

UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD Y DEL SER
HUMANO**

**ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRES Y
GESTIÓN DEL RIESGO**



TEMA:

Priorización de los eventos peligrosos que ocasionarían daños en la Planta de Tratamiento de Agua Potable de Chaquishca de la ciudad de Guaranda, provincia Bolívar en el año 2021.

AUTOR:

Mayra Alejandra Naranjo Lombeida

TUTOR:

Ing. Paul Sánchez Franco

Guaranda-Ecuador

2021-2022

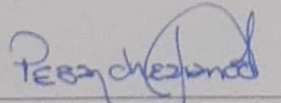
El suscrito Ingeniero PAUL SÁNCHEZ FRANCO, en calidad de **TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**, docente de la Universidad Estatal de Bolívar.

CERTIFICA:

Que la Srta. **MAYRA ALEJANDRA NARANJO LOMBEIDA**, portadora de la cedula de ciudadanía N° **020236559-9**, estudiante de la **FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD Y DEL SER HUMANO**, culminados en la **Carrera Administración para Desastres y Gestión de Riesgos**, modalidad presencial, una vez revisado el documento *“Priorización de los eventos peligrosos que ocasionarían daños en la planta de tratamiento de agua potable de Chaquishca de la ciudad de Guaranda, provincia Bolívar en el año 2021”*, puede realizar el proceso del empaste de su proyecto de investigación.

Guaranda, 01 de febrero de 2023

Atentamente:



Ing. Paul Sanchez Franco

TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Guaranda 02 de febrero del 2023.

HOJA DE RESPONSABILIDAD POR EL AUTOR DE LA TESIS.

Yo, **MAYRA ALEJANDRA NARANJO LOMBEIDA** con cedula de ciudadanía No.0202365599, autor de la tesis:

“PRIORIZACIÓN DE LOS EVENTOS PELIGROSOS QUE OCASIONARÍAN DAÑOS EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE CHAQUISHCA DE LA CIUDAD DE GUARANDA, PROVINCIA BOLÍVAR EN EL AÑO 2021”

El presente proyecto de investigación presentado para la obtención del título: Ingeniería en Administración para Desastres y Gestión del Riesgo, es original obtenido de la investigación personal, dando honorabilidad a la ejecución propia del proyecto, eximiendo a la Universidad Estatal de Bolívar y a sus representantes jurídicos de posibles reclamos o acciones legales.

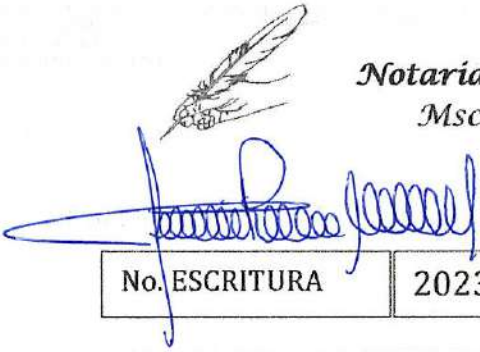
Adicionalmente, aceptamos y autorizamos a la Universidad Estatal de Bolívar la publicación de la tesis en el Repositorio – Biblioteca Virtual.



MAYRA ALEJANDRA NARANJO LOMBEIDA

C.I. 0202365599

Notaria Tercera del Cantón Guaranda
Msc. Ab. Henry Rojas Narvaez
Notario



No. ESCRITURA	20230201003P00326
---------------	-------------------



DECLARACION JURAMENTADA
OTORGADA POR:
MAYRA ALEJANDRA NARANJO LOMBEIDA,
CUANTIA: INDETERMINADA
DI: 2 COPIAS
FACTURA. 001-005-000001750

En la ciudad de Guaranda, capital de la provincia Bolívar, República del Ecuador, hoy día siete de Febrero del año dos mil veintitrés ante mi Abogado HENRY ROJAS NARVAEZ, Notario Público Tercero del Cantón Guaranda, comparece MAYRA ALEJANDRA NARANJO LOMBEIDA, soltera por sus propios derechos con celular 0993304443. La compareciente es de nacionalidad ecuatoriana, mayor de edad, hábil e idónea para contratar y obligarse a quien de conocerla doy fe en virtud de haberme exhibido sus documentos de identificación y con su autorización se ha procedido a verificar la información en el Sistema Nacional de Identificación Ciudadana, bien instruidas por mí el Notario con el objeto y resultado de esta escritura pública a la que procede libre y voluntariamente, advertido de la gravedad del juramento y las penas de perjurio, me presentan su declaración Bajo Juramento dicen: Declaro que el trabajo de investigación titulado: "PRIORIZACIÓN DE LOS EVENTOS PELIGROSOS QUE OCASIONARÍAN DAÑOS EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE CHAQUISHCA DE LA CIUDAD DE GUARANDA, PROVINCIA DE BOLIVAR EN EL AÑO 2021" Previo a la obtención del título de Ingeniera en Administración para Desastres y Gestión del riesgo de la Universidad Estatal de Bolívar, es de mi autoría este documento no ha sido previamente presentado por ningún grado de calificación profesional; y , que las referencias bibliográficas que incluyen han sido consultadas por la autora HASTA AQUÍ LA DECLARACION La misma que queda elevada a escritura pública con todo su valor legal. Para el otorgamiento de la presente escritura pública se observaron todos los preceptos legales del caso, leída que le fue a la compareciente por mí el Notario en unidad de acto, aquella se ratifica y firman conmigo en unidad de acto, quedando incorporado al protocolo de esta Notaria la presente declaración de todo lo cual doy Fe.



MAYRA ALEJANDRA NARANJO LOMBEIDA
C.C. 0202365599

MSC. AB. HENRY ROJAS NARVAEZ
Notario Tercero
del Cantón Guaranda



AB. HENRY ROJAS NARVAEZ
NOTARIO PUBLICO TERCERO DEL CANTON GUARANDA

El Nota..



I. CERTIFICACIÓN DEL TUTOR/A

Guaranda, 13 de mayo de 2022

Ing. Paul Sánchez Franco

DOCENTE – TUTOR

CERTIFICA:

Que el proyecto de integración curricular: “Priorización de los eventos peligrosos que ocasionarían daños en la Planta de Tratamiento de Agua Potable de Chaquishca de la ciudad de Guaranda, provincia Bolívar.”. Realizado por la Srta.: Mayra Alejandra Naranjo Lombeida con C.I 0202365599 ha sido debidamente revisado y realizado de acuerdo con las observaciones dadas durante las asesorías; y reúne los requisitos académicos y legales establecidos en el reglamento de titulación de la Facultad de Ciencias de la Salud y del Ser Humano.

Por lo que autorizo la presentación para la aprobación respectiva de acuerdo con el trámite correspondiente en la Facultad para su revisión, calificación y sustentación.

Ing. Paúl Sánchez Franco

DOCENTE-TUTOR

II. DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios por darme la fortaleza y la sabiduría, a mis padres Mercedes y Diego por todo el apoyo, esfuerzo y sacrificio en estos años de estudio y sobre todo sobre los valores inculcados, a mis hermanas Daniela, María José y Paula, a mi hermano Diego, a mi sobrina Alisson por el apoyo y consejos para salir adelante.

A Luis Fernando por todo su amor, protección, soporte y por las palabras de aliento en los momentos de desesperación.

Al Ing. Paul Sánchez Franco por todas las enseñanzas, mi guía para la realización de este trabajo y ser mi ejemplo a seguir.

III. AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por bendecirme, fortalecerme y darme la sabiduría para seguir adelante pese a los obstáculos que se han presentado.

A mis padres y hermanas que han sido un pilar fundamental para lograr mis objetivos y sobre todo por ser mí apoyo para culminar mis estudios.

A Luis Fernando por su amor incondicional, impulso y acompañarme en todo el transcurso para culminar este objetivo. Gracias por caminar de mi mano en mis procesos.

A mis amigos y personas quienes me apoyaron a lo largo de este proceso.

Al Ing. Paul Sánchez Franco por las enseñanzas impartidas, por la motivación y ser la guía para la culminación de este trabajo.

IV. ÍNDICE GENERAL

I. CERTIFICACIÓN DEL TUTOR/A	1
II. DEDICATORIA	2
III. AGRADECIMIENTO	3
IV. ÍNDICE GENERAL	4
V. RESUMEN	9
VI. INTRODUCCIÓN	8
CAPÍTULO I	10
1. EL PROBLEMA.....	10
1.1 Planteamiento del problema	10
1.2 Formulación del problema	12
1.3 OBJETIVOS	12
1.3.1 Objetivo General.....	12
1.3.2 Objetivos Específicos	12
1.4 Justificación	13
1.5. Limitaciones	14
CAPÍTULO II.....	15
2. MARCO TEÓRICO	15
2.1. Antecedentes históricos	15
2.1.1 Impactos de los desastres en los servicios de agua	16
2.2. Antecedentes referenciales	16
2.3. Bases teóricas	17
2.3.1. Eventos peligrosos	17
2.3.2. Geológicos	17
2.3.3. Sismos	17
2.3.4. Erupciones volcánicas (presencia de ceniza volcánica)	18

2.3.5. Deslizamientos	18
2.3.6. Hidrometeorológicas	19
2.3.7. Lluvia	19
2.3.8. Sequias	19
2.3.9. Tecnológicos	20
2.3.10. Materiales peligrosos	20
2.3.11. Fuga	21
2.3.12. Incendio	21
2.3.13. Derrame	21
2.3.14. Explosión	21
2.3.15. Planta de tratamiento	22
2.3.16. Ubicación geográfica	22
2.3.17. Geomorfología	22
2.3.18. Área de construcción	23
2.3.19. Tamaño de tanques y elementos de la planta	23
2.3.20. Elementos de la planta	23
2.3.21. Torre de aireación	23
2.3.22. Sedimentación	24
2.3.23. Desinfección	24
2.3.24. Cloración	25
2.3.25. Cloto gas	25
2.3.26. Desarenador	28
2.3.27. Tanques de almacenamiento	28
2.3.28. Laboratorio	28
2.3.29. Tipo de material de construcción	28
2.4. Ubicación geográfica	29
2.4.1 Contexto de la ciudad de Guaranda	29

2.4.2. Contexto de la Planta De Tratamiento de Agua Potable Chaquishca	30
2.5. MARCO LEGAL	30
2.5.1. Constitución de la Republica	30
2.5.2. Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización.....	32
2.5.3. Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Uso y Aprovechamiento del Agua y su Reglamento	35
2.5.4. Instituto Ecuatoriana de Normalización- Norma Técnica Ecuatoriana	36
2.6. Acrónimos.....	37
2.7. VARIABLES	38
2.7.1. Declaración de Variables	38
2.7.2. Operacionalización de las Variables	38
CAPITULO III.....	42
MARCO METODOLÓGICO	42
3.1. Tipo de investigación	42
4.2. Diseño	42
4.3. Técnicas de procesamiento y análisis de datos (Estadístico utilizado), para cada uno de los objetivos específicos.....	43
CAPÍTULO IV	45
ANALISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	45
4.1. Resultado según objetivo 1:	45
4.2. Resultado según objetivo 2:	50
4.3. Resultado según objetivo 3:	51
4.4. Resultado según objetivo 4:	67
CAPÍTULO V	70
5.1. CONCLUSIONES	70

5.2. RESCOMENDACIONES	71
5.3. BIBLIOGRAFÍA	72
5.4. ANEXOS	79

Índice de ilustraciones

Ilustración 1. Total Risk Evaluation System	51
Ilustración 2. Modelamiento Fuga	64
Ilustración 3 Mapa de elevación de terreno	65
Ilustración 4. Zonas de Amenaza.....	67

Índice de tablas

Tabla 1. Propiedades fisicoquímicas cloro gas	26
Tabla 2. Operacionalización de variable independiente	39
Tabla 3. Operacionalización de variable dependiente	41
Tabla 4. Total Risk Evaluation System	50
Tabla 5. Hazard Identification and Evaluation	52

Índice de anexos

Anexo 1Entrevista semiestructurada	79
Anexo 3 Lista de chequeo.....	82
Anexo 4 Total Risk Evaluation System.....	83
Anexo 5 indicadores Hazard Identification and Evaluation	84
Anexo 6 Memoria fotográfica	85

Índice de fotografías

Fotografía 1 Entrada a la Planta de tratamiento.....	85
Fotografía 2 Torre de aireación	85
Fotografía 3 Desarenador	86
Fotografía 4 Dosificación de cloro	86
Fotografía 5 Tanque de reserva	87

Fotografía 6 Tubería	87
Fotografía 7 Vista de los tanques.....	88
Fotografía 8 Válvula manual	88
Fotografía 9 Cilindros Cloro Gas	89
Fotografía 10. Sitio de funcionamiento Cloro gas.....	89
Fotografía 11. señalética.....	90
Fotografía 12. Extintor.....	90

V. RESUMEN

Los eventos peligrosos afectan a las personas, propiedad, ambiente y en algunas ocasiones perturba la continuidad de los servicios básicos que requiere los seres humanos para desarrollarse con normalidad.

El agua es uno de los elementos vitales que contribuyen al progreso de las sociedades por ello es importante adaptar medidas de reducción de riesgos que ayuden a precautelar la continuidad, abastecimiento, tratamiento y distribución de manera permanente y de calidad, tanto en situaciones normales como en emergencia.

Este trabajo de investigación está enfocado en la priorización de eventos peligrosos que podrían ocasionar daño en la planta de tratamiento de agua potable de Chaquishca de la ciudad de Guaranda, con la implementación de herramientas de evaluación de riesgos que nos permitirán alcanzar los objetivos planteados como determinar los eventos peligrosos que ocasionarían daño en la planta de tratamiento, evaluar las consecuencias de los eventos peligrosos y proponer acciones de reducción de riesgos.

Se generó matrices para la priorización de eventos peligrosos Total Risk Evaluation System creada por el Ing. Paúl Sanchez Franco, consiste en la creación de parámetros de evaluación según las variables magnitud/intensidad, daños y periodo de retorno, obteniendo un resultado de nivel de riesgo.

Hazard Identification and Evaluation, se considera distintas variables cualitativas para poder valorar la gravedad a la vida, ambiente, propiedad, velocidad del evento y probabilidad alcanzando un resultado de riesgo. Además, se realizó un modelamiento de dispersión Gaussiano de fuga de cloro gas para visualizar la afectación y como sería el evento si llegara a pasar.

Para la generación de las matrices se necesitó información de la planta de tratamiento de agua potable de Chaquishca e información de fuentes técnico-científicos encargadas del monitoreo de los distintos eventos que se producen a nivel nacional y para la elaboración del modelamiento la información del área de almacenamiento, cantidad de la sustancia y datos atmosféricos.

Posterior se realiza una propuesta para propender a la reducción de riesgos del riesgo significativo que afectaría a la PTAPCH tomando en cuenta la fuente, medio y persona, ayudando a mejorar las capacidades para la toma de decisiones y atención de emergencias de forma eficiente y rápida por parte de los trabajadores de la planta.

***Palabras claves:** eventos peligrosos, priorización, nivel de riesgo*

SUMMARY

Hazardous events affect people, property, the environment and sometimes disturb the continuity of basic services that human beings require to develop normally.

Water is one of the vital elements that contribute to the progress of societies, therefore it is important to adapt risk reduction measures that help to safeguard the continuity, supply, treatment and distribution in a permanent and quality manner, both in normal situations and in emergency.

This research work is focused on the prioritization of dangerous events that could cause damage in the Chaquishca drinking water treatment plant in the city of Guaranda, with the implementation of risk assessment tools that will allow us to achieve the objectives set, such as determining dangerous events that would cause damage to the treatment plant, evaluate the consequences of dangerous events and propose risk reduction actions.

Matrices were generated for the prioritization of hazardous events Total Risk Evaluation System created by Engineer Paul Sanchez Franco, consists of the creation of evaluation parameters according to the magnitude/intensity, damage and return period variables, obtaining a risk level result. .

Hazard Identification and Evaluation, considers different qualitative variables to be able to assess the seriousness to life, environment, property, speed of the event and the probability of reaching a risk result. In addition, a Gaussian dispersion modeling of the chlorine gas leak was carried out to visualize the affectation and what the event would be like if it were to happen.

For the generation of the matrices, information was needed from the Chaquishca drinking water treatment plant and information from technical-scientific sources in charge of monitoring the different events that occur at the national level and for the elaboration of the modeling of the information of the area of storage, quantity of the substance and atmospheric data.

Subsequently, a proposal is made to tend to reduce the risks of the significant risk that would affect the PTAPCH taking into account the source, means and person, helping to

improve the capacities for decision-making and emergency care efficiently and quickly by part of the plant workers.

Keywords: dangerous events, priority, level of risk

VI. INTRODUCCIÓN

Ecuador está expuesto a la ocurrencia de desastres naturales o antrópico-tecnológicos debido a factores que contribuyen a su dinámica, lo expone a peligros como: sismos, tsunamis, y erupciones volcánicas. Amenazas hidro climáticas como precipitaciones extensas, producen inundaciones y deslizamientos, además está afectados por eventos cíclicos como “El Niño y la Niña” producen alteraciones serias en las comunidades del Ecuador.

Por otro lado, el rápido desarrollo industrial, ha dado como consecuencia, el génesis de nuevos riesgos de origen antrópico-tecnológico, que afectan el diario vivir de las personas con daños del ambiente inclusive. Por ello el sector industrial ha tomado las medidas de seguridad necesarias, sin embargo, los accidentes pueden producirse cualquier momento.

El desarrollo de los desastres perjudica a las personas, ambiente, propiedad, deja pérdidas económicas, destrucción de líneas vitales, infraestructura estratégica, consecuencias que contribuyen al retroceso del desarrollo humano y de la sociedad. Además, activa a las instituciones de respuesta, moviliza recursos internos o en ocasiones externos para así atender las emergencias suscitadas por el desastre. El inadecuado manejo de los desastres genera que las instituciones públicas y privadas gestionen acciones de reducción de riesgos en área y poder dar continuidad de los servicios esenciales.

Las ciudades presentan un crecimiento poblacional acelerado, con ello surge la necesidad y la demanda de agua ya sea para la agricultura, industria o actividades cotidianas como el acceso personal, tomar agua, cocinar, entre otras actividades importantes. El agua es un líquido vital importante para el desarrollo de los seres vivos, la sociedad y de los ecosistemas.

Uno de los servicios indispensables para la supervivencia de las personas, seres vivos y el planeta, es el agua, debido a la importancia de este líquido hay que plasmar acciones que garanticen su continuidad en emergencias de manera segura y de calidad.

El presente trabajo se realizó en la Planta de Tratamiento de Agua Potable de Chaquishca de la ciudad de Guaranda, ubicado al NE a 6,4 km de la ciudad, en la que se realizan tres procesos; aireación, sedimentación y desinfección, posterior se conduce a los tanques de distribución ubicado en distintos puntos de la ciudad. Además de contar con una planta envasadora de agua y un laboratorio donde se realizan análisis físicos, químicos y microbiológicos.

El tratamiento de agua es uno de los procesos importantes, para que las personas adquieran agua potable de manera segura y de calidad para el consumo, el inadecuado uso de técnicas de tratamiento perjudica a los consumidores ya que no podrán realizar sus actividades cotidianas de manera normal o que presenten riesgo en su salud.

CAPÍTULO I

1. EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema

América Latina y el Caribe es la segunda región más propensa a los desastres naturales en el mundo, 152 millones de personas afectadas a causa de 1.205 desastres, las cifras de personas afectadas por el tipo de desastre; sequias 53'000.000, terremotos 14'000.000, inundaciones 41'000.000, tormentas 34'000.000 y actividad volcánica 3'000.000. Entre el 2019 y 2020, América Latina y el Caribe sufrió 75 terremotos en toda la región, con un saldo de 226.000 muertos y 339.000 heridos, afectando a 14'000.000 personas y generando aproximadamente 54 millones de dólares en daños totales. Debido a que la mayoría de los países que conforman esta región está situada en el cinturón de fuego del pacífico ocasionando la mayor parte de terremotos, Ecuador es uno de los países donde hay ciudades con alta densidad (más de 2 millones de habitantes). (OCHA, 2020)

En el periodo 2000-2019 en América Latina y el Caribe se han registrado diversos eventos de acuerdo al número de ocurrencia y el número de personas afectadas como; 548 inundaciones, 330 tormentas, 75 terremotos, 74 sequías, 66 deslizamientos de tierra, 50 temperatura extrema, 38 eventos volcánicos y 24 incendios forestales. (OCHA, 2020)

En Ecuador se han registrado desastres de todo tipo, erupciones volcánicas, incendios estructurales y forestales, deslizamientos, aluviones, terremotos, inundaciones, presenta actividad volcánica, derrame, fuga e incendio que involucra materiales peligrosos, sequia, entre otros, dejando pérdidas humanas, materiales, ambientales y pérdidas económicas.

El evento que afectó considerablemente al país, fue un terremoto de magnitud 7.8 producido el 16 de abril del 2016 con epicentro en Pedernales provincia de Manabí, se registraron aproximadamente 3.729 réplicas, 671 fallecidos, 33.757 damnificados, 35.264 viviendas afectadas, un total de 69.335 edificaciones afectadas, y pérdidas económicas estimadas en 3.344 millones de dólares, además de la movilización de recursos nacionales y extranjeros para la reconstrucción, algunos lugares que fueron asentados aún no se recuperan. (Español C. , 2017)

En la provincia Bolívar se han registrado; derrumbe 150 metros de la vía de primer orden entre Chimbo-El Cristal y 60 metros de calle adoquinada del sector Tamban, derrumbe de una mina una persona fallecida y dos personas resultaron heridas.

Aluvión en la parroquia Julio Moreno del cantón Guaranda, se produjo por la acumulación de agua y material debido a las lluvias pasadas en las sequías posterior se desbordaron ocasionando pérdidas humanas y materiales, una persona falleció, 8 viviendas fueron destruidas y otras fueron dañadas por el ingreso de sedimentos, además la Unidad Educativa, la casa parroquial y la iglesia fueron afectadas.

Además de los eventos mencionados se presentan accidentes de tránsito, incendios forestales, sismos, inundaciones debido a las formas del relieve del cantón.

El desarrollo de los eventos peligrosos genera consecuencias considerables en diferentes ámbitos como lo social, económico, ambiente, propiedad y sobre todo afectando la continuidad los servicios básicos siendo estos indispensables para el bienestar de los seres vivos.

Ningún territorio, empresa, sociedad, persona está libre de las consecuencias que provocan los desastres, tomando en cuenta registros de las afectaciones pasadas se debe realizar y proponer acciones de reducción de riesgos con el fin de disminuir la cifra de daño.

Teniendo en cuenta que el agua es vital para la supervivencia de las personas, debido al gran valor de este servicio, en situaciones de desastre se debe continuar con el abastecimiento de este suministro de agua y correcto funcionamiento de la planta de tratamiento, el inadecuado tratamiento de este suministro podría ocasionar daños a la salud de los consumidores.

La propuesta del tema planteado está enfocado en la Planta de Tratamiento de Agua Potable de Chaquishca de la ciudad de Guaranda, donde se realizan varios procesos importantes como: captación, almacena, realiza procesos de tratamiento y distribución del líquido hacia los distintos puntos de distribución de la ciudad, debido al aporte de esta infraestructura para el desarrollo de actividades diarias del ser humano y la sociedad es de gran importancia conocer los eventos que podrían causar daño en la planta de

tratamiento de agua potable de Chaquishca de la ciudad de Guaranda para poder tomar acciones en base a los resultados obtenidos.

Los administrativos, trabajadores y personas aledañas a esta infraestructura desconocen los eventos que podrían afectar y causar daños tanto a la vida, propiedad, recursos, ambiente y los diferentes procesos que se efectúan en el lugar de estudio.

1.2 Formulación del problema

¿Qué eventos peligrosos generarían daños en la estructura de la Planta de Tratamiento de Agua Potable de Chaquishca de la ciudad de Guaranda provincia Bolívar en el período 2021-2022?

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General

Conocer los eventos peligrosos que ocasionarían daños en la Planta de Tratamiento de Agua Potable de Chaquishca de la ciudad de Guaranda provincia Bolívar en el período 2021-2022.

1.3.2 Objetivos Específicos

1. Investigar los eventos peligrosos que ocasionarían daños en la Planta de Tratamiento de Agua Potable de Chaquishca de la ciudad de Guaranda.
2. Priorizar los eventos peligrosos que ocasionarían daños en la Planta de Tratamiento de Agua Potable de Chaquishca de la ciudad de Guaranda, usando la metodología TRES¹.
3. Evaluar los daños que generarían los eventos peligrosos en la Planta de Tratamiento de Agua Potable de Chaquishca de la ciudad de Guaranda, usando la metodología Hazard Identification and Evaluation.
4. Proponer acciones para que los directivos, trabajadores y la comunidad conozca los riesgos y daños que podrían afectar la Planta de Tratamiento de Agua Potable de Chaquishca de la ciudad de Guaranda.

¹ Total Risk Evaluation System

1.4 Justificación

El presente trabajo se realiza con el fin de aplicar conocimientos, habilidades y técnicas adquiridos a lo largo de la etapa académica, se eligió a la planta de tratamiento de agua potable de Chaquishca para realizar este trabajo debido a la importancia de los diversos procesos que se ejecutan en la planta de tratamiento de agua potable de Chaquishca de la ciudad de Guaranda para obtener agua apta para el consumo humano, doméstico, comercial o industrial, además de la influencia que tiene para el desarrollo de la ciudad.

Debido al desconocimiento de evento peligroso hace que la planta, trabajadores y habitantes alrededor de la misma sean más vulnerables al momento de suscitarse. Por ello se parte realizando esta investigación donde se podrá conocer los eventos peligrosos que ocasionarían daño en la planta de tratamiento para que los procesos continúen operando sin ningún problema. Utilizando metodología TRES (Total Risk Evaluation System), Hazard Identification and Evaluation, modelamiento de Dispersión Gaussiano, ente otros aspectos importantes que nos permitan cumplir los objetivos planteados.

Los resultados de esta investigación beneficiaran a la planta de tratamiento de agua potable de Chaquishca, trabajadores, autoridades tomadoras de decisiones encargadas del funcionamiento y suministro del líquido vital, sobre todo a usuarios de EP EMAPA-G.

Se contó con el apoyo de profesionales de gestión de riesgos que supervisaron y guiaron este trabajo para así obtener un mejor resultado.

1.5. Limitaciones

Las limitaciones que se han presentado a lo largo de este trabajo son:

- Se obtuvo una respuesta negativa por parte del gerente de EMAPA-G para desarrollar este proyecto, por lo que no se pudo obtener información, documentos, datos ni referencias sobre la planta de tratamiento de Chaquishca de la ciudad de Guaranda.
- Se dificultó el desarrollo de este trabajo debido a las limitaciones de instituciones para brindar información necesaria.
- Sin el apoyo de entidades se limita a desarrollar acciones en beneficio del área de estudio y la comunidad.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes históricos

En el mundo el agua ha sido un elemento importante para la creación y el progreso de las civilizaciones, se asentaban a orillas de los ríos por sus terrenos fértiles o el acceso para para la creación de canales, diques y sistemas de riego que beneficiaba a la agricultura y la ganadería. Además, se podía controlar y llevar el agua donde era necesario así se aumentaba la superficie.

Por la importancia del agua en las actividades diarias las personas iban a abastecerse de agua en ríos, vertientes, quebradas o pozos. En algunas viviendas cavaban en la superficie de la tierra hasta encontrar y formar pozos de agua, así ya no tenía que caminar largas distancias para obtener agua.

La planta de agua potable “El Placer” fue inaugurada en 1913 para abastecer a la ciudad de Quito, primera instalación de la ciudad para mejorar la calidad del líquido vital, donde se separaba las hojas, piedras y todo sedimento que llegaba con el agua desde las vertientes del volcán Pichincha, con el tiempo se ha ido modificando su estructura con capacidad de procesar 600 litros de agua por segundo actualmente ofrece el servicio de agua potable al 98,58% de la población de la ciudad con una calidad certificada del 99,98%. (Comercio, 2021)

Con el modelo establecido y la necesidad de contar con un sistema de agua potable que abastezca de agua potable a más ciudades y así satisfacer la demanda, por ello con el tiempo se fueron construyendo más plantas de tratamiento a nivel nacional como es el caso de la planta de tratamiento de agua es del “Cebollar” ubicada en la ciudad de Cuenca en el año 1951 única en abastecer de agua a la ciudad de Cuenca.

Los habitantes de la ciudad de Guaranda no contaban con un sistema de agua adecuado por lo que para abastecerse de este líquido debían trasladarse a un lugar de la ciudad denominado “La Pila” situado a pocos metros del parque central.

En la zona rural las personas se reunían para buscar ojos de agua en el páramo para así contar con uno de los elementos del sistema de agua.

2.1.1 Impactos de los desastres en los servicios de agua

2.2. Antecedentes referenciales

El agua, es un elemento importante para la comunidad, que impulsa a la creación de infraestructura adecuada para brindar un mejor servicio de agua potable debido al incremento acelerado de la población y por ello surge el incremento de la demanda. Se pretende implementar un modelo de gestión de una empresa municipal para un manejo descentralizado de la provisión de los servicios de agua potable y alcantarillado, pasar a un Modelo de administración por procesos, proveen información gerencial para definir los indicadores de gestión, que sirvan de base para la planificación de la prestación de los servicios. Una herramienta técnica cuya implementación le permitirá mejorar la dotación de los servicios y por ende elevar el grado de satisfacción del usuario. (Alvarez, 2011)

Sistema de monitoreo comunitario de calidad del agua con base en el conocimiento técnico-operativo, se aporta al fortalecimiento de capacidades locales para dar seguimiento a la calidad del agua en ríos, con los resultados obtenidos de este sistema da paso a la implementación de políticas públicas e iniciativas privadas. El fortalecimiento de conocimientos sobre los equipos de medición, métodos de toma de muestras y para la utilización del sistema aporta en el empoderamiento de las comunidades para el apto funcionamiento del sistema. (Uquillas, 2022)

Evaluación de la calidad del agua de consumo doméstico para el desarrollo de esta medida se ejecutaron parámetros físicos, químicos y microbiológicos en varios puntos del sistema de abastecimiento de agua. En estos puntos se evaluaron parámetros in situ: temperatura, conductividad, pH, oxígeno disuelto, turbidez, fue de gran ayuda la utilización de multiparámetros, mientras que algunos parámetros se realizaron en el laboratorio. Los resultados obtenidos fueron comparados con los límites permisibles, cumpliendo con la calidad del agua potable para la distribución y consumo. (Huerta, 2022)

Una buena calidad de vida de la población a través de acciones, que conlleven al desarrollo comunitario, fortalecido con el apoyo interinstitucional y colaboradores, adoptando medidas de seguridad enfocado en aportar soluciones para mejorar la salud y seguridad poblacional.

2.3. Bases teóricas

2.3.1. Eventos peligrosos

Es la manifestación de una o varias amenazas ya sean de origen natural o antrópico producidas un lugar, comunidad o empresa en un tiempo específico, generando daños que afecten el funcionamiento de la sociedad, los eventos peligrosos pueden ser de diferentes niveles (urgencia, emergencia, desastre y catástrofe), tomando en cuenta el grado de afectación a la población, sistemas y estructuras, así como la capacidad de las instituciones para responder ante un evento.

Además, existen estados de alerta blanca, amarilla, naranja y roja que se declaran antes de la proximidad del evento con base al monitoreo por parte de las instituciones técnico-científicas (INOCAR, INAMHI, IIGE, IGEPN) del país. (Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias, 2018)

2.3.2. Geológicos

Proceso que se desarrollan continuamente sobre o debajo de la superficie terrestre desencadenando catástrofes debido al desarrollo de fenómenos naturales (sismos, erupciones volcánicas, deslizamientos, hundimiento y tsunami), provocando cifras considerables de heridos, pérdidas humanas, económicos, daños a los bienes y servicios, interrumpiendo la actividad humana y el desarrollo del territorio. (Unidos, 1993)

2.3.3. Sismos

Movimiento brusco producido por la liberación de energía la cual se propaga mediante ondas que provocan el movimiento del terreno en la superficie, estos movimientos se producen en las placas tectónicas el movimiento de estas en cuyos límites se producen fuerzas de fricción, las cuales al vencerse se produce la ruptura violenta y la liberación de energía acumulada, generando así un sismo. Estos eventos se pueden detectar debido a las ondas sísmicas que provocan movimientos del suelo por donde pasan, los mismos que son registrados a través de sismógrafos. (Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias, 2018)

Hay diferentes escalas para medir un sismo las más usadas son la magnitud es la cantidad de energía liberada durante el evento sísmico y la intensidad es la forma como se siente, por las edificaciones y la población, se mide en escalas distintas, y mientras que

la Intensidad disminuye conforme la distancia a la fuente aumenta, la Magnitud es siempre la misma. (EPN, 2022)

2.3.4. Erupciones volcánicas (presencia de ceniza volcánica)

Un volcán es una abertura en la corteza terrestre a partir de la cual se producen las erupciones, cuando los volcanes entran en erupción, pueden arrojar gases calientes y peligrosos, cenizas, lava y rocas que pueden causar pérdidas desastrosas de vidas y propiedades, especialmente en áreas densamente pobladas, generando riesgo de contaminación del agua y alimentos, así como la afectación en la producción de cultivos y ganadera, comprometiendo también los servicios básicos (agua, transporte, comunicaciones) y el acceso a los servicios de salud. (Organization, 2022)

Es un proceso físico-químicos que involucra otros fenómenos generando una explosión debido a la acumulación de gases y la emisión de magma desde la superficie, estos eventos pueden ser catastróficos para las comunidades, pueblos o ciudades cercanas a los volcanes, debido al impacto y los daños que genera, evacuación de personas y animales, destrucción de bienes y servicios, contaminación del aire, agua y suelo por la presencia de ceniza, además afecta las vías respiratorias. (Editorial Etecé, 2021)

Fenómenos relacionados con la actividad volcánica:

- Caída de ceniza
- Gases volcánicos (dióxido de azufre, ácido sulfhídrico, dióxido de carbono)
- Flujos y oleajes piro clásticos
- Avalanchas
- proyectiles basálticos
- Flujos de lava
- Lahares o flujos de lodo

2.3.5. Deslizamientos

Es el desplazamiento de masas de tierra o rocas producidas en zonas montañosas o áreas inclinadas, afectando a personas, vegetación, animales, infraestructura vial y viviendas. Algunas causadas por la saturación del suelo debido a lluvias o fugas de agua, sobrecarga del terreno, deforestación, filtración y excavación. Las señales que se presentan son los agrietamientos en la parte media o alta de la ladera, levantamiento del

piso, fisuras en el pavimento, inclinación de árboles, deformaciones o rotura de muros. (Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias, 2018)

Tipos de movimientos en masa:

- Deslizamientos
- Derrumbes
- Flujos
- Solifluxión

2.3.6. Hidrometeorológicas

Procesos o fenómenos naturales de origen atmosférico (temperatura, lluvias, viento, humedad, nubosidad), hidrológico (agua) u oceanográfico (actividad en el mar) que puede causar lesiones o incluso la muerte de personas, daños materiales, económicos, ambientales e interrupción de las actividades de un territorio o sociedad. (Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias, 2018)

2.3.7. Lluvia

Son precipitaciones de agua de manera líquida que caen de manera continua y a gran velocidad sobre la superficie, según el tamaño de las gotas se clasifican en llovizna, lluvia o chubasco. Este fenómeno depende de factores como la presión, temperatura y la humedad atmosférica. (SNPC, 2021)

Por su intensidad se clasifican en:

- Fuertes (entre 15 y 30 mm/h)
- Muy fuertes (entre 30 y 60 mm/h)
- Torrenciales (>60 mm/h)

Durante la temporada invernal es más probable que ocurran las inundaciones debido a la acumulación de agua o saturación del suelo en un territorio determinado, estas se producen en zonas costeras o bajas debido a la topografía del lugar.

2.3.8. Sequías

Es un fenómeno de origen natural con un desarrollo lento, consiste en la ausencia total o parcial de lluvias en la superficie este evento afecta gravemente a los seres vivos por la falta o escases de agua, provoca pérdida de cultivos, falta de alimentos y agua para el

consumo, desnutrición, muerte de animales y plantas. En esta época del año hay un mayor riesgo de incendios forestales debido a la deshidratación del suelo y la vegetación provocando contaminación ambiental debido a la emanación de CO₂. (SNGRE, 2018)

Tipos de sequías

- Meteorológica: disminución de las precipitaciones.
- Agrícola: déficit de humedad del suelo.
- Hidrológica: disminución de agua superficial y subterránea.
- Socioeconómica: escases de agua y pérdidas económicas.

2.3.9. Tecnológicos

Son desastres que pueden llegar a ser catastróficos provocados por las actividades por el hombre, debido a la manipulación, almacenamiento y transporte de sustancias químicas que incluyen en los diversos procesos industriales. Las consecuencias de estos eventos afectan a las personas, propiedad, economía, industria, ambiente y el desarrollo de la sociedad. (INDECI, 2022)

2.3.10. Materiales peligrosos

Son sustancias sólidas, líquidas y gaseosas, productos que tienen la capacidad de provocar daños y generar riesgo para la salud de las personas, la seguridad y los bienes cuando son transportados, almacenados y utilizados en la industria o actividades cotidianas. La cantidad de la sustancia a manipular y la clase de químico es importante para determinar el tipo de riesgo que se puede desarrollar en un lugar o territorio determinado, además las personas que vayan a manejar dichos productos deben cumplir con el equipo de protección adecuado. (USAID, 2022)

Clasificación de materiales peligrosos

- Clase 1: Explosivos
- Clase 2: Gases
- Clase 3: Líquidos inflamables
- Clase 4: Sólidos inflamables
- Clase 5: Oxidantes y Peróxidos orgánicos
- Clase 6: Materiales tóxicos y Sustancias infecciosas
- Clase 7: Materiales radioactivos
- Clase 8: Materiales corrosivos

- Clase 9: Materiales peligrosos misceláneos

2.3.11. Fuga

Es la liberación espontánea de una sustancia gaseosa, el nivel de riesgo depende de las características de cada producto, los procesos en los que se utilicen, circunstancias en las que se encuentra almacenado, transportado y manipulado, además se considera las condiciones climáticas del lugar debido a que las sustancias se alteran debido a la presión o temperatura. Estos eventos pueden desencadenar incendios o explosiones provocando destrucción en su totalidad de los elementos cercanos expuestos. (INDECI, 2022)

2.3.12. Incendio

Para que se origine un incendio se considera tres componentes, los combustibles en este caso son sustancias sólidas, líquidos y gases inflamables, el oxígeno y la fuente de calor, la fase combustión dependen básicamente de las propiedades físicas y químicas del material de que se trate, se producen en el trabajo, industrias, lugares de almacenamiento y manipulación de productos, estos eventos se producen debido al descuido de las personas, inadecuado sistema de seguridad, no siempre cuentan con medidas para prevenirlo o protegerse. (Grant, 2022)

2.3.13. Derrame

Salida accidental de productos químicos como el gas o sustancias líquidas por un orificio o una abertura producidos en su contenedor hacia el suelo, cuerpos de agua o aire. Se debe considerar la Peligrosidad de los productos químicos, volúmenes, características de las instalaciones y condiciones climáticas del sitio, para atender estos eventos se necesitan equipos de seguridad y elementos de protección personal que se requieren para la atención de una situación de emergencia. (posipedia, 2020)

2.3.14. Explosión

Cuando una sustancia química es sometida a una transformación química extremadamente rápida, produce grandes cantidades de gases y calor, se expanden a velocidades extremadamente altas, lo que provoca el desplazamiento del aire circundante y el aumento de la presión atmosférica. Muchas de las sustancias son sensibles al calor,

choque y fricción. Según la rapidez y sensibilidad de productos, puede haber dos tipos de explosiones: la detonación y la deflagración. (INDECI, 2022)

2.3.15. Planta de tratamiento

Instalaciones adecuadas donde se realizan un conjunto de procesos para alcanzar las características físicas, químicas y bacteriológicas del agua, mejorando la calidad por razones estéticas y de salud pública, son diseñadas para tratar aguas superficiales o subterráneas con el fin de remover turbiedad, sustancias químicas, sedimentos o contaminantes presentes en el agua, resultando apto para la distribución y el consumo sin generar daño a los consumidores. (Organización Panamericana de la Salud, 2003)

Las plantas de tratamiento de agua potable se construyen en acero, mampostería o concreto, cerca de los yacimientos de agua para purificarla, tratarla y posterior a su distribución para el consumo de comunidades o ciudades, estas son construidas bajo normas que certifican el cumplimiento de estándares y estén diseñadas para un óptimo funcionamiento. (Acuatecnica, 2016)

Las plantas de tratamiento usan sustancias químicas para la coagulación (polímeros), ajuste del pH o control de la corrosión (cal), desinfección u oxidación (cloro gaseoso, hipoclorito, ozono o permanganato de potasio). (Organización Panamericana de la Salud, 2003)

2.3.16. Ubicación geográfica

Permite la identificación de un lugar determinado dentro del planeta tierra mediante el uso de mapas, coordenadas, brújulas o sistemas de geolocalización que permitan la localización de un punto en la superficie terrestre. (Significados, 2022)

2.3.17. Geomorfología

Estudia las formas de la superficie terrestre y los procesos que las generan, las formas de la superficie es el resultado de un balance dinámico que evoluciona en el tiempo entre procesos constructivos y destructivos. La geomorfología está relacionada con la geografía de los distintos lugares de estudio, así como la geografía humana esto se refiere a los riesgos naturales y la acción humana en el medio. (UDC, 2022)

Factores desencadenantes de los procesos geomorfológicos:

- Factores geográficos: relieve, suelo, clima (presión, temperatura y vientos) y el agua.
- Factores bióticos: vegetación y animales.
- Factores geológicos: tectónica de placas, erosión, lluvia y aguas subterráneas.
- Factores antrópicos: acción del hombre.

2.3.18. Área de construcción

Metros cuadrados de la superficie de un terreno donde se construye una estructura realizando diversos procesos para llegar a obtener el resultado deseado con todos los elementos necesarios para su funcionamiento. La construcción consiste en un proyecto que avanza a lo largo de varias fases, antes de la fase de construcción se elaboran estudios, mapas, planos y un presupuesto. Además, se acogen a las normas ecuatorianas de construcción y a la planificación estratégica de la ciudad. (Ferrovial, 2022)

2.3.19. Tamaño de tanques y elementos de la planta

El tamaño de los tanques depende de la cantidad de agua que ingresa a las instalaciones de la planta, los tanques sirven para almacenar el agua tratada con los diferentes procesos de desinfección posterior a ello distribuir.

2.3.20. Elementos de la planta

Los elementos de la planta de tratamiento de agua potable son estructuras, instalaciones, procedimientos o procesos que se deben seguir, ejecutar para el cumplimiento de parámetros establecidos con el fin de obtener agua potable de calidad apta para el consumo.

2.3.21. Torre de aireación

La aireación es un proceso que se ejecuta para oxigenar el agua, remover olores, gases disueltos y disminución de sustancias volátiles, consiste en una torre donde ingresa el agua cruda mediante tuberías a varias bandejas donde se distribuye y empieza el proceso, existe un carbón denominado coque que ayuda a oxidar el hierro y el manganeso, así como eliminar o absorber los gases volátiles que tiene el agua como el dióxido de carbono, sulfuro de hidrógeno y ayuda a la oxigenación del agua mejorando el agua para continuar con la siguiente fase. (Plásticos BYR, 2021)

2.3.22. Sedimentación

Proceso que consiste en la separación de sólidos (arena, arcilla o lodo) que se encuentran en suspensión en el agua caen al fondo del tanque, proceso que ocurre de forma natural debido a la gravedad para la obtención de agua más pura, las partículas más grandes o más pesadas que el agua tendrán una mayor capacidad de sedimentación, además influye la viscosidad del líquido, a mayor viscosidad mayor capacidad y velocidad para realizar este proceso. (García, 2018)

- Zona de entrada: el agua ingresa de manera controlada para no provocar turbiedad.
- Zona de sedimentación: el agua debe estar uniforme y debe adoptar un estado lento para facilitar que las partículas caigan en el fondo del tanque.
- Zona de lodos: sitio donde se deposita las partículas del agua para ser extraídas.
- Zona de salida: área donde el agua sale de este proceso.

2.3.23. Desinfección

Proceso con el fin de eliminar los microorganismos y agentes infecciosos existentes en el agua mediante la utilización de productos físicos y químicos específicos para la desinfección, si estos microorganismos no son eliminados el agua no es potable y es susceptible a causar enfermedades. La mezcla de los varios procesos de purificación del agua (oxidación, coagulación, sedimentación, desinfección, filtración), se utiliza con el fin de obtener agua potable libre de contaminantes que se pudieran producir en la red de distribución. (lenntech, 2022)

Para determinar la calidad del agua apta para el consumo se realizan análisis para el cumplimiento de parámetros como color, turbiedad, cloro residual, etc, establecidos en la norma vigente.

A continuación, se enlistan algunos compuestos que se utilizan en este proceso:

2.3.23.1. Compuestos químicos

- Cloro (Cl₂)
- Dióxido de Cloro (ClO₂)
- Hipoclorito (OCl⁻)
- Ozono (O₃)
- Halógenos: Bromo (Br₂), Iodo (I)
- Cloruro de Bromo (BrCl)

- Metales: cobre (Cu²⁺), plata (Ag⁺)
- Permanganato potasico (KMnO₄)
- Fenoles
- Alcoholes
- Jabones y detergente
- Sales de amonio
- Peroxido de Hidrogeno
- Distintas ácidos y bases

2.3.23.2. Compuestos físicos

- Luz Ultravioleta (UV)
- Radiación electrónica
- Rayos Gamma
- Sonido
- Calor

2.3.24. Cloración

Método de desinfección más usado en las plantas de tratamiento de agua potable a nivel mundial debido a sus propiedades efectivas, se puede agregar al agua como una desinfección primaria como la pre-cloración, entre la sedimentación y la filtración, o como un paso de tratamiento final antes de la distribución y desinfección secundaria dentro de las redes de distribución para evitar la contaminación. (SSWM, 2020)

2.3.25. Cloto gas

Es de olor picante y color amarillo verdoso, tiende a depositarse en zonas bajas o en espacios confinados, tiene un nivel de toxicidad muy alta, sustancia altamente peligrosa para la salud, afecta nariz, ojos y vías respiratorias. La presencia de cloro en la atmósfera es, hasta cierto punto, detectable debido a su olor característico y a sus propiedades irritantes. Incompatible con algunas sustancias ya que reacciona violentamente, hace ignición al contacto con halocarbonos, metales, no metales y carburos. (SURA, 2011)

Inhalación: Es la vía principal de exposición, el cloro es un irritante de las vías respiratorias muy agresivo ya que forma ácido clorhídrico y ácido hipocloroso en presencia de humedad de las mucosas. Concentraciones en el aire de 0.014 a 0.097 ppm causa cosquilleo en la nariz y garganta, de 0.1 a 0.3 ppm causa comezón y sequedad de

nariz y garganta, de 0.35 a 0.72 ppm causa quemadura de la conjuntiva y dolor después de 15 min., arriba de 1.0 ppm causa irritación ocular y respiratoria con tos, respiración corta y dolor de cabeza, de 1 a 3 ppm causa irritación de las membranas mucosas medias. Con 10 ppm se puede causar severa irritación del tracto respiratorio alto y los ojos. Con 15 ppm se puede causar tos muy intensa. Con 30 ppm causa dolor de pecho intenso, disnea, tos muy intensa y vómito, con 46 a 60 ppm causa neumonía química y edema pulmonar, con 430 ppm es fatal después de 30 min., con 1,000 ppm es letal (paro respiratorio y la muerte) en pocos segundos. Si alguien sobrevive a una exposición aguda a cloro, usualmente se recupera sin secuelas.

2.3.25.1. *Propiedades Fisicoquímicas*

- Estado físico: Gas / líquido
- Color: Amarillo verdoso / ámbar
- Olor (olor umbral 0.31 ppm en aire): Picante, irritante, sofocante

Tabla 1. Propiedades fisicoquímicas cloro gas

Temperatura de ebullición	-34.05 ° C a 1 atm
Temperatura de fusión	-101.00° C a 1 atm
Temperatura de inflamación	El cloro es un material no inflamable en el aire, pero mantiene la combustión.
Temperatura de autoignición	
L.s. inflamabilidad-explosividad	
L.i. inflamabilidad-explosividad	Forma mezclas explosivas con el hidrógeno y otros gases inflamables
Calor de combustión	
Calor de vaporización	68.8 cal/gr (-34.05° C, 1 atm)
Calor de fusión:	22.8 cal/gr
Capacidad calorífica	0.473 KJ / Kg °C
Capacidad calorífica:	0.473 KJ / Kg °C
DENSIDAD DE VAPOR (aire = 1)	2.482 (0° C, 1 atm)
DENSIDAD RELATIVA (agua = 1)	1.468 (0° C)
Densidad del gas seco	3.209 gr / cc (0° C, 1 atm)
Densidad del liquido	1.468 gr / cc (0° C, 1 atm)
Relación gas / líquido	463.8 litros (0° C, 1 atm)
Coeficiente de expansión	21.9 %
Solubilidad en agua	7.1 gr / l (20° C, 1 atm)
Presión de vapor	6.62 atm (25° C)
% De volatilidad (por volumen)	100%

Elaborado por: Mayra Naranjo

Fuente: MSDS Mexxichem

2.3.25.2. Clasificación SCT o DOT

Descripción: cloro, gas licuado a presión y temperatura.

Clasificación: gas tóxico, venenoso o cloro (opcional), clase 2, división 3

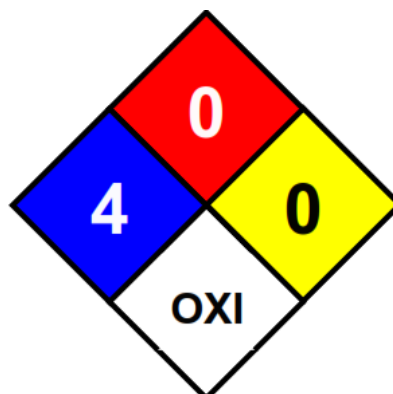
Etiqueta del envase o embalaje:



Rombo de identificación en transporte: UN 1017



Rombo para el almacenamiento}. Sistema NFPA 704



2.3.26. Desarenador

Son estructuras diseñadas para remover partículas como la arena, arcilla y cualquier tipo de sedimento presente en el agua que ingresa a la planta desde las fuentes de captación o cualquier otro medio,

2.3.27. Tanques de almacenamiento

Estructuras diseñadas con la capacidad de almacenar la cantidad de agua tratada antes de su distribución o en momentos que hay poca demanda de este líquido por lo general en la noche o cuando muchas personas la requieren al mismo tiempo, estos tanques son suministros de agua para emergencias o reserva temporal cuando hay interrupciones como fallas en los equipos o roturas en las líneas de conducción. (Pérez, 2020)

2.3.28. Laboratorio

Lugar que se encuentra equipado con herramientas necesarios para realizar experimentos, investigaciones o varios análisis de origen físico-químicas y microbiológicas mediante métodos para determinar la calidad del agua, cumpliendo la normativa vigente NTE INEN 1108 esta norma establece los requisitos que debe cumplir el agua potable para el consumo humano. (INFOM, 2022)

2.3.29. Tipo de material de construcción

Son elementos, productos o materias primas que son empleados para la construcción de obras, sin importar su composición, forma, método constructivo, equipos o mano de obra que se utilice para su colocación, los materiales de construcción tienen algunas características tales como duros, resistentes, rígidos, capacidad para aislar o absorber el sonido y resistentes. (keobra, 2020)

2.3.29.1. Clasificación por sus propiedades:

- Pétreos
- Cerámicas y vidrios
- Metálicos
- Aglutinantes
- Plástico o sintético

2.3.29.2. Hormigón

Material de construcción formado por una mezcla entre varios materiales como el cemento, arena, piedras y el acero se utiliza como refuerzo, este compuesto se usa en la construcción de edificaciones grandes o pequeñas debido a sus propiedades y los resultados que se han visto, debido a su maleabilidad y su secado. (CHRYSO, 2020)

2.3.29.3. Plástico

Material constituido por compuestos orgánicos o sintéticos con la propiedad de ser moldeados y adaptarlos a diferentes formas a una cierta compresión y temperatura mediante un proceso químico llamado polimerización. Algunos de estos productos es el PET, PVC, PS, PP. (Responsabilidad Social y Sustentabilidad , 2021)

2.3.29.4. Madera

Materia prima, renovable, económica y fácil de trabajar se forma de los troncos de los árboles con sus características flexible, resistente, térmico, densa o muy liviana, combustible, se emplea en construcciones dando a la infraestructura una calidez y protección ancestral. (Uriarte, 2020)

2.4. Ubicación geográfica

2.4.1 Contexto de la ciudad de Guaranda

La ciudad de Guaranda es la capital de la provincia Bolívar, está ubicada a 2.668 msnm, se conoce como la “ciudad de las siete colinas” por estar rodeado de siete colinas (San Jacinto, Loma de Guaranda, San Bartolo, Cruz loma, Tililag, Talalag y el Mirador), cuenta con 3 parroquias urbanas y 8 parroquias rurales, la temperatura promedio es de 13.5 °C, tiene una extensión de 1.897,8 km² y una superficie de 189.2 km².

Límites

- **Norte:** provincias de Tungurahua y Cotopaxi
- **Sur:** cantones San José de Chimbo y San Miguel de Bolívar
- **Este:** provincias de Chimborazo y Tungurahua
- **Oeste:** cantones Las Naves, Echeandía y Caluma.

Para el cantón de Guaranda se determinó un caudal de 7367,485 litros por segundo, beneficiando a 209.221 personas, lo que representa 27,67% del total concesionado y favorece al 51,45% del total de habitantes de la provincia. En los últimos 5 años ha

obtenido un total de 90 concesiones de agua, favoreciendo a una población actual de 13.552 habitantes, con un caudal promedio de 0,223 lt/s. (Guaranda, 2020)

En la ciudad de Guaranda se han presentado diferentes eventos peligrosos afectando

2.4.2. Contexto de la Planta De Tratamiento de Agua Potable Chaquishca

La planta de tratamiento se ubica en Chaquishca perteneciente a la parroquia de Guanujo a 3 kilómetros del centro de la ciudad de Guaranda, en este lugar se potabiliza el agua que es de origen subterráneo o freático, aflora en las estribaciones del volcán Chimborazo, aproximadamente 36 vertientes que son captadas a cielo cerrado, hechas de hormigón las cuales se van empatando con la tubería que conecta los tanques rompe presión, las mismas que se unen a la matriz o línea que conduce a la planta ubicada en Chaquishca.

La cantidad de agua en época de invierno es de 120-135 lt/s y en verano 90 lt/s aproximadamente, se realizan tres procesos de tratamiento; aireación, sedimentación y desinfección, posterior en el laboratorio se realizan las pruebas para comprobar el cumplimiento de 33 parámetros establecidos en la normativa. De los tanques de la planta se conecta a la línea de transmisión la cual distribuye a los tanques para después repartir a toda la ciudad.

Además, cuenta con una planta envasadora de agua.

2.5. MARCO LEGAL

Este proyecto de investigación se sustenta en;

2.5.1. Constitución de la Republica

Sección Cuarta: Gestión de Riesgos

Art.389.- El estado protegerá a las personas, las colectividades y la naturaleza frente a los efectos negativos de los desastres de origen natural o antrópico mediante la prevención ante el riesgo, la mitigación de desastres, la recuperación y mejoramiento de las condiciones sociales, económicas y ambientales, con el objetivo de minimizar la condición de vulnerabilidad.

El sistema nacional descentralizado de gestión de riesgos está compuesto por las unidades de gestión de riesgo de todas las instituciones públicas y privadas en los ámbitos local, regional y nacional. El estado ejercerá la rectoría a través de los organismos técnicos establecido en la ley, tendrán como funciones principales, entre otras;

1. Identificar los riesgos existentes y potenciales, internos y externos que afectan al territorio ecuatoriano.
2. Generar, democratizar el acceso y difundir información suficiente y oportuna para gestionar adecuadamente el riesgo.
3. Asegurar que todas las instituciones públicas y privadas incorporen obligatoriamente, y en forma transversal, la gestión de riesgos en su planificación y gestión.
4. Fortalecer en la ciudadanía y en las entidades públicas y privadas capacidades para identificar los riesgos inherentes a sus respectivos ámbitos de acción, informar sobre ellos, e incorporar acciones tendientes a reducirlos.
5. Articular las instituciones para que coordinen acciones a fin de prevenir y mitigar los riesgos, así como para enfrentarlos, recuperar y mejorar las condiciones anteriores a la ocurrencia de una emergencia o desastre.
6. Realizar y coordinar las acciones de los efectos negativos derivados de desastres o emergencias en el territorio nacional.
7. Garantizar el financiamiento suficiente y oportuno para el funcionamiento del sistema y coordinar la cooperación internacional dirigida a la gestión de riesgos. (Asamblea Constituyente, 2011)

Art.390.- Los riesgos se gestionarán bajo el principio de descentralización subsidiaria, que implica la responsabilidad directa de las instituciones dentro de su ámbito geográfico. Cuando sus capacidades para la gestión del riesgo sean insuficientes, las instancias de mayor ámbito territorial y mayor capacidad técnica y financiera brinda el apoyo necesario con respeto a su autoridad en el territorio y sin relevarlos de su responsabilidad. (Asamblea Constituyente, 2011)

CAPÍTULO 2: Derechos del buen vivir

SECCIÓN 1: Agua y alimentación

Art.112.- El derecho humano al agua es fundamental e irrenunciable. El agua constituye patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida. (Asamblea Constituyente, 2011)

CAPÍTULO 5: Sectores estratégicos, servicios y empresas públicas

Art.318.- El agua es patrimonio nacional estratégico de uso público, dominio inalienable e imprescriptible del Estado, y constituye un elemento vital para la naturaleza y para la existencia de los seres humanos. Se prohíbe toda forma de privatización del agua.

La gestión del agua será exclusivamente pública o comunitaria. El servicio público de saneamiento, el abastecimiento de agua potable y el riego serán prestados únicamente por personas jurídicas estatales o comunitarias.

El Estado fortalecerá la gestión y funcionamiento de las iniciativas comunitarias en torno a la gestión del agua y la prestación de los servicios públicos, mediante el incentivo de alianzas entre lo público y comunitario para la prestación de servicios.

El Estado, a través de la autoridad única del agua, será el responsable directo de la planificación y gestión de los recursos hídricos que se destinarán a consumo humano, riego que garantice la soberanía alimentaria, caudal ecológico y actividades productivas, en este orden de prelación. Se requerirá autorización del Estado para el aprovechamiento del agua con fines productivos por parte de los sectores público, privado y de la economía popular y solidaria, de acuerdo con la ley. (Asamblea Constituyente, 2011)

2.5.2. Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización.

Capítulo IV: Del ejercicio de las competencias constitucionales.

Art. 137.- Ejercicio de las competencias de prestación de servicios públicos.

- Las competencias de prestación de servicios públicos de agua potable, en todas sus fases, las ejecutarán los gobiernos autónomos descentralizados municipales con sus respectivas normativas y dando cumplimiento a las regulaciones y políticas nacionales establecidas por las autoridades correspondientes. Los servicios que se presten en las parroquias rurales se deberán coordinar con los gobiernos autónomos descentralizados de estas jurisdicciones territoriales y las organizaciones comunitarias del agua existentes en el cantón.

Los gobiernos autónomos descentralizados municipales planificarán y operarán la gestión integral del servicio público de agua potable en sus respectivos

territorios, y coordinarán con los gobiernos autónomos descentralizados regional y provincial el mantenimiento de las cuencas hidrográficas que proveen el agua para consumo humano. Además, podrán establecer convenios de mancomunidad con las autoridades de otros cantones y provincias en cuyos territorios se encuentren las cuencas hidrográficas que proveen el líquido vital para consumo de su población.

Los servicios públicos de saneamiento y abastecimiento de agua potable serán prestados en la forma prevista en la Constitución y la ley. Se fortalecerá la gestión y funcionamiento de las iniciativas comunitarias en torno a la gestión del agua y la prestación de los servicios públicos, mediante el incentivo de alianzas entre lo público y lo comunitario. Cuando para la prestación del servicio público de agua potable, el recurso proviniere de fuente hídrica ubicada en otra circunscripción territorial cantonal o provincial, se establecerán con los gobiernos autónomos correspondientes convenios de mutuo acuerdo en los que se considere un retorno económico establecido técnicamente.

Las competencias de prestación de servicios públicos de alcantarillado. Depuración de aguas residuales, manejo de desechos sólidos, y actividades de saneamiento ambiental, en todas sus fases, las ejecutarán los gobiernos autónomos descentralizados municipales con sus respectivas normativas. Cuando estos servicios se presten en las parroquias rurales se deberá coordinar con los gobiernos autónomos descentralizados parroquiales rurales.

La provisión de los servicios públicos responderá a los principios de solidaridad, obligatoriedad, generalidad uniformidad, eficiencia, responsabilidad, universalidad, accesibilidad, regularidad, continuidad y calidad. Los precios y tarifas de estos servicios serán equitativos, a través de tarifas diferenciadas a favor de los sectores con menores recursos económicos, para lo cual se establecerán mecanismos de regulación y control, en el marco de las normas nacionales.

De manera complementaria y sin perjuicio de lo anterior, los gobiernos autónomos descentralizados parroquiales rurales gestionarán, coordinarán y administrarán los servicios públicos que le sean delegados por los gobiernos autónomos descentralizados municipales. Vigilarán con participación ciudadana la ejecución de las obras de infraestructura y la calidad de los servicios públicos existentes en su jurisdicción.

Los gobiernos autónomos descentralizados municipales realizarán alianzas con los sistemas comunitarios para gestionar conjuntamente con las juntas

administradoras de agua potable y alcantarillado existentes en las áreas rurales de su circunscripción. Fortaleciendo el funcionamiento de los sistemas comunitarios. Los gobiernos autónomos descentralizados municipales podrán delegar las competencias de gestión de agua potable y alcantarillado a los gobiernos parroquiales rurales.

Todas las instancias responsables de la prestación de los servicios deberán establecer mecanismos de control de calidad y los procedimientos de defensa de los consumidores y consumidoras; y las sanciones por vulneración de estos derechos, la reparación e indemnización por deficiencias, daños o mala calidad de bienes y servicios, y por la interrupción de los servicios públicos que no fuera ocasionada por caso fortuito o fuerza mayor. (COOTAD, 2010)

Art.140.- Ejercicio de la competencia de gestión de riesgos. - La gestión de riesgos que incluye las acciones de prevención, reacción, mitigación, reconstrucción y transferencia, para enfrentar todas las amenazas de origen natural o antrópico que afecten al territorio se gestionarán de manera concurrente y de forma articulada por todos los niveles de gobierno de acuerdo con las políticas y los planes emitidos por el organismo nacional responsable, de acuerdo con la Constitución y la ley.

Los gobiernos autónomos descentralizados municipales adoptarán obligatoriamente normas técnicas para la prevención y gestión de riesgos en sus territorios con el propósito de proteger las personas, colectividades y la naturaleza, en sus procesos de ordenamiento territorial.

Para el caso de riesgos sísmicos los Municipios expedirán ordenanzas que reglamenten la aplicación de normas de construcción y prevención.

La gestión de los servicios de prevención, protección, socorro y extinción de incendios, que de acuerdo con la Constitución corresponde a los gobiernos autónomos descentralizados municipales, se ejercerá con sujeción a la ley que regule la materia. Para tal efecto, los cuerpos de bomberos del país serán considerados como entidades adscritas a los gobiernos autónomos descentralizados municipales, quienes funcionarán con autonomía administrativa y financiera, presupuestaria y operativa, observando la ley especial y normativas vigentes a las que estarán sujetos. (COOTAD, 2010)

2.5.3. Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Uso y Aprovechamiento del Agua y su Reglamento

CAPITULO III

DERECHOS DE LA NATURALEZA

Art. 64.- Conservación del agua. La naturaleza o Pacha Mama tiene derecho a la conservación de las aguas con sus propiedades como soporte esencial para todas las formas de vida.

En la conservación del agua, la naturaleza tiene derecho a:

- a) La protección de sus fuentes, zonas de captación, regulación, recarga, afloramiento y cauces naturales de agua, en particular, nevados, glaciares, páramos, humedales y manglares;
- b) El mantenimiento del caudal ecológico como garantía de preservación de los ecosistemas y la biodiversidad;
- c) La preservación de la dinámica natural del ciclo integral del agua o ciclo hidrológico;
- d) La protección de las cuencas hidrográficas y los ecosistemas de toda contaminación; y,
- e) La restauración y recuperación de los ecosistemas por efecto de los desequilibrios producidos por la contaminación de las aguas y la erosión de los suelos.

Sección Segunda

Objetivos de Prevención y Control de la Contaminación del Agua

Art. 79.- Objetivos de prevención y conservación del agua. - La Autoridad Única del Agua, la Autoridad Ambiental Nacional y los Gobiernos Autónomos Descentralizados, trabajarán en coordinación para cumplir los siguientes objetivos:

- a) Garantizar el derecho humano al agua para el buen vivir o sumak kawsay, los derechos reconocidos a la naturaleza y la preservación de todas las formas de vida, en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado y libre de contaminación;
- b) Preservar la cantidad del agua y mejorar su calidad;
- c) Controlar y prevenir la acumulación en suelo y subsuelo de sustancias tóxicas, desechos, vertidos y otros elementos capaces de contaminar las aguas superficiales o subterráneas;
- d) Controlar las actividades que puedan causar la degradación del agua y de los ecosistemas acuáticos y terrestres con ella relacionados y cuando estén degradados disponer su restauración;
- e) Prohibir, prevenir, controlar y sancionar la contaminación de las aguas mediante vertidos o depósito de desechos sólidos, líquidos y gaseosos; compuestos orgánicos, inorgánicos

- o cualquier otra sustancia tóxica que alteren la calidad del agua o afecten la salud humana, la fauna, flora y el equilibrio de la vida;
- f) Garantizar la conservación integral y cuidado de las fuentes de agua delimitadas y el equilibrio del ciclo hidrológico; y,
 - g) Evitar la degradación de los ecosistemas relacionados al ciclo hidrológico.

Sección Segunda

De los Usos del Agua

Art. 88.- Uso. Se entiende por uso del agua su utilización en actividades básicas indispensables para la vida, como el consumo humano, el riego, la acuicultura y el abrevadero de animales para garantizar la soberanía alimentaria en los términos establecidos en la Ley. (Asamblea Nacional, 2014)

2.5.4. Instituto Ecuatoriana de Normalización- Norma Técnica Ecuatoriana

NTE INEN 1108 Quinta revisión 2014-01

Esta norma establece los requisitos que debe cumplir el agua potable para consumo humano, se aplica al agua potable de los sistemas de abastecimiento públicos y privados a través de redes de distribución y tanqueros. (NTE, 2014)

2.6. Acrónimos

TRES: Total Risk Evaluation System

INEN: Instituto Ecuatoriana de Normalización- Norma Técnica Ecuatoriana

NTE: Norma Técnica Ecuatoriana

ALOHA: Programa diseñado para modelar accidentes químicos, fuga, incendio, derrame o explosión

SCBA: Equipos de respiración autónoma

EPP: Equipos de Protección Personal

VEI: Índice de Explosividad Volcánica

IGE: Instituto Geofísico del Ecuador

EPN: Escuela Politécnica Nacional

2.7. VARIABLES

2.7.1. Declaración de Variables

Priorización de eventos peligrosos que ocasionarían daño en la planta de tratamiento de Agua Potable de Chaquishca de la ciudad de Guaranda.

Variable independiente: eventos peligrosos

Variable dependiente: planta de tratamiento

2.7.2. Operacionalización de las Variables

Tabla 2. Operacionalización de variable independiente

VARIABLE INDEPENDIENTE				
Variable	Descripción	Dimensión	Indicador	Escala
Eventos peligrosos	Es la manifestación de una o varias amenazas en un lugar, comunidad o empresa, producido en un tiempo específico generando daños a las personas, propiedad, ambiente y sobre todo afectando el funcionamiento de los sistemas.	Geológicas	Sismos	1 vez cada 100 años 1 vez cada 20 años 1 vez cada 5 años +1 vez cada año
			Erupciones volcánicas (presencia de ceniza volcánica)	Muy Frecuente Frecuente Poco Frecuente Nada Frecuente Muy intenso Intenso Poco intenso Nada intenso
			Deslizamientos	pendiente entre 15 y 30% pendiente entre 31% a 50% pendiente entre 51% a 75% pendiente > 75%
		Hidrometeorológicas	Lluvias	lluvias leves lluvias moderadas lluvias fuertes lluvias torrenciales
			Sequias	Ligeramente seco Moderadamente seco Severamente seco Extremadamente seco
			Incendios	Clase A

				Clase B Clase C Clase D Clase F
		Tecnológicos	Materiales peligrosos	Fuga Incendio Derrame Explosión

Elaborado por: Mayra Naranjo

Tabla 3. Operacionalización de variable dependiente

VARIABLE DEPENDIENTE				
Variable	Definición	Dimensión	Indicador	Escala
Planta de tratamiento	Estructura diseñada por un conjunto de sistemas y operaciones unitarias cuya finalidad es eliminar y reducir la contaminación de agua.	Ubicación geográfica	Gradiente	Muy Inclinado Inclinado Poco Inclinado Nada Inclinado
		Área de construcción	Tamaño de tanques	Diámetro Longitud Volumen
		Tipo de material de construcción	Hormigón Plástico Madera	Resistente Poco resistente Nada resistente
		Elementos de la planta	Torre de aireación	Cuenta No cuenta
			Cloración	Sólido Líquido Gaseoso
			Desarenador	Se realiza desfogue de sedimentos. No se realiza desfogue de sedimentos.
Tanques de almacenamiento	500m ³ 800 m ³ 1000 m ³			
Laboratorio	Físicos Químicos Microbiológicos			

Elaborado por: Mayra Naranjo

CAPITULO III

MARCO METODOLÓGICO

Este trabajo de investigación se desarrolló aplicando metodología Total Risk Evaluation System (TRES) y Hazard Identification and Evaluation, además de utiliza un software.

3.1. Tipo de investigación

Para la elaboración de este trabajo se utilizó una investigación mixta por la combinación de aspectos cualitativos y cuantitativos requeridos en el desarrollo de este trabajo.

Cualitativa

Se busca datos sobre los eventos peligrosos en diferentes fuentes técnico-científicas para la creación de variables cualitativas necesarias para dar respuesta a lo planteado.

Cuantitativa

Se adaptan indicadores cualitativos que nos van a permitir medir o dar un valor a las variables cualitativas de esta investigación. Anexo....

4.2.Diseño

Metodología Total Risk Evaluation System (TRES)

Se utilizó esta metodología para conocer los eventos peligrosos, consiste en una matriz con variables cualitativas (amenaza, magnitud/intensidad, daños, periodo de retorno y el nivel de riesgo), la parte cualitativa se crearon parámetros numéricos del 1 al 4 de acuerdo a las variables establecidas luego se calcula con operaciones básicas y obtenemos el nivel de riesgo por cada amenaza.

Hazard Identification and Evaluation

Es una matriz que nos permite evaluar el nivel de riesgo, según el objeto, operación, el peligro, tipo de riesgo, objeto amenazado, consecuencias, se obtiene un valor debido a

la gravedad a la vida, ambiente, propiedad, velocidad del evento, prioridad, probabilidad se hace operaciones básicas para obtener un resultado que es el riesgo.

Además, se crean parámetros cualitativos y cuantitativos que van de 1 a 4 para asignar un valor para la gravedad, como se puede observar en la Anexo 4.

Modelamiento de dispersión Gaussiano

Para obtener el modelamiento se utiliza el software ALOHA donde se genera ilustraciones con las zonas afectadas por accidentes químicos.

ALOHA

Programa diseñado para modelar accidentes químicos, fuga, incendio, derrame o explosión que se podrían presentar en lugares donde se almacena, distribuye, transporta o se utiliza para distintas actividades, permite el ingreso de datos y visualiza áreas que podrían ser afectados.

Los principales parámetros de entrada de datos son:

- Datos del sitio
- Datos químicos
- Datos atmosféricos
- Tipo de escenario (intensidad de la fuente de daño)
- Zonas de amenaza

Ayuda a los organismos de atención ante este tipo de eventos a tener una respuesta planificada y tener un entrenamiento previo debido a los resultados arrojados por el software para una mejor respuesta que precautele la salud e integridad de las personas al momento de suscitarse un evento.

4.3. Técnicas de procesamiento y análisis de datos (Estadístico utilizado), para cada uno de los objetivos específicos.

Objetivo 1

Para investigar los eventos peligrosos que ocasionaría daño en la planta de tratamiento de agua potable de Chaquishca se buscó información en sitios web de las instituciones técnico-científicas como el Instituto Geofísico, Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias, Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, encargadas de

suministrar datos, estudiar y monitorear eventos que se presentan en el territorio. Además de otros sitios web donde publican información relevante de eventos.

Objetivo 2

Para la priorización de eventos peligrosos se utilizó la matriz denominada Total Risk Evaluation System que consiste en crear parámetros de evaluación según la magnitud o intensidad, daño que ocasiona y el periodo de retorno, se utilizó el programa Excel, debido a las propiedades de esta plataforma, permite hacer cálculos matemáticos, modificar, registrar bases de datos, realizar gráficos y tablas dinámicas para una mejor presentación.

Se revisó plataformas de instituciones técnico-científicas encargadas en monitorear algunos eventos.

Objetivo 3

Para evaluar las consecuencias de los eventos peligrosos se realizó mediante la matriz Hazard Identification and Evaluation.

Además, se utilizó el programa ALOHA para realizar un modelamiento de fuga que podría ocasionar el cloro gas, para ello se tomaron datos atmosféricos como; dirección del viento, humedad, nubosidad y temperatura, cantidad de la sustancia química, longitud y diámetro del cilindro donde se almacena. Se manipuló Google Earth Pro para la visualización del resultado final del modelamiento.

Objetivo 4

Proponer acciones para que los directivos, trabajadores y la comunidad conozcan los riesgos y daños que podrían afectar la Planta de Tratamiento de Agua Potable de Chaquishca de la ciudad de Guaranda.

Como referencia a las medidas que se deberían acoger en los servicios de agua potable para adoptar un grado de preparación necesario para responder ante un evento que se presente. Contribuye al fortalecimiento de la capacidad de técnicos, profesionales y tomadores de decisiones, para identificar los factores de riesgo e implementar las medidas que reduzcan o eviten los posibles daños. (Organización Panamericana de la Salud, 2003)

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Resultado según objetivo 1:

Investigar los eventos peligrosos que ocasionarían daños en la Planta de Tratamiento de Agua Potable de Chaquishca de la ciudad de Guaranda.

De acuerdo a lo investigado en la Planta de Tratamiento de Agua Potable de Chaquishca de la ciudad de Guaranda, se evidencia los siguientes eventos peligrosos que podrían ocasionar daños, se muestran a continuación:

Amenazas

Actividad Volcánica

Deslizamiento

Explosión

Fuga de Cloro Gas

Lluvias

Sismo

Sismo

El País se localiza en la zona de colisión de la placa oceánica Nazca con la placa continental Sudamericana, esta interacción hace que se acumule energía tanto en la zona de contacto como en la parte interna de las placas continental y oceánica, cuando se libera la energía acumulada en la zona de subducción o en las fallas tectónicas en la superficie terrestre se siente los movimientos de los sismos. (EPN, 2022)

La capacidad de destrucción de un sismo depende de varios factores como, la magnitud que es la escala que mide la liberación de energía, la distancia al hipocentro es el lugar donde se origina el movimiento, características del suelo, vulnerabilidad de una construcción, grado de preparación de la población para actuar. (EPN, 2022)

En el Ecuador ocurren sismos de magnitudes leves y existe la probabilidad que se registren eventos con mayor magnitud como los que ya han ocurrido anteriormente un ejemplo es el sismo del 2016 en Manabí (Pedernales) que tuvo una magnitud de 7,8 afectando todo el territorio nacional dejando pérdidas humanas, materias, suspensión de

servicios, destrucción total o parcial de infraestructura, afectando considerablemente la economía y el desarrollo del país. (EPN, 2022)

Se toma en cuenta las zonas sísmicas del Ecuador que establece la Norma Ecuatoriana de Construcción, la provincia Bolívar cantón Guaranda ubicándose en la zona sísmica IV con un valor de aceleración del suelo de 0.35 representando una amenaza sísmica alta para el territorio.

En el mes de julio del presente año se registró un sismo de magnitud 6.1 con epicentro en Daule provincia del Guayas con una profundidad de 57.5 km, evento que fue sentido en gran parte del territorio incluida la provincia Bolívar debido a la cercanía a la provincia donde se produjo el evento. (IG-EPN, 2022)

Con la aplicación de una entrevista semiestructurada a un técnico que trabaja en la planta de tratamiento de agua potable de Chaquishca, se tomaron en cuenta preguntas que nos ayuden a recolectar información sobre eventos que han ocurrido y han afectado a este lugar, hizo mención a que los eventos sísmicos son los que han sido percibidos debido al movimiento leve que se produjo en el sitio donde trabaja.

Actividad volcánica

El cantón Guaranda ha sido afectado en algunas ocasiones por la caída de ceniza de volcanes que están en proceso eruptivo como es el volcán Sangay, volcán Cotopaxi, volcán Reventador, registrando emisiones de ceniza transportadas por las condiciones climatológicas como son dirección y velocidad del viento permitiendo alcanzar largas distancias.

Los volcanes tienen diferentes estilos de erupción. Algunos generan flujos piroclásticos o expulsan rocas basálticas y ceniza que pueden caer encima de las comunidades, otros volcanes producen flujos de lava. En ocasiones, flujos de lodo (lahares) ocurren cuando el calor magmático derrite el hielo, también aparecen por fuertes lluvias que movilizan el sedimento volcánico en las laderas. (Organization, 2022)

Las erupciones volcánicas también pueden causar eventos secundarios, como incendios, inundaciones, deslizamientos de tierra, si se acompañan de lluvia, nieve o hielo, pueden afectar el cambio climático mediante la emisión de gases volcánicos como el dióxido de azufre, que provoca el enfriamiento global, y el dióxido de carbono

volcánico, que tiene el potencial de promover el calentamiento global. (Organization, 2022)

VEI representa el índice de explosividad del volcán, que representa la fuerza de la erupción desde el punto de vista geológico. Esto tiene en cuenta la altura y el volumen de las rocas expulsadas. La escala oscila entre 0 y 8, y la gravedad del brote se multiplica por diez con cada valor. (mundial, 2022)

Deslizamientos

La provincia Bolívar se ubica en la zona céntrica del Ecuador, en la cordillera occidental de los Andes por lo que posee diferentes características del relieve irregular, las mismas que se prestan para que se den algunos eventos como son los movimientos en masa o deslizamientos. En la ciudad de Guaranda las zonas susceptibles a movimientos en masa son el barrio Fausto Basazante, 5 de Junio, Plaza Roja, Quebrada del Mullo, Ciudadela Marcopamba y Loma San Jacinto, estos eventos se dan por diferentes causas como son: lluvias excesivas, saturación del suelo, deforestación, erosión del suelo, desbanques o excavaciones. (riesgos, 2012)

Los flujos de sedimentos producen daños en la propiedad, en especial a viviendas asentadas a pie de las montañas generando heridos, personas desaparecidas e incluso muertes por aplastamiento, afectación de cultivos, destrucción a la infraestructura vial, líneas de comunicación, obstaculizan el paso de vehículos a distintos lugares del país por la gran cantidad de tierra y rocas en las vías. (Tierra, 2022)

Movimientos de grandes cantidades de rocas, tierra o combinados que bajan por una pendiente, se dividen en tres tipos; desprendimientos surge cuando el movimiento implica la caída libre de fragmentos sueltos de cualquier tamaño y es común en pendientes muy empinadas, deslizamientos se producen cuando el material se mueve a lo largo de una superficie de debilidad y flujo se produce cuando el material, generalmente saturado con agua, se desplaza pendiente abajo en forma de fluido viscoso. (Rica, 2019)

Lluvias

La época invernal inicia en el mes de diciembre a mayo, hay presencia de lluvias cuando estas sobrepasan la capacidad máxima de retención de agua e infiltración del suelo o el caudal de agua supera la capacidad máxima de transporte de los ríos, quebradas o

esteros. Desencadenan otros eventos peligrosos como los deslizamientos, inundaciones, desbordamientos de ríos, accidentes de tránsito entre otro. (Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias, 2018)

Las inundaciones se pueden producir como consecuencia de lluvias intensas en periodos de tiempos cortos, saturación del suelo, colapso o roturas en represas, cambio de uso de suelos en las cencas hidrográficas, entre otros aspectos que generan daño a las personas, viviendas, interrumpen la movilidad del transporte, en algunos casos dan paso a que se den deslizamientos de tierra. (Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias, 2018)

Ecuador limita por el oeste con el océano pacifico, por donde suceden la mayor parte de estos eventos, en esta zona plana se presenta acumulación de sedimentos en los causes de los ríos disminuyendo su capacidad de descarga, por lo general hay varios tipos de inundaciones como las pluviales, esto ocurre cuando el suelo se satura de agua, las costeras cuando el nivel medio del mar asciende, fluviales cuando el agua se desborda de los ríos, lacustres es el incremento del nivel de agua de lagos, lagunas, humedales, todos estos afectan gran parte de la superficie donde habitan personas. (Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias, 2018)

Materiales peligrosos

Son sustancias químicas ya sean líquidas, solidas o gases, que podrían dañar la salud de las personas y afectar el medio ambiente, si la manipulación, almacenamiento o transporte de dichos productos son inadecuados dan paso a que se den varios eventos derivados de estos productos como los incendios, explosiones o fugas. (medlineplus, 2021)

Los materiales peligrosos se clasifican en 9 tipos según sus características y riesgos que presentan para la vida, ambiente y propiedad, estas son; explosivos, gases, líquidos, solidos inflamables, oxidantes, venenosos, radioactivos, corrosivos y misceláneos. Todos estos productos se encuentran en nuestro entorno en grandes y pequeñas cantidades, para su manipulación se debe contar con equipos de protección personal para así disminuir los efectos. (BDtrans, 2017)

En la planta de tratamiento de agua potable de Chaquishca se realiza el proceso de desinfección mediante la utilización de cloro gas, este producto se almacena en cilindros que tienen una capacidad de 68 kg, el cloro gas añadido al agua potable para destruir toda bacteria. Ya que para proceder a la distribución hacia la ciudad debe contar con parámetros establecidos en la Instituto Ecuatoriano de Normalización-Norma Técnica Ecuatoriana 1108 establece los requisitos que se deben cumplir el agua potable para ser apto para el consumo humano.

La fuga de cloro gas es un evento que podría desencadenar por la mala utilización, transporte y almacenamiento de este producto, siendo este un gas toxico. Provocando algunas complicaciones a los trabajadores y personas a su alrededor, algunos efectos se describen a continuación.

Ingestión: A la temperatura y presión ambiente el cloro es un gas. La ingestión de cloro líquido es poco probable, pero si llegara a ocurrir puede causar quemaduras severas en la boca, esófago y estómago, pudiendo ocurrir náuseas, dolor y vómito.

OJOS (contacto): El contacto con el cloro líquido puede ocasionar quemaduras químicas severas. El contacto con cloro gas puede ocasionar irritación, enrojecimiento, fuerte lagrimeo o quemaduras.

PIEL (contacto y absorción): El contacto con el cloro líquido puede ocasionar quemaduras químicas severas y ampollas. El contacto con cloro gas puede ocasionar irritación, depilación o quemaduras.

El cloro gas o sales de Hipoclorito añadido al agua potable destruye todo microorganismo en 20 minutos a concentraciones de 0.03 a 0.06 mg/litro a rangos de pH de 7.0 a 8.5 y temperaturas de 4 a 20° C. Las redes de suministro de agua potable aplican cloro a concentraciones de 1 a 29.7 mg/litro para mantener niveles de cloro residual de 0.2 a 6 mg/litro, sin que se haya observado efectos adversos en la salud humana. El agua para beber se vuelve de mal sabor a concentraciones de cloro arriba de 25 ppm. (Mexichem, 2010)

4.2. Resultado según objetivo 2:

Priorizar eventos peligrosos que ocasionarían daños en la Planta de Tratamiento de Agua Potable de Chaquishca, usando la metodología TRES² de la ciudad de Guaranda.

De acuerdo a la metodología Total Risk Evaluation System, los parámetros creados para la magnitud/intensidad, daños y el periodo de retorno, utilizada para el cumplimiento de este objetivo obtuvo los siguientes resultados, un nivel de riesgo alto para la amenaza de fuga con un valor de 36, seguido de sismo con 16, explosión con 12, Deslizamientos e inundaciones obtienen un valor de 8 y actividad volcánica 4. Además, se visualizan en la siguiente tabla.

Tabla 4. Total Risk Evaluation System

Amenazas	M/I	Daños	Pr	Nivel de Riesgo
Actividad Volcánica	2	2	1	4
Deslizamiento	2	1	4	8
Explosión	2	2	3	12
Fuga de Cloro Gas	4	3	3	36
Lluvias	2	1	4	8
Sismo	2	2	4	16

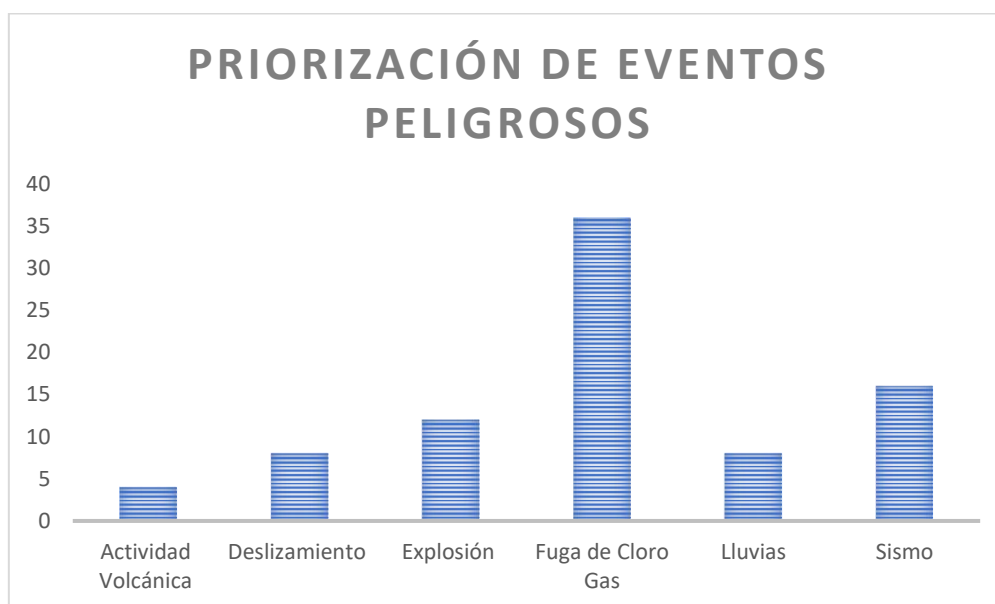
Fuente: Paul Sánchez

Elaborado por: Mayra Naranjo

A continuación, se ilustra los resultados obtenidos de la metodología Total Risk Evaluation System para una mejor comparación.

² Total Risk Evaluation System

Ilustración 1. Total Risk Evaluation System



Elaborado por: Mayra Naranjo

Con el nivel de riesgo obtenido se considera a la amenaza de fuga como prioridad para tomar acciones que permitan disminuir los efectos si se llegara a producir en el lugar de estudio.

4.3. Resultado según objetivo 3:

Evaluar las consecuencias de los eventos peligrosos que afectarían la Planta de Tratamiento de Agua Potable de Chaquishca de la ciudad de Guaranda.

Para el cumplimiento de este objetivo se realizó una visita de campo al lugar de estudio, donde observamos los elementos expuestos a sufrir algún daño, posterior se sintetizó la información recolectada para la elaboración de la matriz Hazard Identification and Evaluation y el modelamiento de dispersión Gaussiano, para este último se requirió de datos atmosféricos para su elaboración.

Tabla 5. Hazard Identification and Evaluation

Objeto	Operación	Peligro	Tipo de Riesgo	Objeto Amenazado	Consecuencia	Gravedad						Riesgo			
						Vida	Ambiente	Propiedad (Usd)	Velocidad del Evento	Prioridad	Probabilidad				
Proceso de aireación	Remover el exceso de CO2	680 kg	fuga	Trabajadores	Heridos	2									
					Damnificados	1									
					Fallecidos	4									
				Moradores del sector	Heridos	1									
					Damnificados	2									
					Fallecidos	3									
				Usuarios	Enfermedades	2									
					Intoxicación	3									
										2,25					
				Áreas Verdes	Pérdida de áreas verdes		1								
					Contaminación del suelo		2								
				Elementos de la naturaleza	Hundimiento del terreno		2								
					Contaminación del aire		3								
					Contaminación del agua		4								
					Contaminación del suelo		2								
										2,33					
				Elementos de la planta	Colapso			3							
					Interrupción de servicios			4							
					Obstrucción de accesos			2							

				Bienes	Pérdidas económicas			3							
				Servicios	Interrupción de servicios			3							
					Disminución del suministro de agua			3							
				Equipos	Afectación en los procesos			3							
					Interrupción de servicios			2							
				Viviendas aledañas	Daño estructural			2							
					Inhabilitación de servicios			4							
								2,9	4	2,87	4	3,44			
Desarenador	Separación de sedimentos	680 kg	fuga	Trabajadores	Heridos	2									
					Damnificados	1									
					Fallecidos	4									
				Moradores del sector	Heridos	1									
					Damnificados	2									
					Fallecidos	3									
				Usuarios	Enfermedades	2									
					Intoxicación	3									
									2,25						
				Áreas Verdes	Pérdida de áreas verdes		1								
					Contaminación del suelo		2								
				Elementos de la naturaleza	Hundimiento del terreno		2								
					Contaminación del aire		3								
					Contaminación del agua		4								
					Contaminación del suelo		2								
					2,33										
Elementos de la planta	Colapso			3											
	Interrupción de servicios			4											

					Obstrucción de accesos			2							
				Bienes	Pérdidas económicas			3							
				Servicios	Interrupción de servicios			3							
					Disminución del suministro de agua			3							
				Equipos	Afectación en los procesos			3							
					Interrupción de servicios			2							
				Viviendas aledañas	Daño estructural			2							
					Inhabilitación de servicios			4							
								2,9	4	2,87	4	3,44			
Válvulas	Controlar el flujo de agua	680 kg	fuga	Trabajadores	Heridos	2									
					Damnificados	1									
					Fallecidos	4									
				Moradores del sector	Heridos	1									
					Damnificados	2									
					Fallecidos	3									
				Usuarios	Enfermedades	2									
					Intoxicación	3									
									2,25						
				Áreas Verdes	Pérdida de áreas verdes		1								
					Contaminación del suelo		2								
				Elementos de la naturaleza	Hundimiento del terreno		2								
					Contaminación del aire		3								
					Contaminación del agua		4								
Contaminación del suelo		2													
					2,33										
	Colapso			3											

				Elementos de la planta	Interrupción de servicios			4							
					Obstrucción de accesos			2							
				Bienes	Pérdidas económicas			3							
				Servicios	Interrupción de servicios			3							
					Disminución del suministro de agua			3							
				Equipos	Afectación en los procesos			3							
					Interrupción de servicios			2							
				Viviendas aledañas	Daño estructural			2							
					Inhabilitación de servicios			4							
												2,9	4	2,87	4
Tanques	Almacenamiento	680 kg	fuga	Trabajadores	Heridos	2									
					Damnificados	1									
					Fallecidos	4									
				Moradores del sector	Heridos	1									
					Damnificados	2									
					Fallecidos	3									
				Usuarios	Enfermedades	2									
					Intoxicación	3									
									2,25						
				Áreas Verdes	Pérdida de áreas verdes		1								
					Contaminación del suelo		2								
				Elementos de la naturaleza	Hundimiento del terreno		2								
					Contaminación del aire		3								
Contaminación del agua		4													
Contaminación del suelo		2													
					2,33										

				Elementos de la planta	Colapso			3							
					Interrupción de servicios			4							
					Obstrucción de accesos			2							
				Bienes	Pérdidas económicas			3							
				Servicios	Interrupción de servicios			3							
					Disminución del suministro de agua			3							
				Equipos	Afectación en los procesos			3							
					Interrupción de servicios			2							
				Viviendas aledañas	Daño estructural			2							
					Inhabilitación de servicios			4							
								2,9	4	2,87	4	3,44			
Laboratorio	Se realizan análisis Físicos, químicos y microbiológicos	680 kg	fuga	Trabajadores	Heridos	2									
					Damnificados	1									
					Fallecidos	4									
				Moradores del sector	Heridos	1									
					Damnificados	2									
					Fallecidos	3									
				Usuarios	Enfermedades	2									
					Intoxicación	3									
									2,25						
				Áreas Verdes	Pérdida de áreas verdes		1								
					Contaminación del suelo		2								
				Elementos de la naturaleza	Hundimiento del terreno		2								
					Contaminación del aire		3								
Contaminación del agua		4													
Contaminación del suelo		2													

					2,33										
Tuberías	Conducción de agua	680 kg	fuga	Elementos de la planta	Colapso			3							
					Interrupción de servicios			4							
					Obstrucción de accesos			2							
				Bienes	Pérdidas económicas			3							
					Servicios	Interrupción de servicios			3						
				Disminución del suministro de agua				3							
				Equipos	Afectación en los procesos			3							
					Interrupción de servicios			2							
				Viviendas aledañas	Daño estructural			2							
					Inhabilitación de servicios			4							
										2,9	4	2,87	4	3,44	
							fuga	Trabajadores	Heridos	2					
									Damnificados	1					
									Fallecidos	4					
								Moradores del sector	Heridos	1					
Damnificados	2														
Fallecidos	3														
Usuarios	Enfermedades	2													
	Intoxicación	3													
									2,25						
Áreas Verdes	Pérdida de áreas verdes							1							
	Contaminación del suelo							2							
Elementos de la naturaleza	Hundimiento del terreno							2							
	Contaminación del aire			3											
	Contaminación del agua			4											

				Contaminación del suelo	2					
					2,33					
			Elementos de la planta	Colapso		3				
				Interrupción de servicios		4				
				Obstrucción de accesos		2				
			Bienes	Pérdidas económicas		3				
			Servicios	Interrupción de servicios		3				
				Disminución del suministro de agua		3				
			Equipos	Afectación en los procesos		3				
				Interrupción de servicios		2				
			Viviendas aledañas	Daño estructural		2				
				Inhabilitación de servicios		4				
						2,9	4	2,87	4	3,44
Uniones	conexión entre tuberías	680 kg	fuga	Trabajadores	Heridos	2				
					Damnificados	1				
					Fallecidos	4				
				Moradores del sector	Heridos	1				
					Damnificados	2				
					Fallecidos	3				
				Usuarios	Enfermedades	2				
					Intoxicación	3				
						2,25				
				Áreas Verdes	Pérdida de áreas verdes	1				
Contaminación del suelo	2									
	Hundimiento del terreno	2								
	Contaminación del aire	3								

				Elementos de la naturaleza	Contaminación del agua	4									
					Contaminación del suelo	2									
									2,33						
				Elementos de la planta	Colapso		3								
					Interrupción de servicios		4								
					Obstrucción de accesos		2								
				Bienes	Pérdidas económicas		3								
				Servicios	Interrupción de servicios		3								
					Disminución del suministro de agua		3								
				Equipos	Afectación en los procesos		3								
					Interrupción de servicios		2								
				Viviendas aledañas	Daño estructural		2								
					Inhabilitación de servicios		4								
									2,9	4	2,87	4	3,44		
				Canaleta	Recolectar sedimentos	680 kg	fuga	Trabajadores	Heridos	2					
Damnificados	1														
Fallecidos	4														
Moradores del sector	Heridos	1													
	Damnificados	2													
	Fallecidos	3													
Usuarios	Enfermedades	2													
	Intoxicación	3													
								2,25							
Áreas Verdes	Pérdida de áreas verdes		1												
	Contaminación del suelo		2												

				Elementos de la naturaleza	Hundimiento del terreno	2									
					Contaminación del aire	3									
					Contaminación del agua	4									
					Contaminación del suelo	2									
						2,33									
				Elementos de la planta	Colapso			3							
					Interrupción de servicios			4							
					Obstrucción de accesos			2							
				Bienes	Pérdidas económicas			3							
				Servicios	Interrupción de servicios			3							
					Disminución del suministro de agua			3							
				Equipos	Afectación en los procesos			3							
					Interrupción de servicios			2							
				Viviendas aledañas	Daño estructural			2							
					Inhabilitación de servicios			4							
								2,9	4	2,87	4	3,44			
loro gas	desinfección	680 kg	fuga	Trabajadores	Heridos	2									
					Damnificados	1									
					Fallecidos	4									
				Moradores del sector	Heridos	1									
					Damnificados	2									
					Fallecidos	3									
				Usuarios	Enfermedades	2									
					Intoxicación	3									
									2,25						
								Pérdida de áreas verdes		1					

			Áreas Verdes	Contaminación del suelo	2						
			Elementos de la naturaleza	Hundimiento del terreno	2						
				Contaminación del aire	3						
				Contaminación del agua	4						
				Contaminación del suelo	2						
						2,33					
			Elementos de la planta	Colapso			3				
				Interrupción de servicios			4				
				Obstrucción de accesos			2				
			Bienes	Pérdidas económicas			3				
			Servicios	Interrupción de servicios			3				
				Disminución del suministro de agua			3				
			Equipos	Afectación en los procesos			3				
				Interrupción de servicios			2				
			Viviendas aledañas	Daño estructural			2				
				Inhabilitación de servicios			4				
							2,9	4	2,87	4	3,44
Planta envasadora	Envasar el agua	680 kg	fuga	Trabajadores	Heridos	2					
					Damnificados	1					
					Fallecidos	4					
				Moradores del sector	Heridos	1					
					Damnificados	2					
					Fallecidos	3					
				Usuarios	Enfermedades	2					
					Intoxicación	3					

			2,25					
Áreas Verdes	Pérdida de áreas verdes		1					
	Contaminación del suelo		2					
Elementos de la naturaleza	Hundimiento del terreno		2					
	Contaminación del aire		3					
	Contaminación del agua		4					
	Contaminación del suelo		2					
			2,33					
Elementos de la planta	Colapso			3				
	Interrupción de servicios			4				
	Obstrucción de accesos			2				
Bienes	Pérdidas económicas			3				
Servicios	Interrupción de servicios			3				
	Disminución del suministro de agua			3				
Equipos	Afectación en los procesos			3				
	Interrupción de servicios			2				
Viviendas aledañas	Daño estructural			2				
	Inhabilitación de servicios			4				
				2,9	4	2,87	4	3,44

Fuente: Paul Sanchez

Elaborado por: Mayra Naranjo

En la matriz Hazard Identification and Evaluation se considera distintas variables relacionadas a los elementos existentes en la planta de tratamiento: Proceso de aireación, Desarenador, válvulas, tanques, laboratorio, tuberías, uniones, canaleta, cloro gas, planta envasadora que van a ser estudiados, la actividad que realiza, cantidad de ser el caso, el tipo de riesgo, el objeto amenazado que se relaciona con a quien afecta y la gravedad a la vida, ambiente, propiedad y la velocidad del evento, considerando también la probabilidad de ocurrencia del tipo de riesgo a desarrollar, obteniendo el nivel de riesgo.

En este caso se consideró a la fuga de cloro gas siendo el evento que más podría afectar a la planta de tratamiento de agua potable de Chaquishca de la ciudad de Guaranda para evaluar los daños que podría producir.

Modelamiento Fuga

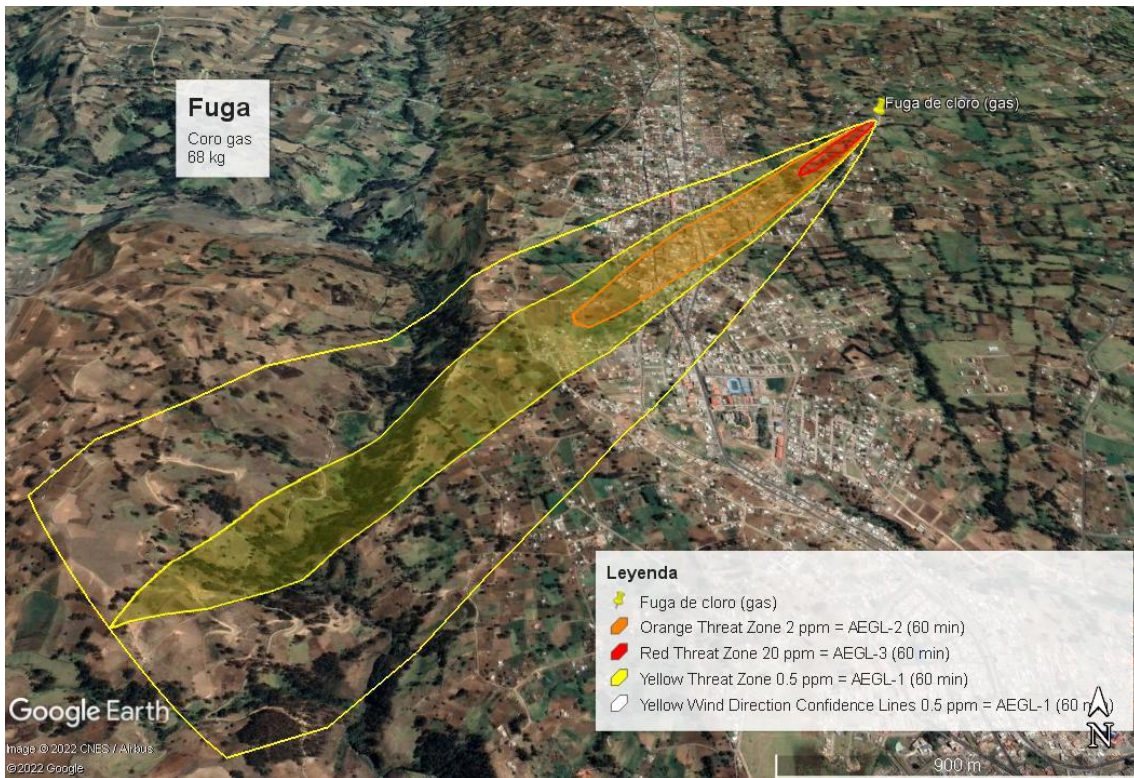
En la siguiente ilustración se muestra el modelamiento con fuga del cloro gas de 68 kg que existe en la planta de tratamiento para el proceso de desinfección del agua, se puede observar tres zonas las cuales representa la afectación según el nivel de riesgo dividido en zonas.

La zona roja representa mayor afectación 520 metros dirección SO, la cual involucra parte de la planta, trabajadores, viviendas aledañas, parte de los moradores del sector.

La zona naranja afecta 1.90 km dirección SO, sustancia considerable transportas por el viento.

La zona amarilla 3.61 km dirección SO llegando residuos de la fuga por el cloro gas, transportados por el viento.

Ilustración 2. Modelamiento Fuga

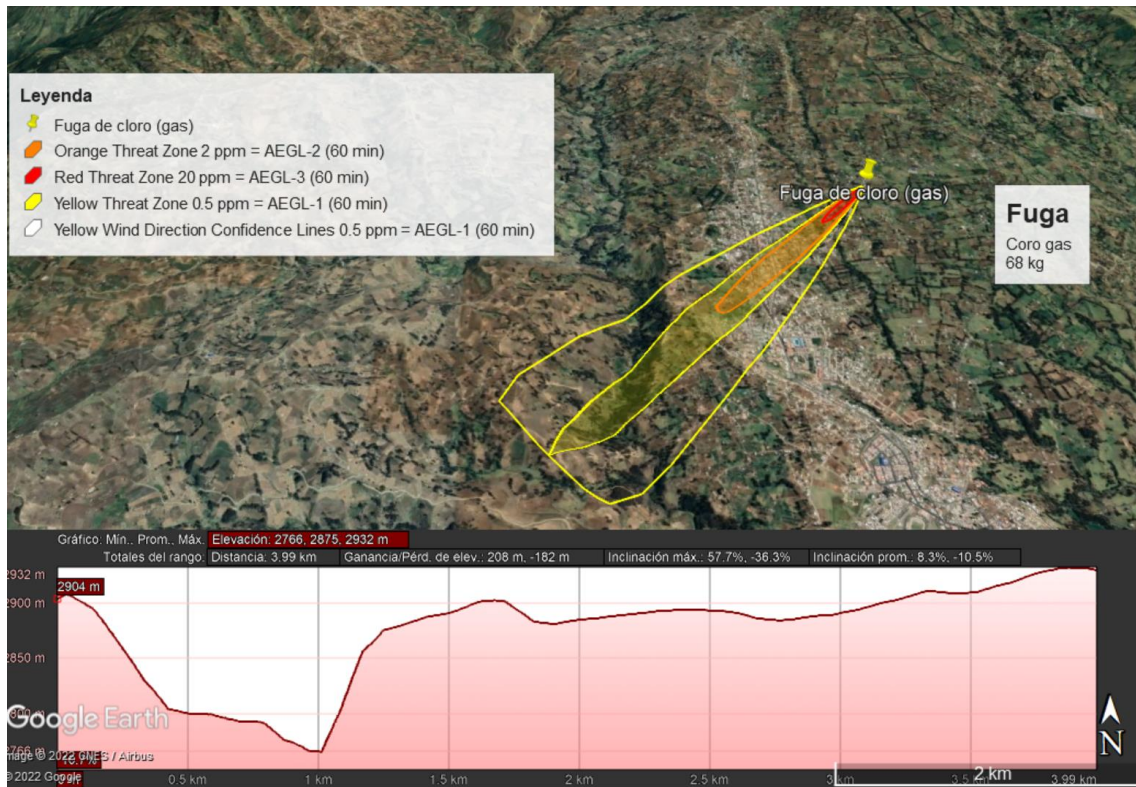


Fuente: Google Earth Pro

Elaborado por: Mayra Naranjo

En la siguiente ilustración se muestra el perfil de elevación del terreno que tiene las distintas zonas, muestra datos como: elevación mínima 2766m, elevación promedio 2875m y elevación máxima de 2932m, inclinación máxima 57.7 %, -36.3%, inclinación promedio 8.3%, -10.5%.

Ilustración 3 Mapa de elevación de terreno



Fuente: Google Earth Pro

Elaborado por: Mayra Naranjo

A continuación, se muestra datos que se necesitó para efectuar el modelamiento en el programa ALOHA.

Datos del sitio:

- Ubicación: Guaranda, Ecuador
- Cambios de aire del edificio por hora: 1,74 (refugio de un solo piso)
- Hora: 9 de mayo de 2022 1239 horas ST (especificada por el usuario)

Datos químicos:

- Nombre químico: CLORO
- Número CAS: 7782-50-5
- Peso molecular: 70,91 g/mol
- AEGL-1 (60 min): 0.5 ppm

- AEGL-2 (60 min): 2 ppm
- AEGL-3 (60 min): 20 ppm
- IDLH: 10 ppm
- Punto de ebullición ambiental: -42.5° F
- Presión de vapor a temperatura ambiente: superior a 1 atm
- Concentración de saturación ambiental: 1,000,000 ppm o 100.0%

Datos atmosféricos (entrada manual de datos):

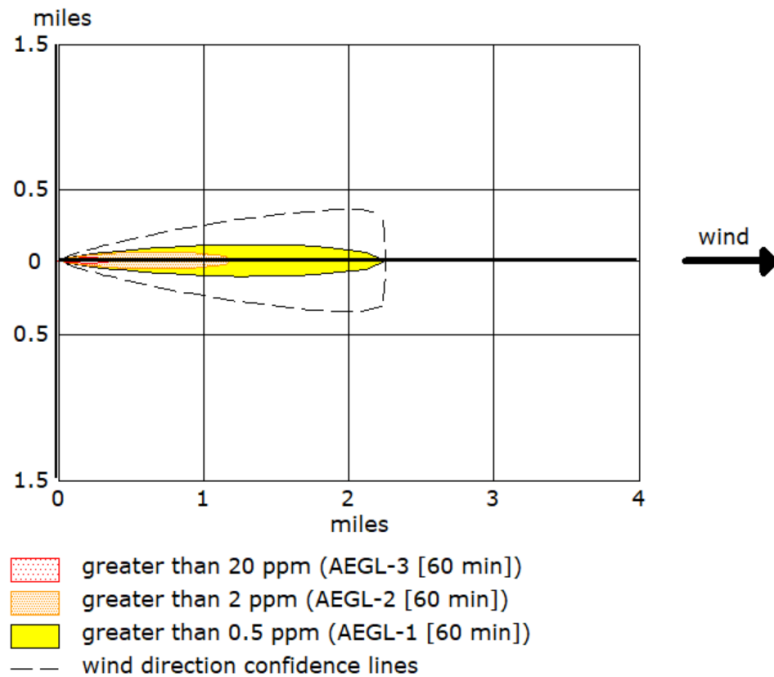
- Viento: 11 metros/segundo del NE a 3 metros
- Rugosidad del terreno: campo abierto
- Cobertura de nubes: 5 décimas
- Temperatura del aire: 13°C
- Clase de estabilidad: D
- Altura sin inversión
- Humedad relativa: 50%

Fuerza de la fuente:

- Fuente directa: 68 kilogramos
- Altura de la fuente: 0
- Duración del lanzamiento: 1 minuto
- Tasa de liberación: 2,5 libras/seg.
- Monto Total Liberado: 150 libras

Nota: Este químico puede hervir rápidamente y/o resultar en un flujo de dos fases.

Ilustración 4. Zonas de Amenaza



Fuente: Aloha

Elaborado por: Mayra Naranjo

Zona de amenaza:

- Superior a 20 ppm (AEGL-3 [60 min])
- Superior a 2 ppm (AEGL-2 [60 min])
- Superior a 0,5 ppm (AEGL-2 [60 min])
- Líneas de confianza de la dirección del viento.

4.4. Resultado según objetivo 4:

<Proponer acciones para que los directivos, trabajadores y la comunidad conozcan los riesgos y daños podrían afectar la Planta de Tratamiento de Agua Potable de Chaquishca de la ciudad de Guaranda.

Se propone acciones de acuerdo al evento más significativo como es la fuga de cloro gas que podría afectar Planta de Tratamiento de Agua Potable de Chaquishca de la ciudad de Guaranda, las cuales se detallan a continuación;

ACCIONES	RESPONSABLES
Fortalecimiento de capacidades a los trabajadores de la planta de tratamiento de agua potable para un mejor desenvolvimiento en situaciones de emergencia.	Gerente EMAPA_G Instituciones de respuesta a emergencias.
Coordinar acciones que involucren tanto a la planta de tratamiento de agua potable de Chaquishca y a instituciones de respuesta a emergencias para realizar actividades conjuntas.	Instituciones de respuesta a emergencias. Técnico del municipio Gerente del EMAPA-G
Contar con señalética actualizada y que cumplan las normas establecidas vigentes en el país, colocar en lugares visibles acorde a cada tipo de señalética y riesgo, además de un mapa de riesgos y recursos de la planta de tratamiento.	Técnico del municipio Gerente del EMAPA-G
Colocar extintores en lugares estratégicos para el acceso inmediato en situaciones • de emergencia, sus etiquetas visibles y en buen estado.	Técnico del municipio
Involucrar a moradores del sector a charlas donde se dé a conocer los riesgos a los que está expuesta la planta de agua potable y que de alguna manera podrían afectarlos.	Técnico del municipio Gerente del EMAPA-G
Dar a conocer a los directivos, trabajadores y comunidad de los eventos peligrosos y los daños que ocasionaría a la planta y de alguna forma puedan responder ante el suceso de un evento.	Técnico del municipio Instituciones encargadas
Anclar o sujetar los cilindros de cloro gas, utilizar etiquetas correspondientes a esta sustancia en el lugar de almacenamiento.	Operadores de la planta

En caso de fuga de cloro gas del cilindro o de cualquier otro contenedor, no utilizar agua.	Cuerpo de bomberos Guaranda
Para la atención de emergencias de cloro gas utilizar el Equipo de Protección Personal: SCBA (equipos de respiración autónoma) y traje encapsulado.	Cuerpo de bomberos Guaranda
Dotar de EPP adecuado para la manipulación de sustancias químicas.	Gerente del EMAPA-G
Hacer inspecciones periódicas a las instalaciones de la planta de tratamiento de agua potable de Chaquishca.	Técnico del municipio Cuerpo de bomberos Guaranda
Llevar un registro de eventos peligrosos y daños que ocasionaron a las estructuras, operadores y comunidad.	Técnico del municipio Operadores de la planta

CAPÍTULO V

5.1. CONCLUSIONES

1. Los eventos peligrosos que podrían afectar la Planta de Tratamiento de Agua Potable de Chaquishca de la ciudad de Guaranda son los sismos, deslizamientos, lluvias, actividad volcánica y materiales peligrosos.
2. Se priorizó los eventos peligrosos a los que está expuesta la planta de tratamiento de agua potable de Chaquishca, mediante la elaboración de una matriz TRES, así como parámetros. Se obtuvo como resultado lo siguiente, la fuga es la principal amenaza con un valor 36, seguido de sismo con un valor 16, explosión 12, deslizamiento, lluvias con 8 y actividad volcánica 4.
3. Con la elaboración de la matriz Hazard Identification and Evaluation se evaluó las consecuencias para la vida obteniendo un valor de 2,25, ambiente con un valor de 2.33, a la propiedad con 2.90, la velocidad del evento con 4 dando como resultado un valor de riesgo de 3,44 y el modelamiento de Dispersión Gaussiano muestra las zonas de amenaza, zona roja 520 metros de alta concentración del químico, zona naranja 1.90 km afectación considerable concentración del químico y zona amarilla 3.61 km baja concentración del químico, todas las zonas con dirección SO, que se producen si hubiera una fuga de cloro gas con 68kg cantidad del cilindro, cabe mencionar que en la planta hay 10 cilindros, dando un total de 680 kg,
4. Las acciones de reducción de riesgo propuestas en este trabajo son de gran utilidad para el empoderamiento de las autoridades mejorando el manejo de riesgos de la planta de tratamiento de agua potable de Chaquishca, así como el fortalecimiento de capacidades para responder en situaciones de emergencia por parte de los trabajadores.

5.2. RESCOMENDACIONES

Se recomienda a las autoridades encargadas del manejo de este elemento importante de la ciudad de Guaranda tomar en cuenta los resultados obtenidos en investigación sobre los eventos que podrían ocasionar daño en la planta de tratamiento de agua potable de Chuquisaca de la ciudad de Guaranda, así como los daños que ocasionarían.

Involucrar a los directivos, trabajadores y comunidad para que conozcan los eventos peligrosos a través de la implementación de un programa de capacitaciones al personal con la finalidad de salvaguardar la vida, ambiente y propiedad.

Implementar las acciones que se han propuesto durante esta investigación para reducir los daños ocasionados por la fuga de cloro gas a los directivos, trabajadores y la comunidad.

5.3. BIBLIOGRAFÍA

- Acuatecnica. (29 de abril de 2016). *ACUATECNICA*. Obtenido de ACUATECNICA:
<https://acuatecnica.com/una-planta-tratamiento-agua-potable/>
- Asamblea Nacional. (31 de julio de 2014). Obtenido de
[http://www.regulacionagua.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/03/Ley-
Org%C3%A1nica-de-Recursos-H%C3%ADricos-Usos-y-Aprovechamiento-
del-Agua.pdf](http://www.regulacionagua.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/03/Ley-Org%C3%A1nica-de-Recursos-H%C3%ADricos-Usos-y-Aprovechamiento-del-Agua.pdf)
- Achierros. (28 de Junio de 2019). *achierros*. Obtenido de achierros:
<https://achierros.com/usos-del-hierro/>
- Alvarez, P. (2011). *“CONSUMO DE AGUA SEGURA EN SEIS COMUNIDADES A CARGO DEL PUESTO DE SALUD CASTUG TUNGURAHUILLA, PARROQUIA SANTIAGO*. Loja: UTPL.
- Anguita, J. C. (24 de abril de 2002). *elsevier*. Obtenido de elsevier:
[https://www.elsevier.es/es-revista-atencion-primaria-27-articulo-la-encuesta-
como-tecnica-investigacion--13047738](https://www.elsevier.es/es-revista-atencion-primaria-27-articulo-la-encuesta-como-tecnica-investigacion--13047738)
- Asamblea Constituyente. (13 de Julio de 2011). Obtenido de
https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_const.pdf
- Ayala, A. M. (23 de octubre de 2020). *Lifeder*. Obtenido de Lifeder:
<https://www.lifeder.com/investigacion-bibliografica/>
- barrancabermeja, A. d. (2022). *aguasdebarrancabermeja*. Obtenido de
aguasdebarrancabermeja:
[http://www.aguasdebarrancabermeja.gov.co/index.php/nuestro-
proceso/aireacion](http://www.aguasdebarrancabermeja.gov.co/index.php/nuestro-proceso/aireacion)
- BDtrans. (24 de enero de 2017). *bdtrans*. Obtenido de bdtrans:
<https://www.bdtrans.es/es/blog/como-se-clasifican-los-materiales-peligrosos/>

CHRYSO. (20 de mayo de 2020). Obtenido de CHRYSO:
<https://www.chryso.es/news/339/qu-es-el-hormig-n-tipos-y-usos-chryso>

Chryso. (20 de Mayo de 2020). CHRYSO. Obtenido de CHRYSO:
<https://www.chryso.es/news/339/qu-es-el-hormig-n-tipos-y-usos-chryso>

Comercio, E. (22 de Marzo de 2021). *El Comercio*. Obtenido de El Comercio:
<https://www.elcomercio.com/video/quito-planta-agua-potable-consumo.html>

COOTAD. (11 de agosto de 2010). Obtenido de https://www.defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/01/dic15_CODIGO-ORGANICO-DE-ORGANIZACION-TERRITORIAL-COOTAD.pdf

Desarrollo, B. I. (2019). *Guía para la gestión del riesgo en sistemas de agua y saneamiento ante amenazas naturales*. BID.

Editorial Etecé. (16 de Julio de 2021). *Concepto.de*. Obtenido de Concepto.de:
<https://concepto.de/erupcion-volcanica/>

El Comercio. (31 de Agosto de 2019). *El Comercio*. Obtenido de <https://www.elcomercio.com/actualidad/ecuador/tres-personas-requirieron-atencion-medica.html>

EMERGENCIAS, C. N. (2019). *CNE*. Obtenido de CNE:
https://www.cne.go.cr/reduccion_riesgo/informacion_educativa/recomentacione_s_consejos/incendios.aspx

EPN, I. G. (2022). *igepn*. Obtenido de igepn:
[https://www.igepn.edu.ec/component/fsf/?view=faq&catid=2#:~:text=Los%20si smos%20se%20originan%20en,pruebas%20nucleares\)%2C%20entre%20otras.](https://www.igepn.edu.ec/component/fsf/?view=faq&catid=2#:~:text=Los%20si smos%20se%20originan%20en,pruebas%20nucleares)%2C%20entre%20otras.)

Español, A. C. (Octubre de 2018). *eacnur*. Obtenido de eacnur:
https://eacnur.org/blog/tratamiento-de-agua-importancia-tc_alt45664n_o_pstn_o_pst/

- Español, C. (13 de Abril de 2017). *CNN*. Obtenido de CNN:
<https://cnnespanol.cnn.com/2017/04/13/a-un-ano-de-la-tragedia-que-sacudio-a-ecuador-que-ha-pasado-desde-el-terremoto/>
- Etecé, E. (25 de septiembre de 2020). *Concepto.de*. Obtenido de Concepto.de:
<https://concepto.de/entrevista/>
- Farrás, I. L. (Agosto de 2005). Obtenido de
https://cms.fi.uba.ar/uploads/institutos_teoria_sedimentacion_8d6be3a941.pdf
- Ferrovial*. (2022). Obtenido de Ferrovial: <https://www.ferrovial.com/es/recursos/fases-construccion/>
- García, A. (17 de septiembre de 2018). *ecologiaverde*. Obtenido de ecologiaverde:
<https://www.ecologiaverde.com/que-es-la-sedimentacion-del-agua-potable-1507.html>
- Grant, C. C. (2022). *insst*. Obtenido de insst:
<https://www.insst.es/documents/94886/162520/Cap%C3%ADtulo+41.+Incendios>
- Guanajuato, U. d. (17 de diciembre de 2021). *ugto.mx*. Obtenido de ugto.mx:
<https://blogs.ugto.mx/rea/clase-digital-2-el-sujeto-en-sociedad-fenomeno-social/>
- Guaranda, G. A. (Diciembre de 2020). *GAD-G*. Obtenido de GAD-G:
<http://www.guaranda.gob.ec/newsiteCMT/plan-de-desarrollo-y-ordenamiento-territorial-2020-2025/>
- Huerta, V. (22 de Febrero de 2022). *EPN*. Obtenido de EPN:
<https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/22197>
- IG-EPN. (14 de Julio de 2022). *igepn*. Obtenido de igepn:
<https://www.igepn.edu.ec/servicios/noticias/1942-informe-sismico-especial-no-2022-005>
- INDECI. (2022). *INDECI*. Obtenido de INDECI:
http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/pdf/esp/doc320/doc320_6.pdf

Induanalisis. (15 de Mayo de 2019). *induanalisis*. Obtenido de induanalisis:
https://www.induanalisis.com/publicacion/detalle/turbidez_28

INEN. (30 de Junio de 2011). *INEN*. Obtenido de INEN: www.inen.gob.ec

INFOM. (14 de 06 de 2022). Obtenido de INFOM: <http://www.infom.gob.gt/nuestros-servicios/laboratorio-de-agua/>

keobra. (03 de abril de 2020). Obtenido de keobra: <https://keobra.com/clasificacion-de-los-materiales-de-construccion>

lenntech. (2022). Obtenido de lenntech:
<https://www.lenntech.es/procesos/desinfeccion/que-es-desinfeccion.htm>

Martínez, P. Q. (junio de 2016). *scielo*. Obtenido de scielo:
https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-092X2016000100001

Medicina y Salud Pública . (26 de Febrero de 2020). *MSP*. Obtenido de MSP:
<https://medicinaysaludpublica.com/noticias/general/cual-es-la-diferencia-entre-pandemia-y-epidemia/5826>

medlineplus. (17 de noviembre de 2021). *medlineplu*. Obtenido de medlineplu:
<https://medlineplus.gov/spanish/ency/patientinstructions/000457.htm>

Mexichem. (enero de 2010). *Mexichem*. Obtenido de Mexichem:
[https://aniq.org.mx/pqta/pdf/cloro%20\(MSDS\).pdf](https://aniq.org.mx/pqta/pdf/cloro%20(MSDS).pdf)

mundial, D. (2022). *datosmundial*. Obtenido de datosmundial:
<https://www.datosmundial.com/america/ecuador/volcanes.php>

National Pesticide Information Center. (17 de Septiembre de 2021). *npic*. Obtenido de npic: <http://npic.orst.edu/pest/index.es.html>

NTE. (01 de 01 de 2014). *pudeleco*. Obtenido de pudeleco:
<http://www.pudeleco.com/files/a16057d.pdf>

- OCHA. (18 de Marzo de 2020). *reliefweb*. Obtenido de reliefweb: https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/OCHA-DESASTRES_NATURALES_ESP%20%281%29.pdf
- Organización Panamericana de la Salud. (2003). *Reduccion del Daño Sismico. Guía para las Empresas de Agua*. Lima-Perú: American Water Works Association.
- Organización Panamericana de la Salud. (2003). *Reducción del daño sismico. Guía para las empresas dee agua*. Washington D.C: American Water Works Association.
- Organization, W. H. (2022). *who*. Obtenido de who: https://www.who.int/health-topics/volcanic-eruptions#tab=tab_1
- PAHO. (1999). *El agua en situaciones de emergencia*. Oficina Regional para Europa de la OMS.
- Pérez, L. R. (2020). *sswm*. Obtenido de sswm: <https://sswm.info/es/gass-perspective-es/tecnologias-de-agua-y-saneamiento/tecnologias-de-abastecimiento-de-agua/tanque-de-almacenamiento>
- Plasticos BYR. (2021). *Plasticosbyr*. Obtenido de Plasticosbyr: <http://plasticosbyr.com.co/Torres-de-aireacion/>
- posipedia. (09 de 2020). *posipedia*. Obtenido de posipedia: <https://posipedia.com.co/wp-content/uploads/2020/09/atencion-derrames-manejo-guia-respuesta-emergencia2020-sustancias-quimicas-v2.pdf>
- rentingfinders*. (2022). Obtenido de *rentingfinders*: <https://rentingfinders.com/glosario/accidente-traffic/>
- Responsabilidad Social y Sustentabilidad . (01 de diciembre de 2021). *responsabilidadsocial*. Obtenido de *responsabilidadsocial*: <https://responsabilidadsocial.net/plasticos-que-son-caracteristicas-tipos-y-reciclaje/?amp>
- Rica, U. d. (23 de Enero de 2019). *rsn*. Obtenido de *rsn*: <https://rsn.ucr.ac.cr/documentos/educativos/geologia/2330-que-son-los-deslizamientos>

- riesgos, E. d. (Diciembre de 2012). *flacsoandes*. Obtenido de flacsoandes:
<https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/56811.pdf>
- Riesgos, S. d. (16 de Mayo de 2018). *gestionderiesgos*. Obtenido de gestionderiesgos:
<https://www.gestionderiesgos.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/01/GLOSARIO-DE-T%3%89RMINOS-DE-GESTI%3%93N-DE-RIESGOS-DE-DESASTRES-GUIA-DE-CONSULTA.pdf>
- Salud, O. P. (5 de Diciembre de 2013). *PAHO*. Obtenido de PAHO:
<https://www.paho.org/disasters/dmdocuments/Nota-tecnica-sobre-agua-saneamiento-higiene-09.pdf>
- Serveiestacio. (2019). *serveiestacio*. Obtenido de serveiestacio:
<https://serveiestacio.com/blog/tubos-de-pvc-usos-y-caracteristicas-basicas/>
- Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias. (2018). *ATLAS, Espacios geográficos expuestos a amenazas naturales y antrópicas*. Guayaquil.
- Significados. (28 de Octubre de 2020). *significados*. Obtenido de significados:
<https://www.significados.com/investigacion-de-campo/>
- Significados. (24 de Junio de 2022). *Significados*. Obtenido de Significados:
<https://www.significados.com/ubicacion-geografica/>
- SNGRE. (2018). *gestionderiesgos*. Obtenido de gestionderiesgos:
<https://www.gestionderiesgos.gob.ec/sequia/>
- SNPC. (2021). *proteccioncivil*. Obtenido de proteccioncivil:
<https://www.proteccioncivil.es/coordinacion/gestion-de-riesgos/meteorologicos/lluvias-intensas>
- SSWM. (2020). Obtenido de SSWM: <https://sswm.info/es/gass-perspective-es/tecnologias-de-agua-y-saneamiento/tecnologias-de-abastecimiento-de-agua/cloraci%C3%B3n-centralizada>
- SURA, A. (06 de diciembre de 2011). Obtenido de
https://www.arlsura.com/files/manejo_seguro_gas_cloro.pdf

- Tierra, P. (2022). *planeta-tierra*. Obtenido de planeta-tierra: <https://planeta-tierra.info/desastres-naturales/causas-efectos-y-tipos-de-deslizamientos-de-tierra/>
- UDC. (24 de 05 de 2022). *caminos.udc*. Obtenido de caminos.udc: http://caminos.udc.es/info/asignaturas/grado_itop/113/pdfs/TEMA%209-1%20geomorfologia.pdf
- UGR. (2009). *ugr*. Obtenido de ugr: https://www.ugr.es/~rescate/practicum/el_m_todo_de_observaci_n.htm
- UNC, E. (Mayo de 2005). *PAHO*. Obtenido de PAHO: http://bvsper.paho.org/share/ETRAS/AyS/cursoa_desastres/diplomado/curso1/tema4.pdf
- Unidos, O. d. (1993). *oas*. Obtenido de oas: <https://www.oas.org/dsd/publications/unit/oea65s/ch16.htm#TopOfPage>
- UNISDR. (2009). *unisdr*. Obtenido de unisdr: https://www.unisdr.org/files/7817_UNISDRTerminologySpanish.pdf
- Uquillas, J. (02 de Marzo de 2022). *EPN*. Obtenido de EPN: <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/22219>
- Uriarte, J. M. (10 de marzo de 2020). *caracteristicas*. Obtenido de caracteristicas: <https://www.caracteristicas.co/madera/>
- USAID. (2022). Obtenido de USAID: <https://scms.usaid.gov/sites/default/files/documents/1866/Trabajo%20previo%20PRIMAP.pdf>

5.4. ANEXOS

Anexo I Entrevista semiestructurada

Planta de tratamiento

- Funciones:
- Procesos que realiza:
- Año de construcción:
- Tipo de material de construcción:
- Área:
- N.º de trabajadores:
- Elementos de la planta:
- Cantidad de agua que receipta al día la planta

Fuentes de captación

- N.º de fuentes
- Ubicación de las fuentes
- Distancia de la fuente a la plata
- Cantidad de agua de cada fuente
- Desde que año se capta el agua de cada fuente
- Existe sistema de recolección de cada fuente
- Dimensiones
- Tipo de material de construcción
- Año de construcción

Tipo de mantenimiento que se realiza

- Preventivo (planificado)
- Operativo (solo cuando hay daños)
- Cuantas personas realizan el mantenimiento
- Cada que tiempo

Conducción

- Por cada fuente hay líneas de conducción
- Tuberías del mismo segmento
- Diámetro
- Longitud
- A que profundidad se encuentran las tuberías

- A que distancia se encuentra las intersecciones
- Tipo de material
- Año de construcción
- Capacidad de la tubería
- En caso de ruptura como lo arreglan

Tanques

- N° de tanques en la plata
- Capacidad de cada tanque
- Tipo de material
- Año de construcción
- Cada que tiempo se realiza mantenimiento
- Tiempo de vida útil de cada tanque
- En caso de ruptura como lo arreglan
- Tratamiento
- Proceso
- Sustancia que se utilizan
- Cantidad de producto que se utiliza por cantidad de agua

Bombeo

- ¿Eléctrico o manual?
- ¿Qué pasa si se va la luz?
- Tipo de combustible
- Cantidad de combustible
- Válvulas
- Cantidad de válvulas
- Como funciona
- Presión que soporta
- Qué pasa si hay mucha presión
- Qué pasa si se rompe

Almacenamiento

- Capacidad
- Diámetro
- Material de construcción
- Año de construcción

- Se realiza mantenimiento

Laboratorio

- Proceso
- Tipo de sustancias
- Cantidad de sustancias
- Tipos de análisis que se realizan
- Con que frecuencia se realizan los análisis
- Qué pasa si...

Otros

Saben qué hacer si hay una fuga de cloro

Tienen kit de emergencia en caso de presentarse algún evento

Como lo transportan, almacenan y utilizan

Utilizan alguna protección al momento de utilizar las sustancias, que tiempo.

Habido algún evento en la planta que a puesto en riesgo su funcionamiento

Lista de chequeo

Tabla 6. Lista de chequeo

Medidas de RR existentes en la Planta de Tratamiento de Agua Potable de Chaquishca		
	SI	NO Observaciones
Sistema contra incendios		
Extintores	x	Etiquetas borrosas
Gabinets		x
Hidrantes		x
Detectores de humo		X
Detectores de calor		X
Alarmas		X
Otros		
Kits de limpieza de sustancias químicas	x	
EPP's	x	Para manipulación de sustancias en el laboratorio.
Sistema de alerta		x
Sistema de carga y descarga	x	
Rutas de evacuación		x No hay rutas de evacuación
Puntos seguros		x Desconocimiento
Señalética	x	Algunas señaléticas no cumplen con lo requerido de la norma
Prohibición	x	Pocas, pero en mal estado
Acción de mando	x	Borrosas
Precaución	x	En el laboratorio
Seguridad	x	Solo de botiquín
Mantenimiento	x	Se realizan mantenimientos preventivos y correctivos.
Capacitaciones		x No se han realizado capacitaciones relacionadas a GR
Sustancias químicas etiquetadas correctamente	x	Pocas en el laboratorio
Cilindros de cloro sujetos o anclados		x Situados en un solo lugar
Lugar adecuado para los desechos peligrosos		x Los desechos de los reactivos son guardados un cajón y los sobres en un cartón.
Otros		

Elaborado por: Mayra Naranjo

Anexo 4 indicadores Hazard Identification and Evaluation

vida	
1	20% de personas con heridas leves
2	40% de personas con heridas leves
3	60% de personas con heridas graves
4	100% de personas co heridas muy graves
ambiente	
1	Sin afectacion
2	Afectacion en areas verdes
3	afectacion en el aire-tierra
4	afectación del agua
propiedad (USD)	
1	0-1000
2	1001-2500
3	2501-5000
4	> 5000
Velocidad de evento	
1	Exite SAT
2	SAT poco conocido
3	SAT dañado
4	No Existe SAT
Probabilidad	
1	1 vez cada años
2	1 vez cada 20 años
3	1 vez cada 5 años
4	+1 vez cada año

Elaborado por: Mayra Naranjo

Memorias fotográficas

Fotografía 1 Entrada a la Planta de tratamiento



Descripción: entrada a la planta de tratamiento

Fotografía 2 Torre de aireación



Descripción: torre de aireación, bodega y lugar donde se almacena los cilindros de cloro gas.

Fotografía 3 Desarenador



Descripción: Tanque desarenador consta en su interior de una canaleta de en la mitad del tanque de 1m² por todo el ancho que se va acumulando los lodos o sedimentos.

Fotografía 4 Dosificación de cloro



Descripción: lugar donde se realiza la dosificación de cloro dirigidos hacia los tanques.

Fotografía 5 Tanque de reserva



Descripción: tanque de reserva de agua potable con capacidad de 500 m³.

Fotografía 6 Tubería



Descripción: tubería que conecta a otros tanques de reserva.

Fotografía 7 Vista de los tanques



Descripción: vista de los tanques de reserva y la planta envasadora de agua.

Fotografía 8 Válvula manual



Descripción: válvula manual situada en la entrada y salida de cada proceso.

Fotografía 9 Cilindros Cloro Gas



Descripción: lugar donde se almacenan los cilindros de cloro gas sin medidas de seguridad.

Fotografía 10. Sitio de funcionamiento Cloro gas



Descripción: entrada a la bodega donde se almacena el cloro gas, además de los elementos necesarios para la conducción de la sustancia a los tanques.

Fotografía 11. Señalética



Descripción: señalética en malas condiciones.

Fotografía 12. Extintor



Descripción: extintor con sus etiquetas y señalética en malas condiciones.