilibrio ecológico del mismo, con los impactos ambientales y a la salud que esto conllevan.

Para evitar lo anterior, es necesario instalar como parte del sistema de drenaje urbano, plantas de tratamiento de aguas residuales.

Uso del Agua Tratada. Existen actividades en las que no se requiere utilizar agua potable estrictamente, donde el agua tratada puede ser empleada, sin ningún riesgo a la salud o impacto negativo al objetivo del proceso que la utilice, tales como:

- Riego de áreas verdes (glorietas, camellones, calles, jardines, centro recreativos, parques, campos deportivos, fuentes de ornato, cementerios).
- Llenado de lagunas, estanques, arroyos artificiales en parques y jardines.
- Carga de cisternas para control de incendios.
- Lavado de automóviles y pisos.
- Descarga de sanitarios y mingitorios.
- Industriales y de servicios (lavado de patios y nave industrial, lavado de flota vehicular, sistemas de enfriamiento, intercambiadores de calor, calderas, cortinas de agua, industria de la construcción, etc.).
- Inyección en mantos freáticos.
- Recarga de cuerpos de agua superficiales.

2.3 Tratamiento de aguas residuales

El propósito principal del tratamiento del agua residual es remover el material contaminante, orgánico e inorgánico, el cual puede estar en forma de partículas en suspensión y/o disueltas, con objeto de alcanzar una calidad de agua requerida por la normativa de descarga o por el tipo de reutilización a la que se destinará.

Un esquema conceptual de un sistema de tratamiento de aguas residuales se presenta en la Figura 2. El objetivo de depurar un agua residual se logra mediante la integración de operaciones (físicas) y procesos (químicos y biológicos) unitarios, que serán seleccionados en función de las características del agua residual a tratar y de la calidad deseada del agua tratada. Dependiendo de ello, es posible generar emisiones gaseosas a la atmósfera e, invariablemente, la producción de material de desecho que puede ser un residuo sólido, como la materia retenida en las rejas o tamices, o semisólido en forma de lodos.

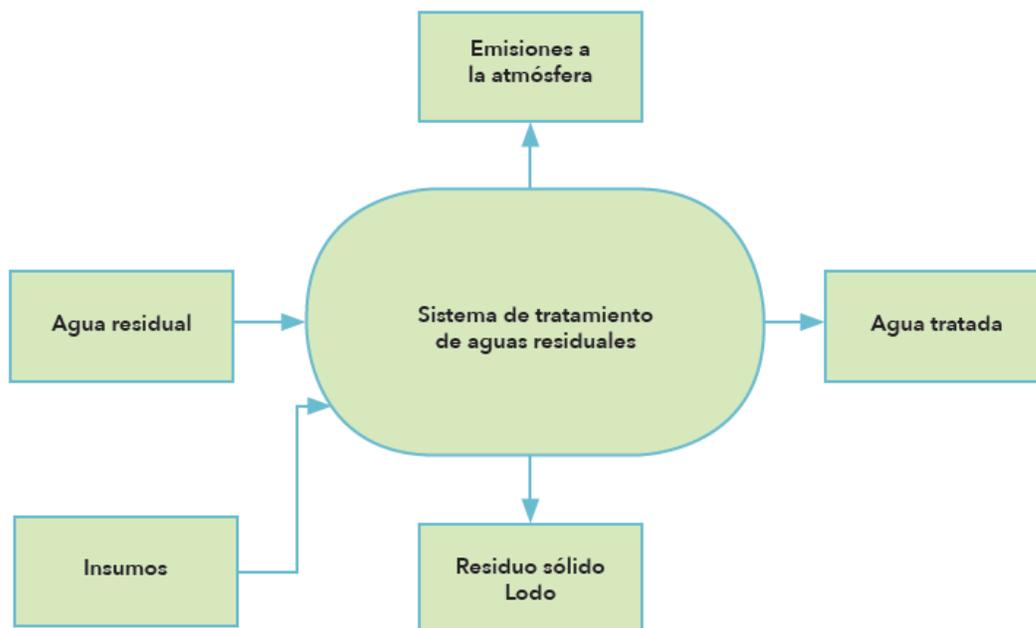


Figura 8. Esquema conceptual de un sistema de tratamiento de aguas residuales.¹⁸

Por otro lado, los requerimientos de insumos, tales como energía eléctrica y reactivos químicos, se darán en función de las tecnologías seleccionadas para integrar el sistema de tratamiento, y por ende, el costo de operación dependerá también de ello.

2.4 Tratamiento de aguas

Los procesos de tratamiento de agua están orientados y pretenden disminuir, controlar o eliminar aquellos elementos que alteran y/o modifiquen las condiciones originales del agua. El objetivo y finalidad del proceso es volverlas potables o reutilizables, con lo que se contribuirá en la reducción o evitará el desperdicio o tener que extraer o captar nuevamente agua para ser utilizada en el hogar o la industria.

En la actualidad todas las emisiones de aguas contaminantes de la industria, deben ser tratadas y además en la mayoría de las grandes ciudades sus aguas residuales son tratadas en enormes plantas de tratamiento. El tratamiento de aguas permite y contribuye al mayor aprovechamiento y facilita el aprovisionamiento del agua, para distintas necesidades (domésticas, urbanas, industriales, de riego).¹⁹

¹⁸ <http://www.aprendizaje.com.mx/Curso/Proceso2/aguas.htm>

¹⁹ <http://www.aprendizaje.com.mx/Curso/Proceso2/aguas.htm>

2.5 Tipos de plantas de tratamiento de agua

Las plantas de tratamiento de agua se pueden clasificar, de acuerdo con el tipo de procesos que las conforman, en plantas de filtración rápida y plantas de filtración lenta. También se pueden clasificar, de acuerdo con la tecnología usada en el proyecto, en plantas convencionales antiguas, plantas convencionales de tecnología apropiada y plantas de tecnología importada o de patente.

2.5.1 Plantas de filtración rápida

Estas plantas se denominan así porque los filtros que las integran operan con velocidades altas, entre 80 y 300 m³ /m². De acuerdo con las características del agua, del medio filtrante y de los recursos disponibles para operar y mantener estas instalaciones. Como consecuencia de las altas velocidades con las que operan estos filtros, se colmatan en un lapso de 40 a 50 horas en promedio. En esta situación, se aplica el retro lavado o lavado ascensional de la unidad durante un lapso de 5 a 15 minutos (dependiendo del tipo de sistema de lavado) para descolmar el medio filtrante devolviéndole su porosidad inicial y reanudar la operación de la unidad.

De acuerdo con la calidad del agua por tratar, se presentan dos soluciones dentro de este tipo de plantas: plantas de filtración rápida completa y plantas de filtración directa.

2.5.2 Plantas de filtración lenta

Los filtros lentos operan con tasas que normalmente varían entre 0,10 y 0,30 m/h; esto es, con tasas como 100 veces menores que las tasas promedio empleadas en los filtros rápidos; de allí el nombre que tienen. También se les conoce como filtros ingleses, por su lugar de origen.

Los filtros lentos simulan los procesos de tratamiento que se efectúan en la naturaleza en forma espontánea, al percolar el agua proveniente de las lluvias, ríos, lagunas etc.

2.6 Tipos de tratamiento de agua potable

Los tratamientos para potabilizar el agua, se pueden clasificar de acuerdo con:

- a) Los componentes o impurezas a eliminar.
- b) Parámetros de calidad.
- c) Grados de tratamientos de agua

En tal sentido, se puede realizar una lista de procesos unitarios necesarios para la potabilización del agua en función de sus componentes.

Según los anteriores puntos, los procesos unitarios necesarios para la potabilización del agua en función de sus componentes sería la siguiente:

a) Procesos a llevar a cabo en función de los contaminantes presentes

Tabla 1. Procesos en función del tipo de contaminante

TIPO DE CONTAMINANTE	OPERACIÓN UNITARIA
Sólidos gruesos	Desbaste
Partículas coloidales	Coagulación+Floculación+Decantación
Sólidos en suspensión	Filtración
Materia Orgánica	Afino con Carbón Activo
Amoniaco	Cloración al Breakpoint
Gérmenes Patógenos	Desinfección
Metales no deseados (Fe, Mn)	Precipitación por Oxidación
Sólidos disueltos (Cl-, Na+, K+)	Osmosis Inversa

Fuente: Calidad y tratamiento del Agua, 2002. American Water Works Association

b) Parámetros de calidad

Las aguas superficiales destinadas al consumo humano se clasifican según el grado de tratamiento al que se deben someter para su potabilización, en los grupos siguientes:

TIPO A1: Tratamiento físico simple y desinfección

TIPO A2: Tratamiento físico normal, tratamiento químico y desinfección

TIPO A3: Tratamiento físico y químico intensivo, afino y desinfección

Los procesos unitarios que corresponde a cada grado de tratamiento serán los siguientes:

c) Grado de tratamiento

GRADO DE TRATAMIENTO	COMPOSICIÓN DEL TRATAMIENTO	DESCRIPCIÓN
TIPO A1	Tratamiento Físico simple + Desinfección	Filtración rápida + Desinfección
TIPO A2	Tratamiento Físico normal + Tratamiento Químico	Precloración + Coagulación / Floculación + Decantación + Filtración + Desinfección
TIPO A3	Tratamiento Físico y Químico intensos	Cloración al Breakpoint + Coagulación / Floculación + Decantación + Filtración + Afino con Carbón activo + Desinfección

Figura 3. Fuente: Pre-Treatment Field Guide: American Water Works Association. 2007.

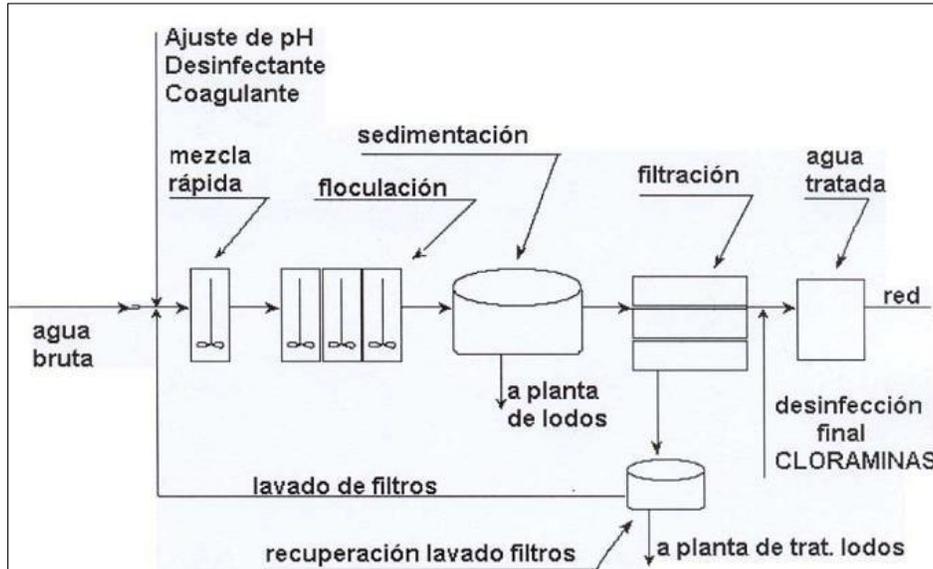


Figura 9. Esquema del proceso de tratamiento de agua ²⁰

2.7 Procesos de tratamiento de agua potable

Los procesos de tratamiento del agua potable son los siguientes:

- Aireación.
- Coagulación.
- Floculación.
- Decantación o sedimentación.
- Filtración.
- Tratamiento por contacto.
- Corrección de la dureza.
- Desinfección y cloración.

En nuestro proyecto solamente se manejará los procesos de FLOCULACIÓN, SEDIMENTACIÓN, FILTRACIÓN Y CLORACIÓN.

2.8 Descripción del proceso de floculación

Inmediatamente después de añadir un coagulante al agua, se desencadenan reacciones con los iones para producir compuestos de las especies polinucleares e hidroxio-multipositivos. Las sustancias coagulantes se absorben rápidamente en la superficie de las partículas hidrófobas causantes de la turbiedad, que acaban “revestidas de coagulante”. El resultado neto es que las cargas eléctricas de las partículas se reducen; Entonces según el pH y las dosis de coagulante añadidas,

²⁰ http://www.elaguapotable.com/tratamiento_del_agua.htm

la carga de la partícula, medida en función del potencial Z, puede oscilar entre ser ligeramente negativo a neutro.

En este momento se considera que la suspensión esta desestabilizada y en consecuencia, el proceso de floculación está a punto de iniciarse. La mezcla, la agitación o la turbulencia favorecen las colisiones entre las partículas desestabilizadas que producen, de esta forma uniones perdurables, por otra parte, los propios coagulantes aún en ausencia de turbiedad, se hidrolizan y precipitan para formar masas cada vez mayores de material floculante. Cuando este floculo ha alcanzado tamaño suficiente, puede aprisionar físicamente a las partículas de turbiedad, comportándose como una “escoba” a medida que sedimenta.

En contraste, los coloides hidrófilos, que contienen grupos polares de los tipos hidróxilo, carboxilo o fosfático, cargados negativamente reaccionan químicamente con los coagulantes de carga positiva, producidos en la hidrólisis, para formar otro insoluble que es eléctricamente neutro o desestabilizado. El proceso de floculación prosigue de forma análoga al ya descrito para las partículas hidrófobas.

En el proceso de floculación es importante conseguir el floculo de mayor peso y cohesión posible, ya que estas características facilitan su eliminación, en general algunos de los siguientes medios favorecen el engrosamiento y consecuentemente, la sedimentabilidad del floculo:

- Una coagulación previa tan perfecta como sea posible.
- Un aumento de la cantidad de flóculos en el agua. Así, conviene poner el agua en contacto con los precipitados ya formados por el tratamiento anterior (recirculación de fangos, lecho de fangos, etc.), tratando de conseguir la mayor concentración posible.
- Una agitación lenta y homogénea del conjunto, con el fin de aumentar las posibilidades de que las partículas coloidales descargadas eléctricamente se encuentren con un floculo.
- El empleo de ciertos productos llamados floculantes.

Los floculantes, llamados también coadyuvantes de floculación, son productos destinados a favorecer el proceso de floculación es decir, la formación de un flóculo voluminoso, pesado y coherente; la acción puede ejercerse al nivel de la velocidad de reacción (floculación más rápida) o al nivel de la calidad del floculo.

En muchos casos, los floculantes vienen a resolver problemas importantes, tales como flóculos pequeños, de sedimentación lenta, formados durante la coagulación a baja temperatura o flóculos frágiles que se fragmentan al someterse a las fuerzas hidráulicas en los estanques y filtros de arena.

Los floculantes pueden clasificarse por su naturaleza (mineral u orgánica), su origen (sintético o natural) o el signo de su carga eléctrica (aniónico, catiónico o no iónico). Entre los floculantes minerales están la sílice activada y los “agentes adsorbentes - ponderantes” (arcillas, carbonato cálcico, carbón activo, tierra de diatomeas) y entre los orgánicos los denominados poli electrolitos.

Hasta el descubrimiento de los poli electrolitos, la sílice activada ocupaba un lugar especial en el tratamiento químico de las aguas, pero hoy se utiliza con poca frecuencia. Esta se obtiene a partir del silicato sódico en disolución, a la cual se le neutraliza con ácido una parte importante de la alcalinidad, en cuyo momento se dice que se ha activado. Por regla general, la sílice activada se emplea con coagulantes de aluminio y la dosis expresada en mg/l, se determina en función de la del coagulante (de un 7 a un 11% de la dosis de sulfato de alúmina); pero es de anotar que en exceso puede ser perjudicial para el proceso de floculación. La sílice activada, en función de las condiciones de empleo, puede proporcionar considerables ventajas, entre las que destacan:

- Aumento de la velocidad de coagulación.
- Empleo de dosis más reducidas de coagulante.
- Márgenes de pH más amplios para una coagulación óptima.
- Formación de flóculos mayores, más densos y más coherentes.
- Permite una coagulación más eficaz a bajas temperaturas.
- Mejor eliminación del color.
- Mejor floculación de las aguas de elevada turbiedad.
- Mejores características de filtración.

Frente a estas ventajas la sílice activada puede presentar también algunos inconvenientes, tales como:

- La preparación de la sílice activada requiere un minucioso control para evitar que gelifique.
- Si no se ejerce un control adecuado pueden producirse flóculos muy grandes, pero la turbiedad residual puede ser elevada.
- La sílice activada puede ser ineficaz para ciertos tipos de agua.
- La sobredosificación puede inhibir la floculación.

Los agentes adsorbentes - ponderantes tienen una misión que puede ser:

- La de dar mayor peso a los flóculos ligeros, caso de la adición de arcillas bentoníticas que al añadirse a los flóculos formados, mejoran su densidad (función ponderante). También se usa en este sentido el carbonato cálcico pulverizado (caliza).
- La de adsorber partículas coloidales, generando un pre floculo, que rápidamente aumenta de volumen, caso del carbón activo o de la tierra de diatomeas (función adsorbente).

Los poli electrolitos orgánicos tales como el almidón, compuestos de celulosa, materiales proteínicos, gomas de polisacáridos y los alginatos, son eficaces coadyuvantes de floculación; sus características principales son la de ser bicoloides, cargados eléctricamente y tener una larga cadena molecular de átomos de carbono y gran masa molar. Son en su mayor parte de tipo no iónico y su empleo es en ciertos casos ventajoso pues pese a ser necesarios en dosis más elevadas generalmente tienen un costo inferior al uso de los poli electrolitos sintéticos.

Sin embargo una importante ventaja de los poli electrolitos sintéticos, consiste en su facilidad de fabricación en la planta a partir de una larga serie de monómeros disponibles; de allí que estos productos puedan estructurarse en función de unos requisitos concretos, sus propiedades son análogas a las de los bicoloides naturales y pueden clasificarse según el tipo de carga eléctrica en aniónicos, catiónicos y no iónicos.

Los poli electrolitos aumentan considerablemente el tamaño de los flóculos, pero de forma similar a lo que ocurre con la sílice, existe una dosis óptima, que sobrepasada se produce una floculación deficiente. En el caso de los poli electrolitos aniónicos la dosis óptima aumenta linealmente con la dosificación de sulfato de alúmina, pero no se modifica el margen de pH óptimo para la coagulación y por esto es que su acción se dice independiente de la acidez o alcalinidad, dureza y turbiedad.

Los poli electrolitos catiónicos cuando se utilizan conjuntamente con coagulantes metálicos tienen las siguientes ventajas: reducción en la dosificación de coagulante, atenuación de la interferencia que sobre la coagulación tienen ciertas sustancias y capacidad de flocular organismos vivos, tales como algas y bacterias. Los poli electrolitos tienen un importante campo de empleo cuando la floculación se dificulta como consecuencia de cambios de calidad del agua o de la influencia de las temperaturas bajas. Tienen, también, destacadas ventajas con respecto a la sílice activada, entre las que pueden citarse:

- Facilidad de preparación.
- Facilidad de almacenamiento.
- Dosificación menor.

Sin embargo, entre otros inconvenientes merece destacarse el de su posible toxicidad, por lo que es indispensable tener en cuenta la legislación y las sustancias en él autorizadas.

Para la elección del poli electrolito a utilizar se efectuaran siempre ensayos de laboratorio, asimismo se determinará el tiempo que debe transcurrir entre la introducción del coagulante y del floculante. En el caso de descarbonatación con cal, la elección debe orientarse hacia un floculante no iónico o aniónico. Para clarificación la elección debe hacerse entre un floculante no iónico, ligeramente

aniónico o catiónico. Si el pH está próximo al de equilibrio, y en presencia de gran cantidad de materia orgánica, se ensayará, en primer lugar, un floculante catiónico.

La floculación puede tener lugar en un aparato especialmente diseñado para este fin (floculador) o en el interior del decantador propiamente dicho. La elección del tipo de floculador está en relación con la elección del procedimiento de separación utilizado en la continuación del tratamiento, esta elección debe ser especialmente cuidada cuando la floculación es de tipo difuso y va seguida e decantación estática o flotación.

Los floculadores son depósitos o cubas provistas de sistemas de agitación que giran con relativa lentitud para no romper por cizalladura los flóculos ya formados, al mismo tiempo, la velocidad de agitación debe ser suficiente para conseguir el engrosamiento progresivo del floculo e impedir que se formen sedimentos en el fondo. Los sistemas de agitación utilizados pueden estar constituidos por hélices especialmente estudiadas o por un conjunto de palas fijadas sobre un eje giratorio vertical u horizontal, en donde es conveniente disponer de mecanismos que permitan adecuar la velocidad de agitación del floculador a la calidad del agua.

El volumen de la cuba de floculación debe ser el necesario para que se consiga el tiempo de floculación determinado mediante ensayos de laboratorio; si este volumen es muy grande, es preferible utilizar varios depósitos de pequeñas dimensiones colocados en serie, con agitación regulable e independiente. Por último, es importante que no se rompa el floculo al pasar del floculador a la zona de decantación. Según la calidad resistente del floculo la velocidad suele limitarse en un valor comprendido entre 0,2 y 0,5 m/seg.

Floculador de paletas

El floculador (ver figura 5) es el agitador mecánico más empleado, su eficacia es función del número de cámaras, por lo que mínimo deben ser cuatro; el él la entrada y salida deben diseñarse de manera que se eviten los cortocircuitos (para ello se adicionan pantallas deflectoras con orificios sumergidos y/o vertederos ahogados) y la destrucción de los flóculos (con gradientes de velocidad de 15 a 75 s-1). El tiempo de detección aun cuando se obtiene por los ensayos de laboratorio, debe ser mayor de 30 minutos, así mismo la velocidad de los agitadores debe ser ajustable de manera que se pueda variar para obtener la velocidad óptima para el agua tratada. Como condiciones de funcionamiento deben verificarse:

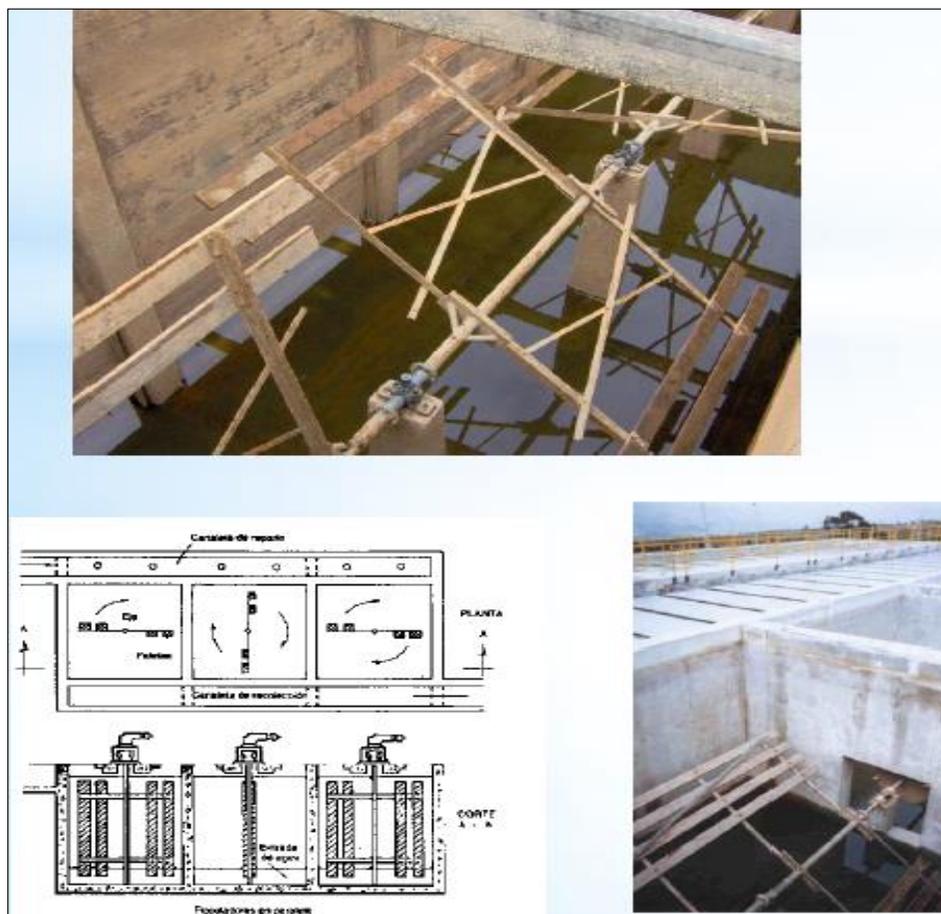


Figura 10. Esquema del proceso de tratamiento de agua²¹

- Que la dosificación y la mezcla rápida estén operando satisfactoriamente.
- Que el nivel del agua cubra siempre las paletas del agitador.
- La velocidad de rotación que genera el gradiente óptimo según la calidad del agua cruda.
- El tiempo de contacto para permitir que los floculos alcancen el tamaño y peso adecuado.
- El tamaño del floculo formado, en caso de no ser suficiente, cambiar la dosis de coagulante.
- Sí se emplean poli electrolitos, adicionarlos en la cámara en la cual ya se haya formado el floculo.

²¹ Fuente: Fundamentos plantas de potabilización de agua – Autora: Ing. María Villegas (Docente Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito)

- Que los motores no derramen aceites al agua y que estos permanezcan libres de corrosión.

Otros tipos de floculadores son los hidráulicos (ver figura 6), en los que los gradientes suelen rondar de 20 a 70 s⁻¹(Hz) y los tiempos de retención entre 20 y 40 minutos; pueden ser:



Figura 11. Esquema del proceso de tratamiento de agua²²

- De flujo horizontal: es un tanque dividido con pantallas de tal manera que el agua realice un recorrido de ida y vuelta.
- De flujo vertical: semejante al anterior pero por encima y debajo de las pantallas, así la profundidad del tanque debe ser de 2 a 3m.
- Floculador Alabama: consiste en una serie de mínimo 8 cámaras en las que el agua entra a cada una mediante unos codos que impulsan el fluido hacia arriba, colocados alternadamente.
- De flujo helicoidal: el agua entra por el fondo en una esquina y sale por encima en la esquina opuesta, se ubican pantallas tal que no se generen cortocircuitos; recomendables en aguas poco turbias y que no contengan arenas.

²² Fuente: Fundamentos plantas de potabilización de agua – Autora: Ing. María Villegas (Docente Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito)

2.9 Decantación o sedimentación

Se define la decantación como el proceso de separación de un líquido de sólidos o de un líquido de mayor densidad mediante el trasiego de la capa superior después de que la materia más pesada ha sedimentado. En el caso de la decantación en aguas para tratamiento la unidad de decantación será la que permitirá la eliminación por sedimentación de los sólidos en suspensión presentes. Estas unidades pueden clasificarse de acuerdo con la dirección predominante del flujo de líquido desde la entrada a la salida, en decantadores de flujo horizontal y decantadores de flujo vertical.

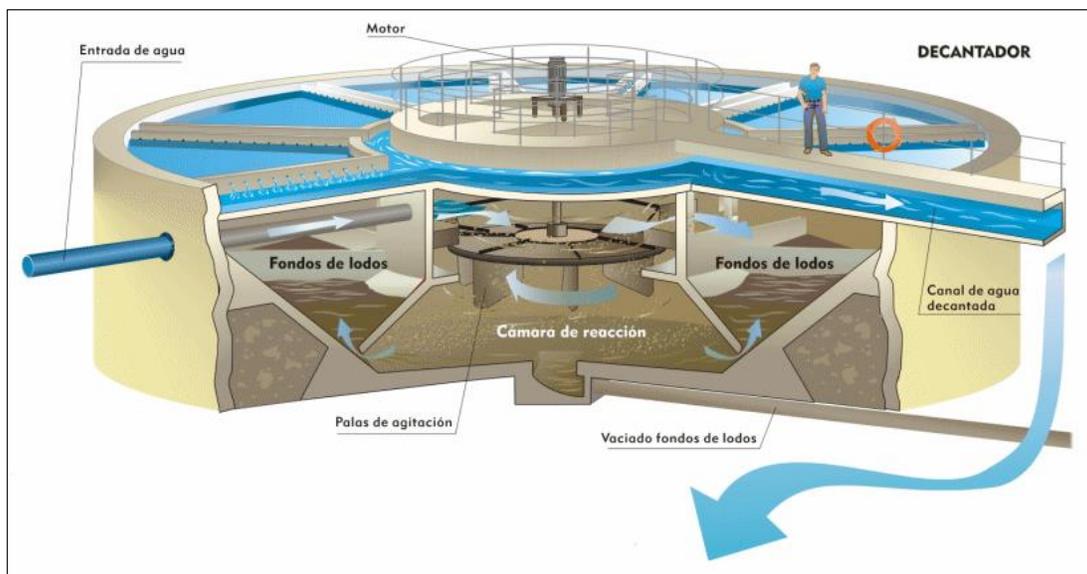


Figura 7. Proceso de decantación o Sedimentación

2.10 Proceso de filtración

Una vez que se ha decantado el agua para terminar el proceso de clarificación, se hace pasar por una etapa de filtración, la cual consiste en hacer pasar el agua que todavía contiene materias en suspensión a través de un medio filtrante que permite el paso del líquido pero no el de las partículas sólidas, las cuales quedan retenidas en el medio filtrante.

De este modo, las partículas que no han sedimentado en el decantador son retenidas en los filtros. El medio filtrante más utilizado es la arena, sobre un lecho de grava como soporte.

Aunque también existen otros tipos de lechos como membranas filtrantes que pueden ser de plástico o de metal. Para evitar atascamientos en esta etapa, es importante que la retención de las partículas se haga en el interior del lecho

filtrante, y no en la superficie del lecho, por este motivo, será muy importante hacer una elección adecuada del tamaño del grano del lecho filtrante.

Los filtros más utilizados en potabilización de agua son los filtros rápidos en los que el agua ha sido pasada previamente por un proceso de coagulación-floculación.

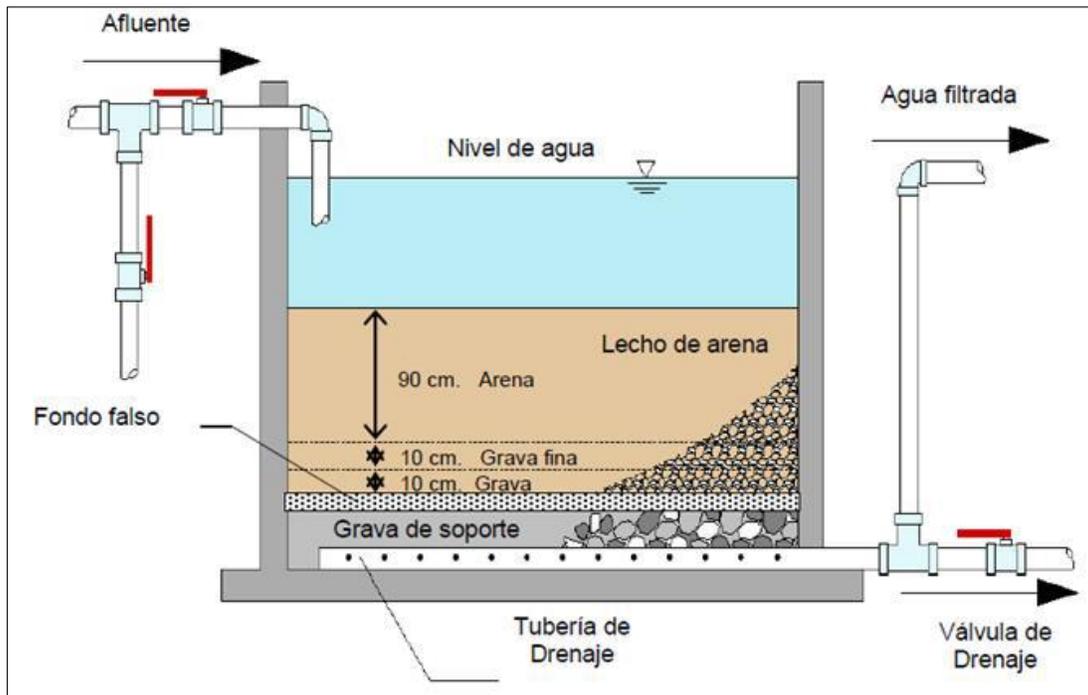


Figura 12. Proceso de filtrado con lechos de arena

La expansión de la arena durante el lavado del filtro (expresada en porcentajes de la altura de la capa de arena preparada) debe ser de 25 a 30%; es decir, si la capa de arena preparada es, por ejemplo, de 0,60 metros, la expansión de la arena debe ser de 0,15 a 0,18 metros adicionales a su nivel normal.

En el caso de filtros con sistema de lavado mediante aire y agua, la expansión solo debe ser de 10%, porque en este caso la fricción de los granos de arena para desprender la suciedad adherida la hace el aire comprimido y no el agua.

La tasa de filtración (velocidad de filtración) de un filtro rápido clásico, de arena, debe ser de 120 m³/m²/d; es decir, por cada metro cuadrado de área filtrante debe pasar 120 m³ de agua por día.

2.11 Proceso de cloración

Es un procedimiento de bajo costo para el tratamiento del agua que consiste en la desinfección mediante el empleo de cloro o compuestos derivados clorados. Este

proceso tiene como fin matar virus, bacterias, hongos, esporas y algas que son los principales causantes o nidos de enfermedades que se pueden transmitir a través del agua.

El producto puede aplicarse directamente en el agua en forma sólida, líquida o gaseosa, normalmente el más utilizado es el hipoclorito de sodio al 5% por su mayor facilidad de almacenamiento y dosificación. Otros compuestos clorados utilizados son dióxido de cloro (ClO_2), hipoclorito de calcio o ácido cloroisocianúrico.

Este proceso resulta insuficiente para matar algunos organismos y microorganismos que son resistentes al cloro a menos que se usen concentraciones mayores a las recomendadas según parámetros de referencia, lo cual es contraproducente para la salud humana y de otros seres vivos. Por tal razón, se recomienda y se vuelve necesario de otros procesos de tratamiento de agua previos a la cloración (desinfección).

Las concentraciones normalmente empleadas son 1-2 mg/L durante el tratamiento del agua en la planta. Mientras que en la distribución se manejan concentraciones residuales del orden de 0.5 mg/L. El tiempo de contacto entre el agua y cloro recomendado es entre 15 y 20 minutos y existen distintos tipos de dosificación.

a) Caseta de Cloración²³.

En acueductos donde no se tenga una planta de purificación convencional, se debe proyectar una caseta de cloración ubicada antes del tanque de almacenamiento, como se ilustra en las figuras 7 y 8.

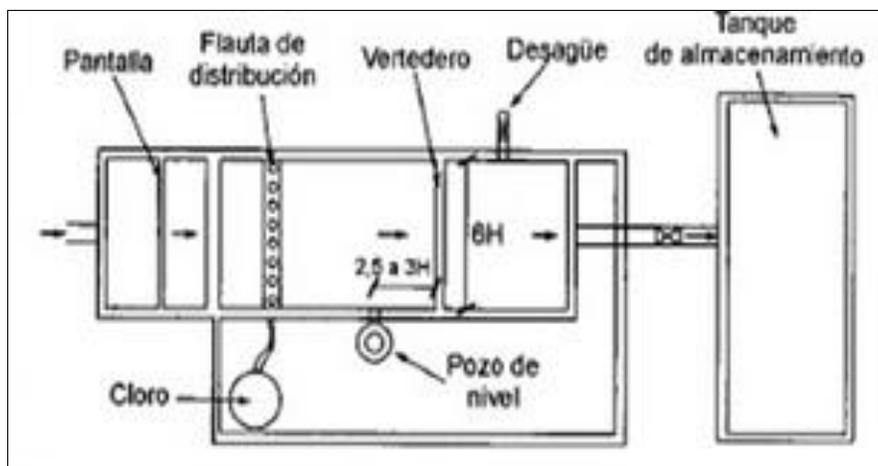


Figura 13. Caseta de cloración (vista planta o desde arriba)²⁴

²³ ELEMENTOS PARA ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS, 2ª Edición –Autor: Ricardo Alfredo López Cualla

²⁴ ELEMENTOS PARA ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS, 2ª Edición –Autor: Ricardo Alfredo López Cualla

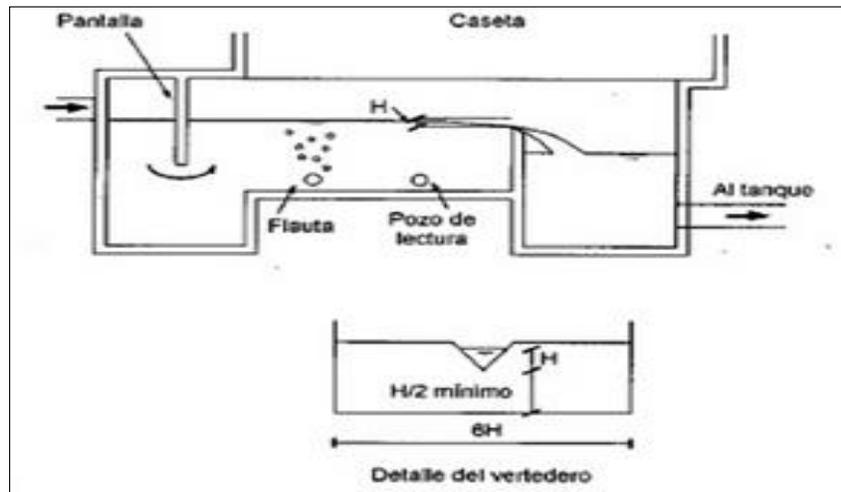


Figura 14. Caseta de cloración (vista corte longitudinal)²⁵

La caseta debe estar dotada de un sistema de medición de caudales, ya que la dosificación del cloro dependerá del volumen que se ha de tratar por unidad de tiempo.

b) Dosificación del Cloro²⁶.

El cloro se encuentra en tres (3) estados físicos: Sólido, líquido o gaseoso. El equipo requerido para la dosificación del cloro depende del estado en que éste se vaya a dosificar.

- Cloro gaseoso en solución acuosa.

El cloro gaseoso viene embalado en cilindros y para poder pasarlo a una solución acuosa se requiere agua a presión. Por la complejidad y peligrosidad en el manejo del cloro gaseoso, este sistema se emplea más en sistemas de purificación convencionales para acueductos de gran tamaño.

- Aplicación directa del cloro gaseoso.

Este sistema de aplicación del cloro gaseoso se utiliza en instalaciones relativamente pequeñas, pero teniendo en cuenta que se requiere una cierta infraestructura y adiestramiento de los operarios.

El esquema de la instalación necesaria para la dosificación del cloro en forma directa se indica en la figura 9.

²⁵ ELEMENTOS PARA ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS, 2ª Edición –Autor: Ricardo Alfredo López Cualla

²⁶ ELEMENTOS PARA ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS, 2ª Edición –Autor: Ricardo Alfredo López Cualla

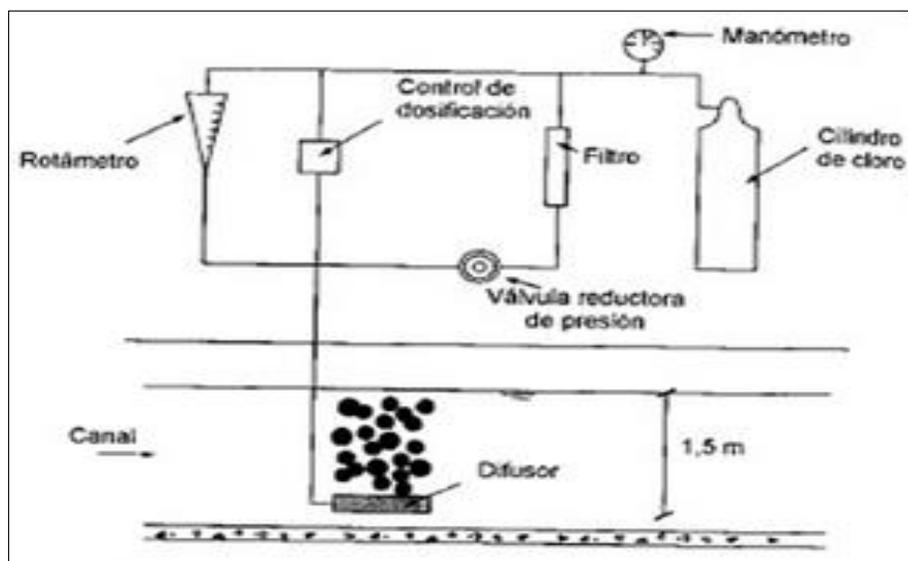


Figura 15. Aplicación de cloro gaseoso en forma directa²⁷

- Aplicación del cloro sólido o líquido.

En poblaciones pequeñas resulta ser más económico y fácil el empleo del cloro en cualquiera de estos dos estados. Los hipocloritos (sales del ácido hipocloroso) pueden obtenerse comercialmente en cualquiera de estas formas. Algunos de estos son:

Hipoclorito de calcio: El hipoclorito de calcio más usado es el HTH (High Test Calcium Hypochlorite), el cual viene en forma granular, polvo o tabletas. Su aplicación puede ser directa o mediante la preparación previa de una solución acuosa.

Hipoclorito de sodio: Viene en forma líquida en diferentes concentraciones. Por ejemplo, el penclorito 130 (130 g/L).

El cloro es un elemento muy corrosivo, por lo que se debe tener precaución en su manejo; adicionalmente, los equipos empleados deben ser de materiales resistentes a la corrosión.

Los hipocloritos líquidos se dosifican mediante “hipocloradores”, los cuales son bombas de desplazamiento positivo, de diafragma o pistón, con elementos resistentes a la corrosión del cloro.

Para hacer la dosificación de un hipoclorito, es necesario diluir la concentración inicial de 0,5 a 1% en peso.

²⁷ ELEMENTOS PARA ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS, 2ª Edición –Autor: Ricardo Alfredo López Cualla

2.2 MARCO CONSTITUCIONAL Y LEGAL²⁸

LEY 9 DE 1979, POR LA CUAL SE DICTAN MEDIDAS SANITARIAS DE LA PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE.

Congreso de Colombia (Enero 24)

LEY 55 DE 1993, POR MEDIO DE LA CUAL SE APRUEBA EL CONVENIO NÚMERO 170 Y LA RECOMENDACIÓN NÚMERO 177 SOBRE LA SEGURIDAD EN LA UTILIZACIÓN DE LOS PRODUCTOS QUÍMICOS EN EL TRABAJO.

Congreso de Colombia (Julio 2)

LEY 769, POR LA CUAL SE EXPIDE EL CÓDIGO NACIONAL DE TRÁNSITO TERRESTRE Y SE DICTAN OTRAS DISPOSICIONES.

Congreso de Colombia (Agosto 6)

DECRETO 1281, POR EL CUAL SE REGLAMENTAN LAS ACTIVIDADES DE ALTO RIESGO.

Ministerio de trabajo y seguridad social. (Año 1994)

RESOLUCIÓN 2400, POR LA CUAL SE ESTABLECEN ALGUNAS DISPOSICIONES SOBRE VIVIENDA, HIGIENE Y SEGURIDAD EN LOS ESTABLECIMIENTOS DE TRABAJO.

Ministerio de trabajo y seguridad social. (Mayo 22 de 1979).

RESOLUCIÓN 1792, POR LA CUAL SE ADOPTAN VALORES LÍMITES PERMISIBLES PARA LA EXPOSICIÓN OCUPACIONAL AL RUIDO.

Ministerio de trabajo y seguridad social. (Mayo 3 de 1990)

RESOLUCIÓN 2413, POR LA CUAL SE DICTA EL REGLAMENTO DE HIGIENE Y SEGURIDAD PARA LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN.

MINISTERIO DE TRABAJO Y SEGURIDAD SOCIAL. (Mayo 22 de 1979)

RESOLUCIÓN 00983, POR LA CUAL SE CONFORMA LA COMISIÓN NACIONAL DE SALUD OCUPACIONAL DEL SECTOR ELÉCTRICO.

Ministerio de trabajo y seguridad social. (Junio 4 de 2001)

CONVENIO SOBRE LAS HORAS DE TRABAJO, CONVENIO POR EL QUE SE LIMITAN LAS HORAS DE TRABAJO EN LAS EMPRESAS INDUSTRIALES A 8 HORAS DIARIAS Y 48 SEMANALES.

(INDUSTRIA 1919)

²⁸ ELABORACIÓN DE UNA MATRIZ LEGAL DE NORMAS DE SEGURIDAD, BIO-SEGURIDAD Y GESTIÓN AMBIENTAL PARA EMPRESAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO A PARTIR DE LOS MÓDELOS DE GESTIÓN ISO 14001 Y OHSAS 18001 – Autora: Sonia María Cruz Bocanegra.

CONVENIO SOBRE EL DESCANSO SEMANAL, CONVENIO RELATIVO A LA APLICACIÓN DEL DESCANSO SEMANAL EN LAS EMPRESAS INDUSTRIALES. (INDUSTRIA 1921)

CONVENIO 148 SOBRE EL MEDIO AMBIENTE DE TRABAJO, CONVENIO SOBRE LA PROTECCIÓN DE LOS TRABAJADORES CONTRA LOS RIESGOS PROFESIONALES DEBIDOS A LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE, EL RUIDO Y LAS VIBRACIONES EN EL LUGAR DE TRABAJO. (1977)

CONVENIO 170 SOBRE LOS PRODUCTOS QUÍMICOS, Convenio sobre la seguridad en la utilización de los productos químicos en el trabajo. 04/11/1993.

Para orientar a Proyectos & Gerencia se elaboraron 2 tablas para que tenga conocimiento parcial de la legislación asociada al proceso en términos de Ambiente, seguridad y salud. Estas tablas son una guía pero existe aún más legislación y se debe tener en cuenta que es susceptible de cambios constantemente. Por tal razón, se recomienda a la empresa asesorarse legalmente y con la ARL sobre que legislación adicional a la investigada debe cumplir. Favor ver los anexos que se presentan a continuación en formato EXCEL.

- ✓ [Tabla de Consulta de Legislación Ambiental.](#) (Está se construyó con relación a los aspectos ambientales)
- ✓ [Tabla de Consulta de Legislación SISO.](#) (Está se construyó a partir de los factores de riesgo 'peligro')

2.3 MARCO NORMATIVO

2.3.1 ISO 14001:2004. Sistema de Gestión Ambiental. Requisitos con orientación para su uso.

En la realidad actual de nuestro planeta la situación medio ambiental se ha convertido en uno de los temas más importantes para la supervivencia de la especie humana, por tal razón temas como la lluvia acida, el efecto invernadero, la destrucción de la capa de ozono, entre otros son de interés y objeto de diferentes estudios; es por esto que nuestros entes gubernamentales e industriales de tipo mundial no fueron ajenos a la temática, aprobando en el año 1996 el modelo de gestión ISO 14001, generando la toma de conciencia al respecto por parte de las organizaciones, convirtiéndose desde entonces en el referente normativo en el tema ambiental, contribuyendo a la toma de conciencia a nivel de producción empresarial tendiente a que los productos o servicios generados no afecten de manera negativa nuestro entorno.

La versión actual de la norma es la ISO 14001 de 2004 donde se plasman los deberes a dar cumplimiento por parte de las diversas organizaciones en el tema ambiental, siendo esta además de una norma para dar cumplimiento, una excelente guía de buenas prácticas organizacionales tendientes a la optimización de recursos, reducción del uso indiscriminado de recursos naturales, disminuir la utilización de materias primas que atenten contra el ambiente, generación de vertimientos, manejo a los residuos, entre otros, todo esto tendiente al mejoramiento continuo de la organización, mediante la aplicación del ciclo PHVA (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar) y el enfoque basado por procesos, metodología empleada por dicha norma y de gran utilidad.

Todo lo anterior debe ir de la mano con una gestión ambiental de la organización, lo cual debe verse reflejado en una política y unos objetivos de gestión alineados a la misma, apoyándose en diversos programas, la aplicación de controles y la optimización de los procesos, todo esto con el fin tanto del mejoramiento de la organización como de la preservación de nuestro medio ambiente.

2.3.2 OHSAS 18001:2007. Sistema de Gestión en Seguridad y Salud Ocupacional. Requisitos.

En el tema de salud y seguridad en el trabajo existen una herramienta normativa muy valiosa para toda organización, la norma ISO 18001, donde se plasman los deberes a cumplir por estas, mediante la aplicación del ciclo PHVA (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar), acompañados por una serie de buenas prácticas tendientes a la conservación de la integridad física y mental de todos sus trabajadores y colaboradores, lo cual trae consigo múltiples beneficios entre los cuales podemos destacar la disminución de ausentismo laboral, minimización de pérdidas económicas por pago de indemnizaciones, reducción de pérdida de tiempo en paradas de producción prolongadas, entre otras.; todo esto alineado a una política y objetivos de gestión, lo cual genera una orientación firme a la organización en la consecución de las metas propuestas en el tema.

Tendientes a la implementación de este sistema de gestión es importante destacar la toma de conciencia por parte de la organización con respecto a sus deberes frente a la salud y seguridad de sus trabajadores, como de estos últimos frente al nivel de conservación de su salud física y mental en sus respectivas ocupaciones, mediante la realización de estas de una manera responsable y segura (uso de EPPS, procedimientos seguros) todo esto encaminado a lograr un beneficio mutuo entre el empleado y empleador y así poder generar una mejora continua.

2.3.3 ISO 31000:2009. Gestión del Riesgo. Principios y Directrices.

Esta norma proporciona principios que es necesario satisfacer para gestionar de manera eficaz el riesgo. Cabe aclarar que se puede gestionar el riesgo a toda la organización de forma global, parcial, a algún(os) proceso(s) o áreas en distintos niveles, proyectos o actividades específicas. La norma ISO 31000 proporciona principios y directrices que permitan gestionar cualquier forma de riesgo de forma sistemática en cualquier alcance y contexto de organización y ayudar a garantizar que se gestiona de forma eficaz, eficiente y se adecua a la organización. La clave está en el establecimiento del contexto donde deben estar claros los objetivos, el entorno donde se mueve para alcanzarlos, las partes involucradas y los criterios de riesgo que van a tenerse en cuenta.

La gestión del riesgo en la norma presenta la siguiente estructura: Principios (lo que se debe satisfacer), marco de referencia (ciclo Planear-Hacer-Verificar-Actuar) y procesos (etapas para hacer la gestión del riesgo).

2.3.4 ISO 31010:2009. Gestión de Riesgos. Técnicas de Valoración de Riesgos.

Es una norma de soporte para la norma ISO 31000 que suministra directrices sobre la selección y aplicación de técnicas sistemáticas de gran aceptación en el consenso profesional para aportarle a las industrias herramientas para conocer: La severidad de los riesgos, que consecuencias pueden producirse en caso de materializarse el riesgo (de los peligros identificados), la probabilidad de que ocurran o vuelva a ocurrir y determinar los factores que están ligados al riesgo para minimizarlos y/o mitigarlos para reducir la probabilidad.

Es la organización la que con la información obtenida de la valoración de los riesgos debe hacerse las siguientes preguntas ¿es tolerable o aceptable?, ¿darle tratamiento o no? Las técnicas que aborda la norma ISO 31010 están diseñadas para proporcionar herramientas estructuradas que permitan ver cómo se pueden ver afectados los objetivos y sirvan de soporte en la toma de decisiones para controlarlos mediante una adecuada gestión del riesgo.

3 MÉTODOLÓGÍA APLICADA

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN:

• **EXPLORATORIO:** La propuesta comprende todo un orden sistemático y metodológico para abordar el problema. Sin embargo se puede complementar con un análisis descriptivo, ya que después de abordar el objeto de estudio se caracterizarán algunas de las variables para su posterior evaluación de la información.

• **DESCRIPTIVO:** Se aplica en el sentido que se analizará los datos obtenidos de las visitas, entrevistas y los resultados de la investigación descriptiva en cada una de las etapas del proceso del tratamiento del agua. A partir de allí, se expondrá por medio de un relato en lo propio de cada una de las variables que están relacionadas en los objetivos planteados.

3.2 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN:

Se llevó a cabo una investigación descriptiva de campo, para obtener la información necesaria para llevar a cabo el proyecto, la evaluación técnica y operativa del proceso de Tratamiento de Agua potable de la planta de Neiva. El diseño metodológico constó de unas visitas, unas entrevistas realizado a los trabajadores operarios de la planta y a los ingenieros y directivos de la Empresa.

Con esta información obtenida por observación y entrevistas se pudo conocer y analizar la siguiente información:

- ✓ Se conoció el procedimiento técnico y operativo para el uso adecuado de equipos, herramientas e insumos para el cumplimiento del proceso de calidad de tratamiento del agua potable.
- ✓ Se obtuvo información sobre cantidad y estado de los equipos, máquinas y herramientas adecuadas para realizar el proceso de tratamiento de agua potable.
- ✓ Verificar que el personal cumple con el perfil que se requiere para el cargo, que desempeña en el proceso de potabilización del agua.
- ✓ Realizar seguimiento y evaluación técnica y operativa para mejorar el proceso de calidad de potabilización del agua.
- ✓ Detectar los niveles de riesgos, Aspectos e impactos que se dan en la realización de cada una de las etapas del "Tratamiento del Agua".

Todo esto se hizo para cumplir con los objetivos propuesto y proponer una solución a la problemática planteada.

Se desarrolló en la ciudad de Neiva, con la empresa “Proyectos & Gerencia Ltda” en la parte de los acueductos, en los cuatros procesos fundamentales del tratamiento de aguas que aplican y que se abordaron en la investigación, los cuales son: Floculación, Sedimentación, Filtración, Cloración.

3.2.1 Situación problema o diagnóstico

La empresa desarrolla proyectos de Ingeniería en Obras civiles como Acueductos Rurales en el Departamento del Huila, el objeto del Proyecto se centra en una plata ubicada en la ciudad de Neiva, en el proceso del “Tratamiento del Agua”, que comprende las siguientes etapas: Floculación, Sedimentación, Filtración y Cloración; en los cuales se observan distintos eventos y situaciones en el desarrollo de las actividades donde se han considerado la legislación, reglamentos técnicos y normatividad aplicable, pero no se ha realizado: Una identificación de peligros y valoración de riesgos, identificación de aspectos y evaluación de impactos ambientales, hasta el momento la empresa no tiene un área específica que atienda éstos riesgos, aspectos e impactos que pueden afectar positiva o negativamente a la organización quien debe velar por: El bienestar y la salud de sus trabajadores y colaboradores, cumplir los requisitos legales y de otra índole ante partes interesadas (clientes, autoridades, entre otros), protección del medio ambiente y prevención de la contaminación.

Por tal razón, el desconocimiento de los riesgos, aspectos e impactos y demás requisitos y la falta de gestión sobre éstos representan una amenaza potencial de que se presente un incidente o situación no deseada que podría ocasionar: Pérdidas humanas y materiales, lesiones incapacitantes y daños al personal (propio, colaboradores) y a terceros, deterioro del medio ambiente, incumplimiento y violación de la ley y normatividad aplicable, pérdida de clientes e imagen para la organización, entre otras. Adicionalmente estar expuesto a acarrear sanciones, multas, indemnizaciones y reparación de daños y perjuicios que afecten la liquidez de la organización.

3.3 TÉCNICAS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1 Entrevistas

Se ha utilizado ya que es una técnica de investigación que nos permite acceder a cierto tipo de información mucho más directa y de primera mano. Las entrevistas se elaboraran dentro de esta investigación para ofrecer datos relevantes que permita comprender más adecuadamente la realidad de la operación de la planta del acueducto en el proceso de “Tratamiento de Agua”, para contrastar las fuentes

orales con las documentales, para tener una visión más clara sobre la veracidad del objeto de estudio.

3.3.2 Revisión Documental o Análisis de Contenido

Se ha utilizado, para determinar el tipo de Información disponible tanto en extensión como comprensión, que da la base para empezar a organizar la información que se va a utilizar dentro del estudio. Es importante expresar que en el estudio se encuentran en su mayoría fuentes escritas que se remiten a archivos y documentos de plantas de acueductos.

4 CARACTERIZACIÓN PROCESO OPERACIÓN PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA

Las caracterizaciones presentadas a continuación muestran la relación documentada de las actividades realizadas por proyectos y gerencia Ltda. Dentro del proceso de tratamiento de agua de forma secuencial, complementaria y lógica con la finalidad de llevar de lo general a lo específico; todo esto en función de sus actividades, requisitos de los clientes y/o usuarios y requisitos legales y otros aplicables; mediante la identificación de elementos y condiciones que hacen parte del proceso tales como: ¿quién lo hace? (responsable, participantes de proceso), ¿para quién o quienes se hace? (partes interesadas), ¿Por qué se hace? (objetivo, alcance), ¿Cómo se hace? (descripción de actividades, documentos, indicadores) y ¿que se requiere para hacerlo? (recursos).

4.1 COMPONENTES DE LA CARACTERIZACIÓN

- **Objetivo del Proceso:** En este recuadro se plantea de forma clara y precisa el propósito del proceso. ¿Cuál es la razón del mismo?; además nos sirve como base para plantear un indicador de gestión.
- **Alcance del Proceso:** Se definen los límites del proceso, detallando de forma clara las actividades con las que inicia y termina el mismo.
- **Responsable:** Persona que tiene como responsabilidad fundamental la planeación de las actividades y el resultado del proceso, además la coordinación de las operaciones del mismo, aplicación de políticas y objetivos estratégicos de la organización, cumplimiento de la normatividad interna aplicable al proceso y la promoción de acciones de mejoramiento continuo, entre otros aspectos. De igual manera, es quien implementa y revisa el cumplimiento de los indicadores.
- **Participantes:** Personas que interactúan directa e indirectamente con el proceso, los cuales tienen como responsabilidad llevar a cabo actividades de diseño, desarrollo y control del mismo.
- **Proveedores:** Casilla dedicada a proceso, persona o tercero que suministra el producto o servicio, necesaria para la realización del proceso.
- **Entradas:** Producto, servicio, información, directriz u objeto de transformación necesaria para el inicio del proceso, los cuales puede ser producto de un proceso o actividad anterior y necesaria para llevar a cabo el mismo.
- **Seguimiento al proceso y producto:** Describe paso a paso las actividades que se desarrollan en el proceso. Este se debe documentar en un diagrama de flujo, que muestre la secuencia de las actividades del mismo.

- **Salidas:** Producto o servicio que es generado como resultado de la ejecución de las actividades del proceso.
- **Clientes:** Proceso, persona o tercero que tienen una relación directa e indirecta con el producto o servicio generado por el proceso.
- **Requisitos:** Se lista la normatividad, legislación específica aplicable al proceso y otros compromisos adquiridos por la organización.
- **Recursos:** Hace referencia a todos aquellos que son necesarios para la operación eficaz del proceso, tanto para la entrada de información, como para la ejecución de las actividades y la generación de los productos para los respectivos clientes. Dentro de los cuales se pueden destacar: Infraestructura (Hardware, Software, equipos de comunicación, o Edificaciones, espacios. o Transporte. o Equipos de Oficina) y Talento Humano (personas y cargos que participan en la ejecución de las actividades del proceso).
- **Documentos:** Se relaciona la totalidad de los Manuales, Procedimientos, Instructivos, entre otros., en los cuales se describen los detalles de las actividades que evidencian el desarrollo del proceso.
- **Registros:** Son las evidencias que se generan como producto de las actividades del proceso.
- **Indicadores:** En esta casilla se debe mencionar el nombre de los indicadores mediante los cuales se han planteado sistemas de evaluación para facilitar el seguimiento por parte de los clientes y las partes interesadas a nivel de eficacia, eficiencia y efectividad del proceso.

Tabla 2. Caracterización etapa Coagulación o Floculación

CARACTERIZACION COAGULACION-FLOCULACION			
1. OBJETIVO: Obtener mayor cantidad de floculos y con el mayor peso posible, a través de la reacción química entre el coagulante y las partículas que contiene el agua, contribuyendo de esta manera con las expectativas establecidas por la organización y otras partes interesadas de proporcionar un producto de óptima calidad, dentro de un ambiente limpio, con unos trabajadores sanos y cumpliendo la legislación y normatividad vigente.		2. ALCANCE: Inicia desde la captación y posterior almacenamiento del agua cruda y se extiende hasta la formación de los floculos.	
3. RESPONSABLE: * Director de operaciones		4. PARTICIPANTES * Director de operaciones. * Coordinador SYSO. * Director de calidad. * Operarios.	
5. PROVEEDOR: * QUINSA S.A (Coagulante) * FLOWSERVE (Bombas, válvulas, sellos, instrumentación y control) * ARSEG (Provisión de EPPS)	7. SEGUIMIENTO AL PROCESO Y AL PRODUCTO * Recepción de agua cruda proveniente del rio las ceibas a través de una tubería de 36" pulgadas. * Medición del caudal mediante una canaleta parshall. * Graduar el dial de la bomba que dosifica el coagulante. * Adicionar el coagulante liquido. * Mezclado hidráulico para agitar el agua. * Muestreo de concentración de coagulante en el agua para determinar cuánto químico se está proporcionando en un minuto 'gr/min' (cada hora se debe tomar muestra). * Uso de pantallas de choque para controlar el gradiente del agua (velocidad). * Aglomeración de partículas que han reaccionado con el agua (FLOC).	9. CLIENTE: Partes interesadas * Usuarios (la población). * Autoridades competentes (Ministerio de medio ambiente, Secretaría de Salud, alcaldía, CAM - Corporación Autónoma del Alto Magdalena). * Empleados y contratistas.	
6. ENTRADAS: Agua cruda proveniente del rio las Ceibas.		8. SALIDAS: Agua cruda con floculos	
10. REQUISITOS: * Constitución Nacional de 1991. Artículo 79. * Código sustantivo del trabajo * Ley 9 de 1979 (código sanitario nacional). Título III (Salud Ocupacional). Título VIII (Medidas preventivas ante desastres naturales). Artículo 31 (Residuos solidos). Artículo 92-93 (Locaciones). Artículo 102 (Manejo o almacenamiento de sustancias peligrosas). Artículo 496-497-499-507 (Análisis de vulnerabilidad). * Ley 55 de 1993. Convenio sobre la seguridad en la utilización de los productos químicos en el trabajo. * Ley 373 de 1997. por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua. * Ley 697 de 2001. Fomenta el uso racional y eficiente de energía y promueve la utilización de energías alternativas. * Ley 789 de 2002. Ley 789 de 2002. Por la cual se dictan normas para apoyar el empleo y ampliar la protección social y se modifican algunos artículos del código sustantivo del trabajo. Ley 1010 de 2006. "Por medio de la cual se adoptan medidas para prevenir, corregir y sancionar el acoso laboral y otros hostigamientos en el marco de las relaciones de trabajo." * Ley 1333 de 2009 (Régimen sancionatorio ambiental). * Ley 1562 de 2012 (sistema general de riesgos laborales y disposiciones en materia de salud ocupacional). * Decreto 1295 de 1994 (Administración del sistema general de riesgos profesionales). * Decreto 948 de 1995. Prevención y control de la contaminación atmosférica y la protección de la calidad del aire. * Decreto 1575 de 2007. Por el cual se establece el Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano. * Decreto 3930 de 2010. Por la cual se reglamenta usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones. * Decreto 1443 de 2014 (Disposiciones para la implementación del sistema de seguridad y salud en el trabajo SG-SST). * Resolución 2400 de 1979 (higiene y seguridad en los establecimientos de trabajo) Capítulo 4 Arts. 90-c-e,93,95,96 (Ruidos y vibraciones) Artículo 117 (Medidas de prevención medicas oportunas para evitar la insolación de los trabajadores expuestos a radiación infrarrojas) Título IV (De la ropa de trabajo, equipos y elementos de protección) Artículo 170,171,173,175,176,177,178,179,180,188,189,190,191,192,193 Capítulo VII (De la electricidad,alterna,continua y estática) Artículo (121-152). * Resolución 315 de 2005. por medio de la cual se establecen las metodologías para clasificar las personas de acueductos, alcantarillado y aseo de acuerdo con un nivel de riesgo. * Resolución 2115 de 2007. por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano.		11. RECURSOS: * Recurso Humano. * Agua. * Iluminación natural y artificial. * Dotación personal / ropa de trabajo. * Equipos de comunicación. * Señalización. * Tanque almacenamiento coagulante. * Bombas de dosificación del coagulante. * Redes de tuberías y accesorios. * Polímero Coagulante . * Instalaciones físicas.(tanques de almacenamiento de agua, pasamanos, escalera, corredores) * Elementos de protección personal. (gafas, casco,botas,casco, guantes)	
12. DOCUMENTOS: * Matriz de identificación de peligros y valoración de riesgos. * Matriz de aspectos e impactos ambientales. * Plan de emergencias. * "Procedimiento uso de EPPS. * "Procedimiento de reporte de actos y condiciones inseguras. * "Procedimiento manejo de residuos peligrosos. * Programa de medicina preventiva y epidemiológica * Programa de preparación y respuesta ante emergencias. * Programa de gestión en salud y seguridad en el trabajo. * Programa de ahorro y uso eficiente de agua y energía * Política de SG-SST.		14. INDICADORES: * Capacitación TSA. * Capacitación preparación y respuesta ante emergencias. * Capacitación factor de riesgo eléctrico. * Capacitación factor de riesgo químico. * Diferencia consumo de agua. * Diferencia consumo de energía. * Mantenimientos a barandas por año. * Mantenimiento preventivo a barandas por año. * Mantenimiento correctivo a barandas por año.	
13. REGISTROS: * Control entrega dotación. * Control entrega EPPS. * Formato Reporte de Emergencias * Libro de registro o minuta (registro actividades, novedades, cambios de turno). * Participación del personal en capacitaciones. * Registro de mediciones de variables del proceso (mediciones de presión de aire, presión de cloro, dosificación de cloro, nivel de existencias de cloro). * Registro ingreso y salida de cilindros . * Registro de mantenimiento y calibración de equipos. * Registro asistencia- formación y capacitación a empleados. * Reporte de emergencias. * Reporte de incidentes.			

Fuente: Los autores

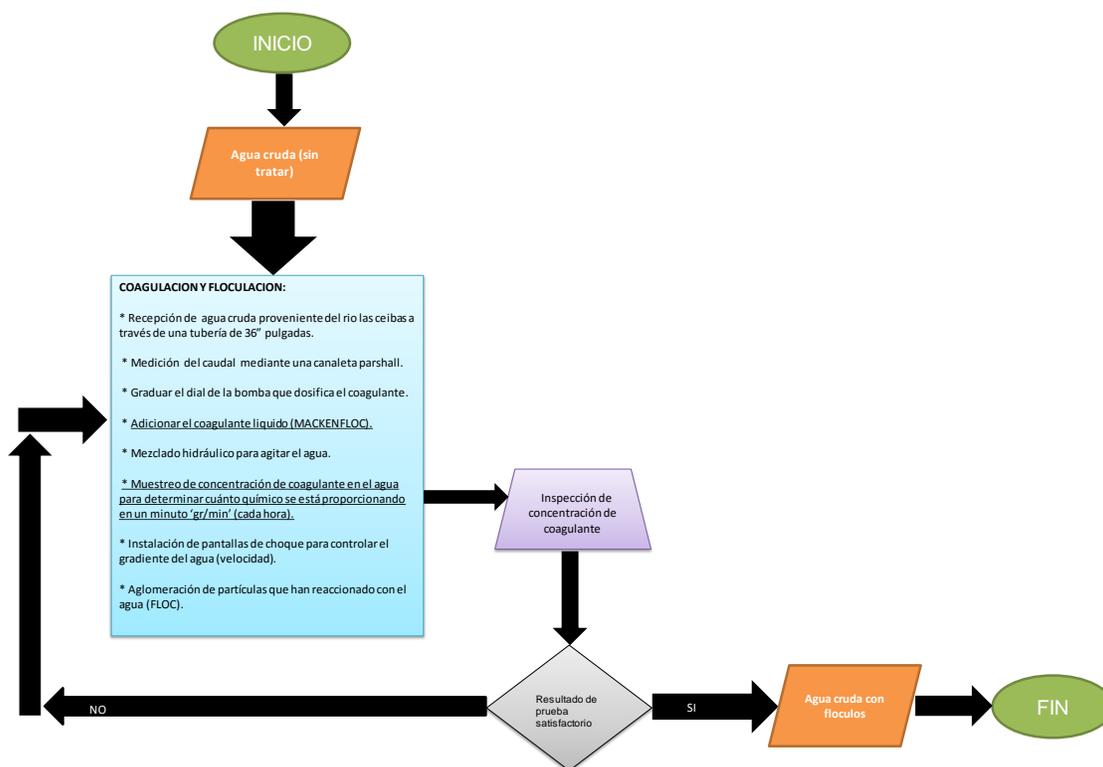


Figura 16. Diagrama de flujo etapa de Coagulación-Floculación

Fuente: Los autores



Figura 17. Agua con FLOC

Fuente: Los autores

Tabla 3. Caracterización etapa Sedimentación

CARACTERIZACION SEDIMENTACION			
1. OBJETIVO:		2. ALCANCE:	
Realizar la separación mas densa de las particulas en el agua, para que estas lleguen al fondo del tanque sedimentador, en un tiempo que genere economía y ganancias a toda la organización. Realizando esta actividad de una manera segura para los trabajadores, generando un producto de calidad para las partes interesadas y cumpliendo con las exigencias de ley.		Inicia desde la recepción del floc hasta las particulas pequeñas que quedan suspendidas en el agua.	
3. RESPONSABLE:		4. PARTICIPANTES	
* Director de operaciones		* Director de operaciones * Coordinador SYSO * Lavadores * Profesionales Químico y microbiológico	
5. PROVEEDOR:	7. SEGUIMIENTO AL PROCESO Y AL PRODUCTO		9. CLIENTE: Partes interesadas
* QUINSA S.A (Coagulante) * FLOWSERVE (Bombas, válvulas, sellos, instrumentación y control) * ARSEG (Provisión de EPPS)	* Recepción del agua con FLOC. * Precipitación de particulas hacia el fondo del tanque "Lodo". * Salida de agua decantada con particulas suspendidas mas pequeñas a través de una canal.		* Usuarios (la población) * Autoridades competentes (Ministerio de medio ambiente, Secretaria de Salud, alcaldía, CAMI Corporación Autónoma del Alto Magdalena). * Empleados y contratistas
6. ENTRADAS:			8. SALIDAS:
* Agua con Floc			* Agua decantada con particulas y micro particulas suspendidas que no se logran sedimentar
10. REQUISITOS:		11. RECURSOS:	
* Constitución Nacional de 1991. Artículo 79. * Código sustantivo del trabajo * Ley 9 de 1979 (código sanitario nacional). Título III (Salud Ocupacional). Título VIII (Medidas preventivas ante desastres naturales). Artículo 31 (Residuos solidos). Artículo 92-93 (Locaciones). Artículo 102 (Manejo o almacenamiento de sustancias peligrosas). Artículo 495-497-499-507 (Análisis de vulnerabilidad). * Ley 55 de 1993. Convenio sobre la seguridad en la utilización de los productos químicos en el trabajo. * Ley 373 de 1997. por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua. * Ley 697 de 2001. Fomenta el uso racional y eficiente de energía y promueve la utilización de energías alternativas. * Ley 789 de 2002. Ley 789 de 2002. Por la cual se dictan normas para apoyar el empleo y ampliar la protección social y se modifican algunos artículos del código sustantivo del trabajo. Ley 1010 de 2006. "Por medio de la cual se adoptan medidas para prevenir, corregir y sancionar el acoso laboral y otros hostigamientos en el marco de las relaciones de trabajo." * Ley 1333 de 2009 (Régimen sancionatorio ambiental). * Ley 1562 de 2012 (sistema general de riesgos laborales y disposiciones en materia de salud ocupacional). * Decreto 1295 de 1994 (Administración del sistema general de riesgos profesionales). * Decreto 948 de 1995. Prevención y control de la contaminación atmosférica y la protección de la calidad del aire. * Decreto 1575 de 2007. Por el cual se establece el Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano. * Decreto 3930 de 2010. Por la cual se reglamenta usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones. * Decreto 1443 de 2014 (Disposiciones para la implementación del sistema de seguridad y salud en el trabajo SG-SST). * Resolución 2400 de 1979 (higiene y seguridad en los establecimientos de trabajo) Capítulo 4 Arts. 90-c-e,93,95,96 (Ruidos y vibraciones) Artículo 117 (Medidas de prevención medicas oportunas para evitar la insolación de los trabajadores expuestos a radiación infrarrojas) Título IV (De la ropa de trabajo, equipos y elementos de protección) Artículo 170,171,173,175,176,177,178,179,180,188,189,190,191,192,193 Capítulo VIII (De la electricidad,alterna,continua y estática) Artículo (121-152). * Resolución 315 de 2005. por medio de la cual se establecen las metodologías para clasificar las personas de acueductos, alcantarillado y aseo de acuerdo con un nivel de riesgo. * Resolución 2115 de 2007. por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano.		* Recurso Humano * Agua * Iluminación natural y artificial * Elementos de protección personal (gafas, casco,botas, casco, guantes) * Equipos de comunicación * Dotación personal / ropa de trabajo. * Señalización * Cuarto de monitoreo para realizar y revisar los procesos del tratamiento de aguas * Redes de tuberías y accesorios * Plantas de electricidad para realizar el proceso * Instalaciones fisicas.(tanques de sedimentacion,barandas, escalera, corredores)	
12. DOCUMENTOS:		14. INDICADORES:	
* Matriz de identificación de peligros y valoración de riesgos. * Matriz de aspectos e impactos ambientales. * Plan de emergencias. * Procedimiento uso de EPPS. * Procedimiento de reporte de actos y condiciones inseguras. * Procedimiento manejo de residuos peligrosos. * Programa de medicina preventiva y epidemiológica * Programa de preparación y respuesta ante emergencias. * Programa de gestión en salud y seguridad en el trabajo. * Programa de ahorro y uso eficiente de agua y energía * Política de SG-SST.		* Capacitación TSA. * Capacitación preparación y respuesta ante emergencias. * Capacitación factor de riesgo eléctrico. * Capacitación factor de riesgo químico. * Diferencia consumo de agua. * Diferencia consumo de energía. * Mantenimientos a barandas por año. * Mantenimiento preventivo a barandas por año. * Mantenimiento correctivo a barandas por año.	
13. REGISTROS:			
* Control entrega dotación. * Control entrega EPPS. * Formato Reporte de Emergencias * Libro de registro o minuta (registro actividades, novedades, cambios de turno). * Participación del personal en capacitaciones. * Registro de mediciones de variables del proceso (mediciones de presión de aire, presión de cloro, dosificación de cloro, nivel de existencias de cloro). * Registro ingreso y salida de cilindros . * Registro de mantenimiento y calibración de equipos. * Registro asistencia- formación y capacitación a empleados. * Reporte de emergencias. * Reporte de incidentes.			

Fuente: Los autores

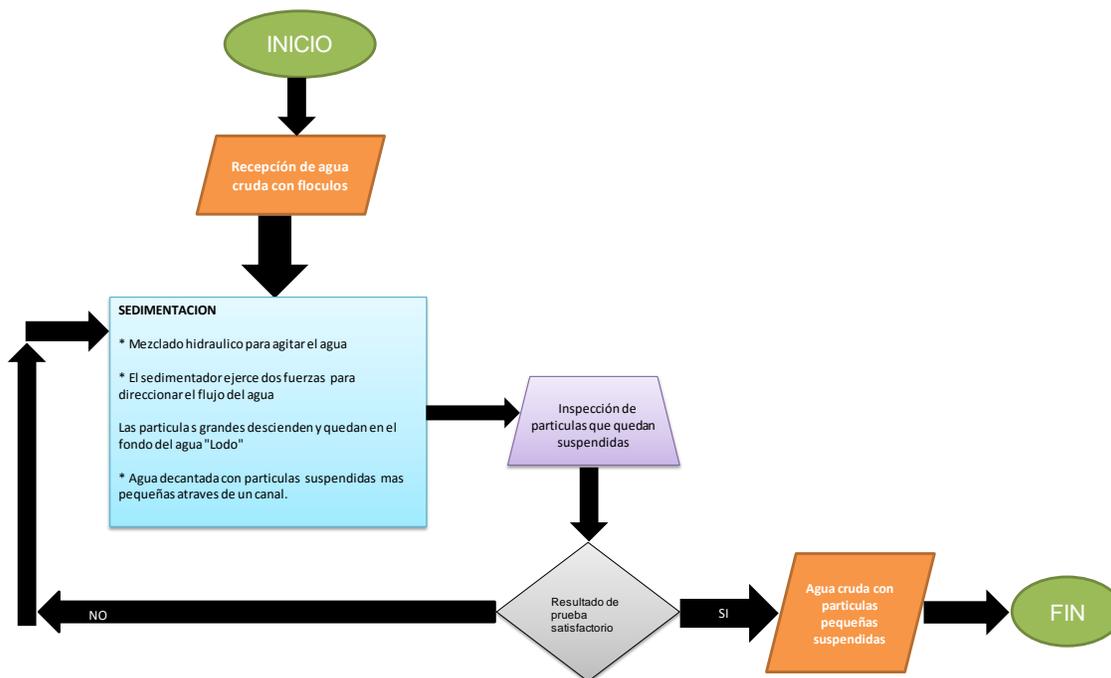


Figura 18. Diagrama de flujo etapa de Sedimentación
Fuente: Los autores



Figura 19. Tanques de Sedimentación
Fuente: Los autores

Tabla 4. Caracterización etapa Filtración

CARACTERIZACIÓN FILTRACIÓN			
1. OBJETIVO:		2. ALCANCE:	
Separar las partículas y microorganismos objetables, que no han quedado retenidos en los procesos de Coagulación, Floculación y Sedimentación. Esta se conseguirá mediante el tamizado del material suspendido por la labor conjunta de diferentes acciones físicas, químicas y biológicas ocurrientes. Realizando esta actividad de una manera segura para los trabajadores, generando un producto de calidad para las partes interesadas y cumpliendo con las exigencias de ley.		Se establecen las condiciones y requisitos mínimos de las unidades de filtración. Muestra las características que deben tener los distintos materiales que pueden ser empleados en el lecho filtrante y el lecho de soporte. También se establecen algunos criterios sobre el sistema de lavado y drenaje de las unidades de filtración.	
3. RESPONSABLE:		4. PARTICIPANTES	
* Jefe de Planta.		*Supervisor. *Operarios. *Coordinador SYSO.	
5. PROVEEDOR:	7. SEGUIMIENTO AL PROCESO Y AL PRODUCTO		9. CLIENTE:
* QUINSA S.A (Coagulante) * FLOWSERVE (Bombas, válvulas, sellos, instrumentación y control) * ARSEG (Provisión de EPPS)	* Separación de Material Grueso. * Remoción Gradual de Materia Fina y Microorganismos. * Lavado del filtro (cada 44 a 50 horas)		* Sección de Cloración.
6. ENTRADAS:			8. SALIDAS:
Agua tratada del proceso de Sedimentación.			Agua pura filtrada.
10. REQUISITOS:		11. RECURSOS:	
<ul style="list-style-type: none"> * Constitución Nacional de 1991. Artículo 79. * Código sustantivo del trabajo * Ley 9 de 1979 (código sanitario nacional). Titulo III (Salud Ocupacional). Titulo VIII (Medidas preventivas ante desastres naturales). Artículo 31 (Residuos sólidos). Artículo 92-93 (Locaciones). Artículo 102 (Manejo o almacenamiento de sustancias peligrosas). Artículo 496-497-499-507 (Análisis de vulnerabilidad). * Ley 55 de 1993. Convenio sobre la seguridad en la utilización de los productos químicos en el trabajo. * Ley 373 de 1997. por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua. * Ley 697 de 2001. Fomenta el uso racional y eficiente de energía y promueve la utilización de energías alternativas. * Ley 789 de 2002. Ley 789 de 2002. Por la cual se dictan normas para apoyar el empleo y ampliar la protección social y se modifican algunos artículos del código sustantivo del trabajo. Ley 1010 de 2006. "Por medio de la cual se adoptan medidas para prevenir, corregir y sancionar el acoso laboral y otros hostigamientos en el marco de las relaciones de trabajo." * Ley 1333 de 2009 (Régimen sancionatorio ambiental). * Ley 1562 de 2012 (sistema general de riesgos laborales y disposiciones en materia de salud ocupacional). * Decreto 1295 de 1994 (Administración del sistema general de riesgos profesionales). * Decreto 948 de 1995. Prevención y control de la contaminación atmosférica y la protección de la calidad del aire. * Decreto 1575 de 2007. Por el cual se establece el Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano. * Decreto 3930 de 2010. Por la cual se reglamenta usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones. * Decreto 1443 de 2014 (Disposiciones para la implementación del sistema de seguridad y salud en el trabajo SG-SST). * Resolución 2400 de 1979 (higiene y seguridad en los establecimientos de trabajo) Capítulo 4 Arts. 90-c-e,93,95,96 (Ruidos y vibraciones) Artículo 117 (Medidas de prevención medicas oportunas para evitar la insolación de los trabajadores expuestos a radiación infrarrojas) Titulo IV (De la ropa de trabajo, equipos y elementos de protección) Artículo 170,171,173,175,176,177,178,179,180,188,189,190,191,192,193 Capítulo VIII (De la electricidad, alterna, continua y estática) Artículo (121-152). * Resolución 315 de 2005. por medio de la cual se establecen las metodologías para clasificar las personas de acueductos, alcantarillado y aseo de acuerdo con un nivel de riesgo. * Resolución 2115 de 2007. por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano. 		<ul style="list-style-type: none"> * Recurso Humano. * Agua. * Iluminación natural y artificial. * Elementos de protección personal (gafas, casco, botas, casco, guantes) * Dotación personal / ropa de trabajo. * Equipos de comunicación. * Señalización. * Filtros. * Los medios porosos utilizados además de la arena —que es el más común— son la antracita, el granate, la magnetita, el carbón activado, la cáscara de arroz, la cáscara de coco quemada y molida y también el pelo de coco en el caso de los filtros rápidos. En los filtros lentos lo más efectivo es usar exclusivamente arena; no es recomendable el uso de materiales putrescibles. * Instalaciones físicas.(tanques de almacenamiento de agua, pasamanos, escalera, corredores) 	
12. DOCUMENTOS:		14. INDICADORES:	
<ul style="list-style-type: none"> * Matriz de identificación de peligros y valoración de riesgos. * Matriz de aspectos e impactos ambientales. * Plan de emergencias. * Procedimiento uso de EPPS. * Procedimiento de reporte de actos y condiciones inseguras. * Procedimiento manejo de residuos peligrosos. * Programa de medicina preventiva y epidemiológica * Programa de preparación y respuesta ante emergencias. * Programa de gestión en salud y seguridad en el trabajo. * Programa de ahorro y uso eficiente de agua y energía * Política de SG-SST. 		<ul style="list-style-type: none"> * Capacitación TSA. * Capacitación preparación y respuesta ante emergencias. * Capacitación factor de riesgo eléctrico. * Capacitación factor de riesgo químico. * Diferencia consumo de agua. * Diferencia consumo de energía. * Mantenimientos a barandas por año. * Mantenimiento preventivo a barandas por año. * Mantenimiento correctivo a barandas por año. 	
13. REGISTROS:			
<ul style="list-style-type: none"> * Control entrega dotación. * Control entrega EPPS. * Formato Reporte de Emergencias * Libro de registro o minuta (registro actividades, novedades, cambios de turno). * Participación del personal en capacitaciones. * Registro de mediciones de variables del proceso (mediciones de presión de aire, presión de cloro, dosificación de cloro, nivel de existencias de cloro). * Registro ingreso y salida de cilindros . * Registro de mantenimiento y calibración de equipos. * Registro asistencia- formación y capacitación a empleados. * Reporte de emergencias. * Reporte de incidentes. 			

Fuente: Los autores

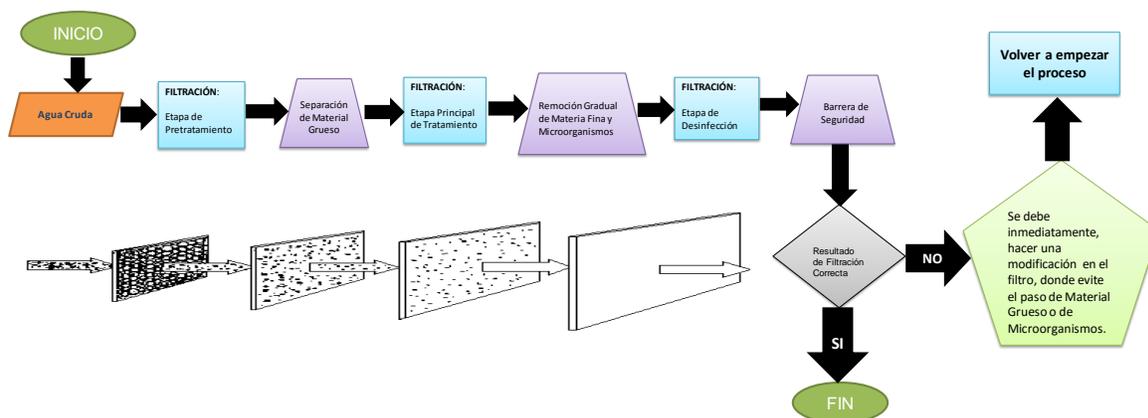


Figura 20. Diagrama de flujo etapa de Filtración
Fuente: Los autores



Figura 21. Tanque de filtración el agua se agita por el bombeo de aire
Fuente: Los autores



Figura 22. Tanque de filtración lavado filtro
Fuente: Los autores

Tabla 5. Caracterización etapa Cloración

CARACTERIZACION CLORACION			
1. OBJETIVO:		2. ALCANCE:	
Desinfectar el agua filtrada para eliminar micro organismos (bacterias, virus) que son causantes de enfermedades y han sobrevivido a las etapas de tratamiento previas, para proporcionar agua potable y desinfectada lista para el consumo humano, dentro de un ambiente limpio, con unos trabajadores sanos y cumpliendo la legislación y normatividad vigente.		Inicia desde la captación del agua filtrada y se extiende hasta el almacenamiento de la misma, la cual se encuentra lista para ingresar a la red de suministro.	
3. RESPONSABLE:		4. PARTICIPANTES	
* Director de operaciones		* Director de operaciones * Director de calidad. * Coordinador SYSO * Operarios	
5. PROVEEDOR	7. SEGUIMIENTO AL PROCESO Y AL PRODUCTO		9. CLIENTE: Partes interesadas
* QUINSA S.A (Coagulante) * FLOWSERVE (Bombas, válvulas, sellos, instrumentación y control) * ARSEG (Provisión de EPPS)	* Aprovechamiento del cloro. * Colocarse los EPPS (botas de seguridad,casco,gafas,guantes, mascara). * Descarga de los cilindros con contenido de cloro liquido o gaseoso (por medio de una línea riel, la cual es accionada eléctricamente por un operario). * Inspeccionar los fusible de seguridad de los cilindros. NOTA: Estos pueden estar flojos y al momento de hacer la descarga se pueden desprender y generar una situación de emergencia. De presentarse, se debe contar con un equipo de oxígeno avanzado, tener fusibles de repuesto, una maceta y personal entrenado quien deberá insertar un nuevo fusible y golpear hasta que halla sellado. * Operación de cambio de cilindro vacío por uno lleno (cerrar la salida de cloro del cilindro vacío, aflojar la trampa, soltar la arandela, retirar cilindro). * Instalación del nuevo cilindro (insertar arandela de seguridad nueva en la válvula del cilindro, se inserta la trampa, ajustar la trampa teniendo en cuenta no hacer demasiada presión sobre la arandela, abrir válvula de salida del cloro) NOTA: En caso de exceso de presión en la arandela se puede presentar un escape, situación en la cual se debe inmediatamente buscar el equipo de oxígeno, usarlo y proceder a cerrar la válvula de salida de cloro; posteriormente, se debe repetir el proceso de instalación con una arandela nueva y ajustar la trampa con precaución; finalmente abrir nuevamente la válvula de salida de cloro. * Dosificar el cloro gaseoso en una concentración entre 1-2 mg/L en el vertedero previamente al ingreso del agua al tanque de almacenamiento.		* Usuarios (la población). * Autoridades competentes (Ministerio de medio ambiente, Secretaria de Salud, alcaldía, CAM ' Corporación Autónoma del Alto Magdalena). * Empleados y contratistas. * NOTA: En caso de emergencia organismos de respuesta ante emergencias y fuerza publica.
6. ENTRADAS			8. SALIDAS
* Agua filtrada			* Agua potable desinfectada (lista para el consumo humano)
10. REQUISITOS		11. RECURSOS	
<ul style="list-style-type: none"> * Constitución Nacional de 1991. Artículo 79. * Código sustantivo del trabajo * Ley 9 de 1979 (código sanitario nacional). Título III (Salud Ocupacional). Título VIII (Medidas preventivas ante desastres naturales). Artículo 31 (Residuos solidos). Artículo 92-93 (Locaciones). Artículo 102 (Manejo o almacenamiento de sustancias peligrosas). Artículo 496-497-499-507 (Análisis de vulnerabilidad). * Ley 55 de 1993. Convenio sobre la seguridad en la utilización de los productos químicos en el trabajo. * Ley 373 de 1997. por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua. * Ley 697 de 2001. Fomenta el uso racional y eficiente de energía y promueve la utilización de energías alternativas. * Ley 789 de 2002. * Ley 789 de 2002. Por la cual se dictan normas para apoyar el empleo y ampliar la protección social y se modifican algunos artículos del código sustantivo del trabajo. Ley 1010 de 2006. "Por medio de la cual se adoptan medidas para prevenir, corregir y sancionar el acoso laboral y otros hostigamientos en el marco de las relaciones de trabajo." * Ley 1333 de 2009 (Régimen sancionatorio ambiental). * Ley 1562 de 2012 (sistema general de riesgos laborales y disposiciones en materia de salud ocupacional). * Decreto 1295 de 1994 (Administración del sistema general de riesgos profesionales). * Decreto 948 de 1995. Prevención y control de la contaminación atmosférica y la protección de la calidad del aire. * Decreto 1575 de 2007. Por el cual se establece el Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano. * Decreto 3930 de 2010. Por la cual se reglamenta usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones. * Decreto 1443 de 2014 (Disposiciones para la implementación del sistema de seguridad y salud en el trabajo SG-SST). * Resolución 2400 de 1979 (higiene y seguridad en los establecimientos de trabajo) Capítulo 4 Arts. 90-c-e,93,95,96 (Ruidos y vibraciones) Artículo 117 (Medidas de prevención medicas oportunas para evitar la insolación de los trabajadores expuestos a radiación infrarrojas) Título IV (De la ropa de trabajo, equipos y elementos de protección) Artículo 170,171,173,175,176,177,178,179,180,188,189,190,191,192,193 Capítulo VII (De la electricidad,alterna,continua y estática) Artículo (121-152). * Resolución 315 de 2005. por medio de la cual se establecen las metodologías para clasificar las personas de acueductos, alcantarillado y aseo de acuerdo con un nivel de riesgo. * Resolución 2115 de 2007. por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano. 		<ul style="list-style-type: none"> * Recurso Humano. * Agua. * Iluminación natural y artificial. * Elementos de protección personal (gafas, casco,botas,casco, guantes). * Dotación personal / ropa de trabajo. * Herramientas y equipos de: comunicación, medición, ferretería. * Señalización. * Equipo de oxígeno. * Equipo de primeros auxilios y extintores * Tanque almacenamiento de agua. * Bombas de dosificación de aire y cloro. * Cloro liquido o gaseoso. * Redes de tuberías y accesorios. * Instalaciones físicas. (caseta metalica, línea riel, malacate, estructura de soporte para el descargue de cilindros, duchas, sistema de riego de agua alrededor de la caseta, espacio ventilado). 	
12. DOCUMENTOS:		14. INDICADORES:	
<ul style="list-style-type: none"> * Matriz de identificación de peligros y valoración de riesgos. * Matriz de aspectos e impactos ambientales. * Plan de emergencias. * Procedimiento uso de EPPS. * Procedimiento de reporte de actos y condiciones inseguras. * Procedimiento manejo de residuos peligrosos. * Programa de medicina preventiva y epidemiológica * Programa de preparación y respuesta ante emergencias. * Programa de gestión en salud y seguridad en el trabajo. * Programa de ahorro y uso eficiente de agua y energía * Política de SG-SST. 		<ul style="list-style-type: none"> * Capacitación TSA. * Capacitación preparación y respuesta ante emergencias. * Capacitación factor de riesgo eléctrico. * Capacitación factor de riesgo químico. * Diferencia consumo de agua. * Diferencia consumo de energía. * Mantenimientos a barandas por año. * Mantenimiento preventivo a barandas por año. * Mantenimiento correctivo a barandas por año. 	
13. REGISTROS:			
<ul style="list-style-type: none"> * Control entrega dotación. * Control entrega EPPS. * Formato Reporte de Emergencias * Libro de registro o minuta (registro actividades, novedades, cambios de turno). * Participación del personal en capacitaciones. * Registro de mediciones de variables del proceso (mediciones de presión de aire, presión de cloro, dosificación de cloro, nivel de existencias de cloro). * Registro ingreso y salida de cilindros . * Registro de mantenimiento y calibración de equipos. * Registro asistencia: formación y capacitación a empleados. * Reporte de emergencias. * Reporte de incidentes. 			

Fuente: Los autores

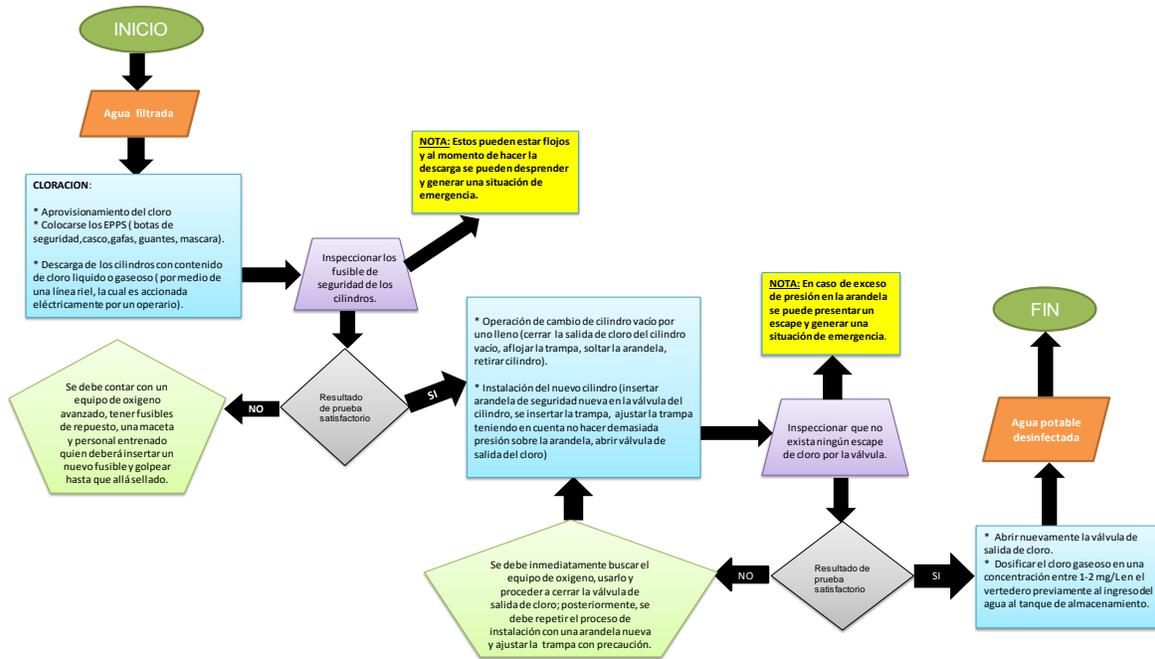


Figura 23. Diagrama de flujo etapa de Cloración

Fuente: Los autores

5 IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS, ASPECTOS E IMPACTOS

En este apartado explicaremos como elaboramos las matrices de identificación de peligros y aspectos e impactos ambientales aplicados para la empresa Proyectos & Gerencia Ltda. Para obtener los datos y desarrollar las matrices fue esencial realizar una visita de campo a una planta de tratamiento de agua en la ciudad de Neiva, donde pudimos identificar los peligros y aspectos latentes asociados a las actividades desarrolladas de la compañía.

Para realizar el registro inicial de lo detectado en la visita, tuvimos en cuenta las plantillas suministradas en nuestro módulo de Fundamentos de S&SO dictada por el profesor Néstor Ríos ([ver Anexo 3](#)), y en el módulo Sistema de Gestión Ambiental dictado por la profesora Magda González ([ver Anexo 2](#)).

Adicionalmente se diseñaron unas plantillas modelo de listas de verificación:

- ✓ [Lista de chequeo seguridad y salud en el trabajo.](#)
- ✓ [Lista de verificación ambiental.](#)
- ✓ [Lista de verificación SISO.](#)

Para entenderlo mejor se explica paso a paso el contenido de las matrices.

5.1 MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS.

5.1.1 Proceso: En este paso se identifican los procesos que la Proyectos & Gerencia opera, definidos en 4 grupos.

- Floculación
- Sedimentación
- Filtración
- Cloración

5.1.2 Actividades del Proceso: Se indican las actividades de los cuatro procesos mencionados en el ítem anterior.

5.1.3 Factor de Riesgo: En este ítem se describen los factores de riesgo (peligro) encontrados:

- Físico: Son todos aquellos factores ambientales de naturaleza física que pueden provocar efectos adversos a la salud según sea la intensidad o el tiempo de exposición.

- **Químico:** Toda sustancia orgánica e inorgánica, natural o sintética que durante la fabricación, manejo, transporte, almacenamiento, que pueda incorporarse al aire ambiental y puede ser inhalada, entrar en contacto con la piel o ser ingerida.
- **Biológico:** Todos aquellos seres vivos ya sean de origen animal o vegetal y todas aquellas derivadas de los mismos. Que pueden provocar efectos infecciosos, tóxicos o alérgicos.
- **Saneamiento Básico:** Es el conjunto de acciones técnicas y socioeconómicas que tienen por objeto alcanzar niveles crecientes de salubridad, como: Disposición de aguas residuales, provisión de agua potable, vectores.
- **Instalaciones Locativas:** Condiciones de zonas geográficas, instalaciones o áreas de trabajo que bajo circunstancias no adecuadas ocasionan accidentes como: Barandas, escaleras, pisos, etc.



Figura 24. Condición de escaleras y barandas
Fuente: Los autores

- **Mecanismos de seguridad:** se manejan amenazas externas de riesgo público, tales como atracos, robos, atentados, y un riesgo muy importante como es trabajo en alturas.



Figura 25. Tanque de Filtración vacío profundidad 4.30 metros.
Fuente: Los autores



Figura 26. Se está adecuando una línea de vida.
Fuente: Los autores



Figura 27. Tanque de Filtración durante el retro-lavado del filtro.
Fuente: Los autores

- **Ergonomía:** Involucra todos los agentes que tiene que ver con la adecuación del trabajo a la fisiología humana.
- **Psicolaboral:** Todos aspectos intrínsecos y organizativos del trabajo y las interrelaciones humanas pueden producir afectaciones en la salud.
- **Mecánico:** Contempla todos los factores presentes en objetos, maquinas, equipos, herramientas que puedan ocasionar accidentes laborales.

- **Eléctrico:** Se refiere a los sistemas eléctricos de las maquinas, equipos, herramientas e instalaciones locativas en general.



Figura 28. Cable con electricidad descolgado sobre los tanques de sedimentación.
Fuente: Los autores



Figura 29. Caja eléctrica en los corredores de los tanques de sedimentación
Fuente: Los autores

5.1.4 Actividades de Etapa proceso desarrollada: Se enumeran las actividades que están presentes en los factores de riesgo.

5.1.5 Fallo: (La metodología utilizada para realizar la matriz es AMFE “Análisis modal de fallas y efectos”) Es una herramienta de análisis para la identificación, evaluación y prevención de los posibles fallos y efectos que pueden aparecer en un producto/servicio en el proceso.

Y se divide en 3:

- **Modo:** Es la forma, situación o comportamiento con que puede llegar a aparecer una falla en un producto, servicio o proceso.
- **Efecto:** Es la consecuencia que puede traer consigo la ocurrencia de una falla materializada.
- **Causa:** Es la fuente o condición que genera la falla.

5.1.6 Controles Actuales: En este apartado se reflejan todos los controles existentes de los procesos actuales para prevenir las causas de fallos efectos y causas.



Figura 30. Extintores de distintas clases visibles y señalizados
Fuente: Los autores



Figura 31. Equipo de oxígeno avanzado.
Fuente: Los autores



Figura 32. Puntos ecológicos visibles y de fácil ubicación.
Fuente: Los autores

5.1.7 Determinación de controles:

- ✓ **Eliminación:** Modificar un diseño para eliminar el peligro, por ejemplo: Introducir elementos mecánicos de levantamientos para eliminar el peligro de manipulación manual.
- ✓ **Sustitución:** Reemplazar por un material menos peligroso o reducir energía del sistema.
- ✓ **Controles de Ingeniería:** Instalar sistemas de ventilación, protección para las maquinas, enclavamiento y cerramientos acústicos.



Figura 33. Monitoreo computarizado del proceso en tiempo real.
Fuente: Los autores

- ✓ **Controles Administrativos:** Señalización, advertencias, instalación de alarmas, procedimientos de seguridad, inspecciones de los equipos, controles de acceso.



Figura 34. Extintores visibles, señalización factores de riesgo (peligros) descollado sobre los tanques de sedimentación.
Fuente: Los autores

- ✓ Elementos o equipos de protección personal: Gafas de seguridad, Protección auditiva, mascarás faciales, sistemas de detección contra caídas, respiradores y guantes.



Figura 35. Señalización clara de factores de riesgo y Equipos de protección personal
Fuente: Los autores

[Ver Matriz de Identificación de Peligros y Valoración de Riesgos.](#)

5.2 MATRIZ DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTALES

En este apartado describimos los aspectos e impactos ambientales identificados en la planta operada por Proyectos & Gerencia Ltda., se describe a continuación paso a paso los componentes de la matriz:

5.2.1 Proceso: En este paso se identifican los procesos que la organización realiza definidos en 4 grupos.

- Floculación.
- Sedimentación.
- Filtración.
- Cloración.

5.2.2 Actividades del Proceso: Se indican las actividades de los cuatro procesos mencionados en el ítem anterior.

5.2.3 Condición de operación:

- Normal: Se deben considerar aquellos aspectos sobre los que la organización, puede influir, productos, servicios y procesos, generados en funcionamiento.
- Anormal: Son los arranques, paradas, operaciones de mantenimiento y otras situaciones.
- Emergencia: Incendios, derrames y fugas.

5.2.4 Aspectos: Es todo elemento de las actividades, productos y servicios de una organización que puede interactuar con en el medio ambiente²⁹.

5.2.4.1 Clasificación: Cual es la clase del aspecto.

5.2.4.2 Nombre: nombre detallado del aspecto

5.2.4.3 Actividades del proceso asociadas: Se enumeran las actividades asociadas al aspecto mencionado.

5.2.4.4 Descripción: Se explica de manera detallada y ordenada los aspectos relacionados.



Figura 36. En él entorno hay flora y fauna
Fuente: Los autores

5.2.5 Impacto: Cualquier cambio en el ambiente sea adverso o beneficioso; resultante de las actividades, productos o servicios de una organización³⁰.

Se divide en dos partes:

5.2.5.1 Nombre: Se indica cómo se llama el impacto.

5.2.5.2 Tipo: Se indica si es positivo o negativo el impacto.

5.2.6 Existencia de Requisito legal específico asociado: Se define “SÍ” o “NO” según la existencia de los requisitos legales.

5.2.7 Requisito legal asociado: Que normatividad existe en cada actividad de cada proceso.

[Ver Matriz de Aspectos e Impactos Ambientales.](#)

²⁹ Norma ISO 14001:2004. Sistemas de Gestión Ambiental. Requisitos con Orientación para su Uso.

³⁰ Norma ISO 14001:2004. Sistemas de Gestión Ambiental. Requisitos con Orientación para su Uso.

6 VALORACIÓN DE RIESGOS Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS

El presente capítulo está construido de forma tal que, el lector comprenda en primer lugar la relación que existe entre la identificación de peligros, aspectos e impactos tratados en el Capítulo 5 y la valoración de riesgos y evaluación de impactos que es el tema central del capítulo 6. La estructura que presenta es la siguiente:

- ¿Por qué valorar riesgos y evaluar impactos?
- Orientación de las normas ISO 31000:2009 - Gestión del Riesgo e ISO 31010:2009 – Técnicas para valorar el riesgo.
- Valoración del riesgo aplicando técnica AMEF.
- Interpretación de resultados y hallazgos de la valoración de riesgos.
- Evaluación de impactos ambientales.
- Interpretación de resultados y hallazgos de evaluación del impacto ambiental.

6.1 ¿POR QUÉ VALORAR RIESGOS Y EVALUAR IMPACTOS?

Una vez se identificaron los peligros en términos de seguridad y salud para los trabajadores y/o personas que pueden visitar los lugares de trabajo. Del mismo modo, fueron identificados los aspectos ambientales que tienen o pueden tener interacción con elementos de las actividades de los procesos. Se omiten los controles existentes por tratarse de una valoración inicial para darle a conocer a PROYECTOS & GERENCIA LTDA. Cuáles son los peligros y aspectos que deben tener en cuenta y aprender a priorizar para tomar decisiones y poner en marcha planes de acción para mitigarlos y/o minimizarlos a niveles tolerables no solo para cumplir requisitos legales y de otra índole sino que muestre su compromiso de prevenir la contaminación, prevenir y mejorar las condiciones de seguridad de los trabajadores para reducir la probabilidad de que se accidenten poniendo en riesgo su salud. Y de esa forma, la organización tenga beneficios como: Ser más productiva, rentable y sostenible.

6.2 ORIENTACIÓN DE LAS NORMAS ISO 31000:2009 - GESTIÓN DEL RIESGO E ISO 31010:2009 – TÉCNICAS PARA VALORAR EL RIESGO.

Para la selección de las técnicas de valoración de riesgos y de evaluación de impactos la norma ISO 31000:2009 en numeral **5.4.4 (Evaluación del riesgo)** hace énfasis en que ésta debe servir a la organización como guía para tomar decisiones, que riesgos necesitan tratamiento y la prioridad a la hora de implementar las acciones para tratarlos. Las decisiones se deben tomar de

acuerdo a los requisitos legales, reglamentarios y otros que PROYECTOS & GERENCIA LTDA suscriba con las partes interesadas. Después de evaluar un riesgo es que de acuerdo al contexto y los criterios que ha establecido toma la decisión de tratar o no el riesgo. En el numeral **5.4 (Evaluación del riesgo)** de la norma ISO 31010:2009 se describe de forma más amplia lo explicado anteriormente.

El capítulo 6 de la norma ISO 31010:2009 titulado **(Selección de técnicas para valorar el riesgo)** en cada numeral explica los factores a tener en cuenta para hacer la selección, entre estos se resaltan:

- Se adecúa y justifica para la situación y la organización donde se quiere aplicar.
- Debe suministrar los resultados de una forma que sea comprensible para la organización.
- Debe ser útil y poder volver a utilizarla para hacer seguimiento y los resultados se puedan comparar.
- Los objetivos, alcance y necesidades de la organización.
- El tipo y rango de los riesgos que sean analizados.
- El grado de experticia (formación y competencia), recursos (humano, tiempo, tecnológico, financiero) requerido para aplicar el método de valoración.
- La disponibilidad y acceso a la información y/o datos que demanda la técnica que se utilice.

El anexo A de la norma ISO 31010:2009 presenta una relación conceptual de las técnicas para valoración del riesgo y los factores que influyen en la selección. Además busca orientar a las organizaciones para que puedan seleccionar la técnica adecuada para una situación específica mediante ejemplos ilustrativos. Este anexo A contiene 2 tablas que utilizan de la siguiente manera:

La tabla A.1. Aplicabilidad de las herramientas para valoración de riesgo ([ver Anexo 4](#)). Explica cuan aplicables son las técnicas con relación a cada paso o etapa del proceso de valoración del riesgo:

- Identificación del riesgo.
- Análisis del riesgo – Consecuencias.
- Análisis del riesgo – Probabilidad (estimación cualitativa, semi-cuantitativa o cuantitativa)
- Estimación del nivel de riesgo.
- Evaluación del riesgo.

Nota: El anexo B de la norma ISO 31010:2009 describe de forma general cada técnica.

La tabla A.1. Se interpreta así:

SA=Significativamente o rotundamente aplicable.

A=Aplicable.

NA=No aplicable

La tabla A.2. Atributos de una selección de herramientas para la valoración del riesgo ([ver Anexo 5](#)). Presenta el ejemplo de tipo de técnica y método de valoración del riesgo, descripción, importancia de los factores de influencia y responde de forma puntual la pregunta ¿Es o no posible un resultado cuantitativo?

Los factores de influencia de la tabla están organizados de la siguiente manera:

- Complejidad del problema y métodos necesarios para analizarlo.³¹
- La naturaleza y grado de incertidumbre de la valoración del riesgo con base en la cantidad de información disponible y en los requisitos para satisfacer los objetivos.³²
- La cantidad de recursos necesarios en términos de tiempo y nivel de experticia, necesidades de datos y costos.³³

6.3 VALORACIÓN DEL RIESGO APLICANDO TÉCNICA AMEF.

De las técnicas de valoración del riesgo de acuerdo con la tabla A.1 ([ver Anexo 5](#)) AMEF es una técnica que nos permitió identificar, analizar y evaluar el riesgo que son las fases de **valoración del riesgo** (numeral 5.4 de la norma ISO 31000:2009) como se representa en la [figura 37](#), a continuación:

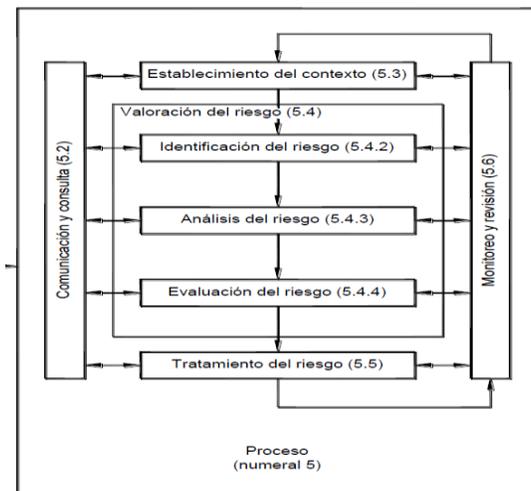


Figura 37. Proceso para la gestión del riesgo³⁴

Teniendo en cuenta los factores de influencia y la posibilidad de obtener un resultado cuantitativo de acuerdo con la tabla A.2. ([Ver Anexo 5](#)) AMEF también

³¹ Tomado textualmente de la Norma ISO 31010:2009. Gestión de Riesgos. Técnicas de Valoración de Riesgos.

³² Tomado textualmente de la Norma ISO 31010:2009. Gestión de Riesgos. Técnicas de Valoración de Riesgos.

³³ Tomado textualmente de la Norma ISO 31010:2009. Gestión de Riesgos. Técnicas de Valoración de Riesgos.

³⁴ Fuente: Tomado textualmente de la Norma ISO 31000:2009. Gestión de Riesgos. Principios y directrices.

se ajusta a las necesidades de PROYECTOS & GERENCIA LTDA para analizar el problema.

6.3.1 AMEF (Análisis del Modo y Efecto de la Falla).

Es una técnica que identifica los modos (comportamiento), mecanismos de la falla asociados a causa y sus efectos (consecuencias). Se caracteriza porque permite hacer un análisis cualitativo y cuantitativo. Puede usarse varias veces en diferentes intervalos de tiempo para hacer seguimiento y mediciones periódicas comparativas que reflejen si se está aumentando o reduciendo el nivel de riesgo asociándolo al modo de falla y la prioridad estimada.

6.3.2 Validación de Fallos:

Entiéndase fallo como una situación no deseada que tiene consecuencias sobre la salud del trabajador o un visitante.

- **Frecuencia (F):** Mide la repetitividad potencial u ocurrencia de un determinado fallo. Es lo que se determina como la probabilidad de aparición de un fallo.

Las tablas (4, 5 y 6) que se presenta a continuación son adaptaciones modificadas de la bibliografía consultada (Ver anexo 6) para facilitar su comprensión en un lenguaje más sencillo y que sea adecuado al contexto de la situación analizada por Proyectos & Gerencia LTDA.

Tabla 6. Probabilidad de ocurrencia/frecuencia³⁵(Adaptación modificada)

Frecuencia 'F' (Probabilidad)	de Ocurrencia	Vr.
Remota de ocurrencia. Sería irrazonable que se produja el fallo	[0-0.005] %	1
Promedio de fallo bajo. Mínima probabilidad de fallos	[0.005-0.01] %	2
Promedio de fallo bajo. Relativamente baja probabilidad de fallos	[0.01-0.05] %	3
Promedio de fallo moderado. Hay fallos esporádicos en condiciones ligeramente diferentes.	[0.05-0.1] %	4
Promedio de fallo moderado. Han experimentado fallos más frecuentes que necesitan atención particular	[0.1-0.5] %	5
Promedio de fallo moderado. No hay probabilidad de fallo medida ni estimada previamente	[0.5-1] %	6
Promedio de fallo alto. Fallos que han causado problemas en el pasado	[1-5] %	7
Promedio de fallo alto. Fallos por problemas de diseño, fabricación y condiciones del entorno	[5-10] %	8
Promedio de fallo muy alto. Fallos por problemas de diseño y fabricación, incluye condiciones del entorno	[10-50] %	9
Promedio de sumamente alto. Los fallos ocurrirán casi con certeza.	>50 %	10

³⁵ Fuente: Problemas resueltos de análisis de riesgos en instalaciones industriales– Autores: Elena Mulet Escrig, Mar Carlos Arbeloa, Vicente Chulvi Ramos, Juan E. Ramos Barceló, M.^a Dolores Bovea Edo – Universitat Jaume – Primera Edición – Año 2011

- **Gravedad:** Mide el daño normalmente esperado que provoca el fallo en cuestión.

Tabla 7. Gravedad ³⁶(Adaptación modificada)

Criterio	Gravedad (G)
Imperceptible	1
Perceptible pero no molesto	2
Perceptible y ligeramente molesto	3
Predispone negativamente	4
Degradación del sistema	5
Degradación del sistema y exigencia de cambio y/o reparación	6
Degradación del sistema y reparación costosa	7
Degradación del sistema, que llega a afectar a otros sistemas de la instalación	8
Afecta a la seguridad, con aviso previo	9
Afecta a la seguridad, sin aviso previo	10

- **Detección:** Cuan probable es que se detecte el fallo.

Tabla 8. No detección³⁷(Adaptación modificada)

Criterio	Probabilidad de que el defecto se convierta en fallo	D
Probabilidad remota de que el defecto no sea detectado durante la inspección, prueba o montaje	[0-5] %	1
Probabilidad baja de que el defecto no sea detectado	[6-15] %	2
	[16-25] %	3
Probabilidad moderada de que el defecto no sea detectado	[26-35] %	4
	[36-45] %	5
Probabilidad alta de que el defecto no sea detectado	[46-55] %	6
	[56-65] %	7
Probabilidad muy elevada de que el defecto no sea detectado	[66-75] %	8
	[76-85] %	9
	[86-100] %	10

6.3.3 Cálculo del índice de prioridad de riesgo (IPR) para cada Factor de Riesgo (Peligro)

El índice de prioridad de riesgo (IPR) es una estimación cuantitativa de la importancia de los fallos, para el contexto del análisis que se desarrolló en la operación de una planta de tratamiento de agua para PROYECTOS & GERENCIA LTDA los fallos están asociados a los

³⁶ Fuente: Problemas resueltos de análisis de riesgos en instalaciones industriales– Autores: Elena Mulet Escrig, Mar Carlos Arbeloa, Vicente Chulvi Ramos, Juan E. Ramos Barceló, M.^a Dolores Bovea Edo – Universitat Jaume – Primera Edición – Año 2011

³⁷ Fuente: Problemas resueltos de análisis de riesgos en instalaciones industriales– Autores: Elena Mulet Escrig, Mar Carlos Arbeloa, Vicente Chulvi Ramos, Juan E. Ramos Barceló, M.^a Dolores Bovea Edo – Universitat Jaume – Primera Edición – Año 2011

peligros identificados con el fin de priorizar las causas potenciales de daño que afectan la salud del trabajador de acuerdo [\(ver efectos ‘consecuencias’ en la Matriz de identificación de Peligros y Valoración de Riesgos\)](#).

El índice de prioridad del riesgo (IPR) es el producto aritmético de los índices de: Frecuencia (F), gravedad (G) y la probabilidad de detección (D).

$$IPR = F * G * D$$

6.3.4 Interpretación del Nivel de Riesgo:

Al definir los niveles de riesgo fue fundamental partir de la siguiente consideración: ¿Era de fácil aplicación en la práctica para PROYECTOS & GERENCIA LTDA tener pocos o varios niveles de riesgo?

Sí se definen pocos niveles de riesgo dificulta la priorización y genera confusión sobre que peligros debe concentrar su atención para minimizar sus riesgos. Así mismo, los rangos deben ser claramente definidos antes de hacer la validación de fallos y no ser susceptibles de cambios una vez se calcule el IPR para acomodar los resultados a un nivel que aceptable para la organización.

- **Nivel ‘I’ – Riesgo Insignificante:** Comprendido entre 0 y 100, de color **Verde claro**. No hay consecuencia importante, es poco probable que ocurra, fácil de detectar y la eficacia de los controles existentes es alta. El riesgo está controlado.
- **Nivel ‘II’ – Riesgo Bajo:** Comprendido entre 101 y 200, de color **verde oscuro**. Se han identificado peligros que pueden dar lugar a consecuencias significativas, probabilidad media de que no se detecten fallas, puede un ocurrir accidentes si se viola(n) alguna(s) medidas de control existentes, la eficacia de éstas respecto al riesgo es moderado.
- **Nivel ‘III’ – Riesgo medio:** Comprendido entre 201 y 600, de color **Amarillo**. Se han identificado peligros que pueden dar lugar a accidentes con consecuencias significativas, graves y/o letales, probabilidad media y/o alta de ocurrencia, dificultad media y/o alta de que se detecten fallas y la eficacia de las medidas de control existentes respecto al riesgo es bajo.
- **Nivel ‘V’ Riesgo Alto:** Comprendido entre 600 y 1000, de color **Rojo**. Se han detectado peligros que determinan posible la generación de accidentes con consecuencias muy significativas (graves y letales), probabilidad alta de que ocurra, dificultad alta de que se detecten fallas y la eficacia de las medidas de control respecto al riesgo es mínima o no existen controles.

6.3.5 Aceptabilidad del Riesgo

Con base en la información obtenida del proceso, las necesidades y recomendaciones que se le brinda a PROYECTOS & GERENCIA LTDA debe considerar “Aceptable” los riesgos valorados nivel I (Insignificante) y II (Bajo) e “Inaceptables” los riesgos de nivel III (Medio) y IV (Alto).

6.4 INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS Y HALLAZGOS DE LA VALORACIÓN DE RIESGOS

Tras identificar los peligros, analizar “modo-efecto-causa” de la falla asociada al peligro y evaluar el riesgo, se encontró que los peligros que sobre los cuales la organización debe tomar acciones son (**Ver tabla 9**):

Tabla 9. Peligros con mayor nivel de riesgo.

Etapa de Coagulación-Floculación:		F	G	D	IPR	NR	
INSTALACIONES LOCATIVAS	CONDICIÓN DE BARANDAS Y ESCALERAS	8	8	4	256	III	NO ACEPTABLE
MECÁNICO	CAÍDA DE ALTURAS	8	10	4	320	III	NO ACEPTABLE
Etapa de Sedimentación		F	G	D	IPR	NR	
FÍSICO	VIBRACIONES	7	10	4	280	III	NO ACEPTABLE
ELECTRÍCOS	POSIBILIDAD DE CONTACTO CON FUENTES ELECTRÍCAS	6	10	4	240	III	NO ACEPTABLE
MECÁNICO	ATRAPAMIENTOS	6	10	4	240	III	NO ACEPTABLE
	CAÍDA DE ALTURAS	8	10	4	320	III	NO ACEPTABLE
Etapa de Filtración:		F	G	D	IPR	NR	
ELECTRÍCOS	POSIBILIDAD DE CONTACTO CON FUENTES ELECTRÍCAS	5	10	5	250	III	NO ACEPTABLE
INCENDIO Y EXPLOSIÓN		5	10	5	250	III	NO ACEPTABLE
Etapa de Cloración		F	G	D	IPR	NR	
QUÍMICO	LIQUIDOS	7	8	5	280	III	NO ACEPTABLE
	GASES	7	8	5	280	III	NO ACEPTABLE
SANEAMIENTO BÁSICO	DISPOSICIÓN RESIDUOS SÓLIDOS	7	10	4	280	III	NO ACEPTABLE
ELECTRÍCOS	POSIBILIDAD DE CONTACTO CON FUENTES ELECTRÍCAS	5	10	5	250	III	NO ACEPTABLE
INCENDIO Y EXPLOSIÓN		7	10	5	350	III	NO ACEPTABLE
EQUIPOS- MAQUINAS		6	10	4	240	III	NO ACEPTABLE
ALMACENAMIENTO		6	10	6	360	III	NO ACEPTABLE

Fuente: Los Autores

La primera y la segunda columna corresponden a la clasificación y sub clasificación del factor de riesgo “peligro” respectivamente. Se observa que la gravedad (G) está directamente asociada a la(s) consecuencia(s) en caso de que ocurra un accidente a una persona comprometiendo seriamente su salud e incluso su vida.

Hallazgo 1: La situación no deseada con la mayor probabilidad de que ocurra es la caída de altura de un trabajador o visitante dentro de un tanque. Se encontró que no hay suficientes barandas y las existentes no se encuentran en buen

estado. Adicionalmente, no hay líneas de vida ni puntos de anclaje. En especial, el personal de lavado de tanques que al manipular el equipo de lavado puede perder el equilibrio al enredarse con la manguera o ser empujado por la fuerza generada por la presión del chorro de agua (120 psi)



Figura 38. Probabilidad de Caída a distinto nivel o en tanque Fuente: Los autores



Figura 39. Equipo de lavado Fuente: Los autores

Hallazgo 2: En el cuarto de cloración se cuentan con distintas medidas de seguridad, las cuales pueden ayudar a contener una emergencia como un escape de cloro, pero resultan ser insuficientes debido a lo peligroso que es esta sustancia química (muy tóxica e irritante, bajo punto de ebullición ‘se evapora a baja temperatura’, propagación rápida en el ambiente, entre otros). Un incendio o explosión puede ocurrir, en caso de que el cloro llegará a interactuar y mezclarse con un líquido inflamable. Se deben mejorar los controles existentes para el uso y manipulación del cloro. Las consecuencias sobre la salud de las personas, otras especies y formas de vida dentro y fuera de las instalaciones y zonas aledañas son considerables a críticas y pueden cobrar vidas.



Figura 40. Precauciones en la manipulación de los cilindros con cloro. Fuente: Los autores



Figura 41. Precauciones con la trampa (válvula de seguridad del cilindro con cloro. Fuente: Los autores

[Ver Matriz de Identificación de Peligros y Valoración de Riesgos.](#)



Figura 42. Ducha de emergencia
Fuente: Los autores



Figura 43. Equipo de oxígeno avanzado
Fuente: Los autores

Hallazgo 3: Existe una probabilidad media – alta de que ocurra un accidente al personal debido a la posibilidad de contacto con fuentes eléctricas. El personal de lavado de tanques interactúa con agua (medio conductor de electricidad).



Figura 44. Cable con electricidad descolgado sobre los tanques de sedimentación.
Fuente: Los autores.



Figura 45. Posibilidad de contacto con fuente electricidad
Fuente: Los autores

Conclusión:

Al aplicar la técnica de valoración de riesgo AMEF (Análisis del modo y efecto de fallas) se castigaron los índices tanto frecuencia (F) como gravedad (G), frente a otras técnicas convencionales para valorar el riesgo es equivalente a la probabilidad (P) y la consecuencia (C). AMEF adiciona el índice detección (D) con

el cual resultó imposible obtener niveles de riesgo altos que con seguridad se hubieran obtenido mediante técnicas convencionales. El índice de detección refleja que algunos de los peligros identificados son visibles o evidentes dentro del proceso y que lamentablemente no solo en la planta visitada sino en otras plantas de Colombia y el mundo se conocen los peligros (ej. Caída de alturas) y las soluciones para mejorar los controles pero no se actúa a tiempo o no se toman medidas preventivas ni correctivas.

6.5 EVALUACION DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTALES

Para determinar si un aspecto e impacto ambiental es importante para la organización, se desarrolló y utilizó un método que considera los siguientes elementos:

- a) Escala del Aspecto.
- b) Severidad del Aspecto.
- c) Probabilidad de ocurrencia del Aspecto.

- a) **Escala del Aspecto 'EA'**. Está en función del volumen (magnitud) que se genera, que sin una adecuada gestión sería directamente proporcional al impacto ambiental que puede causar.

Tabla 10. Escala del Aspecto

Calificación	Descripción
1	Baja
5	Media
10	Alta

Fuente: Los autores

- **Alta:** Son lo(s) aspecto(s) ambiental(es) que generan el mayor volumen, en relación con los aspectos ambientales del mismo proceso.
 - **Media:** Son lo(s) aspecto(s) ambiental(es) que generan volúmenes promedio, comparado con los aspectos ambientales del mismo proceso.
 - **Baja:** Son lo(s) aspecto(s) ambiental(es) que genere volúmenes mínimos, comparado con los aspectos ambientales del mismo proceso.
- b) **Severidad del Aspecto 'SA'**. Está en función de cuál(es) de lo(s) aspecto(s) son lo(s) más contaminante(s), en cuanto al sitio en donde se produce el impacto y se debe determinar un valor basándose en la escala de 1,5 y 10. Al evaluar se ignoran las medidas de control que se aplican sobre el aspecto; la efectividad de éstas últimas se considera cuando se califica la probabilidad de ocurrencia.

Tabla 11. Severidad del Aspecto

Calificación	Descripción
1	<i>Baja</i>
5	<i>Media</i>
10	<i>Alta</i>

Fuente: Los autores

Esta calificación la dará el responsable del proceso que se está evaluando, de acuerdo al siguiente criterio:

- **Alta:** Cuando el impacto ambiental se puede presentar fuera de los Límites de la Empresa.
- **Media:** Cuando el impacto ambiental se puede presentar dentro de los Límites de la Empresa, y puede contaminar otras áreas.
- **Baja:** Cuando el impacto ambiental se puede presentar en el sitio de operación y no contamina otras áreas.

c) Probabilidad de Ocurrencia del Aspecto ‘PO’. Está en función de cuántas veces al día, mes o año se repite este aspecto ambiental.

Tabla 12. Probabilidad Ocurrencia del Aspecto

Calificación	Descripción
1	<i>Se presenta una vez al mes o mayor tiempo</i>
5	<i>Se presenta una vez en un lapso de 15 días</i>
10	<i>Se presenta una vez o más a la semana.</i>

Fuente: Los autores

Totalidad de los factores.

Tabla 13. Totalidad factores para establecer significancia

Calificación	Descripción
Menor a 10	<i>Bajo</i>
de 11 y menor o igual a 20	<i>Medio</i>
Mayor a 21	<i>Alto</i>

Fuente: Los autores

El “Total” es la suma de los 3 factores anteriores, si el resultado es igual o mayor a 21 es un “Impacto Ambiental Importante”, que es considerado para evaluar su nivel de significancia.

Tabla 14. Evaluación de aspectos

Aspecto Ambiental	Valor (EA)	Valor (SA)	Valor (PO)	Valor significancia

Fuente: Los autores

6.6 INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS Y HALLAZGOS DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL

Tras identificar los aspectos, analizar ‘escala, severidad y probabilidad de ocurrencia’ y evaluar el impacto ambiental que generan o podrían generar, se encontró que los aspectos sobre los cuales la organización debe tomar acciones son (Ver tabla 13):

Tabla 15. Aspectos Ambientales Significativos.

Etapa de Coagulación-Floculación:		E.A	S.A	P.O	Vr. Significancia
Residuos	Generación de Residuos Peligrosos	5	5	5	15
Etapa de Sedimentación		E.A	S.A	P.O	Vr. Significancia
Fauna y Flora	Interacción con fauna	5	5	5	15
Etapa de Filtración:		E.A	S.A	P.O	Vr. Significancia
Consumo de Energía e Insumos	Consumo de Energía	10	5	10	25
Agua	Consumo de Agua	10	5	10	25
	Generación de aguas residuales (domésticas o industriales)	10	5	10	25
	Vertimiento de aguas residuales industriales	10	5	10	25
Etapa de Cloración		E.A	S.A	P.O	Vr. Significancia
Consumo de Energía e Insumos	Consumo de Energía	5	1	10	16
	Consumo de Insumos (Ej.: Papel y otros insumos de oficina, detergentes, productos químicos, combustibles)	5	5	5	15
Aire	Uso o escape de Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono (Freones: CFC, HCFC, otros)	5	10	5	20
	Generación de Olores Ofensivos	5	10	5	20
Residuos	Generación de Residuos Peligrosos	1	10	5	16

Fuente: Los autores

La primera y la segunda columna corresponden a la clasificación y sub clasificación del aspecto ambiental, respectivamente. Se observa que la escala del aspecto (E.A) no es directamente proporcional a la severidad del aspecto (S.A), puesto que la cantidad o volumen no refleja cuan severo puede ser realmente el impacto sobre el medio ambiente independientemente de que tan probable es que ocurra algunos daños pueden ser más fáciles, difíciles e incluso imposibles de revertir o reparar que otros.

Hallazgo 1: La etapa del proceso de filtración es la que mayor repercusión tiene sobre el medio ambiente; los aspectos ambientales significativos son consumo de

agua y energía cuando se lavan los filtros con una periodicidad de cada 44-50 horas por filtro (en total son 6 tanques de filtración) en cada operación de lavado se consumen aproximadamente 360 m³ de agua por tanque (lo equivalente al consumo bimensual promedio de 18 hogares con 4 integrantes) y aunque no se tuvo acceso información sobre el consumo de energía se estima que es de consideración. No existe ningún plan para reutilizar o recircular el agua ni para buscar fuentes de energía alternativas ambientalmente sostenibles ni se han implementado acciones que contribuyan a reducir el consumo de energía eléctrica.



Figura 45. Monitoreo computarizado observar son 6 tanques de filtración y consumen agua.
Fuente: Los autores



Figura 46. Monitoreo computarizado vista tanque de filtración durante el lavado hay considerable consumo de agua.
Fuente: Los autores

Hallazgo 2: El agua utilizada para el lavado de los tanques se convierte en agua residual industrial y es vertida a una canal de la ciudad de Neiva (Huila) en forma directamente proporcional al agua consumida.

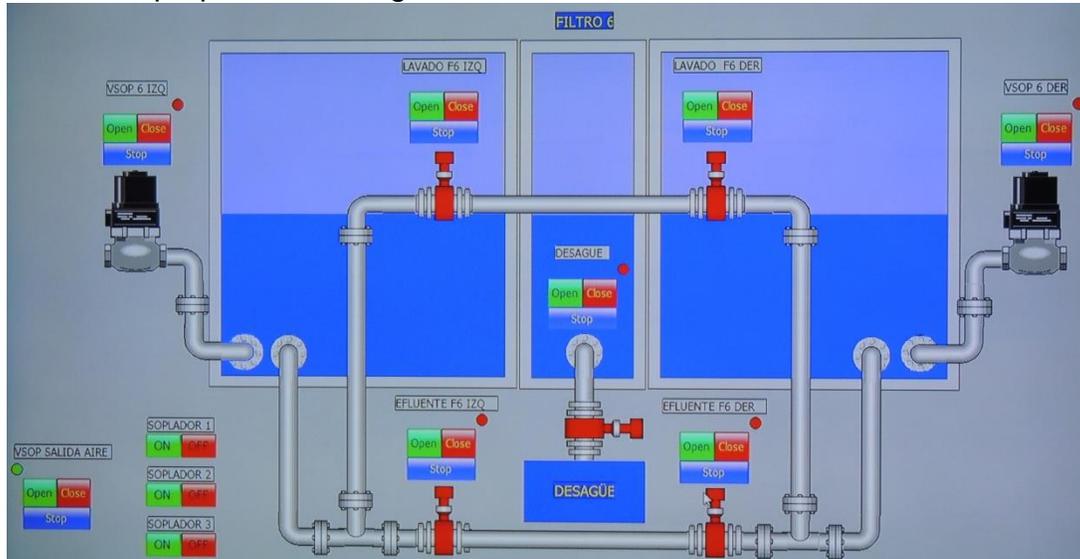


Figura 47. Monitoreo computarizado observar en el retro-lavado se consume agua y se vierte a través de un desagüe.

Fuente: Los autores

Hallazgo 3: En el cuarto de cloración se cuentan con distintas medidas de seguridad, las cuales pueden ayudar a contener una emergencia como un escape de cloro, pero resultan ser insuficientes debido a lo peligroso que es esta sustancia química (muy tóxica e irritante, bajo punto de ebullición 'se evapora a baja temperatura', propagación rápida en el ambiente, entre otros). Un incendio o explosión puede ocurrir, en caso de que el cloro llegará a interactuar y mezclarse con un líquido inflamable. Se deben mejorar los controles existentes para el uso y manipulación del cloro. Las consecuencias sobre el medio ambiente y la salud de las personas, otras especies y formas de vida dentro y fuera de las instalaciones y zonas aledañas son considerables a críticas y pueden cobrar vidas.

[Ver Matriz de Aspectos e Impactos Ambientales.](#)

Conclusión:

Al aplicar la técnica desarrollada para evaluación del impacto ambiental se establecieron los aspectos significativos que requieren atención, los hallazgos se centraron principalmente sobre aquellos que mayores repercusiones tienen para el medio ambiente con los controles existentes (cabe aclarar que cuando se estima la severidad se deben omitir) encontrándose que el consumo de agua y energía son considerables y no se han implementado acciones para ahorrar estos recursos, especialmente el agua que es vital y al que gran número de personas y especies no tienen fácil acceso. También se usa y manipula una sustancia

química peligrosa como el cloro y de presentarse una emergencia (ej. Escape de cloro, incendio o explosión) las consecuencias son incalculables no solo para el medio ambiente sino que puede llegar a ser una amenaza para la vida y es difícil de controlar este tipo de emergencias.

7 PROGRAMA(S) PARA GESTIONAR LOS RIESGOS, ASPECTOS E IMPACTOS

La preservación del Medio Ambiente y la salud de los trabajadores se ha convertido en una misión primordial que involucra a todas las empresas tanto del sector público y privado, a tal punto que la gestión de los aspectos ambientales y peligros asociados a sus actividades, son temas fundamentales para el logro de dichas metas, de esta manera es de vital importancia la generación de acciones y herramientas de gestión innovadoras que lleven de la mano tanto la protección del medio ambiente como la conservación de la salud de los trabajadores; es por esto, que se realiza para la empresa Proyectos & Gerencia Ltda. un Programa de Gestión integral, para la operación de una planta en el proceso de “Tratamiento de Agua”, en las fases de Floculación o Coagulación, Sedimentación, Filtración y Cloración.

Para hacer el programa se tuvo en cuenta en la matriz, la evaluación de los aspectos ambientales en su Valor significativo y en la Matriz de los Peligros con los Niveles de Riesgo medio y altos que se generaron en cada una de las fases anteriores.

Antes de proceder realizar y construir un “Programa” de se debe de tener en cuenta, que es un Plan de acción. Expresa el «cómo» (actividad, responsable, plazo, recursos), debe incluir Responsabilidad y autoridad designada, los medios y el cronograma. Se debe(n) revisar a intervalos regulares y planificados. Cuando sea necesario, debe(n) ser ajustados para involucrar los cambios en las actividades, productos, servicios o condiciones de operación de la empresa. ¿Qué actividades voy a desarrollar?, ¿Cuándo? ¿Quién es el responsable?, ¿Con qué recursos cuento?

En las fases de Floculación o Coagulación, Sedimentación, Filtración y Cloración, los aspectos ambientales de los Valores significantes, que dieron resultado en la matriz, como fueron la Generación de residuos Peligrosos, Interacción con fauna, Consumo de Energía, Consumo de agua, Generación de aguas residuales (domésticas o industriales), Vertimiento de aguas residuales industriales, Uso o escape de Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono (Freones: CFC, HCFC, otros), Generación de Olores Ofensivos y de ello se creó un objetivo, unas metas, unas actividades y unos indicadores para mitigar esos impactos con el Medio Ambiente.

De la misma forma se hizo con la matriz de los Peligros, con los niveles de Riesgos que dieron como Medio y Altos, los cuales fueron Condición de barandas y escaleras, Vibraciones, posibilidad de contacto con fuentes Eléctricas, Atrapamientos, Caída de alturas, Interacción con sustancias Químicas en estado

Líquido y Gaseoso, Disposición Residuos Sólidos, Escape de cloro y mezcla con material inflamable y Almacenamiento de Materias Primas.

Teniendo la valoración, se procede hacer el Programa de la siguiente manera:

- ❖ **EL TÍTULO:** Va la palabra “Programa” y luego el nombre de lo que se presente lograr con dicho programa, de acuerdo a las matrices tanto en la parte ambiental y en seguridad, se hizo el programa integrado, para preservar y reutilizar el agua e implementar mecanismos de control para mitigar los riesgos laborales identificados.
- ❖ **OBJETIVO:** Propósito global. Expresa «qué» se quiere lograr. Se hacen teniendo en cuenta los impactos ambientales y los riesgos en Seguridad altos generados en la valoración de las matrices. De acuerdo a ello, se hizo un objetivo, para Crear alternativas para la reutilización del agua residual del lavado de los tanques en el proceso de tratamiento de agua, evitando así impactos negativos en el medio ambiente y minimizando los riesgos laborales no aceptables para la organización, basados en la legislación vigente aplicable.
- ❖ **META (S):** Propósito detallado. Expresa «cuánto y cuándo». Lleva al logro del objetivo. Se definieron las metas, de acuerdo a la evaluación de las matrices que dieron por encima del riesgo medio, de allí se calcularon las metas, para disminuir y controlar dichos impactos ambientales y riesgos en seguridad. Las metas que se estipularon son:
 - ✓ Meta 1: Reutilizar el agua residual del lavado de los tanques en un 50%.
 - ✓ Meta 2: Certificar al personal que realiza actividades de trabajo en alturas en trabajo seguro en alturas al 100%.
 - ✓ Meta 3: Capacitar en manipulación, disposición y almacenamiento de productos químico al personal que tiene contacto con estas sustancias al 100 %
 - ✓ Meta 4: Capacitar al personal que realiza labores de mantenimiento en factor de riesgo eléctrico al 100%
 - ✓ Meta 5: Capacitar en preparación y respuesta ante emergencias la brigada de emergencias al 100%
 - ✓ Meta 6: Reducir el consumo de energía.
 - ✓ Meta 7: Realizar mantenimiento a barandas dos veces al año.
- ❖ **ACTIVIDADES:** Son acciones que se deben de hacer para cumplir con cada una de las metas, que se estipularon en un comienzo para el cumplimiento del objetivo. Las actividades que llevarán al cumplimiento son:
 - 1) Investigar sobre tecnologías de recirculación de agua en plantas de tratamiento disponibles en el mercado.
 - 2) Analizar factibilidad para toma de decisión y asignación de recursos.

- 3) Diseñar y contratar.
- 4) Construir infraestructura de red de recirculación del agua residual producto del lavado de los tanques.
- 5) Poner en marcha la infraestructura.
- 6) Coordinar con entes y/o personas competentes para brindar las capacitaciones.
- 7) Divulgar las capacitaciones.
- 8) Realizar capacitaciones a trabajadores asignados para trabajos en alturas.
- 9) Realizar capacitación al personal de manejo y disposición de sustancias Químicas en factor de riesgo químico.
- 10) Realizar capacitación al personal de mantenimiento en factor de riesgos eléctrico.
- 11) Realizar capacitación a la Brigada de Emergencia en preparación y respuesta ante emergencias.
- 12) Divulgar sobre el uso racional del agua y la energía a empleados.
- 13) Investigar sobre asesorías externas especializadas en eficiencia energética.
- 14) Evaluar recomendaciones brindadas por asesoría externa en eficiencia energética y puesta en marcha.
- 15) Realizar mantenimiento preventivo y/o correctivo a barandas dos veces al año.

Estas actividades se llevan a cabo para evitar accidentes, o muertes en el personal que labora en la parte operativa de la planta del acueducto, buscando siempre el bienestar de todos, el crecimiento y la rentabilidad de la empresa.

- ❖ **META ASOCIADA:** De acuerdo a la actividad que se estipuló, se relaciona con la meta que cumpla.
- ❖ **INDICADORES DE GESTIÓN:** Los indicadores son el reflejo de los logros y el cumplimiento de la misión y objetivos de un determinado proceso. Los indicadores de Gestión sirven a los dueños de un proceso, como herramienta de mejoramiento de la calidad de las decisiones que sobre el propio proceso se tomen. La información sobre el resultado o el comportamiento de un proceso, dentro del propio proceso de gerenciamiento de éste, se traduce en el poder gerencia con datos y hechos el proceso, lo cual se alinea perfectamente con el viejo adagio que dice "Proceso que no se mide no puede ser mejorado".

Para poder gerenciar basado en datos y hechos, se requieren además de otras características para que la confiabilidad de estas decisiones sea la mayor, por lo que se citará algunas de las principales características de un indicador de gestión.

Un indicador debe ser:

- Objetivo.
- Cuantificable.
- Verificable.

- Que agregue valor al proceso de toma de decisiones.
- Comunicados y divulgados.
- Establecidos en consenso.
- Que reflejen el compromiso de quienes lo establecieron.

Veamos entonces, que significan cada una de estas características:

- **Objetivo:** La definición de la característica de objetividad, significa que sea accesible a la comprensión, no solo de los que lo van a utilizar, sino también de quienes lo van a conocer o tomar como referencia. En muchas ocasiones escogemos indicadores muy complejos y/o además tan subjetivos, que las siguientes características serían muy difíciles de establecer.
- **Cuantificable:** Se pueda convertir en un número. Cuantificable también requiere del establecimiento de unidades, las cuales también deben tener la característica de ser fácilmente entendibles y que además permitan la comparación con otros procesos.
- **Verificable:** Podemos definirlo como la posibilidad que tiene un indicador de poder ser sustentado por medio de evidencias objetivas, documentos, etc., que resistan cualquier tipo de análisis.
- **Que agregue valor:** Un indicador debe ser definido con un objetivo claro y específico, ya sea que de forma independiente o en asocio con otros indicadores, le permita a los dueños de un proceso, agregar valor al proceso de toma de decisiones que sobre un proceso se tomen.
- **Comunicados:** La comunicación y la divulgación, asegurando que a nivel de toda la organización el proceso se cumpla y lo más importante sea apoyado.
- **Establecido en consenso:** Esto requiere de acciones en las que la visión del proceso, de la empresa, todos los participantes en el propio proceso de consenso se involucren con la implementación y el éxito de la decisión.
- **Que reflejen compromiso:** El compromiso con el indicador no debe ser solo con su definición y establecimiento, sino con el levantamiento de la información y con el establecimiento y cumplimiento de la meta que se establezca.

Un programa de indicadores de gestión en la empresa debe partir de un proceso de planeación estratégica, en primer lugar a nivel corporativo y éste debe desplegarse con los objetivos, políticas y estrategias a todos los niveles y negocios de la empresa.

La filosofía de establecimiento o mejor de manejo de los indicadores de gestión se basa en el denominado ciclo de mejoramiento continuo o ciclo PHVA. Para

establecer los indicadores, vale la pena repetirlo nuevamente, los indicadores de gestión se refieren a procesos, proyectos o programas y no a personas o cargos. Cada proceso así como cada negocio tiene un dueño, un responsable o un líder del equipo, el cual coordina con los propios actores del proceso el establecimiento para cada negocio o subproceso, deben monitorearse en cada área, para asegurar llegar al cumplimiento de los objetivos establecidos y al de la misión de la organización.

Se establecieron los indicadores en el proceso de “Tratamiento de Agua”, se tuvieron en cuenta las actividades que se pusieron para el cumplimiento de las metas, por lo tanto se hace el indicador para medir dichas actividades, si cumple o no. Se puede colocar un indicador para 2 o más actividades, siempre y cuando tenga relación cada una. Respecto a las actividades, los indicadores que se van a medir son:

- Diferencia de consumo de agua.
 - Porcentaje en participación sobre capacitación sobre Trabajo Seguro en Alturas.
 - Porcentaje participación en capacitación sobre factor de Riesgo Químico.
 - Porcentaje participación en capacitación sobre factor de Riesgo Eléctrico.
 - Porcentaje participación en capacitación sobre preparación y respuesta ante emergencias.
 - Diferencia de consumo de energía.
 - Porcentaje mantenimientos a barandas realizados al año.
 - porcentaje barandas dañadas.
- ❖ **PERIODICIDAD MEDICIÓN DE INDICADORES:** Es el tiempo en qué se va a medir el indicador, puede ser semana, día, mensual, anual, semestral, trimestral, etc. Los indicadores para el proceso de “Tratamiento de Agua”, mencionados anteriormente, se medirán Mensual, Semestral y anual.
- ❖ **LUGAR:** Es el sitio donde se va a hacer las actividades y medir el indicador y donde se irá hacer en la empresa “Proyectos & Gerencia Ltda.”, en la ciudad de Neiva.
- ❖ **CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES EN (MESES)** (Se toma el Calendario desde el mes que empieza a ejecutarse el proyecto, más no significa el número del mes). En el cronograma, se establece la fecha de ejecución de cada una de las actividades, se puede colocar fecha de semanas de mes o solamente el mes.
- ❖ **RECURSOS:** Son los mecanismo que se utilizarán para llevar a cabo la actividad, puede ser Factor Humano, Tecnológico, Económico, Tiempo.
- **Factor Humano:** El trabajo que aporta el conjunto de los empleados o colaboradores de una organización o actividad.

- Factor Tecnológico: Las herramientas de acceso para la ejecución de las actividades o de la organización
- Factor Económico: Inversión, Gasto, utilización de dinero que se requiere para la actividad, o en la empresa.
- Factor Tiempo: La duración que se requiere para llevar a cabo la actividad.

❖ **RESPONSABLE DE EJECUCIÓN**: La persona o un líder del equipo, el cual coordina con los propios actores del proceso el establecimiento para cada negocio o subproceso, cuales son los factores críticos de éxito que deben monitorearse en cada área de éxito, para asegurar llegar al cumplimiento de los objetivos establecidos y al de la misión de la organización.

Dentro de los Responsables se estipularon algunos cargos como son:

- **Director de Proyecto**: Lograr un crecimiento rentable tanto en el corto como en el largo plazo por lo que involucra la dirección de los aspectos comerciales y financieros del proyecto junto a la responsabilidad de desarrollar y poner en marcha estrategias operacionales y organizacionales, debiendo compatibilizar el dominio técnico de proyectos con un óptimo desempeño en el ámbito de administración en la empresa. Así mismo deberá impulsar programas de gestión integral, cambio organizacional, planes de contingencia, de servicio al cliente y mejoramiento de la imagen corporativa. Será responsable de participar en el proceso de transición de la empresa, facilitando la migración de la compañía hacia estándares de calidad.
- **Director de S.S.T.:** - Definir y gestionar las actividades de implementación y mantenimiento del Sistema de Gestión.
 - Asignar funciones y responsabilidades en HSE en todos los niveles de la empresa y exigir su estricto cumplimiento.
 - Realizar acuerdos con ARL, EPS, CCF, AFP y otras instituciones, para realizar actividades para el desarrollo del Sistema de Gestión Integral, optimizando los recursos que tales entidades destinan para tal fin.
 - Director de Talento Humano: Es la persona que se dedica a analizar, elegir, contratar, formar a los trabajadores. Se centra en lograr que los empleados estén en la misma sintonía que la empresa, haciendo coincidir los anhelos y las aspiraciones de los trabajadores con la estrategia de la compañía.

❖ **REGISTROS**: Son evidencias, los elementos, soportes para constar que se realizó dicha actividad.

❖ **ACCIÓN CORRECTIVA / ACCIÓN PREVENTIVA:**

- ACCIÓN PREVENTIVA: Acción tomada para eliminar la causa de una no conformidad potencial u otra situación potencialmente indeseable.
- ACCIÓN CORRECTIVA: Acción tomada para eliminar la causa de una no conformidad detectada.

❖ **SEGUIMIENTO DE INDICADOR DE GESTIÓN:**

Se realiza para llevar a cabo el seguimiento del indicador planteado anteriormente. Sólo se empieza a hacer cuando ya se haya ejecutado las actividades. Se debe de tener en cuenta lo siguiente, para hacer el seguimiento:

- **CLASE:** Puede ser de Cubrimiento o de Cumplimiento.
 - Cubrimiento: Se refiere a ¿Cuántas personas les llegué?
 - Cumplimiento: Se refiere a ¿Cuándo lo llevé a cabo?, ¿Cuándo conseguí la satisfacción?
- **INDICADOR:** Lo que se estableció desde un principio, simplemente se coloca el número de indicador que corresponda.
- **LUGAR:** Es el sitio donde se va a hacer el control del indicador.
- **SEGUIMIENTO A INDICADOR EN (MESES):** (Se toma el Calendario desde el mes que empieza a ejecutarse el proyecto, más no significa el número del mes). Se establece la fecha de seguimiento de cada una de las actividades, se puede colocar fecha de semanas de mes o solamente el mes.

Dado a la evidencia de la evaluación de los Aspectos Ambientales en la matriz y lo que se busca con el Programa de Gestión, que el agua de lavado de los filtros que es desechada y arrojada directamente a la quebrada La Toma de la ciudad de Neiva, con un volumen considerablemente alto, lo que se busca es generar una estrategia de reutilización del agua, ya sea para el mismo proceso de “Tratamiento de Agua” o un sistema de riego por gravedad para algunas granjas y sembrados ubicados en el área urbana, para cuando llegue los tiempos de sequía haya como suplir esa emergencia.

8 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Para aclarar agua pre-potable, es el agua antes de ser sometida a los correspondientes tratamientos potabilizadores en esta investigación corresponde a las etapas (coagulación-floculación, sedimentación y filtración), y una vez es desinfectada en la etapa de cloración sí se convierte en agua potable al agua apta para el consumo humano con una calidad que depende de lo tecnificado y eficiente que sea el proceso. El agua que es un compuesto natural, para ser consumida requiere hoy día una serie de operaciones que nos aseguren su vuelta a una calidad aceptable desde el punto de vista sanitario. No llega de forma casual y simple al domicilio de los usuarios.

C2. Es importante resaltar el beneficio que se puede obtener con la caracterización de procesos dentro de una organización, puesto que permite ir de lo general a lo específico, generando una visión más amplia, al punto de poder identificar cualquier situación anormal que pueda generarse dentro del proceso, poniendo en riesgo el rendimiento del mismo, el cumplimiento de los objetivos, requisitos establecidos y por ende la rentabilidad y sostenibilidad de la organización.

R2. Se recomienda a Proyectos & Gerencia Ltda. Realizar una actualización periódica de las caracterizaciones de las etapas dentro del proceso de tratamiento de agua; puesto que, es importante identificar cualquier cambio que pueda llegar a tener una afectación directa al proceso, y por consiguiente en la organización.

C3. A partir de la identificación de peligros, y valoración de riesgos damos a conocer que con la técnica que utilizamos AMFE, la empresa no contiene una valoración clase IV, (riesgo alto), Maneja valoración III (Riesgo medio), y que los peligros identificados a los cuales se debería intervenir por medio de acciones correctivas son: Factor de riesgo químico, de seguridad (trabajo en alturas), Eléctrico (contacto con fuentes eléctricas), Locativos (Barandas en condiciones deficientes), incendio y explosión, y disposición de residuos.

C4. Al aplicar la técnica de valoración de riesgo AMEF (Análisis del modo y efecto de fallas) se castigaron los índices tanto frecuencia (F) como gravedad (G), frente a otras técnicas convencionales para valorar el riesgo es equivalente a la probabilidad (P) y la consecuencia (C). AMEF adiciona el índice detección (D) con el cual resultó imposible obtener niveles de riesgo altos que con seguridad se hubieran obtenido mediante técnicas convencionales. El índice de detección refleja que algunos de los peligros identificados son visibles o evidentes dentro del proceso y que lamentablemente no solo en la planta visitada sino en otras plantas de Colombia y el mundo se conocen los peligros (ej. Caída de alturas) y las soluciones para mejorar los controles pero no se actúa a tiempo o no se toman medidas preventivas ni correctivas.

R3. Se recomienda que la compañía realice acciones correctivas en los factores de riesgo que dieron en la validación de fallos en color Amarillo; la organización puede implementar la instalación de puntos de anclaje para los trabajadores en la planta que trabajan en alturas, y de igual manera certificar a los trabajadores en curso avanzado para trabajo en alturas, capacitar al personal en disposición de residuos y en Factor de riesgo eléctrico, realizarle mantenimiento a las barandas e instalar unas nuevas donde se requieren, Y tener muy bien capacitado al personal en cómo tratar una emergencia por caso de un incendio.

C5. En la matriz de aspectos e impactos ambientales se identifica que los aspectos más relevantes son el consumo de agua y energía dándonos un grado muy alto en la valoración de significancia.

Al aplicar la técnica desarrollada para evaluación del impacto ambiental se establecieron los aspectos significativos que requieren atención, los hallazgos se centraron principalmente sobre aquellos que mayores repercusiones tienen para el medio ambiente con los controles existentes (cabe aclarar que cuando se estima la severidad se deben omitir) encontrándose que el consumo de agua y energía son considerables y no se han implementado acciones para ahorrar estos recursos, especialmente el agua que es vital y al que gran número de personas y especies no tienen fácil acceso. También se usa y manipula una sustancia química peligrosa como el cloro y de presentarse una emergencia (ej. Escape de cloro, incendio o explosión) las consecuencias son incalculables no solo para el medio ambiente sino que puede llegar a ser una amenaza para la vida y es difícil de controlar este tipo de emergencias.

R4. Se recomienda en tomar acciones correctivas frente a la disminución del consumo de energía y agua, se puede reutilizar el agua y sería menos costoso para la organización. Buscar en el mercado tecnologías para reutilización del agua, usos y aplicaciones acordes con las características del agua residual que sale del lavado de los filtros de los tanques de filtración. Una alternativa que es usada en algunas plantas de tratamiento de agua consiste en la recirculación del agua, se requiere de un tanque donde almacenarla e ingresarla controladamente al proceso para que se mezcle con el agua que se ha captado de la fuente hídrica principal.

R5. Para fortalecer las medidas de control que existen en el cuarto de cloración se recomienda instalar un sistema de cortina de agua en la caseta de cloración. Actualmente la planta visitada solo cuenta con un cuarto de ducha de emergencia, se sugiere adecuar uno adicional debido a que es insuficiente para el número de trabajadores y visitantes de presentarse más de un incidente simultáneo. Ejemplo: La caída de una persona dentro un tanque de floculación, sedimentación o filtración y otra persona que detectó un escape de cloro o violación de las medidas de seguridad durante su manipulación.

C6. El proceso de producción de agua potable implica realizar una etapa de filtrado para dar la mayor calidad posible al agua de producto final, pero, dado que los filtros se colmatan con su uso, se requiere hacerles periódicos lavados con agua en contracorriente; este volumen de agua es apreciable y en la actualidad se está desechando, generando un riesgo ambiental por inundación y por contaminación; por lo tanto, se requiere generar una estrategia de utilización de este elevado flujo diario de agua que se vierte a un efluente urbano.

C7. Para desarrollar un programa de gestión además de priorizar los aspectos y peligros identificados y valorados se debe tener en cuenta la capacidad de la organización para mitigarlos a nivel de: formación y competencia del personal, adaptación al cambio, recursos financieros, infraestructura, tiempo y contexto socioeconómico.

R6. Dado que ha quedado en evidencia durante el presente estudio, que el agua de lavado de los filtros se desecha, arrojándola directamente a la quebrada La Toma de la ciudad de Neiva, con un volumen considerablemente alto, pues en cada filtro se utiliza aproximadamente 360 m^3 , es conveniente dar aprovechamiento a este continuo flujo de agua, puesto que cada filtro se lava cada 47 horas en promedio, reportando más de 1080 m^3 por día con los seis filtros actuales; sin embargo, en un futuro próximo entrará a operar otro set de filtros.

Lo anterior, permite pensar en almacenar dicho flujo de agua en un reservorio natural, de bajo costo, a un nivel de altura ligeramente menor al de la planta de tratamiento, con el fin de utilizarlo en un sistema de riego por gravedad para algunas granjas y sembrados ubicados en el área urbana, ubicados a unos 30 m por debajo de la cota de altura de la planta. Dichos sembrados, que hacen parte del sostenimiento de familias de bajos recursos, se verían favorecidos en los periodos secos que son el 80% del año aproximadamente. La inversión de sostenimiento es mínima y solamente se invertiría en la red de distribución. Adicionalmente, se verá beneficiado el medio ambiente, pues en lugar de generar carga contaminante al río Magdalena, receptor mayor de la quebrada La Toma, se favorece la siembra y aumento de la flora regional y se mejora el nivel de vida de los habitantes de estas zonas de bajos recursos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Información varia suministrada por la empresa PROYECTOS & GERENCIA LTDA. (Empresa investigada).

Norma ISO 14001:2004. Sistemas de Gestión Ambiental. Requisitos con Orientación para su Uso.

Norma OHSAS 18001:2007. Sistemas de Gestión en Seguridad y Salud Ocupacional. Requisitos.

Norma ISO 31000:2009. Gestión del Riesgo. Principios y Directrices.

Norma ISO 31010:2009. Gestión de Riesgos. Técnicas de Valoración de Riesgos.

Norma NTC 1486. Documentación. Presentación de Tesis, Trabajos de Grado y Otros Trabajos de Investigación.

Problemas resueltos de análisis de riesgos en instalaciones industriales– Autores: Elena Mulet Escrig, Mar Carlos Arbeloa, Vicente Chulvi Ramos, Juan E. Ramos Barceló, M.^a Dolores Bovea Edo – Universitat Jaume

Manual para la Construcción de Redes de Acueducto y Alcantarillado en el Municipio de Popayán (V.1, Cód. M.POP.A1.001) – Acueducto y Alcantarillado de Popayán S.A. E.S.P.

http://www.elaguapotable.com/tratamiento_del_agua.htm

<http://www.aprendizaje.com.mx/Curso/Proceso2/aguas.htm>

http://www.cuidoelagua.org/empapate/origendelagua/historia_acueductos2.html

<http://revolutionary-tech.blogspot.com/2012/08/el-acueducto-de-los-angeles-una.html>

Banco Mundial, World Development Indicators Database, 2011. Disponible en: www.worldbank.org/data/countrydata/countrydata.html.

<http://es.slideshare.net/MarisolGmzSlns/tratamiento-de-aguas-residuales-5668935>

Fundamentos plantas de potabilización de agua – Autora: Ing. María Villegas (Docente Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito)

Fundamentos plantas de potabilización de agua – Autora: Ing. María Villegas

ELEMENTOS PARA ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS, 2ª Edición –Autor: Ricardo Alfredo López Cualla

ELABORACIÓN DE UNA MATRIZ LEGAL DE NORMAS DE SEGURIDAD, BIO-SEGURIDAD Y GESTIÓN AMBIENTAL PARA EMPRESAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO A PARTIR DE LOS MÓDELOS DE GESTIÓN ISO 14001 Y OHSAS 18001 – Autora: Sonia María Cruz Bocanegra.

Normas de Diseño de Sistemas de Acueducto de EPM. 1ª Edición: 2009.

Manual Comunitario para la Prevención de Desastres en Acueductos Rurales. – Elaborado por: Federación Internacional de Sociedades de la Cruz roja y de la Media Luna Roja con el apoyo de Cruz Roja Costarricense, Oficina de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente de la Organización de los Estados Americanos (OEA/ODSMA) y del Consorcio de Provention.

Tesis: Diseño Acueducto Vereda El Retiro (Municipio de Santa María, Boyacá), Autor: Ing. Pedro Arbey Jaime Roa, Universidad de la Salle - Bogotá D.C (Colombia). Año 2008.

Revista Actuarios, Dossier N°29 - Otoño 2011. “El proceso de gestión de riesgos como componente integral de la gestión empresarial”. Autores: Dra. Ma Isabel Martínez Torre-Enciso y Da María Isabel Casares San José-Martí. Publicado originalmente en Boletín de Estudios Económicos. Vol. LXVI - N°202 – Abril 2011 (Páginas 73-93).

Presentación “Análisis de Riesgos –Metodología ISO 31010.pdf”. Empresa COMCE NORESTE, A.C. 20 de Marzo, 2014.

Presentación “ISO 31:2009 Herramienta para evaluar la gestión de riesgos – Cr Carlos Serra CISA CGEIT.pdf”, Datasec (Uruguay), CiGRAS – ISACA (Montevideo Chapter) www.isaca.org.uy

Presentación “Responsabilidad Integral – ISO 31000 Gestión del Riesgo.pdf”, César Francisco Nates Parra. (Responsabilidad Integral Colombia – ANDI- Ficolplásticos – Consejo Colombiano de Seguridad ‘CSC’).

Presentación “Gestión Integral de Riesgos CHEC.pdf”, Autor: CHEC – Grupo EPM, Encuentro Regional de Gestión de Riesgos, Universidad de Antioquía. (Manizales, 21 de Septiembre de 2012)

Presentación “Diseño, Implementación, Seguimiento y Mejoramiento del Sistema de Gestión de Riesgos.pdf”, Autor: José David Cuartas A., Universidad Sergio Arboleda – Seccional Santa Marta. 15/11/2012.

http://es.wikipedia.org/wiki/Acueductos_de_Roma

http://es.wikipedia.org/wiki/Acueducto_de_Eifel

http://es.wikipedia.org/wiki/Acueducto_de_Pontcysyllte

Apéndices (Anexos)

ANEXO 1. LISTA DE CHEQUEO SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

PROYECTO:
CIUDAD:
EMPRESA:
NOMBRE DEL ENCARGADO:
FECHA:

IDENTIFICACIÓN DE FACTORES DE RIESGO (Marque con una X los aspectos que aplican)

Seguridad industrial:

- Ruido
- Caídas
- Asfixia
- Atrapamientos
- Cortaduras o punzones
- Derrames
- Explosiones
- Lesiones Osteomusculares
- Otros

Elementos de Protección Personal:

- Casco
- Guantes, ¿Cuál?.....
- Protector Auditivo, ¿Cuál?.....
- Calzado de Seguridad
- Tapabocas
- Overol

ANEXO 2. Ejemplo Clasificación de Aspectos e impactos Ambientales

Ejemplo de Codificación de Aspectos e Impactos Ambientales		
Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Tipo
Consumo de Energía e Insumos		
Consumo de energía	- Disminución de recursos naturales - Aporte al calentamiento global	-
Consumo de insumos: Ejemplo: papel y otros insumos de oficina, detergentes, productos químicos, combustibles.	Aumento en la demanda de recursos	-
Agua		
Consumo de agua	Disminución del recurso hídrico	-
Aprovechamiento de aguas lluvia	Disminución de la presión sobre el recurso hídrico	+
Generación de aguas residuales (domésticas o industriales)	Incremento del caudal de aguas residuales a ser tratadas	-
Vertimiento de Aguas Residuales Domésticas	Contaminación del Agua	-
Vertimiento de Aguas Residuales Industriales	Contaminación del Agua	-
Recirculación Agua	Aprovechamiento del Recurso	+
Aire		
Emisiones Atmosféricas de: - Gases (CO ₂ , SO _x , NO _x , CH ₄) - Material particulado - Compuestos orgánicos volátiles	Contaminación del Aire	-
Uso o escape de Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono (Freones: CFC, HCFC, otros)	Afectación Capa de Ozono	-
Escape de gases que generen efecto invernadero (Ejemplo: CH ₄ o R134a)	Aporte al calentamiento global	-
Generación de Olores Ofensivos	Afectación a la Comunidad	-
Emisión de Ruido Ambiental	Afectación a la Comunidad	-
Emisiones electromagnéticas ionizantes	Contaminación electromagnética	-
Residuos		
Generación Residuos Peligrosos	- Aumento de Residuos Peligrosos a disponer - Contaminación del aire	-
Generación Residuos No Peligrosos	- Aumento de Residuos No peligrosos a disponer - Presión sobre el relleno sanitario	-
Aprovechamiento de Residuos (Reciclaje, Reutilización, Reducción, comercialización, etc)	Disminución de la Cantidad de Residuos a disponer	+
Suelo		
Consumo de materiales pétreos (Ej: arena, grava)	Agotamiento de recursos	-
Uso del suelo	- Cambio en el uso del suelo - Alteración de las características del suelo	-
Derrames de sustancias (Combustibles, Químicos, ...)	- Contaminación del Suelo o Agua - Aumento de la cantidad de Residuos peligrosos a disponer	-
Aplicación de agroquímicos	Alteración de las características del suelo	-
Uso de abonos orgánicos y controles biológicos	Aporte de nutrientes, recuperación y mejora del suelo	+
Fauna y Flora		
Consumo de madera	Disminución del recurso forestal	-
Interacción con fauna	- Desplazamiento de especies - Variación de procesos migratorios - Alteraciones en el comportamiento de especies silvestres - Pérdida de biodiversidad	-
Deforestación Poda o tala de árboles	- Disminución del recurso forestal - Pérdida de biodiversidad - Degradación de suelos	-
Reforestación	- Recuperación del recurso forestal - Mitigación de cambio climático	+
Descarga de agentes contaminantes en agua, aire o suelo	Afectación de flora y fauna	-
Visual y Otros		
Uso de publicidad exterior visual	- Contaminación Visual - Alteración del paisaje	-
Falta de orden y aseo en áreas exteriores	Contaminación Visual	-
Mantenimiento del Paisaje y Urbanismo	Mejoramiento Visual	+
Ocupación de espacio público	Afectación a la Comunidad	-
Generación de empleo	Aporte al desarrollo de la comunidad	+

ANEXO 3. Ejemplo Clasificación de Peligros

CLASIFICACION	SUBCLASIFICACION	CONTIENE	DISTANCIA	EXPOSICION	ACTIVIDAD	TIPO DE ACTIVIDAD	PUNTO UNIFICADO DE PELIGRO	NO TRABAJADORES EXPUESTOS	CARGOS EXPUESTOS
FISICO	RUIDO	CONTINUO							
		IMPACTO							
		IMPULSO							
	ILUMINACION	VERTICAL							
		OLAS (AMBIENTAL)							
		BRILLO							
	RADIACIONES NO IONIZANTES	RADIACION ULTRAVIOLETA (A, B + C)							
		RADIACION INFRAROJA (A, B + C)							
		MICROONDAS							
		RADEXPULSIONES							
	RADIACIONES IONIZANTES	ALFA							
		BETA GAMMA							
		RAYOS X							
		RADIACION DE NEUTRONES INDUCIDOS							
	CONDICIONES TERMOHIGROMETRICAS	SECCIONADO DEL AIRE							
		TEMPERATURA RELATIVA SECA							
		TEMPERATURA RELATIVA HUMEDA							
		HUMEDAD RELATIVA							
	COMFORT INDEX TERMO (PMV CALOR)								
	VIBRACIONES	MANO BRAZO							
		CUERPO ENTERO							
	QUIMICO	RESIDUO							
		LIQUIDO							
		SOLIDO							
VAPORES									
POSDER									
PAJOS									
NEBLINAS									
BIOLOGICO	VIROS								
	HONGOS								
	BACTERIAS								
EXPOSICION RESIDUOS SOLIDOS	EXPOSICION DE AERIAS RESIDUALES								
	EXPOSICION DE AERIAS RESIDUALES								
	EXPOSICION DE AERIAS RESIDUALES								

La Gestión sobre los Riesgos, Aspectos e Impactos Ambientales, como una estrategia metodológica dentro de la Operación de una planta de tratamiento de agua para la empresa PROYECTOS & GERENCIA LTDA, Neiva

CLASIFICACION	SUBCLASIFICACION	CRITERIO	EXISTENCIA	REGULACION	ACTIVIDAD	TIPO DE ACTIVIDAD	FUENTE GENERADORA DEL PELIGRO	NO TRABAJADORES EXPUESTOS	CONDICIONES EXISTENTES
BIEN AMBIENTAL	SERVICIOS PUBLICOS SERVICIOS								
		MOTORES							
		INSECTOS							
		OPRESION							
INSTALACIONES LOCATIVAS	CONDICION DE FONDOS								
	CONDICION DE MURDOS								
	CONDICION DE VENTANAS								
	CONDICIONES DE PAVO								
	CONDICIONES DE PISAJES								
	CONDICIONES DE PLANTAS								
	CONDICIONES DE PLANTAS								
ELECTRICOS	POSSIBILIDAD DE CONTACTO CON FUENTES ELECTRICAS								
CONDICION DE LOS CONDUCTOS TRABAJOS	TIPO DE TRABAJO								
	ESTANCIAS DE TRABAJO								
	INSTALACION								
	TIPO DE TRABAJO								
ACCIDENTES Y EXPLOSIONES									
MASINAS									
CAEROS									
ESTRUCTURAS									
MECANISMOS DE SEGURIDAD									
ALMACENAMIENTO	CLIMATOLOGIA								
	CLIMATOLOGIA								
	CLIMATOLOGIA								
	CARGAS DE TRABAJO								
	CARGAS DE TRABAJO								
	CARGAS DE TRABAJO								
	ESTRUCTURAS								
	ESTRUCTURAS								
ECONOMIA	POSTURA HABITUAL								
	DE PUNTO DE TIEMPO								
	DE PUNTO DE TIEMPO								
	DE PUNTO DE TIEMPO								
	DE PUNTO DE TIEMPO								
	DE PUNTO DE TIEMPO								
	DE PUNTO DE TIEMPO								

CLASIFICACION	SUBCLASIFICACION	CATEGORIA	EXISTENCIA	REGULACION	ACTIVIDAD	TIPO DE ACTIVIDAD	FUENTE GENERADORA DEL PELIGRO	NO TRABAJADORES EXPUESTOS	CARGOS EXPUESTOS
	RECURSOS MENCIONADOS EN EL MANUAL	CONSUMIDOS (EN DE TIEMPO)							
		CONSUMIDOS PRECISAMENTE EN DE TIEMPO							
	LEVANTAMIENTO Y MANEJO DE CARGAS	PESO MAXIMO, FRECUENCIA, N° VECES							
	MOVIMIENTOS MANEJADOS	MOVIMIENTO DEL CUERPO, N° VECES							
CARGA MENTAL	MÉTODOS DE TRABAJO	IMPULSOS POR LA VELOCIDAD DEL PROCESO							
		NO IMPULSADO							
	CARGA DE TRABAJO	EXAGERADA LABORAL							
		ESBUCADA LABORAL							
	TIPO DE RESPONSABILIDAD	ALTA							
		BAJA							
	FALTA DE CARGA EN LAS FUNCIONES O OMBRES								
PSICOLÓGICAS	CLASE DE TRABAJO	MONOTONO							
		UNIVARIADO							
		REPETITIVO							
	FORMA DE TRABAJO	ALTA TURBENCIA							
		RECTILINEO + CURVO							
		CRAMPES							
		HORAS EXTRA							
	TIPO DE TRABAJO	MANUAL							
		AUTOMÁTICO							
		SEMIAUTOMÁTICO							
	TIPO DE CONTROL								
	RELACIONES INTERPERSONALES								
	COMUNICACION	RELACIONES BIRRECORRIDAS							
		RELACIONES UNIDIRECCIONALES							
PARTICIPACION									
ACCESO LABORAL									
MOVIMIENTOS DE REFERENCIA Y CONCIENCIA DEL PROCESO									

ANEXO 4. Tabla A.1 Aplicabilidad de las herramientas para la valoración del riesgo

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC-IEC/ISO 31010

Tabla A.1. Aplicabilidad de las herramientas para la valoración del riesgo

Herramientas y técnicas	Proceso de valoración del riesgo				Evaluación del riesgo	Véase el Anexo
	Identificación del riesgo	Análisis del riesgo		Nivel de riesgo		
		Consecuencia	Probabilidad			
Lluvia de ideas	SA ¹⁾	NA ²⁾	NA	NA	NA	B 01
Entrevistas estructuradas o semiestructuradas	SA	NA	NA	NA	NA	B 02
Delphi	SA	NA	NA	NA	NA	B 03
Listas de verificación	SA	NA	NA	NA	NA	B 04
Análisis primario de peligros	SA	NA	NA	NA	NA	B 05
Estudios de peligro y operatividad (EPO)(HAZOP)	SA	SA	A ³⁾	A	A	B 06
Análisis de peligros y puntos críticos de control (APCC [HACCP])	SA	SA	NA	NA	SA	B 07
Valoración del riesgo ambiental	SA	SA	SA	SA	SA	B 08
Estructura "¿qué pasaría si?" (EQPS [SWIFT])	SA	SA	SA	SA	SA	B 09
Análisis de escenario	SA	SA	A	A	A	B 10
Análisis del impacto en el negocio	A	SA	A	A	A	B 11
Análisis de la causa principal (ACP)	NA	SA	SA	SA	SA	B 12
Análisis de modo y efecto de falla (EMEF)	SA	SA	SA	SA	SA	B 13
Análisis de árbol de fallas	A	NA	SA	A	A	B 14
Análisis de árbol de eventos	A	SA	A	A	NA	B 15
Análisis de causa y consecuencia	A	SA	SA	A	A	B 16
Análisis de causa y efecto	SA	SA	NA	NA	NA	B 17
Análisis de capas de protección (ACDP [LOPA])	A	SA	A	A	NA	B 18
Árbol de decisión	NA	SA	SA	A	A	B 19
Análisis de confiabilidad humana	SA	SA	SA	SA	A	B 20
Análisis de esquema en corbatín (bow tie)	NA	A	SA	SA	A	B 21
Mantenimiento enfocado en la confiabilidad	SA	SA	SA	SA	SA	B 22
Análisis de circuito furtivo	A	NA	NA	NA	NA	B 23
Análisis de Markov	A	SA	NA	NA	NA	B 24
Simulación de Monte Carlo	NA	NA	NA	NA	SA	B 25
Estadísticas y redes bayesianas	NA	SA	NA	NA	SA	B 26
Curvas FN	A	SA	SA	A	SA	B 27
Índices de riesgo	A	SA	SA	A	SA	B 28
Matriz de consecuencia y probabilidad	SA	SA	SA	SA	A	B 29
Análisis de costo y beneficio	A	SA	A	A	A	B 30
Análisis de decisión por criterios múltiples (ADCM [MCDA])	A	SA	A	SA	A	B 31

¹⁾ Rotundamente aplicable RA
²⁾ No aplicable NA
³⁾ Aplicable A

ANEXO 5. Tabla A.2. Atributos de una selección de herramientas para la valoración del riesgo

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC-IEC/ISO 31010

Tabla A.2. Atributos de una selección de herramientas para la valoración del riesgo

Ejemplo del tipo de técnica y método para la valoración del riesgo	Descripción	Importancia de los factores de influencia			¿Es posible un resultado cuantitativo?
		Bajo	Alto	Medio	
MÉTODOS DE BÚSQUEDA					
Listas de verificación	Una forma sencilla para la identificación del riesgo. Técnica que suministra un listado de incertidumbres típicas que es necesario considerar. Los usuarios consultan listas, códigos o normas desarrollados previamente.	Bajo	Bajo	Bajo	No
Análisis preliminar del peligro	Un método inductivo sencillo para el análisis cuyo objetivo es identificar los peligros y las situaciones y eventos peligrosos que pueden causar daño a una actividad, instalación o un sistema determinados.	Bajo	Alto	Medio	No
MÉTODOS DE SOPORTE					
Entrevista estructurada y lluvia de ideas	Medios para recolectar un conjunto amplio de ideas y evaluación, las cuales son calificadas por un equipo. Las lluvias de ideas puede estar estimulada por mensajes guía o por técnicas de entrevista personalizada o de grupo.	Bajo	Bajo	Bajo	No
Técnica Delphi	Es un medio para combinar opiniones de los expertos que pueden dar soporte a la fuente e influir en la identificación, la probabilidad y la estimación de la consecuencia, y en la evaluación del riesgo. Es una técnica de colaboración para crear consenso entre los expertos. Implica el análisis independiente y la votación de los expertos.	Medio	Medio	Medio	No
Técnica estructurada "¿qué pasaría si?"(EQPS)	Sistema para urgir a un equipo a que identifique los riesgos. Se utiliza normalmente dentro de un taller de facilitación. Está vinculada comúnmente al análisis del riesgo y a la técnica de evaluación.	Medio	Medio	Ninguna	No
Análisis de confiabilidad humana (ACH [HRA])	La valoración de la confiabilidad humana trata del impacto de las personas en el desempeño del sistema y se puede utilizar para evaluar las influencias del error humano en el sistema.	Medio	Medio	Medio	Si
ANÁLISIS DE ESCENARIO					
Análisis de la causa principal (análisis de una sola pérdida)	Se analiza una sola pérdida que ha ocurrido con el fin de entender las causas contribuyentes y la manera en que el sistema o el proceso se pueden mejorar para evitar tales pérdidas en el futuro. El análisis debe considerar los controles implementados en el momento que se presentó la pérdida y cómo se podrían mejorar tales controles.	Medio	Bajo	Medio	No
Análisis de escenario	Se identifican posibles escenarios en el futuro a través de la imaginación o la extrapolación del presente y se toman en consideración diversos riesgos asumiendo que se podría presentar cada uno de estos escenarios. Esto se puede realizar formal o informalmente, cualitativa o cuantitativamente.	Medio	Alto	Medio	No

Continúa...

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC-IEC/ISO 31010

Tabla A.2. (Continuación)

Ejemplo del tipo de técnica y método para la valoración del riesgo	Descripción	Importancia de los factores de influencia			¿Es posible un resultado cuantitativo?
		Alto	Alto	Medio	
Valoración del riesgo toxicológico	Se identifican y analizan los peligros y las posibles rutas mediante las cuales un objeto específico podría estar expuesto al peligro. La información sobre el nivel de exposición y la naturaleza del daño causado por un nivel determinado de exposición se combinan para obtener una medida de la probabilidad de que se presente el daño especificado.	Alto	Alto	Medio	Sí
Análisis del impacto en el negocio	Brinda un análisis de la manera en que los riesgos de alteración clave podrían afectar a las operaciones de una organización e identifica y cuantifica las capacidades que se necesitarían para su gestión.	Medio	Medio	Medio	No
Análisis de árbol de fallas	Técnica que empieza con un evento no deseado (eventos máximos) y determina todas las maneras en que éste podría ocurrir. Estas maneras se presentan gráficamente en un diagrama de árbol lógico. Una vez que se ha elaborado el árbol de fallas se deberían considerar los modos para reducir o eliminar las causas o fuentes potenciales.	Alto	Alto	Medio	Sí
Análisis de árbol de eventos	Utilización de razonamiento inductivo para transformar las probabilidades de diversos eventos causantes en resultados posibles.	Medio	Medio	Medio	Sí
Análisis de causas y consecuencias	Combinación de análisis de árbol de fallas y de árbol de eventos que permite la inclusión de los retrasos. Se toman en consideración tanto las causas como las consecuencias de un evento causal.	Alto	Medio	Alto	Sí
Análisis de causa y efecto	Un efecto puede tener una cantidad de factores contribuyentes que se pueden agrupar en diversas categorías. Con frecuencia los factores contribuyentes se identifican a través de lluvia de ideas y se presentan en una estructura de árbol o de diagrama de Ishikawa (causa y efecto).	Bajo	Bajo	Medio	No
ANÁLISIS DE LA FUNCIÓN					
AMEF y AMEFC	El análisis de modo y efecto de falla es una técnica que identifica los modos y los mecanismos de la falla y sus efectos. Existen varios tipos de AMEF; AMEF del diseño (o producto) que se utiliza para componentes y productos, AMEF del sistema que se utiliza para sistemas, AMEF del proceso que se utiliza para procesos de fabricación y ensamble, AMEF del servicio y AMEF del software. Este análisis puede estar seguido por un análisis de criticidad que define la importancia de cada modo de fallo, cualitativamente, semicualitativamente o cuantitativamente (AMEFC). El análisis de criticidad se puede basar en la probabilidad de que un modo de falla resulte en una falla en el sistema, el nivel del riesgo asociado con el modo de falla o un número para la prioridad del riesgo.	Medio	Medio	Medio	Sí

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC-IEC/ISO 31010

Tabla A.2. (Continuación)

Ejemplo del tipo de técnica y método para la valoración del riesgo	Descripción	Importancia de los factores de influencia			¿Es posible un resultado cuantitativo?
		Medio	Medio	Medio	
Mantenimiento enfocado en la confiabilidad	Un método para identificar las políticas que se deberían implementar para la gestión de fallas, en cuanto al logro de manera eficiente y eficaz de la seguridad exigida y la disponibilidad y economía de la operación para todos los tipos de equipo.	Medio	Medio	Medio	Sí
Análisis de circuito fortuito	Una metodología para identificar los errores en el diseño. Una condición fortuita es un hardware o un software latentes, o una condición integrada que puede causar un evento indeseado o inhibir al evento deseado y no es causada por falla en el componente. Estas condiciones se caracterizan por su naturaleza aleatoria y la capacidad para escapar a la detección durante las pruebas más rigurosas de sistemas normalizados. Las condiciones fortuitas pueden causar mal funcionamiento, pérdida de la disponibilidad del sistema, retrasos en el programa o incluso muerte o lesión de las personas.	Medio	Medio	Medio	No
EPO Estudios de peligro y operatividad	Un proceso general de identificación de riesgos para definir las desviaciones posibles con respecto al desempeño previsto o esperado. Utiliza un sistema basado en palabras guía. Se valora la criticidad de las desviaciones.	Medio	Alto	Alto	No
APPOC Análisis de peligros y puntos críticos de control	Un sistema preventivo, proactivo y sistemático para garantizar la calidad del producto, la confiabilidad y seguridad de los procesos mediante la medición y el monitoreo de características específicas que deben estar dentro de límites definidos.	Medio	Medio	Medio	No
VALORACIÓN DE LOS CONTROLES					
ACDP Análisis de de capas de protección	(También se puede denominar análisis de barrera). Permite evaluar los controles y su eficacia.	Medio	Medio	Medio	Sí
Análisis en esquema de corbatín	Una forma diagramática sencilla de describir y analizar las rutas de un riesgo desde los peligros hasta los resultados y de revisar los controles. Se puede considerar como la combinación de la lógica de un árbol de fallas que analiza la causa de un evento (representado por el centro de la mariposa) y un árbol de eventos que analiza las consecuencias	Medio	Alto	Medio	Sí
MÉTODOS ESTADÍSTICOS					
Análisis de Markov	Este análisis, en ocasiones denominado análisis de estado-espacio, se utiliza comúnmente en el análisis de sistemas complejos reparables que pueden presentarse en varios estados, incluyendo diversos estados degradados.	Alto	Bajo	Alto	Sí

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC-IEC/ISO 31010

Tabla A.2. (Final)

Ejemplo del tipo de técnica y método para la valoración del riesgo	Descripción	Importancia de los factores de influencia			¿Es posible un resultado cuantitativo?
		Alto	Bajo	Alto	
Análisis de Monte Carlo	Esta simulación se utiliza para establecer la variación agregada en un sistema, la cual resulta de las variaciones en el sistema, para un número de elementos de entrada, en donde cada elemento de entrada tiene una distribución definida y las entradas se relacionan con la salida a través de relaciones definidas. El análisis se puede utilizar para modelos específicos en los que se pueden definir matemáticamente las interacciones de las diversas entradas. Las entradas se pueden basar en una variedad de tipos de distribución de acuerdo con la naturaleza de la incertidumbre que ellas pretenden representar. Para la valoración del riesgo, se utilizan comúnmente distribuciones triangulares o beta.	Alto	Bajo	Alto	SI
Análisis bayesiano	Un procedimiento estadístico que utiliza datos de distribución previa para evaluar la probabilidad de un resultado. Este análisis depende de la exactitud de la distribución previa para deducir un resultado exacto. La convicción bayesiana interconecta el modelo de causa y efecto en una variedad de dominios al capturar relaciones probabilísticas de entradas variables para derivar un resultado.	Alto	Bajo	Alto	SI

ANEXO 6. Bibliografía AMEF³⁸.

Criterio	Gravedad (G)
Imperceptible por el cliente	1
Perceptible pero no molesto	2
Perceptible y ligeramente molesto	3
Predispone negativamente al cliente	4
Degradación del sistema	5
Degradación del sistema y exigencia de cambio/reparación	6
Degradación del sistema y reparación costosa	7
Degradación del sistema, que llega a afectar a otros sistemas de la instalación	8
Afecta a la seguridad, con aviso previo	9
Afecta a la seguridad, sin previo aviso	10

Tabla 3.5. Gravedad

Criterio	Gravedad (G)
Imperceptible por el cliente	1
Perceptible pero no molesto	2
Perceptible y ligeramente molesto	3
Predispone negativamente al cliente	4
Degradación del sistema	5
Degradación del sistema y exigencia de cambio/reparación	6
Degradación del sistema y reparación costosa	7
Degradación del sistema, que llega a afectar a otros sistemas de la instalación	8
Afecta a la seguridad, con aviso previo	9
Afecta a la seguridad, sin previo aviso	10

Tabla 3.5. Gravedad

Criterio	Probabilidad de que el defecto individual llegue al cliente	D
Probabilidad remota de que el defecto llegue al cliente. Sería poco razonable que un defecto no fuese detectado durante la inspección, prueba o montaje (dificultad de montaje)	0-5%	1
Probabilidad baja de que el defecto llegue al cliente	6-15%	2
	16-25%	3
Probabilidad moderada de que el defecto llegue al cliente	26-35%	4
	36-45%	5
	46-55%	6
Probabilidad alta de que el defecto llegue al cliente	56-65%	7
	66-75%	8
Probabilidad muy elevada de que el defecto llegue al cliente	76-85%	9
	86-100%	10

Tabla 3.6. No detección

³⁸ Fuente: Problemas resueltos de análisis de riesgos en instalaciones industriales– Autores: Elena Mulet Escrig, Mar Carlos Arbeloa, Vicente Chulvi Ramos, Juan E. Ramos Barceló, M.^a Dolores Bovea Edo – Universitat Jaume – Primera Edición – Año 2011.

ANEXO 7. Información de seguridad proveedor Cloro



RESUMEN DE EMERGENCIA

Gas verde amarillento o líquido ámbar (licuado bajo presión), de olor picante e irritante. **GAS COMPRIMIDO. FUERTE OXIDANTE.** Es un producto altamente reactivo y las reacciones en las que interviene son fuertemente exotérmicas. El contacto con materiales combustibles o con compuestos orgánicos, puede causar incendio o explosión, o puede reaccionar en forma violenta o explosiva con muchas otras sustancias. Reacciona con el agua y con la humedad del ambiente para formar ácido clorhídrico e hipocloroso, altamente corrosivos. Peligroso en espacios confinados. **ALTAMENTE TÓXICO.** Puede resultar fatal si se inhala. Extremadamente irritante para el sistema respiratorio. El gas licuado puede causar congelación y lesiones corrosivas en los ojos y la piel. Puede causar quemaduras químicas y daño permanente, incluyendo ceguera. Altamente tóxico para organismos acuáticos. Como gas es más pesado que el aire. Se debe evitar el escape como cloro líquido (al evaporarse como gas ocupa aprox. 460 veces más volumen que como líquido) Puede causar daños a la vegetación. Para mayor información lea la Hoja de Seguridad.

NOTA: El uso final del producto es de responsabilidad absoluta y aceptada por el cliente. La información se ha consignado a título ilustrativo y no substituye las patentes o licencias sobre el uso del producto. Es responsabilidad del usuario que esta información sea apta y completa para su uso particular.

41

[Ver Ficha tecnica del cloro](#)

[Ver Hoja de seguridad del cloro](#)

³⁹ Brochure_Cloro- Brinsa S.A

⁴⁰ Brochure_Cloro- Brinsa S.A

⁴¹ Brochure_Cloro- Brinsa S.A

ANEXO 8. Listado Maestro Modelo Procedimientos⁴²

		LISTADO MAESTRO					06/08/2015	
PROYECTOS & GERENCIA LTDA								ACT 1
ITEM	SUBPROGRAMA	CODIGO FORMATO	ESTADO	DESCRIPCIÓN	ELABORACION	APROBACIÓN	FECHA	VERSIÓN
1	Desarrollo y ejecución del SSOA	PO-HSEQ-CD-001	vigente	Procedimiento de Control Documental	Director HSEQ	Gerente General de PROYECTOS & GERENCIA LTDA	06/08/2015	1
2	Elementos Básicos de Gestión	PO-HSEQ-RG-002	vigente	Procedimiento Revisiones Gerenciales	Director HSEQ	Gerente General de PROYECTOS & GERENCIA LTDA	06/08/2015	1
3	Elementos Básicos de Gestión	PO-HSEQ-PP-003	vigente	Procedimiento Planeación y Verificación Presupuesto HSE	Director HSEQ	Gerente General de PROYECTOS & GERENCIA LTDA	24/08/2015	1
4	Elementos Básicos de Gestión	PO-HSEQ-CD-004	vigente	Procedimiento para el Control de Documentos	Director HSEQ	Gerente General de PROYECTOS & GERENCIA LTDA	06/08/2015	1
5	Elementos Básicos de Gestión	PO-HSEQ-RL-005	vigente	Procedimiento para la Identificación de Requisitos Legales y de Otra índole	Director HSEQ	Gerente General de PROYECTOS & GERENCIA LTDA	28/08/2015	1
6	Elementos Básicos de Gestión	PO-HSEQ-ED-006		Procedimiento de evaluación y desempeño	Director HSEQ	Gerente General de PROYECTOS & GERENCIA LTDA		1
7	Elementos Básicos de Gestión	PO-HSEQ-IR-007		Procedimiento Inducción y Reinducción	Director HSEQ	Gerente General de PROYECTOS & GERENCIA LTDA		1
8	Elementos Básicos de Gestión	PO-HSEQ-AR-008		Procedimiento difusión de acciones y resultados HSEQ	Director HSEQ	Gerente General de PROYECTOS & GERENCIA LTDA		1
9	Elementos Básicos de Gestión	PO-HSEQ-CPC-009		Procedimiento para la comunicación, o participación y consulta	Director HSEQ	Gerente General de PROYECTOS & GERENCIA LTDA		1
10	Elementos Básicos de Gestión	PO-HSEQ-IP-010		Procedimiento para la identificación continua de peligros y valoración del riesgo	Director HSEQ	Gerente General de PROYECTOS & GERENCIA LTDA		1
11	Elementos Básicos de Gestión	PO-HSEQ-EPC-011		Procedimiento selección y evaluación de proveedores y/o contratistas HSEQ	Director HSEQ	Gerente General de PROYECTOS & GERENCIA LTDA		1
12	Elementos Básicos de Gestión	PO-HSEQ-EM-012		Procedimiento Evaluaciones medicas	Director HSEQ	Gerente General de PROYECTOS & GERENCIA LTDA		1
13	Elementos Básicos de Gestión	PO-HSEQ-RP-013		Procedimiento manejo de residuos peligrosos	Director HSEQ	Gerente General de PROYECTOS & GERENCIA LTDA		1
14	Elementos Básicos de Gestión	PO-HSEQ-ACA-014		Procedimiento de incidentes laborales.	Director HSEQ	Gerente General de PROYECTOS & GERENCIA LTDA		1
15	Elementos Básicos de Gestión	PO-HSEQ-AI-015		Procedimiento auditoria interna	Director HSEQ	Gerente General de PROYECTOS & GERENCIA LTDA		1
16	Elementos Básicos de Gestión	PO-HSEQ-APC-016		Procedimiento acciones preventivas y correctivas	Director HSEQ	Gerente General de PROYECTOS & GERENCIA LTDA		1
17	Elementos Básicos de Gestión	PO-HSEQ-IP-017		Procedimiento inspecciones	Director HSEQ	Gerente General de PROYECTOS & GERENCIA LTDA		1
18	Elementos Básicos de Gestión	PO-HSEQ-TC-018		Procedimiento en la toma de conciencia de actividades de seguridad industrial y salud ocupacional	Director HSEQ	Gerente General de PROYECTOS & GERENCIA LTDA		1
19	Elementos Básicos de Gestión	DO-HSEQ-PC-001	vigente	Políticas de Gestión	Director HSEQ	Gerente General de PROYECTOS & GERENCIA LTDA	06/08/2015	1
20	Elementos Básicos de Gestión	DO-HSEQ-OM-002	Vigente	Objetivos y Metas	Director HSEQ	Gerente General de PROYECTOS & GERENCIA LTDA	06/08/2015	1
21	Elementos Básicos de Gestión	DO-HSEQ-CA-003	Vigente	Cronograma de Actividades	Director HSEQ	Gerente General de PROYECTOS & GERENCIA LTDA	06/08/2015	1
22	Elementos Básicos de Gestión	DO-HSEQ-FR-004	vigente	Funciones y responsabilidades	Director HSEQ	Gerente General de PROYECTOS & GERENCIA LTDA	06/08/2015	2
23	Elementos Básicos de Gestión	DO-HSEQ-PE-005	Vigente	Plan de emergencias	Director HSEQ	Gerente General de PROYECTOS & GERENCIA LTDA	01/09/2015	1
24	Elementos Básicos de Gestión	DO-HSEQ-CI-006	Vigente	Cronograma de inspecciones	Director HSEQ	Gerente General de PROYECTOS & GERENCIA LTDA	06/08/2015	1
25	Elementos Básicos de Gestión	MAT-HSEQ-RL-001	vigente	Requisitos legales y de otra índole	Director HSEQ	Gerente General de PROYECTOS & GERENCIA LTDA	06/08/2015	1
26	Elementos Básicos de Gestión	MAT-HSEQ-CE-002	vigente	Matriz Capacitación y Entrenamiento	Director HSEQ	Gerente General de PROYECTOS & GERENCIA LTDA	06/08/2015	1
27	Administración de riesgos	MAT-HSEQ-IP-003	vigente	Matriz de identificación de peligros	Director HSEQ	Gerente General de PROYECTOS & GERENCIA LTDA	06/08/2015	1
28	Desarrollo y ejecución del SSOA	MAT-HSEQ-EPP-004		Matriz EPP por cargos	Director HSEQ	Gerente General de PROYECTOS & GERENCIA LTDA		1
29	Desarrollo y ejecución del SSOA	MAT-HSE-AC-005		Matriz análisis de causalidad	Director HSEQ	Gerente General de PROYECTOS & GERENCIA LTDA		1
30	Desarrollo y ejecución del SSOA	MAT-HSEQ-AC-006	vigente	Matriz ambiental	Director HSEQ	Gerente General de PROYECTOS & GERENCIA LTDA	06/08/2015	1
31	Desarrollo y ejecución del SSOA	MA-HSEQ-SG-001		Manual sistemas de gestión de seguridad y salud en el trabajo	Director HSEQ	Gerente General de PROYECTOS & GERENCIA LTDA		1
32	Desarrollo y ejecución del SSOA	PR-HSEQ-SO-001	Inactivo	Programa de Salud Ocupacional	Director HSEQ	Gerente General de PROYECTOS & GERENCIA LTDA	01/09/2015	1
33	Desarrollo y ejecución del SSOA	PR-HSEQ-FC-002	vigente	Programa de formación y capacitación	Director HSEQ	Gerente General de PROYECTOS & GERENCIA LTDA	01/09/2015	1

⁴² Fuente: Proyectos & Gerencia LTDA – Año 2015.

La Gestión sobre los Riesgos, Aspectos e Impactos Ambientales, como una estrategia metodológica dentro de la Operación de una planta de tratamiento de agua para la empresa PROYECTOS & GERENCIA LTDA, Neiva

		LISTADO MAESTRO					06/08/2015	
		PROYECTOS & GERENCIA LTDA					ACT 1	
34	Desarrollo y ejecución del SSOA	PR-HSEQ-ACI-003		Programa de reporte de actos y condiciones inseguras	Director HSEQ	Gerente General de PROYECTOS & GERENCIA LTDA		1
35	Desarrollo y ejecución del SSOA	PR-HSEQ-SP-004		Programa de salud Publica	Director HSEQ	Gerente General de PROYECTOS & GERENCIA LTDA		1
36	Desarrollo y ejecución del SSOA	PR-HSEQ-RO-005		PVE Riesgo osteomuscular	Director HSEQ	Gerente General de PROYECTOS & GERENCIA LTDA		1
37	Desarrollo y ejecución del SSOA	PR-HSEQ-RC-006		PVE Riesgo Cardiovascular	Director HSEQ	Gerente General de PROYECTOS & GERENCIA LTDA		1
38	Desarrollo y ejecución del SSOA	PR-HSEQ-RP-007		PVE Riesgo Psicosocial	Director HSEQ	Gerente General de PROYECTOS & GERENCIA LTDA		1
39	Desarrollo y ejecución del SSOA	PR-HSEQ-MRS-008		Programa manejo de residuos solidos	Director HSEQ	Gerente General de PROYECTOS & GERENCIA LTDA		1
40	Desarrollo y ejecución del SSOA	PR- HSEQ-AAE-009		Programa de ahorro y uso eficiente de agua y energía	Director HSEQ	Gerente General de PROYECTOS & GERENCIA LTDA		1
41	Elementos Básicos de Gestión	FO-HSEQ-ARG-001		Formato acta de reunión gerencial	Director HSEQ	Gerente General de PROYECTOS & GERENCIA LTDA		1
42	Elementos Básicos de Gestión	FO-HSEQ-RG-002		Formato de Revisión Gerencial para condiciones de trabajo	Director HSEQ	Gerente General de PROYECTOS & GERENCIA LTDA		1
43	Elementos Básicos de Gestión	FO-HSEQ-IG-003		Formato acta Inspección Gerencial	Director HSEQ	Gerente General de PROYECTOS & GERENCIA LTDA		1
44	Elementos Básicos de Gestión	FO-HSEQ-FC-004	vigente	Formato Formación y Capacitación a Empleados	Director HSEQ	Gerente General de PROYECTOS & GERENCIA LTDA	01/09/2015	1
45	Elementos Básicos de Gestión	FO-HSEQ-ED-005		Formato evaluación de desempeño	Director HSEQ	Gerente General de PROYECTOS & GERENCIA LTDA		1
46	Elementos Básicos de Gestión	FO-HSEQ-ED-006	vigente	Formato entrega de dotación	Director HSEQ	Gerente General de PROYECTOS & GERENCIA LTDA	01/09/2015	1
47	Elementos Básicos de Gestión	FO-HSEQ-EPA-007		Formato evaluación primeros auxilios	Director HSEQ	Gerente General de PROYECTOS & GERENCIA LTDA		1
48	Elementos Básicos de Gestión	FO-HSEQ-ECI-008		Formato evaluación contra incendio	Director HSEQ	Gerente General de PROYECTOS & GERENCIA LTDA		1
49	Elementos Básicos de Gestión	FO-HSEQ-EE-009		Formato evaluación evacuación	Director HSEQ	Gerente General de PROYECTOS & GERENCIA LTDA		1
50	Elementos Básicos de Gestión	FO-HSEQ-EIR-010		Formato evaluación inducción y reinducción	Director HSEQ	Gerente General de PROYECTOS & GERENCIA LTDA		1
51	Elementos Básicos de Gestión	FO- HSEQ- EC-011		Formato evaluación COPASO	Director HSEQ	Gerente General de PROYECTOS & GERENCIA LTDA		1
52	Elementos Básicos de Gestión	FO-HSEQ-EMR-012		Formato evaluación manejo de residuos solidos	Director HSEQ	Gerente General de PROYECTOS & GERENCIA LTDA		1
53	Elementos Básicos de Gestión	FO-HSEQ-ERB-013		Formato evaluación riesgo biológico	Director HSEQ	Gerente General de PROYECTOS & GERENCIA LTDA		1
54	Elementos Básicos de Gestión	FO-HSEQ-EPE-014	vigente	Formato Reporte de Emergencias	Director HSEQ	Gerente General de PROYECTOS & GERENCIA LTDA	01/09/2015	1
55	Elementos Básicos de Gestión	FO-HSEQ-SPC-015		Formato selección y evaluación en HSE para proveedores y/o contratistas	Director HSEQ	Gerente General de PROYECTOS & GERENCIA LTDA		1
56	Elementos Básicos de Gestión	FO-HSEQ-CRS-016		Formato control de residuos solidos	Director HSEQ	Gerente General de PROYECTOS & GERENCIA LTDA		1
57	Elementos Básicos de Gestión	FO-HSEQ-RAE-017		Formato registro de agua y energía	Director HSEQ	Gerente General de PROYECTOS & GERENCIA LTDA		1
58	Elementos Básicos de Gestión	FO-HSEQ-RI-018		Formato reporte de incidentes	Director HSEQ	Gerente General de PROYECTOS & GERENCIA LTDA		1
59	Elementos Básicos de Gestión	FO-HSEQ-IA-019		Formato investigación de accidentes	Director HSEQ	Gerente General de PROYECTOS & GERENCIA LTDA		1
60	Elementos Básicos de Gestión	FO-HSEQ-AMC-021		Formato acciones de mojar y correctivas	Director HSEQ	Gerente General de PROYECTOS & GERENCIA LTDA		1
61	Elementos Básicos de Gestión	FO-HSEQ-AM-022		Formato acción de mejora	Director HSEQ	Gerente General de PROYECTOS & GERENCIA LTDA		1
62	Elementos Básicos de Gestión	FO-HSEQ-IB-023		Formato inspección botiquín	Director HSEQ	Gerente General de PROYECTOS & GERENCIA LTDA		1
63	Elementos Básicos de Gestión	FO-HSEQ-IEPP-024	vigente	Formato inspección de EPP	Director HSEQ	Gerente General de PROYECTOS & GERENCIA LTDA	01/09/2015	1
64	Elementos Básicos de Gestión	FO-HSEQ-IEX-025		Formato inspección extintores	Director HSEQ	Gerente General de PROYECTOS & GERENCIA LTDA		1
65	Elementos Básicos de Gestión	FO-HSEQ-ACO-026	vigente	Formato acta de copaso	Director HSEQ	Gerente General de PROYECTOS & GERENCIA LTDA	20/08/2015	1

ANEXO 9. Listado Maestro Modelo Formatos⁴³

		LISTADO MAESTRO					06/08/2015	
							ACT 1	
ITEM	SUBPROGRAMA	CODIGO FORMATO	ESTADO	DESCRIPCION	ELABORACION	APROBACION	FECHA	VERSIÓN
1	Elementos Básicos de Gestión	FO-HSE-ARG-001	Vigente	Formato acta de reunión gerencial	Director HSEQ	Gerente General de PROYECTOS & GERENCIA LTDA	06/08/2015	1
2	Elementos Básicos de Gestión	FO-HSE-RG-002	Vigente	Formato de Revisión Gerencial para condiciones de trabajo	Director HSEQ	Gerente General de PROYECTOS & GERENCIA LTDA	06/08/2015	1
2	Elementos Básicos de Gestión	FO-HSE-IG-003		Formato acta Inspección Gerencial	Director HSEQ	Gerente General de PROYECTOS & GERENCIA LTDA		1
3	Elementos Básicos de Gestión	FO-HSE-FC-004	Vigente	Formato Formación y Capacitación a Empleados	Director HSEQ	Gerente General de PROYECTOS & GERENCIA LTDA	01/09/2015	1
3	Elementos Básicos de Gestión	FO-HSE-ED-005		Formato evaluación de desempeño	Director HSEQ	Gerente General de PROYECTOS & GERENCIA LTDA		1
4	Elementos Básicos de Gestión	FO-HSE-ED-006	Vigente	Formato entrega de dotación	Director HSEQ	Gerente General de PROYECTOS & GERENCIA LTDA	01/09/2015	1
4	Elementos Básicos de Gestión	FO-HSE-EPA-007		Formato evaluación primeros auxilios	Director HSEQ	Gerente General de PROYECTOS & GERENCIA LTDA		1
5	Elementos Básicos de Gestión	FO-HSE-ECI-008		Formato evaluación contra incendio	Director HSEQ	Gerente General de PROYECTOS & GERENCIA LTDA		1
5	Elementos Básicos de Gestión	FO-HSE-EE-009		Formato evaluación evacuación	Director HSEQ	Gerente General de PROYECTOS & GERENCIA LTDA		1
6	Elementos Básicos de Gestión	FO-HSE-EIR-010		Formato evaluación inducción y reinducción	Director HSEQ	Gerente General de PROYECTOS & GERENCIA LTDA		1
6	Elementos Básicos de Gestión	FO-HSE-EC-011	Vigente	Formato evaluación COPASO	Director HSEQ	Gerente General de PROYECTOS & GERENCIA LTDA	20/08/2015	1
7	Elementos Básicos de Gestión	FO-HSE-EMR-012		Formato evaluación manejo de residuos solidos	Director HSEQ	Gerente General de PROYECTOS & GERENCIA LTDA		1
7	Elementos Básicos de Gestión	FO-HSE-ERB-013		Formato evaluación riesgo biológico	Director HSEQ	Gerente General de PROYECTOS & GERENCIA LTDA		1
8	Elementos Básicos de Gestión	FO-HSE-EPE-014	Vigente	Formato Reporte de Emergencias	Director HSEQ	Gerente General de PROYECTOS & GERENCIA LTDA	01/09/2015	1
10	Elementos Básicos de Gestión	FO-HSE-SPC-015		Formato selección y evaluación en HSE para proveedores y/o contratistas	Director HSEQ	Gerente General de PROYECTOS & GERENCIA LTDA		1
10	Elementos Básicos de Gestión	FO-HSE-CRS-016		Formato control de residuos solidos	Director HSEQ	Gerente General de PROYECTOS & GERENCIA LTDA		1
11	Elementos Básicos de Gestión	FO-HSE-RAE-017		Formato registro de agua y energía	Director HSEQ	Gerente General de PROYECTOS & GERENCIA LTDA		1
11	Elementos Básicos de Gestión	FO-HSE-RI-018		Formato reporte de incidentes	Director HSEQ	Gerente General de PROYECTOS & GERENCIA LTDA		1
12	Elementos Básicos de Gestión	FO-HSE-IA-019		Formato investigación de accidentes	Director HSEQ	Gerente General de PROYECTOS & GERENCIA LTDA		1
12	Elementos Básicos de Gestión	FO-HSE-AMC-020	Vigente	Formato acciones de mojará y correctivas	Director HSEQ	Gerente General de PROYECTOS & GERENCIA LTDA	07/09/2015	1
13	Elementos Básicos de Gestión	FO-HSE-AM-021	Vigente	Formato acción de mejora	Director HSEQ	Gerente General de PROYECTOS & GERENCIA LTDA	07/09/2015	1
13	Elementos Básicos de Gestión	FO-HSE-IB-022		Formato inspección botiquín	Director HSEQ	Gerente General de PROYECTOS & GERENCIA LTDA		1
14	Elementos Básicos de Gestión	FO-HSE-IEPP-023	Vigente	Formato inspección de EPP	Director HSEQ	Gerente General de PROYECTOS & GERENCIA LTDA	01/09/2015	1
14	Elementos Básicos de Gestión	FO-HSE-IEX-024		Formato inspección extintores	Director HSEQ	Gerente General de PROYECTOS & GERENCIA LTDA		1
15	Elementos Básicos de Gestión	FO-HSE-ACO-025	Vigente	Formato acta de copaso	Director HSEQ	Gerente General de PROYECTOS & GERENCIA LTDA	20/08/2015	1

⁴³ Fuente: Proyectos & Gerencia LTDA – Año 2015.

ANEXO 10. Ejemplo 1 (Documento)⁴⁴

		ACTA DE REUNIÓN			Código: FO-HSE-ARG-001	
					Versión: 01	
					Página 1 de 1	
Fecha	Hora de inicio:	Hora de terminación:	Lugar:	Proyecto No:		
TIPO DE REUNION						
<input type="checkbox"/> Cliente	<input type="checkbox"/> COPASST	<input type="checkbox"/> Comité de Obra	<input type="checkbox"/> HSEQ	<input type="checkbox"/> OTRO		
Participante	Cargo	Firma	Participante	Cargo	Firma	
REVISION DE CUMPLIMIENTO A COMPROMISOS ANTERIORES						
COMPROMISO		CUMPLIDO		RESPONSABLE	OBSERVACIONES	
RESULTADOS		SI	NO			
1						
2						
3						
DESARROLLO DE LA REUNION						

⁴⁴ Fuente: Proyectos & Gerencia LTDA – Año 2015.

ANEXO 12. Ejemplo 2 Registro⁴⁶

		REPORTE DE EMERGENCIAS				Código: FO-HSE-EPE-014	
						Versión: 01	
						Página 1 de 1	
Obra/Sitio			Tipo de Emergencia				
			Emergencia Real <input type="checkbox"/>		Simulacro <input type="checkbox"/>		
Elaboró				Fecha	D	M	A
NATURAL Terremoto <input type="checkbox"/> Inundación <input type="checkbox"/> Rayo <input type="checkbox"/> Tormentas <input type="checkbox"/> Otros <input type="checkbox"/>		TECNOLÓGICA Incendio / Explosión <input type="checkbox"/> Fugas (gas) <input type="checkbox"/> Derrames (Hidrocarburos) <input type="checkbox"/> Terrorismo <input type="checkbox"/> Otros <input type="checkbox"/>		MÉDICA Fractura <input type="checkbox"/> Hemorragias <input type="checkbox"/> Perdida de conocimiento <input type="checkbox"/> Paro Cardíaco <input type="checkbox"/> Otros <input type="checkbox"/>			
Especifique si es otro							
Procedimiento de contingencia empleado							
Plan de Contingencia Médica <input type="checkbox"/>		Plan de Contingencia sísmica <input type="checkbox"/>		Plan de Contingencia de Incendio <input type="checkbox"/>			
Plan de Contingencia Vial <input type="checkbox"/>		No existe Plan de Contingencia <input type="checkbox"/>		Plan de Contingencia de Incendio <input type="checkbox"/>			
Especifique si es otro							
Llene los siguiente tiempos							
1	Hora de inicio de la emergencia		am		pm		
2	Tiempo al dar la alarma(sirena, alto parlante) desde el momento del accidente		am		pm		
3	Tiempo de reacción de las brigadas hasta el lugar de la emergencia después de sonar la alarma		min		seg		
4	Tiempo de reacción de las brigadas hasta el punto de reunión después de sonar la señal de alarma		min		seg		
5	Tiempo de estabilización de la emergencia (paciente, incendio, etc) desde la señal de alarma		min		seg		
6	Tiempo de traslado del paciente desde la estabilización al centro de atención		min		seg		
7	Tiempo de reunión de la gente en el punto de reunión desde el momento de la señal de alarma		min		seg		
8	Hora final de la emergencia		am		pm		
Acciones Correctas			Acciones Incorrectas				
Observaciones							
Inspector HSE			Director HSEQ				

⁴⁶ Fuente: Proyectos & Gerencia LTDA – Año 2015.

ANEXO 13. Ejemplo 2 Registro⁴⁷

		REGISTRO DE ASISTENCIA - Formación y Capacitación a Empleados				Codigo:FO-HSE-FC-004			
						Versión: 01			
						Fecha: 01-09-2015			
TIPO DE EVENTO		FECHA			DURACION	EVALUADOS		HORARIO	
Capacitación externa		DIA	MES	AÑO		SI	NO		
Capacitación interna									
Charla diaria		LUGAR DEL EVENTO							
Curso/Taller									
Divulgación									
Entrenamiento									
Reinducción									
Inducción									
Reunión									
COPASST									
Otros									
DATOS DEL INSTRUCTOR									FIRMA
1.									
2.									
3.									
TEMA(S) TRATADO(S)									
1.									
2.									
3.									
4.									
5.									
PARTICIPANTES									
	NOMBRE	CARGO			FIRMA	RESULTADO EVALUACION			
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
OBSERVACIONES									
PROCESO SOLICITO CAPACITACION			RESPONSABLE SOLICITUD			CARGO			

⁴⁷ Fuente: Proyectos & Gerencia LTDA – Año 2015.

