



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

TEMA:

**“MODELAMIENTO DE LA CALIDAD DE AGUA POTABLE EN LA
RED DE DISTRIBUCIÓN DE LA PARROQUIA CHANDUY
MEDIANTE EL USO DEL PROGRAMA WATERCAD”**

TRABAJO PRÁCTICO DEL EXAMEN COMPLEXIVO
“CASO PRÁCTICO”

AUTOR:

LUIS FERNANDO DOMINGUEZ ASENCIO

TUTOR:

ING. RICHARD IVAN RAMIREZ PALMA, Mg.

LA LIBERTAD, ECUADOR

2021

UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

TEMA:

**“MODELAMIENTO DE LA CALIDAD DE AGUA POTABLE EN LA
RED DE DISTRIBUCIÓN DE LA PARROQUIA CHANDUY
MEDIANTE EL USO DEL PROGRAMA WATERCAD”**

TRABAJO PRÁCTICO DEL EXAMEN COMPLEXIVO

“CASO PRÁCTICO”

AUTOR:

LUIS FERNANDO DOMINGUEZ ASENCIO

TUTOR:

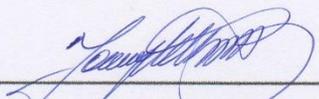
ING. RICHARD IVAN RAMIREZ PALMA, Mg.

LA LIBERTAD, ECUADOR

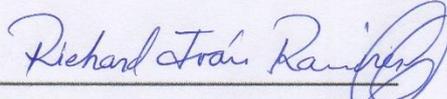
2021

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

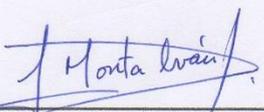
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN



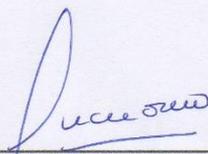
Ing. Jonny Raúl Villao Borbor, MSc.
DIRECTOR DE CARRERA



Ing. Richard Iván Ramírez Palma, Mg.
DOCENTE TUTOR



**Ing. Francisco Javier Montalván
Toala, PhD.**
DOCENTE ESPECIALISTA



**Ing. Lucrecia Cristina Moreno
Alcivar, Mg.**
SECRETARIA DEL TRIBUNAL

“Mediante este trabajo y esfuerzo se lo dedico a las personas que siempre han estado apoyándome en días buenos y días malos, pero continuamos hasta completar el objetivo, a mis padres, aunque estén separado y me supieron guiar, nunca me dejaron solo mis hermanos y mi abuelo que desde el cielo me cuida gracias a todos en conjunto le demostrare a mi comunidad que si uno se lo propone y no desmaya consigue lo tan anhelado.”

CARTA DE ORIGINALIDAD

Santa Elena, 30 de Enero 2022

CARTA DE ORIGINALIDAD

Ing. Jonny Raúl Villao Borbor PhD/MSc
Director/a de la Carrera de Ingeniería Civil
Universidad Estatal Península de Santa Elena

Cumpliendo con los requisitos exigidos, envío a Uds. La Tesina Titulada **MODELAMIENTO DE LA CALIDAD DE AGUA POTABLE EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE LA PARROQUIA CHANDUY MEDIANTE EL USO DEL PROGRAMA WATERCAD**, para que se considere la Sustentación, señalando lo siguiente:

1. La investigación es original.
2. No existen compromisos ni obligaciones financieras con organismos estatales ni privados que puedan afectar el contenido, resultados o conclusiones de la presente Investigación.
3. Constatamos que la persona designada como autor es el responsable de generar la versión final de la investigación.
4. El Tutor certifica la originalidad de la investigación y el desarrollo de la misma cumpliendo con los principios éticos.

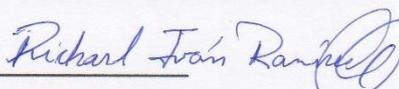
Autor: Luis Fernando Dominguez Asencio

Firma:  Luis Dominguez Asencio

N° de cedula: 2400097552

Correo: luis.dominguezasencio@upse.edu.ec ; luisd6280@gmail.com .

Tutor: Ing. Ramírez Palma Richard Ivan MSc

Firma:  Richard Iván Ramírez Palma

N° de Cedula: 0912246451

Correo: rramirez@upse.edu.ec

AGRADECIMIENTO

Agradecido con Dios que nunca me abandono ni en los momentos más difíciles, a mis amigos, compañeros y maestros que tuvieron la paciencia de impartir sus conocimientos, fueron pilares fundamentales en esta etapa de la vida, esto aún no termina tocara seguirnos preparando para ser mejores y demostrar a todos nuestro profesionalismo obtenido en las aulas de clases, con experiencia se ira perfeccionando cada detalle, de igual manera agradecer al ing. Richard Ramírez como parte tutora , por incluir sus conocimientos en cada detalle del trabajo de titulación .

Dominguez Asencio Luis Fernando

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	ii
CARTA DE ORIGINALIDAD	iv
AGRADECIMIENTO	v
TABLA DE CONTENIDO	vi
LISTA DE FIGURAS	viii
LISTA DE TABLAS	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
CAPITULO I	12
EXPOSICIÓN DEL CASO PRÁCTICO	12
1.1. Planteamiento del Problema	12
1.2. Justificación de la investigación	13
1.3. Objetivos	14
1.3.1. Objetivo General	14
1.3.2. Objetivos específicos	14
CAPITULO II	15
MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	15
2.1. Concepto e Importancia de Agua	15
2.2. Preparación del Agua Antes del Consumo Humano	15
2.2.1. Purificación	15
2.2.2. Cloración	15
2.2.3. Importancia del agua potable	16
CAPITULO III	17
MODELAMIENTO DE LA CALIDAD DE AGUA POTABLE EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE LA PARROQUIA CHANDUY MEDIANTE EL USO DEL PROGRAMA WATERCAD	17
3.1. Ubicación del Proyecto	17
3.2. Material	17
3.2.1. Materiales de Campo para Muestras	17
3.3. Población y Muestra	18
3.3.1. Población	18

3.3.2. Muestras.....	18
3.4. Técnicas e Instrumentación.....	19
3.4.1. Población a la que Fue Proyectada.....	19
3.4.2. Cálculo de Caudales	20
3.4.3. Dimensiones de Tuberías	21
3.4.4. Determinación de Cloro Residual	22
3.5. Modelo de Simulación.....	24
3.5.1. Análisis de Cada Punto de Estudio	24
CAPITULO IV	29
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	29
4.1. Conclusiones	29
4.2. Recomendaciones	29
BIBLIOGRAFIA.....	31
ANEXOS	32

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Sistema de abastecimiento de agua potable.....	16
Figura 2 Ubicación del Proyecto.....	17
Figura 3 Flujograma abastecimiento de agua potable.....	21
Figura 4 Comportamiento del cloro residual en la Comuna Pechiche.....	24
Figura 5 Comportamiento del cloro residual en la Comuna Manantial de Chanduy	25
Figura 6 Comportamiento del cloro residual en la Parroquia Chanduy.....	25
Figura 7 Comportamiento del cloro residual en la Comuna Tugaduaja	26
Figura 8 Comportamiento del cloro residual en la Comuna Engunga.....	27

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Población.....	18
Tabla 2 Muestras	18
Tabla 3 Cálculo de población destinada.....	19
Tabla 4 Calculo de caudales.....	20
Tabla 5 Cloro residua tomado en el sitio.....	22
Tabla 6 Requisitos de agua potable.....	23
Tabla 7 Valores tomados en el campo	27
Tabla 8 Valores calculados mediante WaterCad.....	28

“MODELAMIENTO DE LA CALIDAD DE AGUA POTABLE EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE LA PARROQUIA CHANDUY MEDIANTE EL USO DEL PROGRAMA WATERCAD”

Autor: Dominguez Asencio Luis Fernando

Tutor: Ing. Ramírez Palma Richard Ivan.

RESUMEN

El presente trabajo se realizó la comprobación del cloro el agua potable, mediante 6 tipos de muestras que fueron recolectadas en diferentes puntos por donde pasa el servicio que brinda aguapen, a lo largo de la parroquia Chanduy, aremos la comprobación de la cantidad de cloro libre en las redes domiciliaria. Esta investigación tiene como objetivo principal elaborar un modelo sobre el cloro que posee el agua potable que se distribuye a la población, mediante el uso del software WaterCad se elaboró el modelo del cloro residual, por lo que nos arrojó unos resultados permisibles que la concentración en el agua es adecuada dentro de las redes domiciliarias, con esto llegamos a una conclusión que al observar una buena calidad de agua nos ayuda a cada uno de la población prevenir enfermedades al eliminar de manera correcta sustancias patógenas con los datos obtenidos de campo estaban en rangos de 0.3 mg/L y el máximo 1,2 mg/L y de esta manera respetamos las condiciones que nos propone la NORMA TECNICA INEN 1108 norma ecuatoriana que establece los requisitos que debe cumplir el agua para el consumo humano como con los rangos de 0.3 mg/L a 1.5 mg/L.

Palabras claves: residual, rangos, WATERCAD, patógenas y condiciones.

"MODELING OF THE QUALITY OF DRINKING WATER IN THE DISTRIBUTION NETWORK OF THE CHANDUY PARISH THROUGH THE USE OF THE WATERCAD PROGRAM"

Autor: Domínguez Asencio Luis Fernando

Tutor: Ing. Ramírez Palma Richard Ivan.

ABSTRACT

The present work was carried out the verification of the chlorine in the drinking water, through 6 types of samples that were collected at different points where the service provided by aguapen passes, throughout the Chanduy parish, we will verify the amount of free chlorine in home networks. The main objective of this research is to develop a model on the chlorine that the drinking water that is distributed to the population possesses, through the use of the WaterCad software, the residual chlorine model was elaborated, for which it gave us some permissible results that the concentration in the water is adequate within the home networks, with this we reach a conclusion that observing a good quality of water helps each one of the population to prevent diseases by correctly eliminating pathogenic substances with the data obtained from the field were in ranges of 0.3 mg/L and the maximum 1.2 mg/L and in this way we respect the conditions proposed by the TECHNICAL STANDARD INEN 1108 Ecuadorian standard that establishes the requirements that water for human consumption must meet as with the ranges of 0.3 mg/L to 1.5 mg/L.

KEYWORDS: residual, ranges, WATERCAD, pathogens and conditions

CAPITULO I

EXPOSICIÓN DEL CASO PRÁCTICO

Realizar un estudio de la línea principal de la tubería de agua potable que es de total importancia para el beneficio de cada uno de los habitantes de cada población, el agua es uno de nuestros principales elementos que las personas necesitan para vivir, así que no podemos descuidarnos en tratar de analizarlo y mejorar su calidad, no obstante esta viene incluida con elementos que la transportan para que estas no sufran de escases y pérdidas de presiones, que el servicio brindado por la empresa sea óptimo que podamos tenerla las 24 horas del día, en ella encontramos un factor muy importante a estudiar como lo es el cloro residual como actúa en cada punto desde el inicio hasta el fin de la red de distribución.

Como objetivo tenemos que simular el cloro residual y evaluar si estas cumplen con los parámetros a lo largo de la Parroquia Chanduy mediante el uso del software WaterCad hacemos el comportamiento del cloro residual y finalmente verificar la calidad microbiológica que contiene el agua potable, esto como punto principal para evitar enfermedades llevándonos a dos tipos de variable la dependiente y la independiente como lo son la calidad microbiológica y su proceso de modelado.

La importancia de nuestro estudio es que la cloración del agua es una práctica sanitaria, ahora que el planeta entero está pasando por momentos cruciales ocasionados por un virus de alta peligrosidad, el agua es un elemento de total importancia lo cual nos lleva a desarrollar este tipo de análisis y valoración, tenemos parámetros establecidos en la norma ecuatoriana fuimos estudiando cada una de las localidades de manera directa y de igual manera se modeló en WaterCad dándonos como resultado que su concentración de cloro está en óptimas condiciones.

1.1. Planteamiento del Problema

Lazcano (1998, p.1) encuadran en el funcionamiento de válvulas, almacenamiento prolongado, tuberías con limo, tubérculos y biopelícula, que tienen bacterias y

organismos de vida independiente que tienen la posibilidad de portar patógenos. Se sugiere la estandarización de los procesos de cloración; pos-cloración continua, repartición de agua en lo viable en forma continua, mantenimiento y reemplazo de esas tuberías que estén en mal estado.

La Parroquia Chanduy y sus demás comunidades aledañas tienen una cantidad considerable de habitantes, es por este motivo que sus redes de distribución funcionan de manera correcta para así brindarnos una calidad de agua para así evitar enfermedades microbiológicas.

En la evaluación visual podemos darnos cuenta que el agua sale turbia al final de su recorrido, por lo cual se ejecutará dicho estudio para llegar a una solución y verificar tanto la calidad como su servicio a la hora de ingerirlo, el agua es vida y no debemos descuidarnos

1.2. Justificación de la investigación

Técnicamente tenemos que estudiar nuestra calidad de agua si están cumpliendo con los requerimientos ya que estas se pueden ver directamente afectada con el crecimiento de la población y esto demanda a chequear cada uno de los sectores para que funcionen adecuadamente.

De acuerdo Bayona Pérez (2015.p,6), la disponibilidad de este recurso está plenamente ligada a los inconvenientes de abasto de agua potable que padecen las localidades, por medio de la sectorización, se usa, para determinar un diagnóstico, identificar fugas, facilitar su supresión y optimizar el control de pérdidas de agua y control de cloro residual.

Es una necesidad estar chequeando periódicamente la calidad del agua, utilizando métodos como los elaborados en este trabajo, por su bajo costo de estudio y dándonos valores adecuados que se asimilan a las de un software, debido a su manejo simple y con conocimientos podemos brindar un análisis completo a lo largo de la línea principal que conecta.

1.3. Objetivos

La investigación tiene el siguiente objetivo general y objetivos específicos:

1.3.1. Objetivo General

Realizar un modelo sobre el cloro residual para así determinar la concentración en 6 puntos específicos de la parroquia Chanduy a lo largo por donde pasa la línea principal, para ver si estas cumplen con los requerimientos de la norma ecuatoriana.

1.3.2. Objetivos específicos

- Establecer y modelar un tipo de comportamiento del cloro en cada punto donde fueron tomadas las muestras utilizando el software WATERCAD.
- Determinar el estado microbiológico del agua con la cantidad vertida de cloro en la planta de Atahualpa hasta la última comuna perteneciente a la parroquia de la Chanduy con fines de prevenir enfermedades si estas cumplen los parámetros debido a la distancia de recorrido de la red de distribución.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

2.1. Concepto e Importancia de Agua

Dicho con palabras de Gonzalo (2015 , p.3) el agua es muy importante porque la vida está estrechamente relacionada. El ADN que constituye la base de todos los organismos requiere p/ su metabolismo y reproducción, estar en contacto con el agua. En nuestro mundo, la vida no existe sin agua líquida; así en lugares donde hay agua líquida, se dan las condiciones para el desarrollo de los procesos vitales.

Por lo tanto, en nuestro estudio es muy importante determinar y estudiar el agua que estamos consumiendo, si estos son adecuados para el consumo si están cumpliendo con todos los parámetros que la norma nos proporciona como es la NTE INEN 1108(2014) esta es nuestra norma ecuatoriana referente al agua potable.

2.2. Preparación del Agua Antes del Consumo Humano

2.2.1. Purificación

Manera de asegurar que el agua cumplan los parámetros como la manera más tradicional es con la cloración, esto nos indica que nuestra agua queda apta para ser consumida.

2.2.2. Cloración

Proceso de manera sencilla de realizarse es la manera más adecuada y efectiva para alistar nuestra agua, una buena cloración nos previene muchas enfermedades microbiológicas, el tiempo desde el momento de la cloración es de 30 min para poderse consumir.

Figura 1

Sistema de abastecimiento de agua potable



Nota. Se muestra el proceso de potabilización del agua

2.2.3. Importancia del agua potable

Una persona generalmente para su propio consumo de agua para factores como higiénica, doméstica y metabólica es de 20 litros.

Según Ruiz (2001). Sin agua potable, la población no puede llevar una vida sana y provechosa. Abundar en el asunto de la calidad del agua se torna aún más difícil, si sabemos que diariamente cerca de 5 mil personas fallecen en el mundo gracias a una patología de procedencia hídrica y que de éstas, el 90 por ciento son chicos. Como la Tifoidea, Paratifoidea, disenteria, gastroenteritis, la Bilharziasis y el Cólera.

La inquietud por la calidad del agua potable y las exigencias de control de probables especies toxicas en la misma van incrementándose mientras se incrementa el razonamiento de los probables efectos perjudiciales de las sustancias y las modalidades de decisión y control de las mismas. (Barrenetxea, Delgado et al. 2005)

CAPITULO III

MODELAMIENTO DE LA CALIDAD DE AGUA POTABLE EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE LA PARROQUIA CHANDUY MEDIANTE EL USO DEL PROGRAMA WATERCAD

3.1. Ubicación del Proyecto

El estudio se enfocó en el agua potable que nos brinda la planta de Aguapen ubicado en la entrada a Atahualpa hasta la comuna Engunga, esto ubicados en la parroquia Chanduy tomando 6 muestras a lo largo de la red de distribución.

Figura 2

Ubicación del Proyecto



Nota. Red de distribución por donde nuestro estudio fue ejecutada con los diferentes puntos donde fueron recogidas nuestras muestras. Tomado de Google Earth.

3.2. Material

3.2.1. Materiales de Campo para Muestras

Para nuestra evaluación y medición utilizamos un analizador de pH y cloro. Con esto utilizamos software para modelar el cloro residual en nuestra área de estudio

en cada punto .con el Argis podemos definir nuestras curvas de nivel y por último lo modelamos en al WaterCad para hallar el modelo de nuestro cloro residual.

3.3. Población y Muestra

3.3.1. Población

En la parroquia Chanduy y sus comunidades que la conforman tenemos los siguientes datos:

Tabla 1

Población

PARROQUIA	TOTAL	HOMBRES	MUJERES
URBANA	43799	22080	21719
RURAL	67872	35263	32609
Santa Elena	43799	22080	21719
Atahualpa	2613	1280	1333
Colonche	24638	12778	11860
Chanduy	14940	7754	7186
Manglaralto	23423	12240	11183
Simón bolívar	2258	1211	1047
Total	111671	57343	54328

Nota. Tomado de INEC.

3.3.2. Muestras

Para este tipo de estudio nos ubicamos en 6 puntos por donde fueron tomadas nuestras muestras:

Tabla 2

Muestras

Muestras	Ubicación
1	Planta de Atahualpa
2	Pechiche

3	Manantial de Chanduy
4	Chanduy
5	Tugaduaja
6	Engunga

3.4. Técnicas e Instrumentación

3.4.1. Población a la que Fue Proyectada

Con los datos ya obtenidos mediante censos de la empresa de aguapen se adoptó un tasa de crecimiento del 2.0 %. De igual manera mostramos la tabla con la que fue considerada nuestro estudio de la población actual y llegar a la población futura.

Tabla 3

Cálculo de población destinada

Formula a utilizar Comuna	Método geométrico				
	Población habitantes	Periodo en años			
	2008	5	10	15	20
Chanduy	2538	2802	3094	3416	3771
Puerto de Chanduy	1090	1203	1328	1467	1619
Manantial	826	912	1007	1112	1227
El Real	538	594	656	724	799
Pechiche	1223	1351	1491	1646	1818
Rio verde	552	609	673	743	820
Buena fuente	184	203	224	248	273
San Rafael	807	891	984	1086	1200
Tugaduaja	762	841	928	1025	1132
Engunga	1429	1578	1742	1924	2124
SUBTOTAL(1)	9949	10984	12127	13389	14783

Nota. Se muestra a la población que está destinada.

3.4.2. Cálculo de Caudales

Los caudales nos ayudaran a verificar que cierta cantidad de agua, y cuáles son las dimensiones de tuberías, para que la presión del agua sea óptima y pueda brindar un buen servicio.

Tabla de los caudales en los diferentes puntos en los cuales brinda agua mediante la red de distribución:

Tabla 4

Cálculo de caudales

POBLACION	POBLACION HABIT	Q Med diario m3/d	Q Med diario l/s	Q Max diario 1,5 l/s	Q Max Hor 2 l/s
Chanduy	3771	565,56	6,547	9,821	13,09
Puerto de Chanduy	1619	242,85	2,811	4,217	5,62
Manantial	1227	184,05	2,130	3,195	4,26
El Real	799	119,85	1,387	2,081	2,77
Pechiche	1818	272,70	3,156	4,734	6,31
Rio verde	820	123,00	1,424	2,136	2,85
Buena fuente	273	40,95	0,474	0,711	0,95
San Rafael	1200	180,00	2,083	3,125	4,17
Tugaduaja	1132	169,80	1,965	2,948	3,93
Engunga	2124	318,60	3,688	5,532	7,38
Sector industrial Chanduy		610,00	7,06	10,59	14,12
#HABITANTES	14.783	2.217,45	32,73	49,09	65,45

Nota. Caudales en cada localidad.

El caudal total que se distribuirá en toda la red que conecta cada punto es 65,45 l/seg (2,0*32,725) que es nuestro caudal máximo horario, esto nos brindara un servicio óptimo aportándonos las 24 horas de agua potable.

3.4.3. Dimensiones de Tuberías

Con la información adquirida podemos saber cuáles son las medidas de la tubería que se encuentra en la red de distribución de agua potable a lo largo de la planta de Aguapen, cada uno fueron hallados según sus caudales que en la tabla anterior se calcularon:

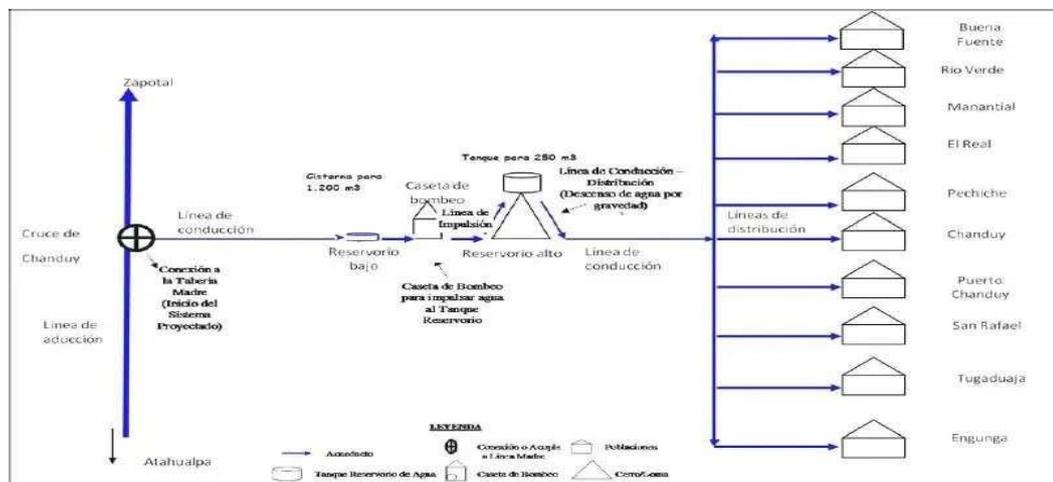
Partes con las cuales está conformadas el sistema de agua potable:

- Tubería de aducción existente Ø250mm de HD.
- Reservorio bajo (cisterna) de hormigón armado de 1200m³ de capacidad.
- Estación de bombeo y tubería de impulsión.
- Reservorio alto (tanque elevado) de hormigón armado de 250m³ de capacidad.
- Tubería de conducción proyectada ,(Ø315, Ø250, Ø200, Ø160 y Ø110mm)
- Red de distribución a las comunas, (Ø160, Ø110, Ø90 y Ø63mm)

En la siguiente ilustración mostraremos un flujograma del sistema de abastecimiento de agua potable y sus diversos componentes:

Figura 3

Flujograma abastecimiento de agua potable



Nota. Se muestra como se distribuye el agua potable.

1. La Primera Línea o Tubería de Conducción Inicial (Desde la Conexión en el Cruce de Chanduy hasta la Cisterna de almacenamiento o reservorio bajo;
2. Tubería o Línea de impulsión (Bomba y Tubería) desde la Caseta de Bombeo (Bomba Booster)15 al reservorio alto;
3. Reservorio o almacenamiento que consiste de un tanque de hormigón armado para 250 m3 de capacidad volumétrica;
4. Líneas de Conducción y de Distribución Final (Incluidas Guías Domiciliarias con Acometidas) a las comunidades del Proyecto Manantial - El Real – Pechiche – Chanduy Cabecera Parroquial – Buena Fuente – Rio Verde – San Rafael – Tugaduaja – Engunga y Puerto De Chanduy.

3.4.4. Determinación de Cloro Residual

Se ubicaron los puntos principales por donde pasa la red de distribución en 6 localidades distintas , en cada uno se realizó el cálculo del cloro residual si esta está cumpliendo con los requisitos que nos brinda la norma el límite permitido para que esta agua sea ingerida con total seguridad por los habitantes, se habló con dueños de casas que nos permitan recoger una pequeña cantidad de agua que sale directamente de la red como en un grifo, las mismas que son analizadas con el medidor de cloro dándonos los siguientes valores en los diferentes puntos:

Tabla 5

Cloro residual tomado en el sitio

Muestra	Ubicación	Cloro residual	Este	Sur	Cota
1	Planta de Atahualpa	1,5	529651.00	9747778.00	72 m
2	Pechiche	1,2	531523.00	9739212.00	28 m
3	Manantial de Chanduy	1,0	533553.00	9736783.00	18 m
4	Chanduy	0,5	535964.00	9734287.00	12 m
5	Tugaduaja	0,3	543436.00	9732758.00	14 m
6	Engunga	0,25	548241.00	9727289.00	13m

Tabla 6*Requisitos de agua potable*

Parámetro	Unidad	Límite máximo permitido
Características físicas		
Color	Unidades de color aparente (Pt-Co)	15
Turbiedad	NTU	5
olor	---	No objetable
Sabor	---	No objetable
Inorgánicos		
Antimonio, Sb	mg/l	0,02
Arsénico, As	mg/l	0,01
Bario, Ba	mg/l	0,7
Boro, B	mg/l	0,5
Cadmio, Cd	mg/l	0,003
Cianuros , CN	mg/l	0,07
Cloro libre residual	mg/l	0,3 a 1,5
Cobre , Cu	mg/l	2,0
Cromo , Cr(Cromo total)	mg/l	0,05
Fluoruros	mg/l	1,5
Manganeso , Mn	mg/l	0,4
Mercurio, Hg	mg/l	0,006
Níquel , Ni	mg/l	0,07
Nitratos, NO₃	mg/l	50
Nitritos, NO₂	mg/l	0,2
Plomo , Pb	mg/l	0,01
Radiación total	Bg/l	0,1
Radiación total	Bg/l	1,0
Selenio, Se	mg/l	0,01

Es el rango en el que debe estar el cloro residual libre luego de un tiempo mínimo de contacto de 30 minutos

Nota. Se muestra la clasificación de las fallas en pavimentos flexibles.

3.5. Modelo de Simulación

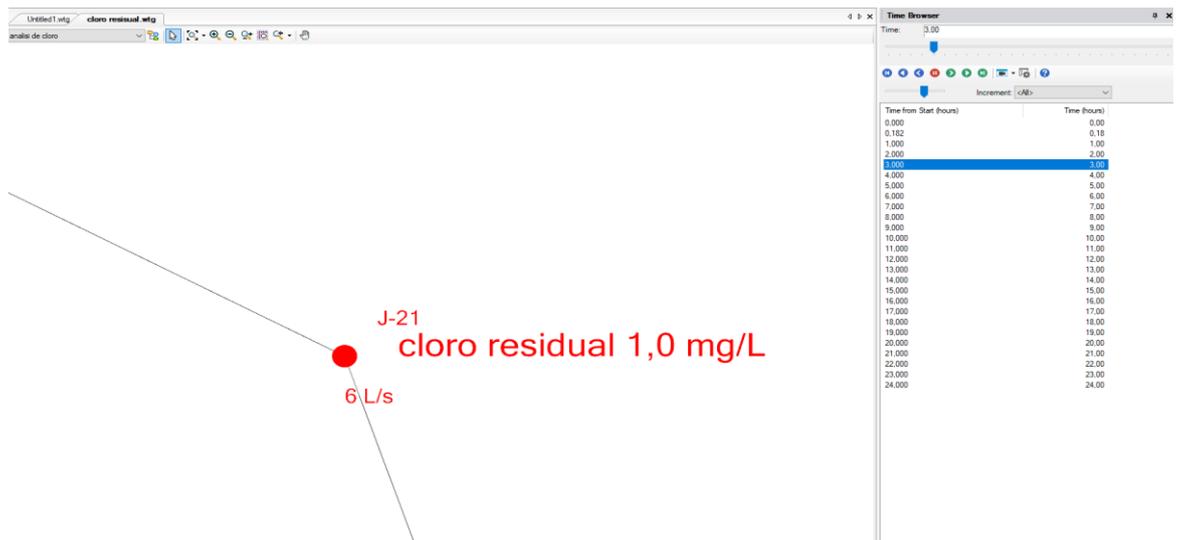
Con los datos ya obtenidos anteriormente como lo son: dimensiones de tubería, distancias entre puntos, caudales y cotas. Podemos llevar a representarlo en un modelo que nos indicara como nuestro cloro residual actúa a las variaciones de tiempo por medio del software WaterCad diseñamos nuestra red de distribución para de esta manera comparar los resultados con los obtenidos en campo.

Para que nuestro proceso nos dé un modelo correcto ubicamos el caudal total al inicio en nuestro reservorio, así de esta manera poder viajar por toda la red de distribución donde se observa el comportamiento del cloro a las variaciones horarias.

3.5.1. Análisis de Cada Punto de Estudio

Figura 4

Comportamiento del cloro residual en la Comuna Pechiche



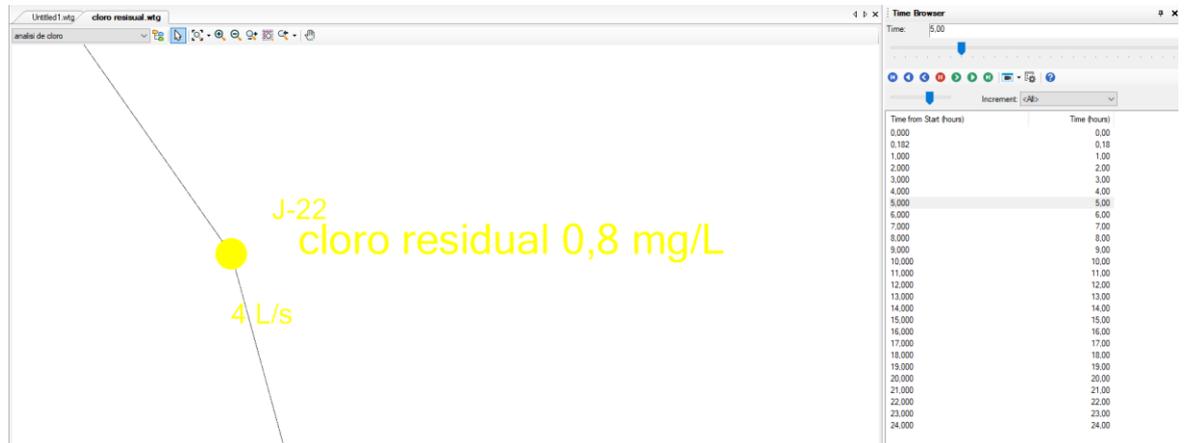
Interpretación:

En la siguiente figura se muestra el comportamiento del cloro residual en la Comuna Pechiche nuestro primer punto de estudio. A nuestro análisis final con el modelo desarrollado, comprobamos que el cloro residual a las 3 horas tiene una óptima concentración de 1mg/l que está en los parámetros permitidos según nuestra norma

donde estas oscilan entre 0,3 a 1,5 de esta manera podremos decir que el agua es apta para el consumo.

Figura 5

Comportamiento del cloro residual en la Comuna Manantial de Chanduy

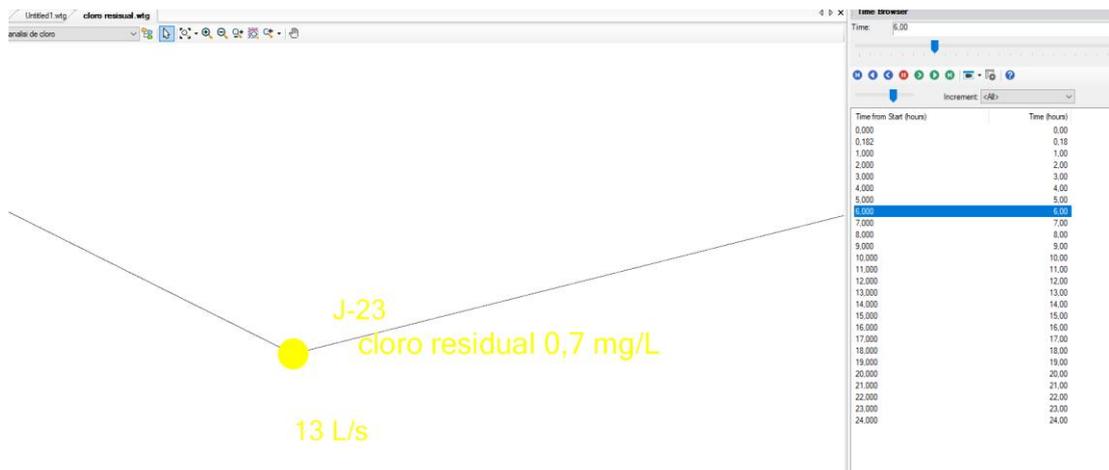


Interpretación:

En la siguiente figura se muestra el comportamiento del cloro residual en la Comuna Manantial de Chanduy nuestro segundo punto de estudio. A nuestro análisis final con el modelo desarrollado, comprobamos que el cloro residual a las 5 horas tiene una óptima concentración de 0,8 mg/l que está en los parámetros permitidos según nuestra norma donde estas oscilan entre 0,3 a 1,5 de esta manera podremos decir que el agua es apta para el consumo.

Figura 6

Comportamiento del cloro residual en la Parroquia Chanduy

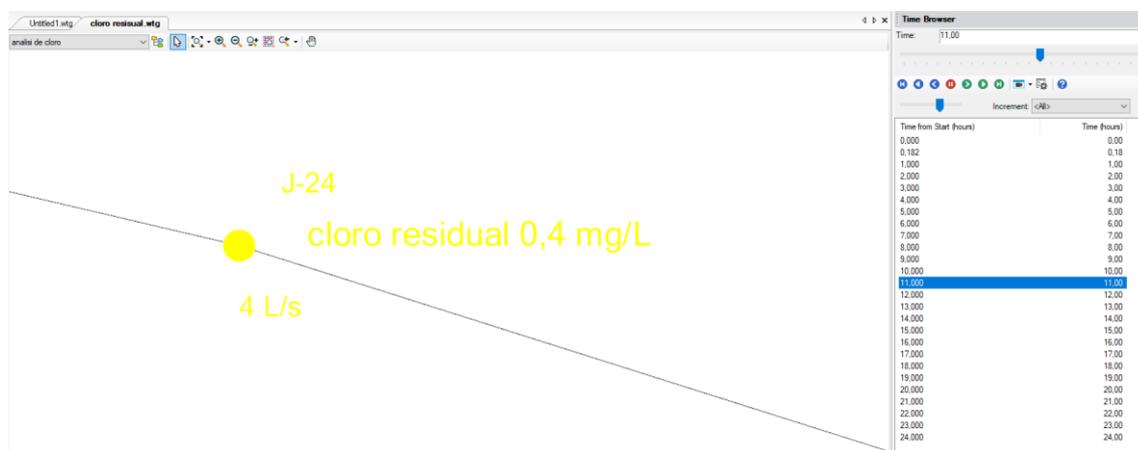


Interpretación:

En la siguiente figura se muestra el comportamiento del cloro residual en la Parroquia Chanduy nuestro tercer punto de estudio. A nuestro análisis final con el modelo desarrollado, comprobamos que el cloro residual a las 6 horas tiene una óptima concentración de 0,7 mg/l que está en los parámetros permitidos según nuestra norma donde estas oscilan entre 0,3 a 1,5 de esta manera podremos decir que el agua es apta para el consumo.

Figura 7

Comportamiento del cloro residual en la Comuna Tugaduaja



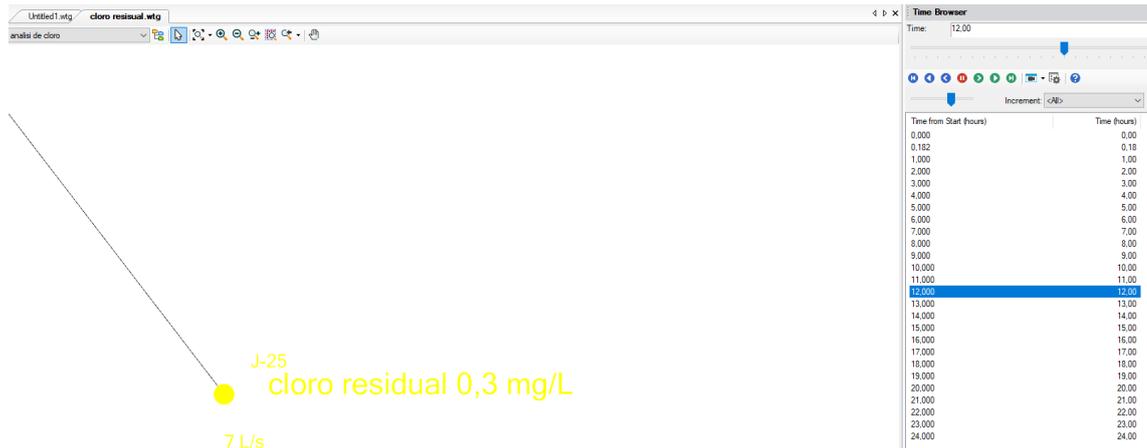
Interpretación:

En la siguiente figura se muestra el comportamiento del cloro residual en la Comuna Tugaduaja nuestro cuarto punto de estudio. A nuestro análisis final con el modelo desarrollado, comprobamos que el cloro residual a las 11 horas tiene una óptima concentración de 0,4 mg/l que está en los parámetros permitidos según nuestra norma donde estas oscilan entre 0,3 a 1,5 de esta manera podremos decir que el agua es apta para el consumo.

En la siguiente figura se muestra el comportamiento del cloro residual en la Comuna Engunga nuestro segundo punto de estudio.

Figura 8

Comportamiento del cloro residual en la Comuna Engunga



Interpretación:

A nuestro análisis final con el modelo desarrollado, comprobamos que el cloro residual a las 12 horas tiene una óptima concentración de 0,3 mg/l que está en los parámetros permitidos según nuestra norma donde estas oscilan entre 0,3 a 1,5 de esta manera podremos decir que el agua es apta para el consumo.

En resumen aremos unas graficas donde representan los valores obtenidos en campo como por medio del software.

Tabla 7

Valores tomados en el campo

1	Pechiche	1,2
2	Manantial de Chanduy	1,0
3	Chanduy	0,5
4	Tugaduaja	0,3
5	Engunga	0,25

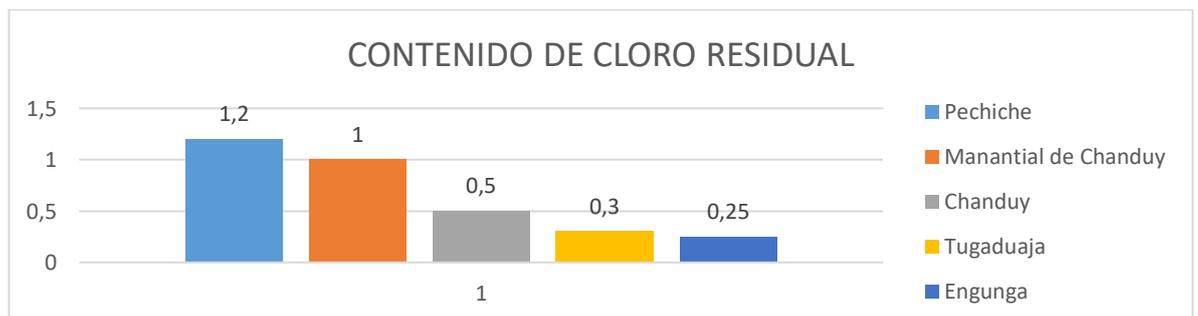
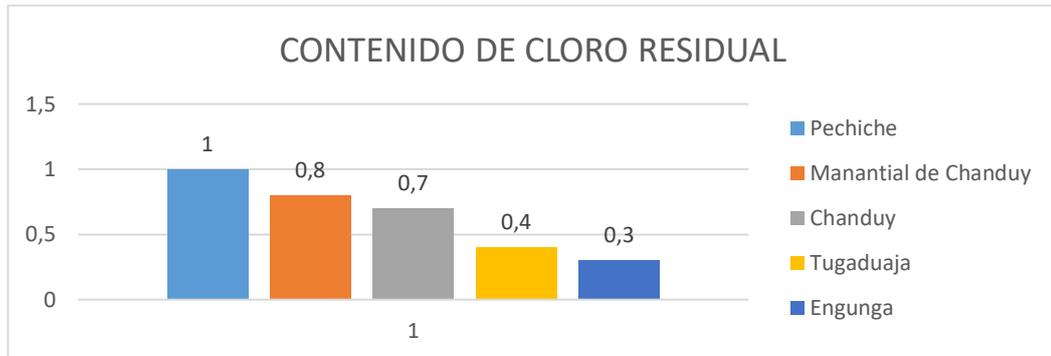


Tabla 8

Valores calculados mediante WaterCad

1	Pechiche	1,0
2	Manantial de Chanduy	0,8
3	Chanduy	0,7
4	Tugaduaja	0,4
5	Engunga	0,3



CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

En los puntos tomados en cuenta como son las localidades por donde pasa la red de distribución de agua potable analizamos la cantidad de cloro residual los cuales obtuvimos los siguientes valores: Pechiche 1,0 mg/l, Manantial de Chanduy 0,8 mg/l, Parroquia Chanduy 0,7 mg/l, Tugaduaja 0,4 mg/l y en la Comuna Engunga 0,3 mg/l. de esta manera concluimos que el cloro residual está dentro de los parámetros establecidos según nuestra norma ecuatoriana que nos indica rangos de 0,3mg/l y 1,5 mg/l.

Mediante nuestro modelo de cloro residual pudimos comprobar que nuestras diámetros de tuberías están diseñadas de manera correcta dándonos esta una buena distribución y continuidad con la concentración de cloro adecuada para el consumo humano las cuales están abarcan desde 0,45 mg/l hasta los 1 mg/l.

La calidad del agua según nuestro estudio de la red de distribución de toda la Parroquia Chanduy y comunas aledañas tenemos valores óptimos en su límite de cloro dándonos mayor seguridad al ingerir de manera directa ya que esta se encuentra en los límites permisibles cuidándonos de enfermedades microbiológicas.

4.2. Recomendaciones

Se debe considerar que, si queremos un estudio más exactitud la concentración de cloro, realizar más muestras en horarios variados y aumentar los puntos de estudio, con equipos de mayor relevancia al cálculo de cloro residual.

Cabe recalcar que el cloro no se pierde según la distancia sino reacciona a la cantidad de bacterias y microorganismos dañinos que estas se encuentren en el agua, se recomienda realizar análisis físico-químico dándonos valores para un mejor estudio y

de esta manera prevenir enfermedades y nos permite consumir una agua de buena calidad.

El uso del software WaterCad podemos simular el comportamiento del cloro residual, facilitándonos y a la vez dar un estudio de mayor relevancia si nuestras tuberías, reservorios cumplen con un buen desempeño a la hora de transportar el agua a cada uno de los domicilios.

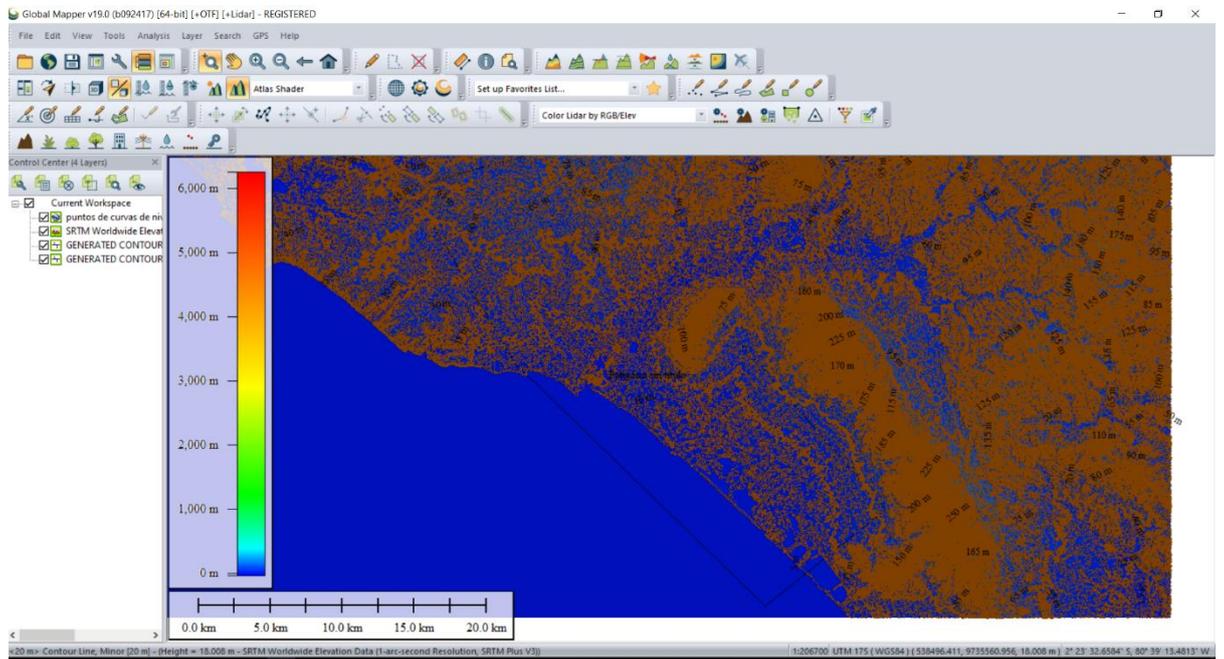
BIBLIOGRAFIA

- Barrenetxea, C. O., et al. (2005). Importancia de los contaminantes orgánicas en el agua potable: una preocupación creciente y tardía reflejada en la legislación. Anales de la Real Sociedad Española de Química, Real Sociedad Española de Química.
- Bayona Pérez, J. E. (2015). "Renovación y sectorización de redes de agua potable de la ciudad Imperial provincia Cañete, departamento de Lima."
- Gonzalo, P. C. J. "IMPORTANCIA DEL AGUA."
- Lazcano, C. (1998). Fallas y problemas de la desinfección urbana. SEDAPAL, Perú.[Fecha de consulta 1 abril de 2011]. Disponible en: <http://www.bvsde.ops-oms.org/bvsacg/e/fulltext/simposio/ponen2.pdf>.
- Ruiz, P. R. J. E. A. (2001). "Abastecimiento de agua."

ANEXOS

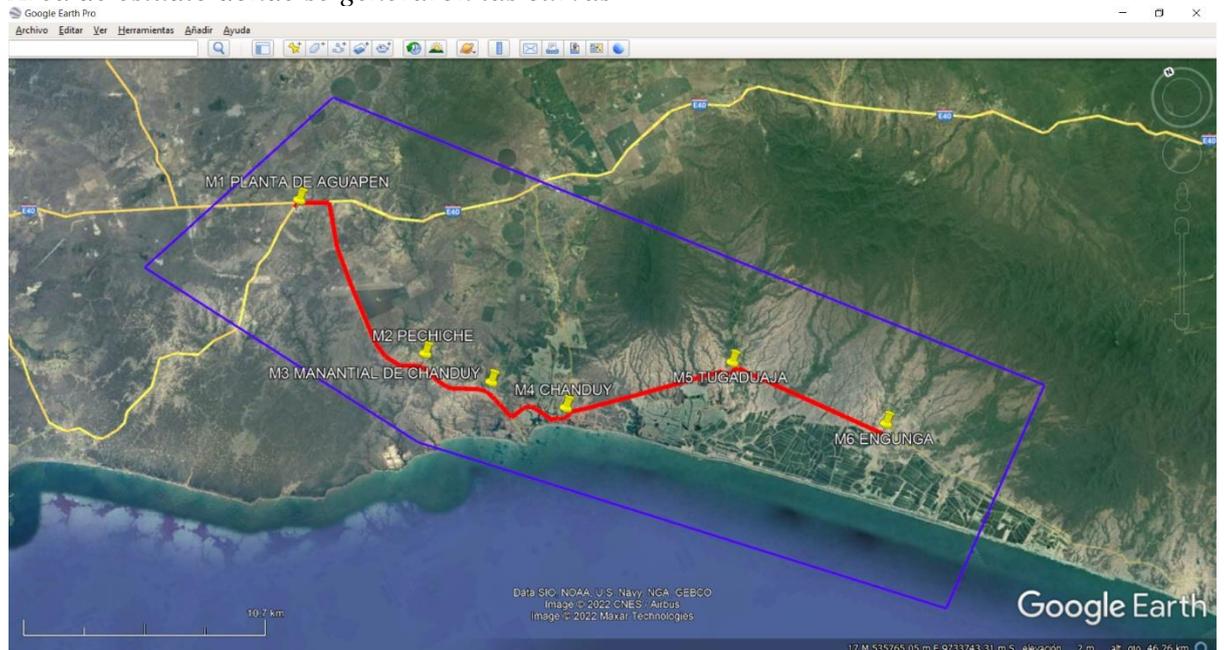
Anexos 1

Curvas de nivel mediante Globalmapper



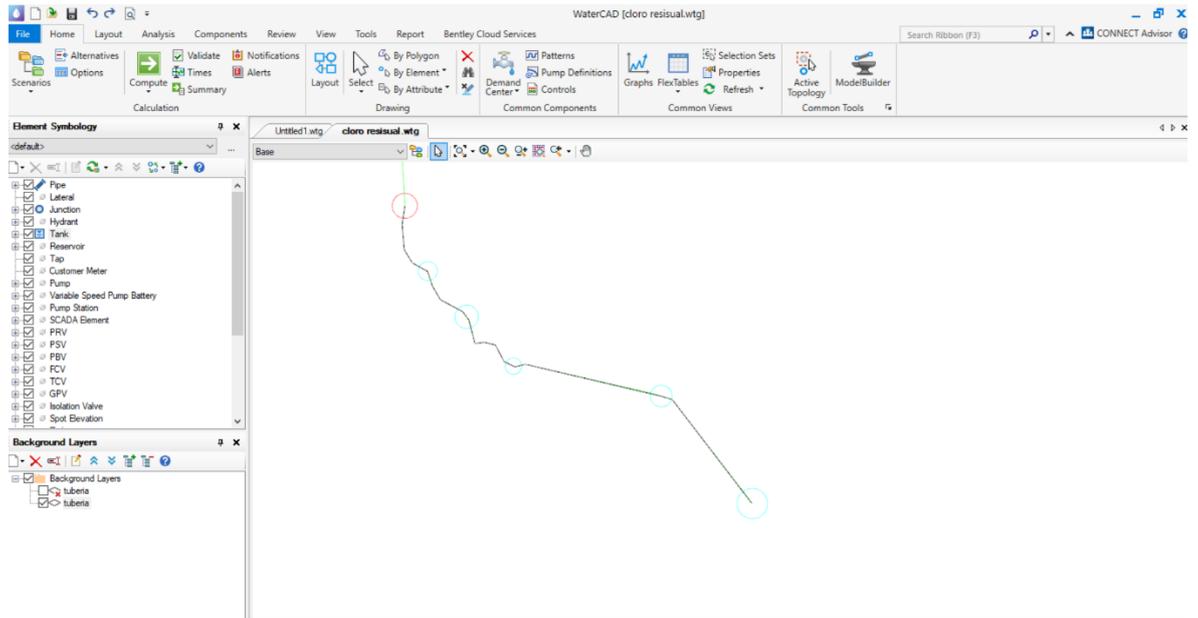
Anexo 2

Área de estudio donde se generaron las curvas



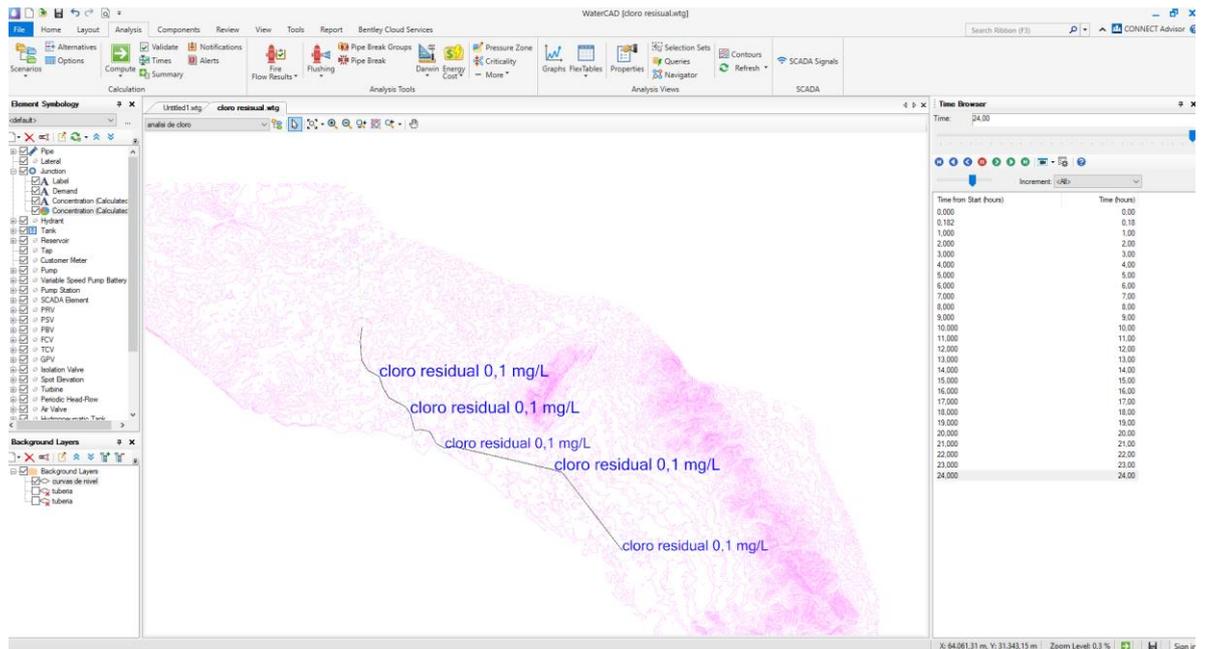
Anexo 3

Red de WaterCad



Anexo 4

Cálculo de cloro residual



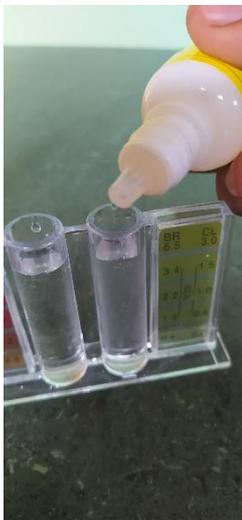
Anexos 5

Cálculo de cloro residual e implementos

Determinación de cloro de cada uno de las muestras.



Muestras de cada sitio



Análisis mediante colocación de indicador de cloro que contiene el agua





Sobres que también indican la cantidad de cloro



test para calcular el cloro residual



Coloración del agua según el cloro



kit con sus parámetros permitido para el estudio del cloro residual