
 EDUCACIÓN <small>SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA</small>	SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO	
	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BOCA DEL RÍO	
	Portada del Proyecto de Residencias Profesionales	

Nombre del Proyecto:

Propuesta de Diseño e Implementación de un Sistema Automatizado para la Dosificación de Cloro en el Tratamiento de Agua en la UMAE N°14

Nombre del Alumno:

Cristian Yahir Cruz Jacome

Numero de Control:

14990672

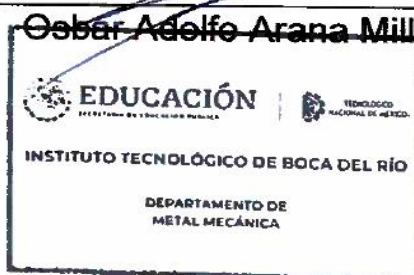
Nombre de la Carrera:

Ingeniería Mecánica

Especialidad:

Gestión del Mantenimiento Industrial

~~Osbar Adolfo Arana Miller~~



Jonathan Alberto Herrera Pérez



Boca del Río, Veracruz a 24 de junio del 2022

AGRADECIMIENTOS

A Dios le agradezco todo el apoyo que me ha dado durante los años que he venido haciendo mi carrera profesional, pues sin su ayuda y la fe que tengo en él no lo hubiera logrado. Gracias Señor por haber estado a mi lado. “Todo lo puedo en Cristo que me fortalece” (filipenses 4:13).

A mi madre Georgina Jacome Limón la mujer más valiente, más decidida y más honesta que conozco, Mamá. Para mí lo eres todo, Mamá; amor, confianza, ternura y fe. Gracias por hacer de mí lo que soy, por prepararme para la vida, por convencerme de que lo que yo me proponga lo podré lograr. Te amo infinitamente y eso nunca va cambia

A mis abuelos y tíos, fueron las personas después de mis padres que más se preocuparon por mí. sus canas son sinónimo de sabiduría. Me enseñaron muchas cosas vitales para la vida, y me encaminaron por el buen sendero.

A mi familia en general que siempre me apoyo tanto en mis estudios y en lo personal, por sus consejos, por sus enseñanzas y por estar ahí cuando más los necesite.

A mis asesores por brindarme su tiempo, por compartir sus conocimientos hacia mí, darme su apoyo en los momentos que la necesite y porque siempre confiaron en mí.

Finalmente, a todas aquellas personas que han estado conmigo, que me han brindado de su apoyo, conocimientos y motivación día a día para salir adelante.

ÍNDICE

CAPITULO I: GENERALIDADES	8
1.1 Información de la Empresa	8
1.1.1 Antecedentes	8
1.1.2 Misión.....	15
1.1.4 Política	15
1.1.5 Objetivos	16
1.1.7 Organigrama General.....	17
1.1.8 Funciones.....	18
1.2 Problema A Resolver	18
1.3 Objetivos.....	18
1.3.1 Objetivo General	18
1.3.2 Objetivos específicos	19
1.4 Justificación	19
CAPITULO II MARCO TEÓRICO	21
2.1 Antecedentes.....	21
2.2 Importancia Del Agua	26
2.3. Enfermedades Transmitidas Por Agua	27
2.4 Enfermedades De Origen Hídrico.....	28
2.5 Efectos En La Salud	29
2.6 Desinfección Del Agua.....	30
2.6.1 Medios para desinfectar el agua.	30
2.7 Teoría De La Desinfección	32
2.8 Desinfectantes Del Agua	34
CAPITULO III: DESARROLLO	41
3.1 Procedimiento y descripción de las actividades realizadas	41
Capitulo IV Resultados.....	49
Conclusiones.....	71
Competencias Desarrolladas	72
Bibliografía	75

RESUMEN

El presente proyecto tiene como objetivo diseñar e implementar un sistema automático de dosificación de cloro dentro de una empresa de giro del sector salud (UMAE H.E. N°14 CMN Adolfo Ruiz Cortines), donde no se disponía de una adecuada cloración, con la finalidad de asegurar permanentemente la potabilidad del agua para darle un mejor servicio al derechohabiente, reduciendo y previniendo infecciones Nosocomiales dentro de la misma.

Adicional a esto, se realiza una evaluación del sistema hidráulico que garantice el período de diseño en cuanto a su caudal y dimensiones de las cisternas. Previo a seleccionar un mecanismo de desinfección eficaz que reemplace el obsoleto sistema original, se realizó un monitoreo de los niveles de cloro residual en las redes del sector por 2 meses basados en la NOM-230-SSA1-2002, NOM 012-SSA1-1993 y el apoyo del Departamento de Conservación en la UMAE N°14

Dicho estudio hace referencia al análisis y descripción del programa de *cotejo de agua segura de MIPRIM* con un método de recopilación de información mixto el cual incluye el análisis con el uso de instrumentos como: toma de muestra de (Ph, y Cl) en cisterna de trasiego, y las cisternas 1(M), 2(M), 3, 4 con la que cuenta el área de conservación, así como toma de lecturas y parámetros en las diferentes áreas del hospital el cual es suministrado conforme a dosificación de cloro de manera manual y observación directa, con la finalidad de que la información sea clara, precisa, objetiva y válida.

INTRODUCCIÓN

La realización de proyectos basados en procesos industriales da como resultado la elaboración de mecanismos establecidos en la automatización de métodos que relacionan la tecnología con la industria.

Cada proceso implementado relaciona una tarea en la industria real, y así mismo, crean la necesidad de desarrollar planes investigativos para la solución de problemas en áreas que se necesiten automatizar, partiendo del conocimiento adquirido en la planta de tratamiento de agua y los adquiridos al transcurso de la carrera.

En la industria el uso de sistemas informáticos y de control encierra una gran parte de ámbito tecnológico, la automatización es la forma como se complementan los procesos industriales con los sistemas programables. Con la utilización de máquinas y técnicas mecanizadas la capacidad de riesgo del operador disminuye, es decir, que la reducción de fuerza y la necesidad sensorial y mental del operante se limita notoriamente.

En el campo de la automática o de los sistemas de control, la automatización se define como la regulación de los comportamientos dinámicos utilizando el mínimo de intervención humana, es fácil aclarar que para un sistema automatizado o no, es necesario de la intervención manual de un operador ya sea para vigilar el comportamiento de las magnitudes físicas y/o químicas de un sistema o para la regulación manual de procesos.

De acuerdo al impacto social, la automatización se conoce como la mayor causante del índice de desempleo en el mundo, sin embargo el desempleo se causa por políticas económica de la empresa como tal, es decir, que a un empleado se le despide en lugar de cambiar sus tareas que ya no serán de la misma intensidad y concentración laboral sino simplemente de supervisión de procesos o pertenecer al

área de distribución que siempre aumenta. Algunas de las ventajas más notorias de la automatización son:

- Reemplazo de operadores humanos en tareas repetitivas o de alto riesgo.
- Reemplazo de operadores humanos en tareas que involucren fuerza sobredimensionadas o de alta precisión.
- Incremento de la producción.
- Disminución el agotamiento y desconcentración en las tareas realizadas por el operador.
- Aumento en la seguridad del personal.
- Disminución del tiempo de producción.
- Mejorar la calidad y uniformidad del producto.
- Disminuye los costos de manufactura en los procesos. Por el contrario la mayor desventaja de la automatización industrial se da en el montaje y la adecuación del sistema, además, la ejecución del proyecto es de gran inversión económica contando con el mantenimiento y reparación de la maquinaria que se debe realizar por personal capacitado.

Sin lugar a duda el agua es el elemento con mayor presencia en el planeta tierra siendo de orden primordial en la vida del ser humano y todos los seres vivos, el 71% de la superficie de la corteza terrestre está compuesta por agua, distribuida en los océanos, glaciares, depósitos subterráneos y el restante en ríos, lagos, humedad del suelo y seres vivos, este restante representa el 0.04% del total del agua presente en el planeta y que puede ser consumida por el hombre, el ser humano no es exento a esto, tanto así, que su cuerpo se compone del 60% de agua distribuida entre las células, sangre y tejidos.

La función principal de las estaciones de tratamiento de agua potable (PTAP) es la purificación del agua, método que fue desarrollado a lo largo del siglo XX y que representó la disminución notoria de enfermedades transmitidas por el agua como el

cólera y la tifoidea. La mayoría de estos microorganismos son eliminados con la aplicación de métodos o técnicas de tratamiento como:

- Floculación o coagulación
- Sedimentación
- Clarificación
- Filtración
- Almacenamiento

Estas técnicas son utilizadas de tal forma que en el transcurso del ciclo de tratamiento, se dosifican los químicos necesarios para la purificación del agua, cada uno de estos pasos serán explicados posteriormente cumpliendo con el orden que representan en el sistema.

Como podemos observar los procesos de automatización de sistemas es una herramienta clave en estos tiempos, y siendo el agua un recurso tan importante y vital, el diseñar e implementar mecanismos automatizados en su purificación permiten mejores resultados.

CAPITULO I: GENERALIDADES

1.1 Información de la Empresa

1.1.1 Antecedentes

La historia del Instituto Mexicano del seguro social se remota en el año 1943. Fue durante la época revolucionaria cuando la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos se publicó; Venustiano Carranza, como Jefe del Ejército Constitucionalista y Encargado del Poder Ejecutivo de la nación, firmó la Carta Magna que nos rige hasta la actualidad.

Esta Constitución, que fue promulgada el 5 de febrero de 1917 incluía, en su artículo 123 que reza “Toda persona tiene derecho al trabajo digno y socialmente útil; al efecto, se promoverán la creación de empleos y la organización social de trabajo, conforme a la ley”, responsabilidades de los patrones en accidentes laborales, entre otras cosas.

Sin embargo, fue hasta el 19 de enero de 1943 surgida como consecuencia de la revolución mexicana que, durante la presidencia de Manuel Ávila Camacho, nació el Instituto Mexicano del Seguro Social, un organismo integrado por representantes de los empleados, de los patrones y del gobierno.

Ley del seguro social

El Congreso de la Unión aprobó la Ley del Seguro Social el 9 de enero de 1941, consolidándose el 19 de enero de 1943.

La ley del Seguro Social vigente, publicada en el Diario Oficial de la Federación mediante decreto de fecha 21 de diciembre de 1951 es el marco legislativo bajo el que rige sus operaciones el Instituto Mexicano del Seguro Social.

Actualmente, la Ley señala que la seguridad social tiene como finalidades:

- La asistencia médica.
- La protección de los medios de subsistencia.
- Los servicios sociales necesarios para el bienestar individual y colectivo.
- El otorgamiento de una pensión que, en su caso y previo cumplimiento de los requisitos legales, será garantizada por el Estado.
- A efecto de cumplir con tal propósito, el Seguro Social comprende dos tipos de régimen; el obligatorio y el voluntario.

El IMSS empezó a funcionar hasta el 1 de enero de 1944, luego de ser fundado el Sindicato Nacional de Trabajadores del Seguro Social (SNTSS) el 6 de abril de 1943.

El licenciado Ignacio García Téllez fue el primer director del IMSS, de 1944 a 1946.

Pese a la renuencia de ciertos sectores que creían afectados sus intereses como trabajadores, en 1949 se instituyó la figura de beneficiarios por conexión familiar, que permitió dar atención médica a las familias de los trabajadores y en 1950 se inauguró el edificio central del IMSS sobre Avenida Reforma.

Al empezar a ser aceptado, el Instituto se enfrentó a grandes retos, como la poca capacidad de atención médica que existía y que provocó la utilización de servicios particulares para cumplir con la demanda.

En 1952 inició la construcción del primer centro hospitalario, uno de los más importantes actualmente: el Hospital "La Raza".

Fue durante este año que la Conferencia Interamericana de Seguridad Social acordó que la Ciudad de México sería la sede de su comité permanente.

Once años después del Hospital “La Raza” se inaugura el Centro Médico Nacional, conocido actualmente como Centro Médico “Siglo XXI”; también durante este periodo inicia la diversificación del Instituto con la construcción de una red de teatros, centros deportivos y de recreación como el que se encuentra en Oaxtepec, Morelos.

Para 1973 el Instituto Mexicano del Seguro Social agrega las guarderías a su abanico de prestaciones.

A finales de la década de los 70 inicia el programa IMSS-Coplamar con el objetivo de ofrecer atención médica a los grupos más desprotegidos se conocía como Programa Oportunidades y atendía a once millones de personas.

El desarrollo del IMSS y su consolidación como una fuente de empleo que, además protege a los trabajadores y a su familia, se debe al esfuerzo de más de 370 mil empleados que convierten al Instituto en el más grande de Latinoamérica de su tipo y una de las instituciones mejor aceptadas por los mexicanos.

Actualmente el IMSS está enfocando sus baterías a modernizar el equipo con el que cuentan, así como a extender la cobertura de la seguridad social por las zonas más desfavorecidas del país.

De iniciar con 355 mil 527 derechohabientes en 1944, actualmente el Instituto cuenta con cerca de 55 millones de trabajadores favorecidos por la labor de esta institución.

El primer director del Instituto Mexicano del Seguro Social fue Vicente Santos Guajardo (1943- 1944), aunque el primer director que fungió con el Instituto ya funcionando fue Ignacio García Téllez, quien se desempeñó en este puesto de 1944 a 1946.

A la salida de García Téllez, tomó su lugar Antonio Díaz Lombardo durante seis años (1946-1952). El director Antonio Ortiz Mena suplió a su tocayo para cumplir el periodo de 1953 a 1958; después fue el turno de Benito Coquet, hasta 1964.

Sealtiel Alatríste Ábrego tomó las riendas del IMSS a la salida de Coquet y hasta 1966, año en el que Ignacio Morones Prieto asumió la dirección.

En 1970, Carlos Gálvez Betancourt se puso al frente de la institución por cinco años para ser sucedido por Jesús Reyes Heróles durante un año.

Arsenio Farell Cubillas encabezó el IMSS de 1976 a 1982 y Ricardo García Sainz de 1982 a 1991.

En 1977 el Ejecutivo Federal crea la Coordinación General del Plan Nacional de Zonas Deprimidas y Grupos Marginados (Coplamar) como parte de una política integral para atender la pobreza. Con el objetivo de acelerar la ampliación de cobertura en salud a las zonas marginadas de México y aprovechar la experiencia adquirida por el IMSS, en 1979 la Presidencia de la República suscribe con éste un convenio de coordinación para el establecimiento de servicios de solidaridad social que derivará en el Programa IMSS-Coplamar.

En 1983 se decreta la desaparición de Coplamar, asignando al IMSS la administración total del Programa IMSS-Coplamar. Con la creación del Programa Nacional de Solidaridad (Pronasol), en el periodo 1988-1994, el Gobierno Federal retoma una política de combate a la pobreza extrema en todo el país, lo que, a su vez, propicia el cambio de denominación del Programa IMSS-Coplamar por IMSS-Solidaridad y el impulso por parte del Programa Nacional de Solidaridad, de la ampliación de servicios de salud a más localidades marginadas. Esta trayectoria es evidencia de la estrecha colaboración de IMSS-PROSPERA con las políticas transversales del Gobierno Federal en materia de combate a la pobreza.

La última década del siglo XX tuvo como directores del Instituto a Emilio Gamboa Patrón (1991-1993) y a Genaro Borrego Estrada (1993-2000).

El cambio de milenio ha significado una sucesión de seis directores del IMSS, iniciando con:

- Mario Luis Fuentes Alcalá, que se mantuvo en el cargo menos de un año.
- Santiago Levy Algazi de (2000 a 2005).
- Fernando Flores entre (2005 y 2006).
- Juan Francisco Molinar Horcasitas de (2006 a 2009).
- Daniel Karam Toumeh (2009-2012).
- José Antonio González Anaya (2012- 2016).
- Mikel Arriola Peñalosa (2016- 2017).
- Tuffic Miguel Ortega actual director del seguro social.

Tuffic Miguel Ortega que por más de 18 años ha ocupado cargos en el servicio público del sector hacendario y financiero, principalmente. Fue Director General del Servicio de Administración y Enajenación de Bienes (SAE) en la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP).

El Instituto se ha destacado por los retos que ha enfrentado con éxito, siendo la primera institución del mundo en realizar satisfactoriamente operaciones de alto riesgo; algunos ejemplos son los siguientes:

En 1967 el IMSS realizó su primer reimplante de mano.

El primer trasplante renal en un infante se realizó en 1985 en el IMSS.

En 1988 se trasplantó satisfactoriamente un corazón.

En 1989 se logró el primer trasplante de médula ósea en un niño.

Ese mismo año se realizó el primer trasplante hepático.

En 1993 se logró el primer trasplante hepático infantil.

Para 1999 el IMSS logró realizar la primera operación prenatal.

En 2001 se consiguió realizar el primer implante de corazón de titanio con éxito.

2001: Reformas a la ley

Los resultados de las reformas se pueden agrupar en dos apartados:

- Los relativos a la gestión del Instituto, y
- Los referidos a las pensiones.

2004: Reformas a la ley

Las reformas a los artículos 277 D y 286 K de la Ley del Seguro Social establecen que el Instituto no podrá destinar recursos de las cuotas obrero patronales o de las aportaciones de seguridad social del Gobierno Federal al financiamiento del Fondo para el Cumplimiento de Obligaciones Laborales de Carácter Legal o Contractual, correspondiente a las nuevas plazas o sustituciones que se autoricen a partir de la entrada en vigor de estas reformas.

En el año 2013 se obtuvieron 406,012 plazas presupuestarias ocupadas y 35,268 plazas no presupuestarias, que totalizan las 441,280 plazas con que contó el IMSS en toda la República al mes de diciembre de 2013. Con esta plantilla, se atendieron a más de 59.5 millones de derechohabientes; se recaudaron las cuotas obrero patronales de un poco más de 844,641 registros patronales; se pagó la pensión mensual a 3, 423,560 pensionados; además de ofrecer servicios de guarderías a un promedio de 204,825 niños inscritos.

En el 2014, los ingresos por cuotas de este seguro se incrementaron en 11% real respecto al año anterior; sin embargo, debido a una reducción en el número de familias, la contribución del Gobierno Federal, que es con base en el número de familias y no en el número de asegurados, también se redujo; por lo que éste seguro observó un déficit mayor en 274 millones de pesos de 2014, respecto al registrado el año anterior.

En el año 2016 el IMSS establece prioridades para 2016 a sus 35 delegados:

Dar continuidad al fortalecimiento financiero del Instituto para mejorar la atención médica es uno de los objetivos de la actual administración

- Pide acelerar los procesos de simplificación y digitalización de trámites y la modernización de infraestructura y equipamiento.
- Anticipó que recorrerá las delegaciones del Instituto, así como hospitales y unidades médico familiares del país, para supervisar personalmente la calidad de los servicios que se ofrecen.
- También se reunió con los directores de las Unidades Médicas de Alta Especialidad.

El director general del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), Mikel Arriola Peñalosa, estableció las prioridades de su administración para 2016 a los 33 delegados estatales, dos metropolitanos y a los directores de las Unidades Médicas de Alta Especialidad (UMAE): dar continuidad al fortalecimiento financiero del Instituto; acelerar los procesos de simplificación administrativa y digitalización de trámites, y mejorar la calidad y la calidez de los servicios médicos que se brindan a los derechohabientes.

En el año 2017 y mediados del 2018, brindó atención a una población derechohabiente de 66, 086,789 personas, además de 12, 417,631 beneficiarias y beneficiarios a través del programa IMSS-PROSPERA. Desde su fundación ha sido un referente de la seguridad social, establecida como un servicio público de carácter nacional para las y los trabajadores y sus familias, así como un pilar fundamental en la renovación, modernización y fortalecimiento de la seguridad social en el país.

El eje principal de la actual administración en materia de recursos humanos, se centra en fortalecer la productividad y desempeño de las áreas sustantivas y de atención directa a la población derechohabiente, lo cual ha requerido la ubicación estratégica de recursos destinados a atender la creciente demanda de servicios de

salud y seguridad social, bajo los principios de calidad y calidez. De esta manera, al cierre del ejercicio 2017 se registró un incremento en la ocupación de 2,690 plazas de base y 163 de confianza, con respecto al cierre de 2016.

En el IMSS día a día se realizan esfuerzos que permiten estar a la altura de los retos y exigencias de la sociedad mexicana; es así que se han fortalecido e incrementado las acciones de prevención primaria y promoción a la salud a través de programas integrales como Triage, Unifila, Código Infarto y Abatimiento del Diferimiento Quirúrgico en las especialidades de Traumatología y Ortopedia, así como el resto de las acciones que conforman el decálogo de la presente administración; asimismo, se han desarrollado otros específicos como el Programa de Trasplantes, el cual brinda certidumbre a la derechohabiente sobre la importancia y seguridad en la donación de órganos.

1.1.2 Misión

Ser el instrumento básico de la seguridad social, establecido como un servicio público de carácter nacional, para todos los trabajadores y trabajadoras y sus familias.

1.1.3 Visión

Por un México con más y mejor seguridad social.

1.1.4 Política

Las y los trabajadores del Instituto Mexicano del Seguro Social somos servidoras y servidores públicos de la Administración Pública Federal, independientemente de la función, cargo o comisión que llevemos a cabo, por tal motivo nuestra conducta, invariablemente, debe guiarse por los principios constitucionales de:

- Legalidad
- Honradez
- Lealtad
- Imparcialidad
- Eficiencia
-

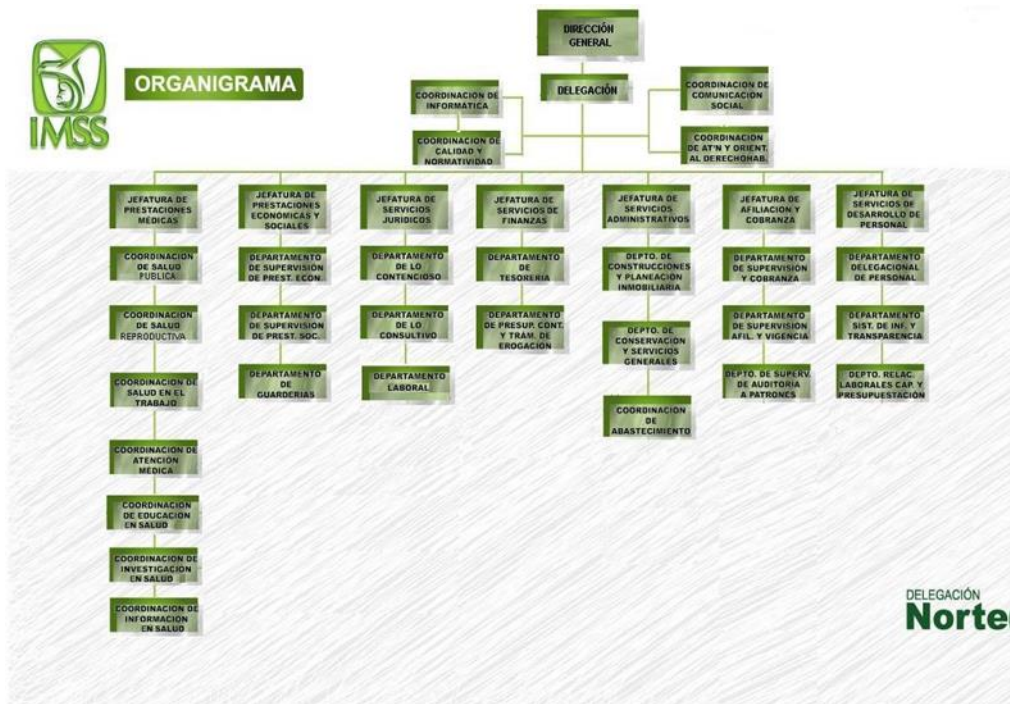
1.1.5 Objetivos

- Contribuir a la universalización del acceso a la salud.
- Asegurar el acceso a los servicios de salud.
- Fortalecer los ingresos.
- Incrementar la productividad.
- Mejorar el modelo de atención a la salud.
- Mejorar la atención de las prestaciones económicas y sociales.

1.1.6 Sus Metas

- Identificar correctamente a los pacientes.
- Mejorar la comunicación efectiva entre profesionales.
- Mejorar la seguridad de los medicamentos de alto riesgo.
- Garantizar cirugías en el lugar correcto, con el procedimiento correcto y al paciente correcto.
- Reducir el riesgo de infecciones asociadas con la atención médica.
- Reducir el riesgo de daño al paciente por causa de caídas.

1.1.7 Organigrama General



1.1.7.1 Organigrama Específico



1.1.8 Funciones

- Dirección Administrativa.
- Coordinación y Supervisión del departamento de Conservación y Servicios Generales.
- Coordinación de Servicios Generales.
- Coordinación de Conservación.
- Coordinación de Técnicos.

1.2 Problema A Resolver

- Enfermedades de origen Hídrico.
- Deficiencia en la Cloración del agua.
- Infecciones Nosocomiales.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

- Diseñar e Implementar un Sistema Automatizado para la Dosificación de Cloro en el Tratamiento de Agua Potable en la UMAE N°14.

1.3.2 Objetivos específicos

- Describir y evaluar el sistema de conducción de suministro de agua.
- Seleccionar un mecanismo de desinfección eficaz que reemplace el obsoleto sistema original
- Asegurar permanentemente la potabilidad del agua.
- Plantear alternativas de sistemas de dosificación de cloro para desinfección de agua y seleccionar la mejor propuesta.
- Reducir y prevenir infecciones Nosocomiales dentro de la UMAE N°14.

1.4 Justificación

Mediante el desarrollo de este proyecto se pretende alcanzar el bienestar de los derechohabientes del Hospital. El mismo que surge debido a la problemática actual presente en la UMAE N°14, por la variación de cloración y de la calidad y cantidad de agua debido a cambios climáticos a lo largo del año, y se fortalece con el apoyo de los dirigentes de la misma, basados en el reglamento que la rige, el cual promueve el mejoramiento del sistema para garantizar un buen servicio, asegurar la salud y ayudar a mejorar de esta manera la salud de los derechohabientes.

Conociendo el riesgo que conlleva el consumir agua con un déficit de cloro por los derechohabientes, hecho que ha sido evidenciado por un análisis y descripción del programa de *cotejo de agua segura de MIPRIM* comprobado mediante la observación, es de vital importancia trabajar en la prevención del brote de posibles enfermedades producto de los parásitos existentes en el agua, objetivo que se puede

conseguir con un estricto control al momento de la dosificación el cloro. Cabe mencionar que si la dosis de desinfectante ni siquiera ha cubierto la demanda de cloro del agua se presentan sustancias tóxicas como cloraminas con elevado potencial cancerígeno.

En el caso contrario, cuando exista un exceso de cloro, las molestias que se pueden apreciar inmediatamente es el desagradable olor y sabor del líquido; a más de presentarse un problema aún mayor que es la aparición de subproductos de la cloración formando sustancias cancerígenas.

Con el planteamiento y desarrollo de este sistema será posible proporcionar un adecuado control al momento de la dosificación de cloro durante todo el proceso de desinfección, así como también disminuir totalmente el desperdicio del producto.

CAPITULO II MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

La relación existente entre la calidad del agua y la salud se conoce desde siempre. Las aguas claras se consideraban aguas limpias mientras los pantanos eran considerados zonas sucias y aguas no salobres.

Los antiguos pueblos orientales usaban arena y barro poroso para filtrar el agua, también en Europa los romanos construyeron una red de acueductos y estanques, podían traer agua desde distancias próximas a los 90 km., instalaron filtros para obtener agua de mayor calidad, llegaban a separar el agua de buena calidad que usaban para beber y cocinar del agua de peor calidad, obtenida de otras fuentes, que utilizaban para riego y limpiezas, hecho que hoy día en la mayor parte de las ciudades aún no se separa y la misma agua que se emplea para beber se emplea para usos tales como la limpieza de inodoros. (Lenntech, 2019)

Hay registrados métodos para mejorar el sabor y el olor del agua 4.000 años antes de Cristo. Escritos griegos recomendaban métodos de tratamiento tales como filtración a través de carbón, exposición a los rayos solares y 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).

La desinfección de las aguas se ha utilizado durante mucho tiempo. Dos reglas básicas se pueden ya encontrar en el año 2000 años antes de Cristo, que decía que las aguas debían ser expuestas a la luz del sol y filtrada con carbón. El agua impura se debía de hervir e introducir un trozo de cobre siete veces, antes de filtrar el agua.

Existen descripciones de civilizaciones antiguas en referencia al agua hervida y el almacenamiento del agua en recipientes de plata. Para llevar a cabo la purificación del agua se utilizaban cobre, plata y técnicas de electrolisis. (Ahumada, 2014)

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.

La desinfección se ha utilizado durante muchos siglos. Sin embargo, los mecanismos de desinfección no son conocidos hasta hace unos pocos cientos de años.

En el año 1680 Anthony van Leeuwenhoek desarrollo el microscopio. El descubrimiento de los microorganismos se consideró una curiosidad. Pasarían otros doscientos años hasta que los científicos utilizaran este invento, el microscopio, para la identificación y comparación de microorganismos y otros patógenos.

El primer filtro múltiple se desarrolló en 1685 por el físico Italiano Lu Antonio Porzo. El filtro consistía en una unidad de sedimentación y filtro de arena. En 1746, el científico Francés Joseph Amy recibe la primera patente por el diseño de un filtro, que es utilizado en casas por primera vez en el año 1750. Los filtros estaban hechos de algodón, fibras de esponja y carbón.

En siglos pasados el hombre ha sufrido enfermedades como el cólera y otras cuyo origen era mal interpretado. Se decía que estas enfermedades eran causadas por castigos de Dios o debido a la impureza del aire que era consecuencia de cambio en la alineación de los planetas. (Lenntech, 2019)

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.

En 1806 se pone en funcionamiento en París 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.

En 1854 la epidemia de cólera causó gran cantidad de muertos en Londres. John Snow, un Doctor inglés, descubrió que la epidemia del cólera era causada por el bombeo de agua contaminada. La expansión del cólera se evitó mediante el cierre de todos los sistemas de bombeo. después de este echo los científicos han realizado estudios e investigación de la presencia de microorganismos en el agua y modo de eliminación para el suministro de agua apta para el consumo.

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). (Center for Disease Control and Prevention (CDC), 1999)

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.

Si bien esta técnica ya hemos visto que viene de lejos, uno de los primeros ejemplos de filtración del agua a gran escala fue la ciudad de Venecia. Construida sobre islas, Venecia era la ciudad rodeada de agua, pero sin agua de consumo, por lo que dependía de la captura y almacenamiento del agua de lluvia.

Para ello, bajo las plazas y espacios públicos, hábilmente enlosados para recoger el máximo de agua, se construyeron aljibes de almacenamiento bajo un relleno de arena que actuaba como filtro, con una gradación de tamaño del grano para una mayor eficacia de la filtración.

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 100.000 personas morían anualmente los Estados Unidos a causa de la fiebre tifoidea. (American Chemistry, 2020)

La comercialización de la filtración del agua vino más tarde, en los siglos XVIII y XIX, en Francia e Inglaterra. Primero desarrollando, patentando y vendiendo filtros para uso individual y posteriormente construyendo plantas de filtración y distribuyendo el agua filtrada en contenedores sellados.

La esponja, el carbón, la lana y la arena fueron promovidos como medios filtrantes durante este período, en el que figuras como el italiano Luc Antonio Porzio y el francés Joseph Amy desarrollaron innovadores sistemas de filtración.

El primero propuso un ingenioso sistema de filtración múltiple a través de arena, precedido por un proceso de colar y sedimentar el agua. Y el francés por su parte realizó diseños, para filtros tanto grandes como pequeños, escribió un libro sobre ello y fundó la primera manufactura conocida de fabricación de filtros. Amy se decantó por las esponjas en sus intrincados diseños, aunque finalmente la arena acabó siendo incluida en sus creaciones, dada su calidad como medio de filtrado.

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. (AMICLOR, 2020)

Hoy en día, en las estaciones de tratamiento de agua potable 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.

El desarrollo de la sociedad reclama cada vez más agua, pero no solo a veces escasea el agua, sino que su calidad en los puntos donde se encuentra y capta, desgraciadamente se ha ido deteriorando día a día con el propio desarrollo, esto obliga a un tratamiento cada vez amplio y complejo técnicamente.

La eliminación de materias en suspensión y en disolución que deterioran las características físico- químicas y organolépticas, así como la eliminación de bacterias y otros microorganismos que pueden alterar gravemente nuestra salud son los objetivos perseguidos y conseguidos en las estaciones de tratamiento a lo largo de todo un proceso que al final logra suministrar un agua transparente y de una calidad sanitaria garantizada.

El tratamiento del agua es el proceso de naturaleza físico-química y biológica, mediante el cual se eliminan una serie de sustancias y microorganismos que implican

riesgo para el consumo o le comunican un aspecto o cualidad organoléptica indeseable y la transforma en un agua apta para consumir.

Todo sistema de abastecimiento de aguas que no esté provisto de medios de potabilización, no merece el calificativo sanitario de abastecimiento de aguas. En la potabilización del agua se debe recurrir a métodos adecuados a la calidad del agua origen a tratar.

Las Estaciones de Tratamiento de Agua Potable son instalaciones donde se lleva a cabo el conjunto de procesos de tratamiento de potabilización situados antes de la red de distribución y/o depósito, que contenga más unidades de tratamiento. (Ahumada, 2014)

2.2 Importancia Del Agua

El agua es un elemento de la naturaleza, integrante de los ecosistemas naturales, fundamental para el sostenimiento y la reproducción de la vida en el planeta ya que constituye un factor indispensable para el desarrollo de los procesos biológicos que la hacen posible.

El agua es el componente más abundante en los medios orgánicos, los seres vivos contienen por término medio un 70% de agua. No todos tienen la misma cantidad, los vegetales tienen más agua que los animales y ciertos tejidos (por ejemplo: el tejido graso) contienen menos agua -tiene entre un 10% a un 20% de agua- que otros como, por ejemplo: el nervioso, con un 90% de agua. También varía con la edad, así, los individuos jóvenes tienen más agua que los adultos. (Paredes, 2013)

El agua es el fundamento de la vida: un recurso crucial para la humanidad y para el resto de los seres vivos. Todos la necesitamos, y no solo para beber. Nuestros ríos y lagos, nuestras aguas costeras, marítimas y subterráneas, constituyen recursos valiosos que es preciso proteger.

Así mismo, el agua contribuye a la estabilidad del funcionamiento del entorno y de los seres y organismos que en él habitan, por tanto, un elemento indispensable para la subsistencia de la vida animal y vegetal del planeta. Es decir, que "el agua es un bien de primera necesidad para los seres vivos y un elemento natural imprescindible en la configuración de los sistemas medioambientales". En este aspecto, este líquido vital constituye más del 80% del cuerpo de la mayoría de los organismos e interviene en la mayor parte de los procesos metabólicos que se realizan en los seres vivos; además interviene de manera fundamental en el proceso de fotosíntesis de las plantas y es el hábitat de una gran variedad de seres vivos. (Paredes, 2013)

2.3. ENFERMEDADES TRANSMITIDAS POR AGUA

Enfermedades infecciosas transmitidas por bacterias, virus y parásitos protozoos a través del agua se considera el mayor riesgo para salud en el consumo de agua potable. Las personas quedan afectadas por estas enfermedades debido al agua contaminada, gotas de agua, aerosoles, lavado y aguas de baño. (Lenntech, 2020)

- Algunos de los microorganismos patógenos cuya transmisión por agua de consumo contaminada ha sido comprobada, producen enfermedades graves, y aún mortales: la fiebre tifoidea, cólera, la hepatitis infecciosa (virus de la hepatitis A o de la hepatitis E) y las enfermedades causadas por *Shigella* spp y por *E. coli* O157.
- Las epidemias, pueden afectar un gran número de personas; Independientemente del grado de desarrollo de un país, los sistemas de detección de epidemias suelen ser ineficientes y el que no se detecten brotes no

garantiza que no existen, ni indica necesariamente que el agua de consumo pueda considerarse inocua.

- La viabilidad y capacidad infectiva de la mayoría de agentes patógenos disminuye normalmente de forma exponencial tras abandonar a su hospedero.
- De los factores que influyen en su supervivencia, la temperatura es el más importante.
- La reducción puede verse potenciada por los efectos letales de la radiación UV de la luz solar que incide en la superficie del agua.
- Además de la ingestión, puede haber otras vías de transmisión, como la inhalación, que produce infecciones del aparato respiratorio (por ejemplo, Legionella, micobacterias atípicas).
- Algunas bacterias patógenas transmitidas por el agua, como Legionella, Burkholderia pseudomallei y micobacterias atípicas, pueden proliferar en el agua y en el suelo.

2.4 ENFERMEDADES DE ORIGEN HÍDRICO

Hoy en día el control de las enfermedades transmitidas producto de ingerir agua contaminada por gérmenes muy virulentos, como son los del cólera, las fiebres tifoideas o la hepatitis vírica es evidente y los riesgos epidemiológicos relacionados con ésta causa un gran impacto.

En 1854; los señores Snow y York determinaron que el agua contaminada era la causa principal que produjo el deceso de miles de personas en Londres con la epidemia conocida como cólera. En 1991 surgió nuevamente la epidemia de cólera que se extendió a 21 países, ocasionando 1, 207, 000 casos hasta 1997. (INFOMED, 2018)

A nivel mundial, la falta de servicio de drenaje y agua potable son la causa de más de 12 millones de defunciones por año. Más de 1200 millones de personas están en riesgo porque carecen de acceso a agua dulce salubre. Las principales

enfermedades transmitidas por el agua causan la muerte de 3 a 4 millones de personas, sobre todo niños.

Los patógenos se encuentran frecuentemente adheridos a los sólidos suspendidos en agua y la carga microbiana varía con el tiempo, por lo cual la probabilidad de inferir una dosis infectante no puede ser predicha considerando su concentración promedio en el agua.

La enfermedad causada por patógenos en el agua puede presentarse dependiendo de la dosis, invasividad y virulencia del microorganismo, así como el estado inmune de su hospedero.

Algunos patógenos transmitidos por agua también pueden multiplicarse en alimentos, bebidas o en sistemas de agua caliente (como Legionella), perpetuando e incluso incrementando la probabilidad de infecciones. microorganismos medioambientales. (INFOMED, 2018)

2.5 EFECTOS EN LA SALUD

Existen una gran cantidad de gérmenes que pueden ser la causa de epidemias de origen hídrico. Según, la publicación “Soluciones para un mundo con escasez de agua. Population Reports” de la Escuela de Salud Pública de Johns Hopkins, las enfermedades transmitidas por el agua contaminada son: cólera, fiebre tifoidea, shigella, poliomielitis, meningitis y hepatitis A y E.

Las enfermedades diarreicas o trastornos ocasionados por estos gérmenes son de una gravedad moderada presentándose a menudo en forma de gastroenteritis asociada a dolores abdominales o vómitos. Dichos trastornos son por lo general de corta duración y pueden afectar a una persona o incluso a comunidades enteras, todo depende de la calidad o del tipo de germen presente en el agua. Junto a estas

epidemias “benignas”, aparecen ocasionalmente enfermedades de origen hídrico mucho más graves. (CHAUCACHICAIZA, 2012)

Los grupos de población más susceptibles a contraer una infección de origen hídrico están constituidos por niños de corta edad, personas mayores, inmunodeficientes y esta puede ocurrir como resultado de beber agua contaminada, o a través de sus diversos usos cotidianos: preparación de alimentos, aseo o incluso inhalación.

Principales enfermedades de origen hídrico y agentes responsables

Principales enfermedades de origen bacteriano	<ul style="list-style-type: none">• Fiebre tifoideas• disentería• cólera,• Gastroenteritis.
Principales enfermedades de origen viral	<ul style="list-style-type: none">• Hepatiti A y B• Poliomieltitis• Bilharzia• Gastroenteritis.
Principales enfermedades de origen parasitario	<ul style="list-style-type: none">• Disentería amebiana• Gastroenteritis

2.6 DESINFECCIÓN DEL AGUA

2.6.1 Medios para desinfectar el agua.

La operación de importancia incuestionable y que asegura protección contra el riesgo de infecciones de origen hídrico se denomina desinfección y constituye una barrera eficaz para numerosos patógenos (especialmente las bacterias) durante el tratamiento del agua de consumo. Este tratamiento debe aplicarse prioritariamente

cuando el agua está contaminada, o cuando no se puede garantizar su potabilidad natural de forma permanente y debe utilizarse tanto en aguas superficiales como en aguas subterráneas expuestas a la contaminación fecal. La desinfección residual se utiliza como protección parcial contra la contaminación con concentraciones bajas de microorganismos y su proliferación en el sistema de distribución.

La desinfección del agua se puede conseguir por diversos medios físicos o químicos:

2.6.1.1 Ebullición.

Consiste en hervir el agua para desinfectarla, a nivel del mar este procedimiento debe realizarse por un minuto y por cada aumento de 1000 metros de altitud debe agregarse un minuto adicional de ebullición.

2.6.1.2 Rayos ultravioletas.

Esta técnica se utiliza en casos particulares, la eficiencia de la desinfección está estrechamente ligada a la calidad del agua que va a ser tratada. Además, debe considerarse que este tratamiento no tiene efecto residual y no genera ningún subproducto.

2.6.1.3 Procesos químicos.

Los reactivos más comunes son el cloro y sus derivados y el ozono junto con el bióxido de cloro. De todos ellos el cloro en forma de cloro gaseoso, de hipoclorito de sodio (lejía) o de hipoclorito de calcio (en polvo), es el biocida más empleado y el más antiguo.

2.6.1.3.1 Tintura de Yodo.

El yodo común que se utiliza en el hogar por motivos medicinales se puede también utilizar para desinfectar el agua. Añada cinco gotas al 2 por ciento de tintura de yodo de farmacopea, por cada litro de agua limpia. Para el agua turbia añada diez gotas y deje la solución reposar durante 30 minutos por lo menos.

2.6.1.3.2 Tabletas de Yodo.

Las tabletas de yodo preparadas para la venta contienen la dosis necesaria para desinfectar el agua potable y se pueden adquirir en farmacias y tiendas de artículos de deporte. Se deben utilizar según se ha indicado. Cuando no haya instrucciones disponibles, utilice una tableta por cada litro de agua que se quiera purificar.

2.6.1.4 Desalador Solar.

Este sistema utiliza energía solar para evaporar el agua y dejar todos los contaminantes atrás. Al condensarse el vapor de agua en una superficie limpia queda libre de sales, minerales, metales y otros contaminantes.

El uso de productos químicos desinfectantes en el tratamiento del agua genera habitualmente subproductos. No obstante, los riesgos para la salud que ocasionan estos subproductos son extremadamente pequeños en comparación con los asociados a una desinfección insuficiente, y es importante que el intento de controlar la concentración de estos subproductos no limite la eficacia de la desinfección. (oxfamintermon, 2019)

2.7 TEORÍA DE LA DESINFECCIÓN

En general, la tasa de mortalidad de los microorganismos obedece a la ley Chick:

$$\frac{dN_T}{dt} = -kN$$

Harriet Chick observo que para un mismo desinfectante y una misma concentración, a mayor tiempo de contacto, mayor era el número de microorganismos muertos por el proceso.

Dónde:

K = constante de velocidad de reacción para un desinfectante determinado.

N = número de organismos viables

t = tiempo de contacto.

Integrando,

$$\ln\left(\frac{N_t}{N_o}\right) = -Kt$$

$$N_t = N_o * e^{-kt}$$

$$\log\left(\frac{N_t}{N_o}\right) = -Kt$$

$$N_t = N_o * 10^{-kt}$$

Dónde:

No = número inicial de organismos.

Nt = número de organismos para el tiempo

K = 0.4343 K.

Además,

$$t = \frac{1}{K} \log\left(\frac{N_o}{N_t}\right)$$

Puesto que N nunca alcanzará un nivel igual a cero, es claro especificar la mortalidad como un porcentaje, es decir 99.99%. La constante de reacción dependerá de: tipo y concentración del desinfectante, la temperatura, el pH y otros factores ambientales. La desinfección con cloro no obedece la ley anterior; la relación aplicable es la siguiente:

$$\frac{dN}{dt} = -KNt$$

Integrando y cambiando a base 10, se obtiene:

$$t^2 = \frac{2}{K} \log \left(\frac{N_0}{N_t} \right)$$

Para pH 0 7

K = 1.6×10^{-2} para residuales de cloro libre

K = 1.6×10^{-5} para residuales de cloro combinado

Resumiendo, la tasa de desinfección con cloro es función del tiempo de contacto, del número y clase de organismos, de la dosis de cloro, del tipo de residual de cloro, del pH y de la temperatura, principalmente. (UDLAP, 2019)

2.8 DESINFECTANTES DEL AGUA

Existen diversos tipos de desinfectantes o sistemas para desinfectar el agua de consumo, pero ninguno es perfecto puesto que todos presentan ventajas e inconvenientes; por ejemplo, no eliminan todos los tipos de microorganismos, así como también producen subproductos indeseables en el agua tratada, es por eso que su utilización no puede ser viable por motivos de infraestructura y de instalaciones necesarias, o incluso por el elevado costo.

El procedimiento más utilizado para desinfectar el agua de consumo humano es la cloración mediante la aplicación de cloro gas o de soluciones de hipoclorito de calcio (el que más se usa en pequeños abastecimientos). No obstante, hay otros sistemas de desinfección (con o sin contenido en cloro), alguno de los cuales se describen a continuación. (UDLAP, 2019)

El Cloro.

Es uno de los elementos más comunes para la desinfección del agua y se puede aplicar para la desactivación de la actividad de la gran mayoría de los microorganismos, además es relativamente barato, práctico y efectivo al momento de entrar en contacto con los microorganismos patogénicos.

No fue después de 1880, y gracias a los trabajos de científicos como Pasteur y Escherich, se descubrió el origen microbiológico de las enfermedades hídricas y se explicó la acción bactericida del cloro.

La máxima ventaja del cloro es su potencia como desinfectante y oxidante, y su persistencia como bactericida de amplio espectro ya que posee una acción desinfectante para muchos tipos de bacterias y microorganismos en general.

Formas comerciales del cloro. Los productos disponibles para realizar la desinfección con cloro son:

- Cloro gaseoso.
- El hipoclorito de sodio o lejía
- El hipoclorito de calcio

La preparación sobre el terreno de cloro mediante electrolisis de una solución de cloruro de sodio (electro cloración)

La elección de uno u otro de estos productos irá en función de diversos parámetros:

- Cantidad necesaria de reactivo.
- Posibilidad de abastecimiento.
- Facilidad de operación
- Seguridad (riesgos relativos al almacenamiento y a las manipulaciones)
- Costo.

Características de las diferentes formas comerciales del cloro. (UDLAP, 2019)

	Forma en que se presenta el producto	Contenido de cloro	Estabilidad en el tiempo	Seguridad
Cloro gaseoso	Gas licuado a presión	99 %	Muy buena, tener mucho cuidado con las fugas	Gas muy tóxico
Hipoclorito de sodio	Solución líquida amarilla	Máximo 15 %	Pérdida mensual del 2 al 4 %. Pérdida aún mayor si la temperatura supera los 30 °C.	Líquido corrosivo, contiene sosa.
Hipoclorito de calcio	Sólido blanco	Del 60 al 70 %	Pérdida anual del 2 al 2,5 %	Corrosivo. Posible inflamación en caso de contacto con ciertos materiales.
Electrocloración chlorung	Solución NaCl	De 1 a 3 g/L tras electrodiálisis	Muy grande como NaCl	

Yodo.

Por sobre el grupo de halógenos, tiene las siguientes características: es el de mayor masa atómica y el menos soluble en el agua, 339 mg/L, así como el menos

hidrolizable y el de menor potencial de oxidación; ofrece reactividad mínima con los compuestos orgánicos; por estas particularidades los residuales de yodo son más estables y persisten más tiempo en presencia de materiales orgánicos o sustancias oxidables.

Se ha usado para el tratamiento de agua potable desde comienzos del siglo XX, aplicado por el ejército francés para desinfectar aguas en 1915 y recomendado como desinfectante de emergencia para aguas en dosis de 2.5 mg/L a 7 mg/L.

Bromo.

Posee características químicas y desinfectantes similares a las del cloro, pero por su escasez y costo es poco probable que lo reemplace. Su uso es poco factible por estar involucrado en la formación de hidrocarburos halógenos y por la falta de experiencia en su manipulación.

Plata.

En la antigüedad los romanos utilizaban la plata coloidal para preservar el agua en jarras de almacenamiento ya que es un buen desinfectante en concentraciones de 25 – 40 ug/L. Es costoso; pero para desinfectar caudales pequeños existen equipos dotados con una columna de carbón activado impregnado de plata, donde el agua al entrar en contacto con la plata desprende cantidades desinfectantes de este elemento.

Radiación ultravioleta.

Se aplicó por primera vez en Marsella (Francia) en 1910. El agua, el aire y los alimentos pueden desinfectarse mediante radiación ultravioleta, luz de 30 - 3650 , emitida por una lámpara de vapor de mercurio y cuarzo. Las ondas bacterianas se extienden entre los 2537 y 2950 , con un efecto máximo a una longitud de onda de

2537 . No tiene efecto residual pero la baja producción de subproductos, en la desinfección con la luz ultravioleta, y su efectividad en dosis bajas para inactivar virus han hecho que se constituya en un método posible de desinfección de agua a bajo costo.

Ozono.

El ozono, O₃, es una forma alotrópica del oxígeno producida mediante el paso del oxígeno o aire seco a través de una descarga eléctrica de 5000 - 20000 V, 50 -500 Hz, con un consumo energético de 10 -25 KWh/Kg de O₃. Es un gas azul muy tóxico e inestable, con olor de heno recién secado, y uno de los germicidas usados en tratamientos de agua.

Tiene alta efectividad germicida y habilidad para remover problemas de color, olor y sabor; además su potencia no se altera por compuestos de amoníaco ni por el pH. Como desventaja presenta que no deja residual en el agua y además se debe producir in situ mediante generadores de ozono de alto consumo eléctrico, lo cual limita su uso. Al utilizar el O₃ como desinfectante se debe tener en cuenta y controlar la concentración de bromato, por sus efectos sobre el riñón, el oído y el intestino. El límite permisible es de 0.01 mg/L según la USEPA.

Dióxido de cloro.

El Dióxido de cloro, ClO₂, es un gas sintético que no ocurre de manera natural en el ambiente y que tiene un color verde-amarillento y un olor irritante parecido al cloro. Tiene una concentración de cloro del 26.3 % y un gran potencial en la desinfección del agua, así como también en la remoción de olores y sabores. Se produce in situ mediante la cloración del clorito de sodio, en una relación de un mol de cloro por dos moles de clorito. Como ventajas presenta que no reacciona con el amoníaco ni tampoco es influenciado por el pH, es un poderoso oxidante y bactericida; no forma hidrocarburos halogenados con compuestos orgánicos, destruye los compuestos

fenólicos que se combinan con otras formas de cloro y provee residuales al agua. Su principal desventaja es la formación de subproductos inorgánicos como el ión clorito, ClO_2^- , y el clorato ClO_3^- .

Al trabajar con este desinfectante se debe controlar la concentración de clorito; que según establece la USEPA es de 1mg/L. (UDLAP, 2019)

LA CLORACIÓN

La cloración es un **medio sencillo y eficaz para desinfectar el agua** y hacerla potable. Consiste en introducir productos clorados (pastillas de cloro, lejía, etc.) en el agua para matar los microorganismos en ella contenidos. Normalmente, tras un tiempo de actuación de unos 30 minutos, el agua pasa a ser potable. Gracias al efecto remanente del cloro, continúa siéndolo durante horas o días (en función de las condiciones de almacenamiento).

Este procedimiento se utiliza desde hace varias décadas. En las grandes redes de distribución de agua potable se añade cloro al agua para que no se contamine durante el transporte desde la planta de tratamiento hasta el usuario. Por otro lado, la cloración se utiliza a escala individual, familiar o colectiva en muchos países desarrollados donde el agua disponible es susceptible de estar contaminada. También la utilizan los organismos de solidaridad internacional en situaciones de emergencia.

La cloración es adecuada siempre que las fuentes de agua carezcan de la calidad suficiente y se disponga de productos clorados adaptados.

Al igual que sus derivados clorados, **el cloro es un potente oxidante** que al mezclarse con el agua quema en media hora las partículas orgánicas en ella contenidas, especialmente los virus patógenos y los microbios.

Aunque se necesita una cantidad importante de cloro para neutralizar esta materia orgánica, solo hace falta una parte, el denominado **cloro residual libre**, para tratar posibles contaminaciones posteriores del agua en la red o las viviendas. **Según la OMS, la concentración de cloro libre en el agua tratada debe estar entre 0,2 y 0,5 mg/l.**

Hay que utilizar bastante cloro para que permanezca tras el tratamiento del agua, excepto si su consumo es inmediato.

Existen diversos procesos de cloración, que se utilizan según la calidad del agua a tratar.

La cloración solo es eficaz en agua clara. Si no es transparente y contiene impurezas visibles a simple vista, la cloración será mucho menos eficaz. En tal caso habrá que realizar un tratamiento preliminar.

Si el agua está clara, se puede proceder directamente a la cloración. La cantidad de producto clorado necesario varía según la calidad del agua no tratada (tanto menor cuanto más clara sea el agua y más inferior a 8, un valor bastante ácido, sea su pH), el grado de concentración del producto utilizado, el volumen de agua y cuánto tiempo se desee mantener la calidad del agua tras el tratamiento.

En la mayoría de casos, y siempre que el agua esté clara, se considera que hay que utilizar 5 mg de cloro activo por litro de agua y esperar unos 30 minutos. Pero si el agua está turbia, conviene filtrarla y decantarla.

En la actualidad existen productos que llevan a cabo ambas funciones: la decantación y la cloración. (Wikiwater, 2018)

CAPITULO III: DESARROLLO

3.1 Procedimiento y descripción de las actividades realizadas

El proceso de metodología que será realizado para este proyecto será:



Las actividades que se realizaron fueron:

- Delimitar el proyecto y objetivos del mismo: Se establecerá el planteamiento general del proyecto, los objetivos y justificación del mismo.
- Investigar, recopilar y analizar los conceptos y teorías relativas a la Propuesta de Diseño e Implementación de un Sistema Automatizado para la Dosificación de Cloro en el Tratamiento de Agua en la UMAE N°14, para la estructura del marco teórico: Se revisarán fuentes confiables y verificadas del tema, así como bibliografía vigente, realizando un análisis de la misma.
- Desarrollar la metodología de investigación e implementación de la Propuesta de Diseño e Implementación de un Sistema Automatizado para la Dosificación de Cloro en el Tratamiento de Agua en la UMAE N°14: Se desarrollará la metodología de la investigación para la realización del Diseño y su implementación.

En este punto se determinó establecer la siguiente metodología:

Análisis de las alternativas de solución: Se analizaron los diferentes tipos de Tipos De Dosificadores y descripción de las alternativas de solución:

En la actualidad existen tres formas de cloración en el tratamiento de agua potable: manual, semiautomática y automática. Cada uno de estos tiene sus ventajas así como sus inconvenientes.

La desinfección manual es la predominante a nivel nacional en sistemas de agua potable en el sector rural; por cuanto es la más económica y la más asequible para los usuarios, pero tiene como gran desventaja la dependencia del operador es por eso que la eficiencia de esta operación obedece directamente de la capacidad, voluntad y experiencia de la persona encargada del sistema. No se tiene un control adecuado del cloro residual en la distribución y se trabaja empíricamente.

La desinfección semiautomática es utilizada en la mayoría de cantones pequeños, este proceso requiere un monitoreo constante del cloro residual en todo el sistema, por cuanto la inyección del cloro es la que se realiza automáticamente y no se considera este parámetro para el control. La eficiencia del proceso depende también del operador.

La desinfección automática es utilizada en ciudades grandes del país, el elevado costo que tiene la implementación de estos equipos hace que en el sector rural no se cuente con los mismos. La eficiencia del proceso depende de la sensibilidad de los componentes del sistema, ya no requiere intervención humana para un monitoreo permanente en la distribución sino solo para verificar periódicamente el correcto funcionamiento de sus elementos.

Tipos de dosificadores

Sistema de dosificación de cloro en pastillas. Los dosificadores de cloro en pastillas están diseñados para disolver una cantidad fija de cloro en pastilla mediante el contacto directo con el agua que se está tratando. Existen varios modelos entre los que destacan los cloradores flotantes, los cloradores en línea y fuera de línea, ambos con depósito de pastillas y válvula reguladora.



Dosificadores de cloro en pastillas

De entre los tres, el más utilizado para el tratamiento de agua debido a las ventajas que brinda es el clorador en línea puesto que la desinfección que se realice depende directamente del caudal que está en contacto con las pastillas; es decir el dispositivo de contacto tiene una cavidad donde se coloca el tubo que contiene las tabletas de cloro.

La pastilla en el fondo del tubo está en contacto con el agua que corre por la cuenca y a medida que la esta se disuelve y/o se erosiona, la que se encuentra arriba cae por gravedad para reemplazarla. De ahí que es necesario alcanzar un punto de equilibrio en cuanto al tiempo de contacto en la cuenca del clorador: mucho tiempo de contacto tiene como consecuencia que el agua sea tratada con exceso de cloro y por ende las pastillas se disuelvan rápidamente; muy poco tiempo de contacto causa que el líquido vital no sea clorado lo suficiente.

Este sistema presenta como principal inconveniente la dependencia de un operador quien debe monitorear continuamente el porcentaje de cloro residual existente en la red de distribución de agua y además los parámetros de ingreso que influyen en la variabilidad de este control.

Sistema de dosificación utilizando un Vénturi.

Es uno de los sistemas más confiables, y está conformado por tres elementos principales: un inyector, una válvula de ajuste de la dosificación y un medidor de caudal

El inyector.

Es un Vénturi y tiene como función succionar el cloro a través del equipo, sirve además como cámara de mezcla entre el cloro y el agua que se aprovechó para ejercer el vacío. La presión y el caudal del agua son las que determinan el correcto

funcionamiento del inyector es decir las condiciones hidráulicas de la bomba juegan un papel importante en este aspecto.

Este sistema presenta como principal inconveniente la dependencia de un operador quien debe monitorear continuamente el porcentaje de cloro residual existente en la red de distribución de agua y además los parámetros de ingreso que influyen en la variabilidad de este control.

Sistema de dosificación utilizando un Vénturi.

Es uno de los sistemas más confiables, y está conformado por tres elementos principales: un inyector, una válvula de ajuste de la dosificación y un medidor de caudal

El inyector.

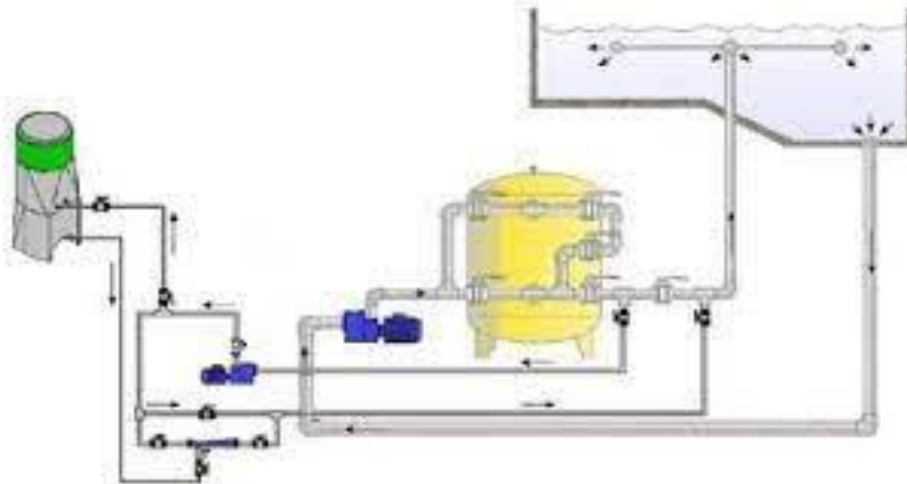
Es un Vénturi y tiene como función succionar el cloro a través del equipo, sirve además como cámara de mezcla entre el cloro y el agua que se aprovechó para ejercer el vacío. La presión y el caudal del agua son las que determinan el correcto funcionamiento del inyector es decir las condiciones hidráulicas de la bomba juegan un papel importante en este aspecto.

Sistema automatizado de hipoclorito de calcio.

Es un sistema poco utilizado puesto que a pesar de tener un control automático al momento de dosificar y controlar el nivel de cloro que se inyecta para la desinfección, todavía depende en gran medida de una persona por cuanto la solución de hipoclorito de calcio tiene efectividad tan solo un día; es decir el operador debe preparar una nueva solución cada 24 ó 30 horas según la capacidad del tanque de distribución.

Este método utiliza un sistema de control de lazo cerrado, la dosificación de la solución de hipoclorito de calcio se hace en función del caudal de ingreso según nos indique el flujómetro, el mismo que entrega una señal eléctrica (4 – 20mA) al controlador para que éste procese y comande el funcionamiento de una bomba dosificadora electrónica.

Finalmente para comprobar si se está o no dentro de los niveles propuestos por la norma el sistema emplea un sensor de cloro residual el cual envía una señal feedback o de retroalimentación al controlador para que compare con el set point y opere a la dosificadora según sea la necesidad. El set point varía según la calidad del agua que se está tratando, es decir depende de la demanda de cloro que necesite el agua para desinfectarse.



Sistema automatizado de cloro gaseoso.

En la actualidad, es el sistema más utilizado en grandes plantas de tratamiento de agua potable por cuanto brinda todas las garantías necesarias al momento de desinfectar el líquido vital y por ende asegura un agua de calidad para los consumidores.

El principio de funcionamiento es igual al método anterior, utiliza un sistema de control de lazo cerrado. La desinfección se realiza considerando dos aspectos: el caudal y el cloro residual libre. La eficacia del sistema se basa en el trabajo automático de todo el Sistema automatizado de cloro gaseoso.

En la actualidad, es el sistema más utilizado en grandes plantas de tratamiento de agua potable por cuanto brinda todas las garantías necesarias al momento de desinfectar el líquido vital y por ende asegura un agua de calidad para los consumidores.

El principio de funcionamiento es igual al método anterior, utiliza un sistema de control de lazo cerrado. La desinfección se realiza considerando dos aspectos: el caudal y el cloro residual libre. La eficacia del sistema se basa en el trabajo automático de todo el Equipo automático de purificación de agua.

Es el sistema más versátil y a la vez el más costoso, permite tener un control minucioso al momento de purificar el agua ya que se controla varios factores tales como: cloro residual libre, pH, temperatura, turbiedad, oxígeno, potencial redox, sólidos, carga orgánica entre otros, los mismos que influyen en la calidad final del líquido vital. Por su diseño modular, este sistema se puede configurar individualmente en función de las necesidades in situ.

Dispone de: Entradas y salidas analógicas de 0/4 – 20 mA, Relés de alarma Tarjeta de bus de campo que se puede utilizar para transmitir datos, integrar instrumentos analógicos, tratar todo tipo de señales o para la conexión a un sistema de bus de campo existente.



En confrontación con los otros sistemas presenta las siguientes ventajas: Transmisión fiable de datos a larga distancia y control remoto como opción: se ahorran los gastos de tener que estar el personal in situ. Los datos se transmiten a la sala de control por GSM. Funcionamiento y visualización óptimos in situ: la pantalla gráfica de color muestra los datos o las curvas de progreso de cuatro sensores al mismo tiempo y cambia a otros tipos de visualización con solo tocarla. Opcionalmente dispone de un módulo de comunicación GSM incorporado. Por lo tanto, todas las funciones pueden llevarse a cabo a distancia; por supuesto, con protección contra el acceso no autorizado. Los mensajes de incidencias llegan por SMS o e-mail.

Capitulo IV Resultados

Para seleccionar la alternativa de solución se debe considerar los siguientes aspectos: Precisión y confiabilidad Facilidad de montaje Abastecimiento del desinfectante Mantenimiento Costo del sistema.

La precisión y confiabilidad son los factores de mayor influencia en la selección de la alternativa por cuanto de estos depende el buen desempeño del proyecto y por ende la garantía de que se está realizando correctamente la dosificación de cloro en el tratamiento de agua potable. El sistema debe ser preciso y dosificar la cantidad necesaria de desinfectante según las condiciones microbiológicas del agua y además debe brindar la confiabilidad respectiva a los consumidores una vez que se ha realizado el proceso.

La facilidad de montaje es otro factor importante que influye en la selección; por lo tanto el sistema debe ser instalado sin mayores contratiempos para no desabastecer de líquido vital a los usuarios durante el proceso de instalación y transición del sistema de cloración. El abastecimiento del desinfectante es otro factor que condiciona la selección del sistema, ya que en muchos casos las zonas rurales se encuentran alejadas de las ciudades y son de difícil acceso, lo cual podría sugerir la necesidad de emplear otro desinfectante o bien preparar hipoclorito de sodio en la localidad.

El mantenimiento que requiera el sistema seleccionado debe ser sencillo para que pueda ser realizado por una persona que no sea especializada pero si capacitada para la manipulación de los equipos, por cuanto es difícil encontrar un operador con este perfil en las zonas rurales. La sencillez de la operación y disponibilidad de los repuestos deben garantizar la eficiencia continua del sistema. Por último, la capacidad económica y financiera para asumir los costos de inversión, operación y mantenimiento es otro factor que se debe considerar para la selección de la

alternativa más adecuada. En todo caso, la salud debe ser la consideración principal al momento de seleccionar la alternativa más adecuada. Una vez analizado todos los factores que influyen en la selección se elige como mejor alternativa la cuarta, que es un sistema de dosificación automatizada de cloro gaseoso.

La dosificación del cloro es la forma como se aplica controladamente este desinfectante al agua, comúnmente denominado proceso de cloración. Existen dos métodos de dosificación:

- Alimentación directa
- Alimentación por solución

Dosificación por solución:

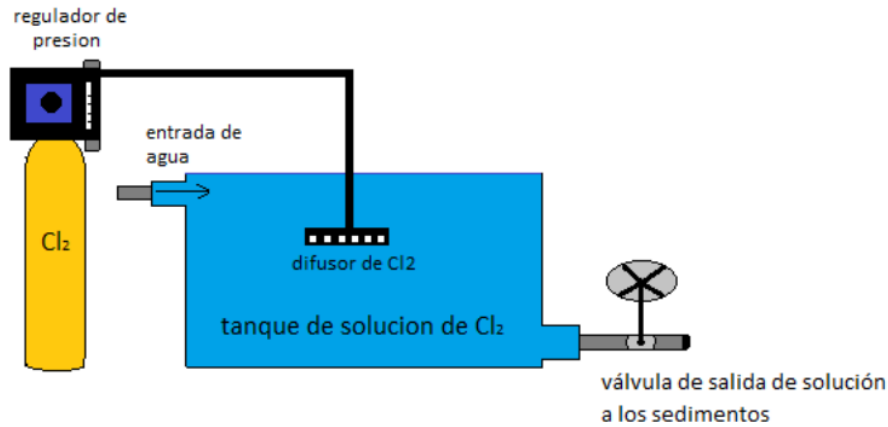
El gas (cloro) se disuelve en corrientes o tanques pequeños e independientes, la solución resultante se adhiere al punto de tratamiento a través de una motobomba, de tal manera que el agua tratada sea mezclada con la de los Sedimentadores con un caudal de salida controlado por las perillas del flujo y a una concentración de cloro del 0,9 y 1,0 mg/L, en la figura 9 se presenta un ejemplo claro de dosificación por solución. Dosis apropiada de cloro: Para la dosificación por solución se utiliza la misma cantidad de cloro que por la vía directa, es decir, que la fórmula para hallar la dosis necesaria de suministro de cloro, siempre será la misma pero el método de aplicación puede variar dependiendo la forma de trabajo de la planta, como se muestra en la siguiente ecuación.

Donde, $M = D \times Q$

M: (gCl/h)= cantidad de cloro a inyectar.

D= (mgCl/L)= dosis de cloro o concentración.

Q= (L/s)= caudal del agua a tratar.



Dosificación por solución

Ventajas y desventajas

ALTER-NATIVA	SISTEMA	VENTAJAS	DESVENTAJAS
1	Dosificación de cloro en pastillas	Sumamente sencillo. Ideal para pequeñas comunidades. Una de las mejores soluciones para dosificación a la entrada de un tanque. No necesita energía eléctrica.	Costo intermedio. Alrededor de 10% de errores en la dosificación. Necesita tabletas. En algunos dosificadores las tabletas tienen a adherirse o a formar cavernas y no caen en la cámara de disolución.
2	Dosificación utilizando un vénturi	Son equipos durables y de costo inferior a los de alimentación o aplicación directa.	No tiene control del nivel de cloro residual presente en la distribución.
3	Dosificación automatizada de hipoclorito de calcio	Confiable. Sencillo de operar. Uno de los pocos sistemas para trabajar bajo presión. Puede introducir la solución directamente en tuberías de agua presurizada hasta con 6.0 Kg/cm ² .	El personal debe capacitarse en su operación y mantenimiento. Costo intermedio a elevado para un sistema rural. Requiere energía eléctrica. Debe vigilarse. A veces hay corrosión en el rotor de la bomba debido al cloro.

ALTER-NATIVA	SISTEMA	VENTAJAS	DESVENTAJAS
4	Dosificación automatizada de cloro gaseoso	Ofrecen alta precisión en la dosificación. No son influenciados por los cambios de temperatura. Permiten un monitoreo permanente del nivel de cloro residual libre en el tratamiento del agua.	Instalación costosa para pueblos pequeños. Necesita equipo auxiliar. El personal necesita capacitación. Si no es operado adecuadamente puede ser peligroso debido a que el gas es venenoso. Requiere energía eléctrica.
5	Equipo automático de purificación de agua	Sumamente confiable. Permite controlar diferentes parámetros que influyen en el tratamiento de agua potable. Almacena información de la variabilidad de cloro residual libre. Permite trabajar en red y además inalámbricamente.	Necesita personal especializado. Costo elevado; inalcanzable para sectores rurales. Requiere energía eléctrica.

Análisis y dimensionamiento de solución

El sistema seleccionado está constituido por los siguientes elementos: Clorinador operado por vacío Analizador de cloro residual libre electrónico Bomba de refuerzo Bomba sumergible para muestreo Válvula automática y controlador de cloro gas UPS de 1000 Vca Cada uno de los componentes mencionados cumple un papel importante para el correcto funcionamiento del conjunto; por consiguiente es primordial una correcta selección y dimensionamiento de los elementos constitutivos.

Dimensionamiento del sistema de solución. El dimensionamiento del sistema se fundamenta principalmente en el caudal de trabajo de la planta de tratamiento de la comunidad.

Selección del dosificador de vacío. El equipo clorador es esencialmente un aparato regulador de vacío y medidor del gasto de gas cloro. La dosificación se realiza realmente en un eyector donde se mezcla agua a presión y este gas regulado.

La capacidad del dosificador de cloro gas es el cálculo más frecuente y casi el dato único que se utiliza para la selección del equipo a instalar no existe una dosificación expresa de cloro para desinfectar el agua, a menos que se realicen comprobaciones previas sobre remoción efectiva de organismos. La regulación para acueductos sólo establece que el cloro mínimo en red de distribución es de 0,3 mg/l. Por otra parte, la práctica reconoce que una dosis de 1 mg/l en aguas naturales limpias demuestra ser efectivo y que la presencia de más de 2 mg/l en agua de consumo presenta objeciones fuertes de parte de los clientes.

El cálculo de la dosis a aplicar y, por tanto de la capacidad del aparato clorador se efectúa de la forma siguiente:

- a) Cantidad de agua a tratar en operación normal.
- b) Capacidad para extremos de dosificación.
- c) Ajuste por Ct
- d) Rango de trabajo preciso del aparato. a. Dosis para operación normal (q1)

La dosis de cloro (c) a aplicar se toma en la práctica de la forma siguiente: 1 ppm (1 parte de cloro activo en 1 millón de partes de agua, o sea, $1 \text{ mg/l} = 1 \text{ g/m}^3 = 1 \text{ kg/mil m}^3 = 1 \text{ t/millón m}^3$) cuando se trata de agua subterránea limpia en poblaciones pequeñas o medianas. 1,5 - 2,0 ppm en agua subterránea limpia, en sistemas de acueducto de ciudades. 2,0 - 5,0 ppm para agua superficial con pos y precloración, respectivamente.

La aparición de condiciones de trabajo anormales pueden aparecer debido a variaciones bruscas y controlables en las características del agua y, más habitualmente, en la mitigación de brotes de enfermedades transmisibles por el agua.

Esta capacidad de dosificación se deja como remanente del equipo aunque cuando exceda al 30 % es preferible la instalación de un segundo equipo (que no es el de reserva para rotura).

El factor Ct se emplea hace más de veinte años en la determinación del poder bactericida de un desinfectante y es el producto de la dosis o concentración por el tiempo de contacto del desinfectante con el agua. Quiere esto decir que la dosificación de desinfectante puede variarse según sea el tiempo de contacto.

En la práctica de ingeniería, solo se ha llegado al tanteo de que cuando el tiempo de contacto exceda de una hora puede reducirse la dosis de cloro y que debe aumentarse si es menor de 30 minutos, siempre que se mantengan residuales mínimos de cloro en red de 0,3 mg/l o más.

Rango de precisión del aparato La exactitud del producto aplicado por un equipo es más precisa en el rango de escala alejado de ambos extremos. Esto es aplicable tanto para dosificación de cloro como de otro desinfectante. Se aconseja siempre no trabajar los dosificadores por debajo del 5% de su capacidad ni por encima del 95%.

Así, teniendo en consideración todas las premisas, la capacidad del aparato clorador de gas se determina de mediante la expresión siguiente: (Para tiempos de contacto de 30-60 minutos) (40) A continuación se detalla los datos necesarios para la selección del dosificador; considerando el caudal máximo de trabajo de la planta de tratamiento de agua potable de la comunidad y la cantidad necesaria de cloro

para garantizar una desinfección correcta. La capacidad del clorinador debe ser de 75,96 g/h. En la tabla siguiente se selecciona el equipo más apropiado considerando este valor

El clorinador operado por vacío seleccionado es el de 10 PPD/200 g/h por cuanto es el inmediato superior al determinado en el cálculo realizado. Una vez conocida la capacidad del clorinador se selecciona los diámetros de las tuberías para la conexión correspondiente al venteo y vacío; así como también la longitud de la tubería de vacío.

Los diámetros de la tubería para el vacío y venteo debe ser de 3/8 " y no deben superar una longitud de 31 metros. 5.5.1.2 Bomba de refuerzo. Cuando la aplicación es en un canal como en las plantas potabilizadoras o en depósitos de agua, presión puede ser tan baja como 20 mca, pero en cerrados se puede requerir, según la capacidad del clorador de dos a tres veces la presión de la conductora.

Esto requiere dotar a la instalación de cloración de una bomba elevadora de carga. En todo caso, la característica de la bomba auxiliar puede reducirse, en cuanto a carga, tomando el agua de alimentación de la propia conductora, con lo que se dispone de una carga inicial significativa en la succión.

Análisis Presión de Agua

Propiedades del agua a 13 °C

- $\gamma = 9810 \frac{N}{m^3}$
- Presión de vapor - $P_v = 0.2141 \text{ psi} = 1476.17 \text{ Pa}$
- Presión Barométrica - $P_b = 21.2 \text{ In Hg} = 71791.26 \text{ Pa a } 2787,5 \text{ msnm}$

$$NPSH)_d = \frac{P_b}{\gamma} - h_{es} - H_{rs} - \frac{P_v}{\gamma} \quad (51)$$

$$NPSH)_d = \frac{71791.26}{9810} - 2 - 0.576 + \frac{1476.17}{9810}$$

$$NPSH)_d = 4,6 \text{ m}$$

Analizador de cloro residual libre.

El Analizador amperométrico de cloro residual libre es simple y fácil de usar, se adapta a las necesidades únicas de cada sitio al permitir que cualquier combinación de mediciones en un solo sistema incluyendo: Cl (amperométrico), pH, temperatura, turbidez, conductividad y de flujo. Es una solución completa, flexible para adaptarse a cualquier aplicación. Trabaja eficientemente con niveles bajos de cloro para tratamiento de agua potable en municipales o rangos altos para aplicaciones industriales, con una sonda amperométrica de 5, 10 o 20 ppm según la aplicación. Tiene dos electrodos:

uno de pH integrado y el otro de compensación de temperatura por ende la medición de cloro es más estable y fiable. Posee salidas 4-20mA con alarmas de contacto seco, cable digital, salida a un equipo local o un sistema completamente inalámbrico que se puede acceder desde cualquier conexión a Internet o incluso un teléfono móvil.

Para el proyecto se selecciona un analizador de cloro residual libre con una sonda amperométrica de capacidad de medición de 10 ppm, por cuanto el valor de cloro residual libre que se desea tener en el tanque de distribución es de 1 ppm con un margen de error de 0.2 ppm. 5.5.1.4 Válvula automática y controlador de cloro gas.

El controlador permite configurar parámetros tales como: set point, ganancia, ancho de banda, según las condiciones necesarias del agua a tratarse. Requiere una señal de 4 a 20 miliamperios del analizador de cloro residual, una fuente de 120/240 VCA, y un clorador de gas. La válvula automática tiene rápida respuesta, potente par motor de alta DC, motor paso a paso, una precisión y fiabilidad insuperables. Se enlaza con el controlador con una señal de 4 a 20 miliamperios.

A modo de control manual el conjunto permite a los operadores ajustar rápida y fácilmente la velocidad de alimentación de gas del panel de control de menú, en el caso de que una señal de entrada se pierda debido a los problemas de medidor de flujo o el cable de daños. La capacidad máxima de la velocidad de alimentación es de hasta 500 PPD (10 kg / h). La selección de este conjunto se basa en capacidad de inyección del clorinador operado por vacío; es decir, la velocidad de alimentación debe ser de 10 PPD (200g/h).

Bomba sumergible.

La selección de la bomba sumergible se fundamenta en la altura que debe elevar la bomba; para ello se considera la altura del tanque más la altura a la que se encuentra situado el analizador.

Por lo tanto la bomba seleccionada para el proyecto es una FP2

Operación y mantenimiento

En la práctica es imposible encontrar una máquina o equipo que no necesite Mantenimiento. Es así, que para producir o fabricar se requiere de máquinas o equipos, que con la acción del tiempo y del uso están sujetos a un proceso irreversible de desgaste, de envejecimiento y a una degradación de eficiencia técnica; así como a su obsolescencia tecnológica. Por lo tanto, para aliviar estos males inevitables se requerirá asociar la vida de estas máquinas o equipos con el mantenimiento y una correcta operación.

Es evidente que la adecuada manipulación de un sistema se vincula a un mantenimiento preventivo y a la disminución de un mantenimiento correctivo, garantizando no solamente un funcionamiento óptimo sino también un ahorro económico. La vida útil del sistema y equipos dependerá directamente de un

adecuado mantenimiento, teniendo muy en cuenta que la operación diaria influirá de la misma manera.

Manual de operación.

El sistema de cloración consta de las siguientes partes:

1. Dos cilindros de cloro gaseoso de 68kg
2. Dos clorinadores (regulador de vacío) que se monta en las válvulas de los cilindros de cloro.
3. Accesorios: a. Llave del cilindro y del yugo. b. Tubo flexible de 3/8" de polietileno apropiado para línea de vacío. c. Empaques de plomo para sello de la válvula del cilindro. d. Una malla de plástico para impedir que entren insectos a la línea de venteo
4. El conmutador automático CL-15 que se conecta directamente a los clorinadores mediante tubo flexible.
5. Dos rotámetros remotos, o válvulas dosificadoras, el rotámetro remoto R1 que se instaló de manera independiente, y el rotámetro remoto R2 que se encuentra en conjunto con la válvula automática. Estos dos elementos se enlazan en serie.
6. Válvula automática serie 2000, conjuntamente con el controlador y un display.
7. El eyector, con boquilla y difusor, que se monta directamente a la línea de solución clorante.
8. Analizador de calidad de agua, el cual mide el cloro residual, ph y temperatura de la muestra del agua del tanque de distribución.
9. Una bomba sumergible que envía el agua para el funcionamiento del analizador, la presión de esta bomba deberá concordar con la presión necesaria del analizador.
10. Componentes adicionales: a. Manómetro para leer la presión del agua al eyector.
b. Colador tipo Y para la línea de conducción, y para la línea de agua para el agua de análisis.

c. Reductor de presión para la entrada de agua hacia el analizador. No se recomienda el uso de cabezales de cloro gas. Los cabezales contienen cloro gas a presión aumentando el riesgo de fugas de cloro.

Los reguladores de vacío o clorinadores se diseñan para montarse directamente en las válvulas de los cilindros de cloro y de bióxido de azufre. El montaje directo en cilindro es la forma de instalación más fácil y segura de operar y mantener los reguladores de vacío. En esta forma, el cloro gas fluye bajo vacío en todo su trayecto después del único punto con presión que es en la válvula del cilindro.

Procedimiento para cambio de cilindro de cloro y reinstalación del clorinador.

1. Girar la manija de la válvula en el sentido de las agujas del reloj para cerrar la válvula del cilindro. El cierre o apertura de esta se lo hace solo manualmente, con un golpe seco. No utilizar martillo o palancas para abrirla.
2. Observar que el balín del Rotámetro 1 caiga hasta el fondo y verifique que el indicador del clorinador esté en rojo. No cierre el este rotámetro remoto mientras cambia el cilindro de gas.
3. Espere aproximadamente un minuto, el balín debe permanecer en cero. Si el balín tiene movimiento o no cae hasta cero, es posible que la válvula no esté bien cerrada. Asegúrese de que la válvula esté cerrada antes de continuar.

No es necesario apagar la bomba de apoyo para que el eyector deje de funcionar, es decir no se necesita que el eyector sea deshabilitado; debido a la presencia del conmutador automático, este bloquea el paso de gas por la línea que ha identificado que se encuentra sin flujo y trabaja normalmente por la línea donde encuentra circulación de gas. Esto siempre y cuando el cilindro paralelo se encuentre conteniendo gas. Caso contrario si los dos cilindros no contienen gas es necesario que la bomba de apoyo se apague en este punto para que el eyector deje de funcionar.

5. Afloje el opresor del yugo del clorinador de gas y quite el clorinador de la válvula.
6. Quite la vieja junta de plomo. Inspeccione y limpie las superficies del alimentador de gas y de la válvula. Instale la nueva arandela de plomo. Nunca reutilice una arandela de plomo ni tampoco utilice un material diferente para este sellado.
7. Reemplace el cilindro de gas. Cuando retire el capuchón de este cilindro asegúrese de alejar su rostro.
8. Inspeccione el clorinador de gas en el nuevo cilindro de gas y apriete el opresor del yugo. No lo apriete demasiado.
9. Abra la válvula del cilindro de gas 1/4 y vuélvala a cerrar rápidamente. Inspeccione para saber fugas si hay fugas, y encienda la bomba para que funcione el eyector en el caso de que se haya apagado la misma. Si existen fugas repita los pasos 2, 3 y 4.

El elemento que se utiliza para verificar fugas es una botella de plástico aplastable 1/3 llena de solución amoniacal casera o industrial. El vapor de este al combinarse con el cloro produce un humo blanco intenso. Las zonas para inspeccionar las fugas todas las conexiones que conduzcan cloro, especialmente en la junta que contiene el empaque de plomo, la salida del clorinador, el conmutador y el rotámetro remoto.

10. Si se ha comprobado que no hay fugas, abra la válvula del cilindro de gas aproximadamente 1/4, máximo 1/2 de vuelta y deje la llave del cilindro en la válvula.

11. El rotámetro remoto no es para cerrar la circulación de cloro, es solo para controlarlo. Para detener la circulación de cloro es necesario cerrar la válvula del cilindro.

Panel de control.

El panel de control del analizador de cloro libre es bastante simple, trabaja con una interface intuitiva y contiene los siguientes parámetros:

Display LCD	En la parte central del aparato se ubica el display, constante mente muestra las variables medidas y en el caso de ser configurada, muestra también las alarmas.
Botón de Menú	Ingreso y desplazamiento a través de los menús.
Esc	Mueve un nivel atrás dentro del menú sin realizar cambios
OK	Ingreso al modo de cambio de ajustes y acepta estos cambios.
Flecha Arriba/abajo	Cambia los valores hacia arriba o hacia abajo

Fuente: Manual de operación y mantenimiento del analizador de cloro libre [10]

Menús. El analizador contiene dos niveles, el operacional y el técnico. El operacional contiene los ajustes que pueden ser controlados en el sitio de funcionamiento por el operador del sistema mientras que el menú técnico contiene los ajustes de calibración y debe ser manipulado por personal capacitado. Cada menú posee un password por separado.

Configuración de Ajustes en el Menú operacional.

Cada uno de los parámetros de este menú es configurado de la misma manera, los siguientes pasos describen como realizar este proceso:

Presione Menú hasta que el parámetro deseado aparezca en el display Presiones Ok e ingrese el password que por defecto es 123 Presiones las flechas arriba/abajo hasta que el password sea el correcto Presione Ok enter para aceptar el password y el nombre del parámetro y sus ajustes aparecen en el display Presione enter e ingrese el nuevo parámetro.

Se recomienda que el analizador de cloro libre no se manipule u opere por personal no capacitado. El mismo es de gran confiabilidad y no requiere atenciones permanentes. La calibración del analizador no se la debe realizar de manera rutinaria, dicho de otra manera la calibración no se requiere en periodos menores a 6 meses.

Este elemento trabajará sin ningún problema en cuanto a desempeño electrónico. Se recomienda que el analizador de cloro libre no se manipule u opere por personal no capacitado. El mismo es de gran confiabilidad y no requiere atenciones permanentes.

Operación de la válvula automática. La válvula automática contiene dos parámetros de control, uno por lectura de cloro libre y otro por cantidad de flujo. Es posible además enlazar estos dos datos para controlar un sistema. En el caso de nuestras instalaciones la válvula automática obedece a un controlador que compara las lecturas de cloro libre, es decir que la apertura de la válvula está determinada por el valor de cloro libre, si existe un déficit la válvula se abrirá y el caso de existir un exceso será lo contrario.

La calibración de la válvula se la ha realizado, de acuerdo al monitoreo, para un rango de 1.2 a 0.8 mg/l de cloro libre necesario. Es decir que dentro de estos parámetros la válvula se la comanda como un exceso si el valor del cloro libre sobrepasa el 1.2 o un déficit si el valor es más bajo que 0.8. Existen dos puntos importantes en cuanto a esta válvula, pues posee un funcionamiento manual y otro automático.

Funcionamiento automático.

Para activar el funcionamiento manual se realiza los siguientes pasos:

1. Una vez establecido el valor máximo de dosificación, en el modo automático como se indicó anteriormente, se pulsa el botón de SET o F4 y entrar a la pantalla principal.
2. Pulsar el botón que pertenezca a RUN o F4 y una vez más pulsar ese mismo botón, en este caso se verá en la pantalla la lectura de cloro libre que es la misma que tiene el display del analizador, un valor de apertura de la válvula y un comando de STOP. Asegúrese de ver estos parámetros, ya que es el indicativo de que se está trabajando en manual.

Se identifica que la válvula comienza a abrirse o cerrarse dependiendo de la lectura de cloro. Existe una operación importante cuando el sistema está trabajando en automático y el tanque de distribución, que es el lugar donde se toma la muestra par el analizador, se ha quedado sin agua. En este caso el analizador detectará una lectura de cero e inmediatamente enviará una señal al controlador de la válvula automática para que esta se cierre completamente.

Cuando el agua vuelva a estar presente en el tanque y al ser un agua fresca el analizador tendrá una lectura de cero y la válvula automáticamente no se abrirá. En este caso se debe operar la válvula en el modo manual, como se indicó anteriormente, para forzar el ingreso de cloro al tanque de distribución hasta que el analizador tenga un valor de cloro libre aunque sea pequeño. Una vez que se verifique que el analizador cuenta con un dato de lectura de al menos 0.02, en este momento se puede arrancar con la operación automática.

Lo mismo ocurre en el caso de que no exista energía eléctrica en el sector por un período prolongado y la lectura del cloro libre este en cero, para ello repetir el procedimiento del párrafo anterior. Si el período de tiempo no es largo los equipos funcionaran correctamente incluso por la carga de energía que les proveen los UPS.

Prueba del vacío del sistema clorador

1. No Abrir la válvula del cilindro antes de completar satisfactoriamente la prueba del vacío. a. Prueba del Vacío Con la válvula del cilindro aun cerrada, arrancar la bomba de ayuda del eyector, y observar que el balón o pequeña esfera del rotámetro caiga al fondo del mismo dentro de los primeros 10 segundos. Si el balón brinca y rebota indica que hay alguna fuga en el empaque de plomo o en alguna conexión floja de la tubería flexible. (Estas conexiones deben apretarse solamente con la mano. No debe usarse pinzas o en estas conexiones).

Si las conexiones del rotámetro están flojas, use una moneda para apretar el tapón inferior con solo la fuerza de los dedos. En este momento, la válvula dosificadora en la salida del rotámetro debe estar abierta de dos a tres vueltas. b. Si el eyector está operando correctamente, es decir, haciendo suficiente vacío, la ventana del indicador del regulador de vacío debe estar en rojo. c. Cerrar la alimentación del agua al eyector. d. Espere de 5 a 10 minutos sin alimentar agua al eyector. La perilla de ajuste del indicador de vacío debe girar libremente, pero debe el indicador continuar en rojo. (Esto indica que el sistema de vacío no tiene fugas) e. Si comprueba que no hay fugas en el vacío, proceder con el siguiente paso.

Desconectar el tubo flexible del vacío en la parte superior del regulador de vacío y dejar que entre aire al sistema. Reconectarlo. (1) Girar la perilla de ajuste del indicador de vacío, y observar que NO debe estar en rojo. 7.5 Empezar la cloración
Material necesario: una pequeña botella de plástico aplastable, 1/3 llena de solución amoniacal de uso casero, (o industrial), para detectar fugas de cloro, que producen humo denso y blanco cuando se pone en contacto con los vapores del amoniaco.

1. Abrir la válvula del cilindro de cloro 1/4 de vuelta y cerrar inmediatamente.
2. Aplastar la botella del amoniaco para expeler sus gases (no el líquido), junto al empaque de plomo del yugo y alrededor de la válvula de dosificación del rotámetro. Si no se detecta humos blancos es que no hay fugas de cloro, y puede proceder con el siguiente paso.

3. Abrir la válvula del cilindro 1/4 de vuelta y vuelva a verificar fugas de cloro con el amoníaco. (Las válvulas de los cilindros de cloro se abren con solo 1/4 de vuelta, y así se deben cerrar, fácil y rápidamente. La llave para abrirlas y cerrarlas se debe dejar siempre puesta en la válvula mientras esté abierta y el cilindro esté en uso.)
4. Abrir la alimentación de agua al eyector es decir arrancar la bomba de ayuda al mismo, y ajustar la dosificación del cloro leyendo la escala del rotámetro en el centro del balín del mismo.
5. La válvula de dosificación NO ES para cerrarla: es solo para controlarla. Para cerrar la dosificación se necesita cerrar la válvula del cilindro de cloro.

Manual de mantenimiento.

Los sistemas de dosificación de cloro requieren de muy poco mantenimiento cuando se operan de acuerdo a las instrucciones de este Manual. Los lineamientos para un Mantenimiento Preventivos se detallan a continuación:

1. Dar mantenimiento a los rotámetros remotos cada 4 meses. En cuanto se refiere a su limpieza y manipulación para evitar el atascamiento.
2. Reemplace el arosello "O" de estas válvulas cada 12 meses. Véase el manual del propietario para determinar las partes a cambiarse.
3. Dar mantenimiento al eyector cada 12 meses. Para su desinstalación se deberá parar la bomba y el sistema en general, el mantenimiento representa una limpieza y una verificación de la succión solamente con el tacto en el orificio de succión una vez instalado. Nunca trate de retaladrar el orificio de succión, si existe alguna incrustación sumérjalo en un baño de ácido muriático durante 5 o 10 minutos
4. Reemplace la tubería flexible de vacío y sus conectores cada de 18 a 20 meses.
5. No retire las mallas anti insectos que se ubican en las mangueras de aireación.

6. Remplace el filtro de la entrada del cloro cada 12 meses.
7. Remplace la arandela de plomo cada vez que se cambien el cilindro de cloro.
8. Realice una limpieza del colador tipo Y de la entrada del eyector cada mes, y de los coladores de la línea de agua para el analizador cada dos meses.
9. Realice una inspección visual y compruebe el estado de las roscas de los clorinadores cada vez que se cambie un cilindro de cloro. Tenga cuidado en no apretarlos demasiado.
10. Inspeccione que el manómetro de entrada al eyector permanezca con su aceite respectivo en el interior.
11. El controlador y la válvula automática requieren de una limpieza superficial para evitar la acumulación de polvo especialmente en la parte de su display y del vástago que posee movimiento.
12. El analizador posee el electrodo que mide el cloro residual, el filtro de entrada a este analizador debe ser cambiado cada 6 meses y antes de la instalación de la parte nueva lubricarlo con el líquido que llevo adjunto al equipo.
13. Realizar una limpieza periódica también al analizador para evitar la acumulación de polvo.
14. La bomba de apoyo es de gran eficiencia y debido a que el líquido que bombea es de poca corrosividad requiere de menor mantenimiento, este se lo puede realizar cada 6 a 12 meses, verificando las condiciones de su rotor y las sedimentaciones que pueden producirse debido a la dureza del agua. Si existen sumergir de 5 a 10 minutos las partes afectadas en ácido muriático.

Después de un mantenimiento general del sistema, el procedimiento consecuente se refiere a “iniciar la cloración o arranque del sistema”, tener en cuenta la dosificación de cloro desde los cilindros y el funcionamiento de los aparatos electrónicos. 7.5.2

Problemas y soluciones

Fugas de cloro a presión

1. Las fugas de cloro presurizado son de peligro a vidas y equipos y deben corregirse de inmediato. Para atenderlas se debe seguir reglas básicas de seguridad. a. Equipo de protección personal que se detalla en la ropa que debe usar la persona que opera. b. Una correcta ventilación del cuarto donde existe las instalaciones. c. La llave de abrir y cerrar la válvula del cilindro en uso debe estar colocada en ella. d. El botellín de plástico con solución de amoniaco debe tenerse al menos 1/3 lleno. e. Deben trabajar en la localización de la fuga dos personas, nunca uno solo, por seguridad para ambos. (Pareja en Mancuerna)

2. Si se detecta una fuga se debe hacer revisar primero lo siguiente:

a. El empaque de plomo entre la válvula del cilindro y el regulador de vacío.

i. Apriete el tornillo del yugo que apoya la entrada del regulador a la válvula. (No use fuerza excesiva)

ii. Use siempre un empaque de plomo nuevo. Recomendamos usar los de tamaño y calidad adecuados, nunca de otro material.

b. Empaques de la válvula del cilindro de cloro.

i. Apriete moderadamente la tuerca opresora del empaque de la válvula. Si la fuga persiste, cierre la válvula y notifique al proveedor del cilindro de cloro, inmediatamente.

ii. Reponga el capuchón protector de la válvula y con mucho cuidado saque el cilindro al exterior. (Nunca lo moje ni lo sumerja porque eso aumentaría la.) 144

c. Cloro fugando por el l venteo, por fuga en la válvula de cierre de seguridad.

i. Cierre la válvula de cloro.

ii. Espere a que el balín del rotámetro caiga hasta el cero.

iii. Cierre la alimentación de agua al eyector.

iv. Quite al clorador de la válvula del cilindro después de asegurarse de que el indicador esté enrojo, indicando no-presión. v. Inspeccionar visualmente las roscas o posibles fallas.

vi. Después de darle mantenimiento y reinstalar el regulador con un empaque de plomo nuevo, repita la prueba de vacío antes de volver a abrir la válvula del cloro, es decir verifique si no hay fugas como cuando reemplaza un cilindro de cloro nuevo.

No hay alimentación de cloro.

Causas posibles:

1. El eyector no produce vacío. a. Pruebe con su dedo, quitando la conexión del tubo flexible, si se tiene vacío. b. Si no se siente la succión del vacío, verifique en el siguiente orden: i. Boquilla: Cierre la alimentación del agua y quite la boquilla. Puede estar obstruida con piedras u otros materiales. Límpiela y lávela. Si está incrustada, sumérgala en ácido muriático por 5 minutos y enjuáguela.

Si tiene materia orgánica negra viscosa, límpiela. Esta causa puede requerir limpieza periódica programada. ii. Suministro del agua de alimentación. iii. Presión del agua de la ciudad insuficiente. iv. Malla del colador obstruida. v. Cavitación de la bomba de ayuda (pérdida de su cebado) vi. Insuficiente presión de la bomba de ayuda debida a desgaste o a que la corriente eléctrica de su motor está en una sola fase.

3. Flujo de cloro obstruido en la entrada del regulador de vacío: El filtro puede estar tapado. Debe remplazarse por uno nuevo, y preventivamente al menos una vez cada año. 145 3. No hay más cloro en el cilindro: El balín de rotámetro debe marcar CERO y el indicador debe estar en rojo.

Falla de la válvula check (agua en el rotámetro y tuberías de vacío)

1. Causa – falla de la válvula check del Eyector. a. Posibles causas de esta falla. i. Objeto o partículas impidiendo el cierre de la válvula check del Eyector. ii. Falla del areosello “O”. iii. Falla del diafragma.

2. Acción correctiva. a. Desensamble y seque el(los) regulador(es) de vacío, rotámetro(s), y cambiador(es) automático(s). Reensámblelos y reinstálelos. b. Siga los procedimientos de Prueba de Vacío, cuidadosamente, antes de seguir los procedimientos de re-iniciar la cloración.

ANÁLISIS FINANCIERO

Generalidades Los costos que representan la automatización de un sistema de cloración en el tratamiento de agua potable son considerados altos en su inversión inicial. Luego de haber efectuado la proyección, selección e implementación del sistema automatizado de cloración, en el siguiente numeral se presenta el análisis de costos del proyecto.

Costos directos

Los costos directos son gastos generales fijos, que se presentan a un inicio de la inversión y son de valor constante y que dentro de la inversión de adquisición e implementación del sistema, se tiene valores detallados a continuación:

Costos de materiales y equipos adquiridos. Se considera los rubros de cada uno de los componentes del sistema. Refiérase a la Tabla:

Costos de Mano de Obra

INSUMO	UNIDAD	VALOR UNITARIO	CANTIDAD	TOTAL
Plomero	Hora	\$ 43.75	16	\$ 700.00
Ayudante de Plomero	Hora	\$ 25.00	16	\$ 400.00
Electricista	Hora	\$ 43.75	16	\$ 700.00
Monitorista Cloro	Hora	\$ 62.50	100	\$ 6,250.00
TOTAL				\$ 8,050.00

Costos de Materiales con un valor total de \$186,700.00, ver listado:

Denominación
Clorinador operado por vacío
Analizador de cloro residual libre
Bomba de refuerzo
Bomba sumergible para muestreo
Válvula automática y controlador de cloro gas
Cilindro de cloro gas
UPS de 1000 Va
Manguera 3/8" para conducción de cloro gas
Tubo PVC25mm X 6m 1,25MPa(181psi)
Codo PVC 25mm X 90°
Unión CC EC 25mm
Unión universal roscable 1"
Unión roscable 1"
Reductor Flex 2" A 1"
Filtro Tipo Y de Bronce 1"
Válvula check 1"
Válvula reguladora de presión 1", máx. 30 psi
Válvula de pie de 1"
Pegamento para PVC
Teflón de 20 mm
Cable eléctrico concéntrico de tres hilos #16
Sensor de nivel tipo flotador

Costos de Transporte y horarios de herramientas; \$2,850.00

Costos totales : \$197,600.00

En dólares: \$9,772.50

Conclusiones

La desinfección con cloro gaseoso es el método más adecuado en el tratamiento de agua por ser muy estable, tener una concentración del 99% y además permitir obtener un residual de cloro en la red de distribución; garantizando de esta manera la calidad del líquido vital y además mejorar las condiciones de vida de quienes la consuman.

Los factores que determinan la selección y dimensionamiento de los equipos que conforman el sistema automatizado de cloración son el caudal de trabajo de la planta de tratamiento y la demanda de cloro que requiera el agua. Con la implementación del sistema automatizado de cloración se trabaja en salud preventiva por cuanto este proyecto garantiza tener una desinfección adecuada todo el tiempo, eliminando cualquiera agente patógeno causante de enfermedades y de este modo cumplir los estándares según la norma.

Competencias Desarrolladas

ADAPTABILIDAD Capacidad para permanecer eficaz dentro de un medio a la hora de enfrentarse con nuevas tareas, retos y personas.

ANÁLISIS DE PROBLEMAS Eficacia para identificar un problema y los datos pertinentes al respecto, reconocer la información relevante y las posibles causas del mismo.

AUTOMOTIVACIÓN Se traduce en la importancia de trabajar por satisfacción personal. Necesidad alta de alcanzar un objetivo con éxito.

CONTROL Capacidad para tomar decisiones que aseguren el control sobre métodos, personas y situaciones.

CAPACIDAD CRÍTICA Habilidad para la evaluación de datos y líneas de acción para conseguir tomar decisiones lógicas de forma imparcial y razonada.

CREATIVIDAD Capacidad para proponer soluciones imaginativas y originales. Innovación e identificación de alternativas contrapuestas a los métodos y enfoques tradicionales.

COMUNICACIÓN VERBAL Y NO VERBAL PERSUASIVA Capacidad para expresarse claramente y de forma convincente con el fin de que la otra persona asuma nuestros argumentos como propios.

COMUNICACIÓN ESCRITA Capacidad para redactar las ideas de forma gramaticalmente correcta, de manera que sean entendidas si que exista un conocimiento previo de lo que se está leyendo.

COMPROMISO Crear en el propio trabajo o rol y su valor dentro de la empresa, lo cual se traduce en un refuerzo extra para la compañía aunque no siempre en beneficio propio.

DECISIÓN Agudeza para establecer una línea de acción adecuada en la resolución de problemas, implicarse o tomar parte en un asunto concreto o tarea personal.

TOLERANCIA AL ESTRÉS Mantenimiento firme del carácter ante acumulación de tareas o responsabilidades, lo cual se traduce en respuestas controladas frente a un exceso de cargas.

FLEXIBILIDAD Capacidad para modificar el comportamiento adoptar un tipo diferente de enfoque sobre ideas o criterios.

INTEGRIDAD Capacidad para mantenerse dentro de una organización o grupo para realizar actividades o participar en ellos.

INICIATIVA Influencia activa en los acontecimientos, visión de oportunidades y actuación por decisión propia.

LIDERAZGO Utilización de los rasgos y métodos interpersonales para guiar a individuos o grupos hacia la consecución de un objetivo.

PLANIFICACIÓN Y ORGANIZACIÓN Capacidad para realizar de forma eficaz un plan apropiado de actuación personal o para terceros con el fin de alcanzar un objetivo.

RESISTENCIA Capacidad para mantenerse eficaz en situaciones de rechazo.

SOCIABILIDAD Capacidad para mezclarse fácilmente con otras personas. Abierto y participativo.

TENACIDAD Capacidad para perseverar en un asunto o problema hasta que quede resuelto o hasta comprobar que el objetivo no es alcanzable de forma razonable.

TRABAJO EN EQUIPO Disposición para participar como miembro integrado en un grupo (dos o más personas) para obtener un beneficio como resultado de la tarea a realizar, independientemente de los intereses personales.

Bibliografía

- Ahumada, G. (2014). *DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN PLANTA PILOTO DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE CON FINES DOCENTES*. EEUU: Internacional de Salud.
- American Chemistry. (2020). *chlorine.americanchemistry.com*. Obtenido de <https://chlorine.americanchemistry.com/Calidad-Del-Agua-Desinfeccion-Effectiva/#:~:text=La%20filtraci%C3%B3n%20y%20la%20desinfecci%C3%B3n,desarrollados%20durante%20el%20siglo%20XX.&text=En%201846%2C%20el%20doctor%20Ignaz,usos%20del%20cloro%20como%20desinf>
- AMICLOR. (2020). *AMICLOR*. Obtenido de <http://www.biologia.org/?pid=5000&id=92&page=0>
- Center for Disease Control and Prevention (CDC). (1999). Control of Infectious Diseases. *Morbidity and Mortality Weekly Report*, 30.
- CHAUCACHICAIZA, F. (2012). *Diseño e Implementación de un Sistema Automatizado para la Dosificación de Cloro en el Tratamiento de Agua Potable en la Comunidad San Vicente de Lacas*. ECUADOR: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO.
- INFOMED. (2018). *INFOMED*. Obtenido de <https://temas.sld.cu/colera/2019/11/18/enfermedades-causadas-por-aguas-contaminadas/2/>
- Lenntech. (2019). *Lenntech.es*. Obtenido de <https://www.lenntech.es/procesos/desinfeccion/historia/historia-desinfeccion-agua.htm>
- Lenntech. (2020). *Lenntech.es*. Obtenido de <https://www.lenntech.es/procesos/desinfeccion/deseases/enfermedades-transmitidas-por-el-agua.htm>

- oxfamintermon. (2019). *oxfamintermon.org*. Obtenido de <https://blog.oxfamintermon.org/los-metodos-de-potabilizacion-del-agua/>
- Paredes, J. (2013). *usmp.edu.pe*. Obtenido de <https://www.usmp.edu.pe/publicaciones/boletin/fia/info86/articulos/importancia-Agua.html#:~:text=Asimismo%2C%20el%20agua%20contribuye%20a,animal%20y%20vegetal%20del%20planeta.&text=El%20agua%20es%20esencial%20para,y%20la%20regulaci%C3%B3n%20del%20clima.>
- UDLAP. (2019). *Catarina.udlap.mx/*. Obtenido de http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lic/ponce_o_e/capitulo5.pdf
- Wikiwater. (2018). *wikiwater.fr*. Obtenido de <https://wikiwater.fr/e18-el-tratamiento-del-agua-por>