



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**PROYECTO TÉCNICO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL**

TEMA:

**EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE
“EL MIRADOR”, UBICADA EN EL CASERÍO DEL MISMO NOMBRE
PERTENECIENTE AL CANTÓN CEVALLOS, PROVINCIA DE
TUNGURAHUA.**

AUTOR: Jorge Ricardo Palma Poveda

TUTOR: Ing. Jorge Javier Guevara Robalino, Ph.D.

AMBATO – ECUADOR

Septiembre - 2023

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Proyecto Técnico, previo a la obtención del Título de Ingeniero Civil, con el tema: **“EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE “EL MIRADOR”, UBICADA EN EL CASERÍO DEL MISMO NOMBRE PERTENECIENTE AL CANTÓN CEVALLOS, PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**, elaborado por el Sr. Jorge Ricardo Palma Poveda, portador de la cédula de identidad C.I. 1804889143, estudiante de la Carrera de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Certifico que:

- El presente proyecto técnico es original de su autor.
- Ha sido revisado cada uno de los capítulos que lo componen.
- Está finalizado en su totalidad.

Ambato, Septiembre 2023



Ing. Jorge Javier Guevara Robalino, Ph.D.
TUTOR

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Jorge Ricardo Palma Poveda, con cédula de identidad C.I. 1804889143, declaro que todos los contenidos y actividades expuestos en el desarrollo del presente Proyecto Técnico con el tema: **“EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE “EL MIRADOR”, UBICADA EN EL CASERÍO DEL MISMO NOMBRE PERTENECIENTE AL CANTÓN CEVALLOS, PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**, así como las, ideas, gráficos, criterios, tablas, conclusiones y recomendaciones son de mi exclusiva responsabilidad como autor del proyecto a excepción de las referencias bibliográficas citadas en el mismo.

Ambato, Septiembre 2023



Jorge Ricardo Palma Poveda
C.I. 1804889143
AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Proyecto Técnico o parte de él, un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos en línea patrimoniales de mi Proyecto Técnico, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este documento dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor

Ambato, Septiembre 2023



Jorge Ricardo Palma Poveda
C.I. 1804889143
AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

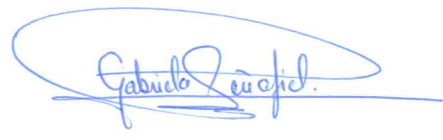
Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del Proyecto Técnico, realizado por el estudiante Jorge Ricardo Palma Poveda de la Carrera de Ingeniería Civil bajo el tema: “EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE “EL MIRADOR”, UBICADA EN EL CASERÍO DEL MISMO NOMBRE PERTENECIENTE AL CANTÓN CEVALLOS, PROVINCIA DE TUNGURAHUA”.

Ambato, Septiembre 2023

Para constancia firman:



Ing. Bolívar Eduardo Paredes Beltrán, Ph.D.
MIEMBRO CALIFICADOR



Ing. Lourdes Gabriela Peñafiel Valla, Mg.
MIEMBRO CALIFICADOR

DEDICATORIA

En primer lugar a mi Dios por siempre llevarme hacia adelante a pesar de todas las dificultades de la vida

A mis padres ya que gracias a su apoyo incondicional no estaré donde estoy y son un pilar fundamental no solo en mi educación si no también en mi vida.

A mis hermanos Daniel, Karina, Mathías ya que igual gracias a su apoyo y las vivencias con cada uno de ellos son indispensables para ser la persona que soy.

A mis mascotas Shadon, Snoopy, Kiara ya que para mí nunca han sido unas simples mascotas siempre han sido un miembro más y de igual importancia dentro de mi familia.

A mis amigos Los Ramones ya que sin ellos la universidad no habría sido la misma, porque una buena amistad siempre será agradecida y felicitada.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar a mi Dios por siempre llevarme hacia adelante a pesar de todas las dificultades de la vida

A mis padres ya que gracias a su apoyo incondicional no estaré donde estoy y son un pilar fundamental no solo en mi educación si no también en mi vida.

A mis hermanos Daniel, Karina, Mathías ya que igual gracias a su apoyo y las vivencias con cada uno de ellos son indispensables para ser la persona que soy.

A mis mascotas Shadon, Snoopy, Kiara ya que para mí nunca han sido unas simples mascotas siempre han sido un miembro más y de igual importancia dentro de mi familia.

A mis amigos Los Ramones ya que sin ellos la universidad no habría sido la misma, porque una buena amistad siempre será agradecida y felicitada.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL TUTOR	ii
AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	ii
DERECHOS DE AUTOR	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO.....	v
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiv
RESUMEN EJECUTIVO	xvi
ABSTRACT.....	xvii
CAPITULO I.....	1
MARCO TEÓRICO	1
1.1 Antecedentes Investigativos.....	1
1.1.1 Antecedentes	1
1.1.2 Justificación	3
1.1.3 Fundamentación Teórica.....	4
El agua en el planeta Tierra	4
El agua en el Ecuador	5
Agua según el TULSMA	5
Cobertura de Agua Básica.....	6
PROCESOS DE POTABILIZACIÓN	8
Tratamiento Físico	9
Tratamiento Químico.....	9
Tratamiento Bacteriológico.....	10

Captación	10
Captación de aguas Superficiales	10
Captación por medio de un Vertedor Lateral	11
Captación mediante una caja central construida debajo del vertedor de rebose.....	11
Obras De Captación Para Agua Subterránea.	11
Manantiales.....	12
Pozo.....	12
Poco Profundos.....	12
Excavados (Someros).	12
Ordinario o de Capa Libre.....	12
Artesiano.	12
Profundos.	12
Elementos de un pozo.....	13
Captación de Aguas por medio de Galerías de Infiltración	13
Conducción	13
Aireadores.....	13
Aireador de Aire Difuso.....	13
Aireadores de Aspersión.....	14
Aireadores Mecánicos.....	14
Aireadores por Gravedad.....	14
Aireadores de Bandejas Múltiples.....	14
Aireadores Manuales	15
Aireadores de Cascada	15
NORMATIVA DEL AGUA EN ECUADOR	15
CARACTERÍSTICAS DEL AGUA PARA EL CONSUMO HUMANO	16
1.2 Objetivos	20

1.2.1	Objetivo General.....	20
1.2.2	Objetivos Específicos	20
	CAPÍTULO II.....	21
	METODOLOGÍA	21
2.1	Equipos y Materiales.....	21
2.2	Metodología	22
	ETAPA 1: Información del Sector.....	22
	ETAPA 2: Identificación del Lugar de Captación de Agua	22
	ETAPA 3: Recolección de Muestras.....	22
	ETAPA 4: Análisis de Laboratorio de la Características del Agua	23
	ETAPA 5: Diagnóstico General de la PTAP.....	23
	CAPÍTULO III.....	24
	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	24
	ETAPA 1: Información del Sector.....	24
	ETAPA 2: Identificación del Lugar de Captación de Agua.	30
	ETAPA 3: Recolección de Muestras.....	33
	ETAPA 4: Análisis de Laboratorio de la Características del Agua.	36
	ETAPA 5: Diagnóstico General de la PTAP.....	36
	Comparación y análisis de los resultados con el TULSMA.....	38
	Determinación del caudal de entrada de la PTAP “El Mirador”.....	40
	Diseño de la torre de aireación con bandejas múltiples.....	44
	Área Total	46
	Altura de la Torre	46
	Dimensiones Bandejas	46
	Área de Bandejas.....	46
	Número de Bandejas	47
	Separación entre Bandejas	47

Altura de la Bandeja	47
Espesor de cada Bandeja	47
Diámetro de los Orificios	48
Separación entre Orificios	48
Número de Orificios (método 1).....	48
Separación entra el orificio y el borde de la bandeja.....	48
Altura del agua en la Bandeja.....	49
Área Orificios	49
Caudal en metros cúbicos por segundo.....	49
Velocidad.....	49
Número de Orificios (método 2).....	50
Área Orificio.....	50
Caudal sobre la Bandeja.....	50
Número de Orificios.....	51
Distribución orificios.....	51
Altura del agua en la Bandeja.....	52
Área Orificios	52
Caudal en metros cúbicos por segundo.....	52
Velocidad.....	53
Tiempo de Exposición.....	53
Dimensiones bandeja recolectora	54
Dimensiones borde superior protector.....	54
Dimensiones torre de aireación por bandejas múltiples.....	55
Proceso químico de la aireación del agua en las bandejas	60
Resultados de la aireación para la remoción de hierro realizados en otros trabajos de ingeniería:	61

Presupuesto para la fabricación de la torre de aireación por bandejas múltiples.....	62
CAPÍTULO IV	63
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	63
Conclusiones.	63
Recomendaciones.	65
BIBLIOGRAFÍA:	66
ANEXOS:.....	68

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Equipos y Materiales Utilizados.	21
Tabla 2: Equipos Sanitario Utilizado.	21
Tabla 3: Resultados del análisis de laboratorio de las muestras.	36
Tabla 4: Comparación con la Tabla 1 del TULSMA.	39
Tabla 5: Comparación con la Tabla 2 del TULSMA.	39
Tabla 6: Tabla típica por hora para la medición del caudal de entrada a la PTAP “El Mirador”.	42
Tabla 7: Tabla resumen de los caudales horarios de la semana de medición del caudal de entrada a la PTAP “El Mirador”.	42
Tabla 8: Parámetros referenciales del diseño de un aireador de bandejas múltiples.	44
Tabla 9: Parámetros de diseño de un aireador de bandejas múltiples.	45
Tabla 10: Dimensiones torre de aireación por bandejas múltiples.	55
Tabla 11: Resultados de la aireación en la eliminación del hierro.	61
Tabla 12: Presupuesto torre de aireación por bandejas múltiples.	62

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Cobertura de Agua en el Ecuador.....	6
Figura 2: Cantones con mayor Cobertura de Agua en el Ecuador.	7
Figura 3: Cobertura de Agua en el Cantón Cevallos.....	8
Figura 4: Características físicas, sustancias inorgánicas y radiactivas.	17
Figura 5: Sustancias orgánicas.	18
Figura 6: Criterios de calidad de aguas para consumo humano y doméstico que requieren tratamiento convencional (Tabla 1).	18
Figura 7: Criterios de calidad de aguas para consumo humano y doméstico que para su potabilización solo requieren desinfección (Tabla 2).....	19
Figura 8: Parque Central Cantón Cevallos.....	24
Figura 9: Elementos Turísticos Cantón Cevallos.....	25
Figura 10: Planta de Tratamiento de Agua Potable “El Mirador”.	26
Figura 11: Tanque Receptor.....	27
Figura 12: Sedimentadores.....	27
Figura 13: Zona de Desinfección.	27
Figura 14: Tanque de Almacenaje (50m ³).	28
Figura 15: Tanque de Almacenaje (200m ³).	28
Figura 16: Cámara de Mezcla.	29
Figura 17: Zona previa PTAP “El Mirador”.	29
Figura 18: Filtros de grava zona previa PTAP “El Mirador”.....	30

Figura 19: La Oreja del Diablo.	31
Figura 20: Captación Principal de la PTAP “El Mirador”.....	32
Figura 21: Captación Secundaria de la PTAP “El Mirador”.....	32
Figura 22: Captación Terciaria de la PTAP “El Mirador”.....	32
Figura 23: Captación Dañada (seca) de la PTAP “El Mirador”.....	33
Figura 24: Recolección muestra a la entrada de la PTAP “El Mirador”.....	34
Figura 25: Recolección muestra a la salida de la PTAP “El Mirador”.....	34
Figura 26: Recolección muestra residencia barrio Agua Santa.	35
Figura 27: Recolección muestra en la captación en la “Oreja del Diablo”.....	35
Figura 28: Planta de Tratamientos de Agua Potable Regional de Yanahurco.	37
Figura 29: Torres de bandejas múltiples para la aireación del agua.	38
Figura 30: Balde plástico de 11.25 L utilizado para la medición de caudal de entrada a la PTAP “El Mirador”.	40
Figura 31: Representación sin escala de los orificios de la bandeja.	52
Figura 32: Vista superior bandeja tipo.	56
Figura 33: Vista frontal de la torre de aireación por bandejas múltiples.	57
Figura 34: Vista lateral de la torre de aireación por bandejas múltiples.....	58
Figura 35: Implantación de la torre de aireación por bandejas múltiples en el filtro en desuso de la zona previa a la PTAP “El Mirador”.....	59

RESUMEN EJECUTIVO

En el presente trabajo técnico se realizó la evaluación de la Planta de Tratamiento de Agua Potable “El Mirador” para conocer la calidad del agua y comprobar si cumple con las normas correspondientes, debido a que la entidad a cargo comunicó la presencia de hierro en lugares como el tanque receptor del agua proveniente de la captación y también en tanques de almacenamiento en ciertas viviendas del cantón.

El proyecto inició con el levantamiento de la información del sector donde está localizada la PTAP; se recolectaron datos como caudales de entrada y salida, toma de muestras para el correspondiente análisis de laboratorio. Luego se realizó la comparación de los análisis de laboratorio con los parámetros establecidos en el TULSMA donde se verificó que los niveles de hierro existentes en la muestra de la captación son superiores a los establecidos en la norma, por lo que juntamente con la entidad a cargo de la planta, GAD Municipal de Cevallos, se optó por buscar una propuesta que brinde una mejora de estos parámetros.

La solución más óptima debido a su eficacia y bajo costo fue la de un sistema de aireación con una torre de bandejas múltiples, determinando a si la localización más adecuada para la misma, su diseño siguiendo parámetros y comparando con las torres existentes dentro de la Planta de Tratamiento de Agua Potable de Yanahurco donde existe una problemática similar a la PTAP “El Mirador”, también se realizó un presupuesto del costo de la torre de bandejas múltiples.

Palabras Clave: Agua potable, calidad del agua, hierro, aireador, bandejas múltiples.

ABSTRACT

In this technical work, the "El Mirador" Drinking Water Treatment Plant was evaluated to determine the quality of the water and check if it complies with the corresponding standards, since the entity in charge reported the presence of iron in places such as the receiving tank of the water coming from the catchment and also in storage tanks in certain houses of the canton.

The project began with the collection of information from the sector where the PTAP is located; data were collected, such as inflow and outflow, and samples were taken for the corresponding laboratory analysis. Then the laboratory analysis was compared with the parameters established in the TULSMA, where it was verified that the iron levels in the intake sample are higher than those established in the standard, so together with the entity in charge of the plant, GAD Municipal de Cevallos, it was decided to seek a proposal that would provide an improvement of these parameters.

The most optimal solution due to its efficiency and low cost was an aeration system with a multi-tray tower, determining if the most appropriate location for it, its design following parameters and comparing with the existing towers within the Yanahurco Drinking Water Treatment Plant where there is a similar problem to the PTAP "El Mirador", also a budget of the cost of the multi-tray tower was made.

Key words: Drinking water, water quality, iron, aerator, multiple trays.

CAPITULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes Investigativos

1.1.1 Antecedentes

El tratamiento del agua para que sea apta para el consumo humano ya no es la misma de hace años atrás debido a que en la actualidad existen procesos de potabilización más innovadores, con elementos hidráulicos más eficientes, eficaces y de un costo más accesible.

La Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP) “El Mirador” del Cantón Cevallos presenta pequeñas concentraciones de hierro en el cajón receptor del agua proveniente de la vertiente, para la eliminación del mismo; basado en tesis citadas a continuación; se han utilizado diferentes métodos entre ellos: la utilización de químicos y la implementación de una aireador de bandejas como un elemento más del proceso de potabilización del agua.

En la Departamento de Ingeniería Química y Ambiental de la Universidad de Sevilla se elaboró una tesis de tema: “Limpieza Química de tuberías de Abastecimiento: eliminación de las incrustaciones de hierro y manganeso, control de los niveles de metales disueltos y mantenimiento de la calidad de agua potable en la red” en la cual se realizó la limpieza de la red de distribución mediante de la utilización de Peróxido de Hidrógeno (H_2O_2) que es un químico que funciona adecuadamente para la eliminación de Manganeso (Mn) y Hierro (Fe) disueltos en el agua. [1]

En el IMTA el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua desarrollaron un método para la remoción de hierro y manganeso del agua que se basa en la absorción los mismo mediante la utilización de zeolita natural tipo clinoptilolita recubierta con óxidos de manganeso. Esto lo hicieron mediante el diseño de tres plantas potabilizadoras con porcentajes de remoción de manganeso de 97%, 98%. Esto está indicado en la tesis: “Remoción de hierro y manganeso en fuentes subterráneas de abastecimiento de agua potable mediante un proceso de adsorción-oxidación en continuo”. [2]

En la tesis “Determinación de la eficiencia de remoción de hierro y manganeso utilizando un aireador de bandejas con lechos de coque, grava y una combinación de ambos en la ciudad de San Juan de Pasto” de la Universidad de Nariño, Colombia, se hizo una investigación para la remoción de hierro y manganeso mediante un aireador de bandejas en los que se probó tres materiales de filtro: grava, coque y una combinación de ambas con diámetros de 0.5-1 pulgadas. Como resultado el lecho de grava fue el mejor para la remoción de hierro mientras que para el manganeso fue el lecho de coque y grava. [3]

A nivel nacional en la Universidad de Machala UTMACH existe varios trabajos de titulación que guardan relación con este proyecto.

En la tesis “Diseño del Sistema de abastecimiento de Agua Potable, en el sitio "El Aguacate" para Aguas Subterráneas” se diseñó un aireador de bandejas y un filtro de arena permitiendo oxidar los metales y gases y convertir el manganeso a su forma manganesosa, utilizando 3 bandejas con materiales como carbón, coque o similar en cada una de ellas formando parte de una torre de 2.5m de altura total para remover 0.5mg/l de manganeso del agua. [4]

En el “Estudio para remoción de manganeso del sistema de agua potable de San Vicente del Jobo cantón Arenillas provincia el Oro” se diseñó y construyó un aireador de bandejas con una capa de arena limpia con tamaños de 0.15 a 0.35mm sobre tres capas de grava de diferentes diámetros, aumentando la eficiencia de remoción de manganeso de la planta de tratamiento del 67% al 84%. [5]

En el “Diseño definitivo de la alternativa óptima de una planta de tratamiento de agua potable ubicado en la región costa” se realizó los cálculos y propiamente dicho el diseño de una planta de tratamiento con un sistema de aireador de bandejas y un filtro lento de arena para la eliminación de manganeso, este aireador consta con 3 bandejas con grava. [6]

1.1.2 Justificación

A nivel global, el problema principal en cuanto a la calidad del agua se refiere es la presencia de altos niveles de nutrientes como: hierro, fósforo, nitrógeno y manganeso (la eutrofización). Dichos nutrientes en su mayoría provienen de la escorrentía agrícola y de aguas residuales, de residuos industriales, de la combustión de combustibles fósiles y de incendios forestales. [7]

De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (OMS) se estima que, debido al agua potable contaminada por diferentes factores, se producen 502000 muertes por diarrea al año, además de que ocasiona más enfermedades como el cólera, la fiebre tifoidea, la disentería, la poliomielitis, etc. [8]

La calidad de agua es de vital importancia ya que de acuerdo a la Constitución de la República del Ecuador dicho recurso hídrico será destinado al consumo humano, riego que asegure la autonomía alimentaria, caudal ecológico y actividades productivas, además menciona que la estabilidad de los ecosistemas y el consumo humano serán preferentes en el uso del agua. [9]

La presencia de hierro y manganeso pueden ser una molestia para el abastecimiento del agua potable. Es más común tener presencia de hierro que de manganeso, pero con frecuencia ocurren juntos. [10]

El manganeso y el hierro pueden provocar un color, sabor y olor indeseable al agua. Estos elementos provocan manchas en platos, vasos, utensilios, porcelana, ropa, accesorios de plomería y hasta en el concreto, el manganeso provoca manchas café-negras mientras que el hierro rojizos-café. Por desgracia estas manchas no son fáciles de remover ya que los detergentes clásicos no funcionan, el cloro y productos alcalinos como el bicarbonato incluso intensifican dichas manchas. [10]

Uno de los inconvenientes producidos por los depósitos de hierro y manganeso es la acumulación de estos en las tuberías, tanques de almacenamiento, calentadores domésticos de agua; debido a esto se puede ver reducida la presión del agua en la red de distribución local. En pequeñas concentraciones no causan problemas graves en la salud humana. [10]

Conocido esto la Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP) “El Mirador” del cantón Cevallos, tiene actualmente pequeñas acumulaciones de hierro en el tanque receptor del agua proveniente de la vertiente, también en la Unidad de Agua Potable del GAD Municipal del cantón se han presentado quejas referentes al mismo problema por parte de habitantes del sector que almacenan el agua y con el pasar de los días en esta agua comienza a tener los mismos inconvenientes de presencia de este metal.

Por lo tanto con la realización de este Proyecto Técnico se plantea encontrar una solución eficiente y económica a esta problemática para así evitar que se siga desarrollando y de esta forma continuar brindando una excelente calidad de agua a la población.

1.1.3 Fundamentación Teórica

El agua en el planeta Tierra

Se estima que la disponibilidad del agua anualmente es de 1386 billones de hm^3 ; tan solo 35 billones de hm^3 son de agua dulce es decir el 2.5%, de esta el 70% están el glaciares, hielo, nieve por lo que son inaccesibles, 10.5 billones de hm^3 es agua subterránea y tan solo 0.14 billones de hm^3 se encuentra en ríos, lagos, plantas y en forma de humedad en el suelo y aire. [11]

El agua saludable y de fácil acceso es fundamental para la salud, ya sea que esta sea utilizada para los domicilios, producción de alimentos, para beber, etc. [12]

La Asamblea General de las Naciones Unidas en 2010 declaró de forma explícita el derecho al abastecimiento de agua y saneamiento, estableciendo que todas las personas tienen derecho a acceder de forma ininterrumpida al agua suficiente, de una calidad aceptable ya sea para uso doméstico y personal. [12]

Para 2020, 5800 millones de personas tenían acceso al agua gestionada de forma segura y apta para el consumo humano; los restantes 2000 millones de habitantes, en ese entonces, tenemos que:

1200 millones, tenían acceso a una fuente mejorada de agua a menos de 30 minutos (ida y vuelta).

282 millones, contaban con servicios limitados, es decir, necesitaban hacer un viaje de más de 30 minutos para acceder al agua.

368 millones, recogían agua de pozos y manantiales que no contaban con la protección ambiental adecuada.

122 millones, recogían agua superficial no tratada de arroyos, ríos, lagos o estanques. [12]

El agua en el Ecuador

Agua según el TULSMA

En la Sección III del Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente (TULSMA) en su última modificación (23/11/2018), el artículo 209 define a la calidad del agua como las características químicas, físicas y biológicas que establecen la constitución del recurso hídrico para poder ser aptas para consumo sin poner en riesgo el bienestar de la población y el equilibrio ambiental. [13]

La jurisdicción encargada, en cualquier caso, podrá ordenar al sujeto de control responsable de vertidos y descargas, que ejecuten muestreos de sus descargas, así como la masa de agua que la recibe. Toda actividad humana realizada debe ejecutar acciones preventivas con la finalidad de no modificar y garantizar la calidad y cantidad del recurso hídrico en las cuencas, la transformación de la estructura físico-química y biológica de fuentes de agua natural por acción de liberación de desechos de cualquier tipo u otros actos perjudiciales sobre la constitución del agua será objeto de penalidades según el caso correspondiente. [13]

También el TULSMA en su artículo 210 habla de las prohibiciones donde:

Se niega el uso del recurso hídrico proveniente de cualquier tipo de fuente con el fin de disolver las fuentes de agua no tratadas

Está prohibido la descarga que esté por encima de los niveles permitidos, indicados en el Texto, normas y anexos.

Está prohibido la descarga de aguas servidas o provenientes de las industrias en las fuentes naturales de agua o manantiales.

Está prohibido la descarga de aguas servidas o provenientes de las industrias, en aquellos cuerpos hídricos cuya capacidad de carga no sea apta para resistir dicha descarga [13]

Cobertura de Agua Básica

Se considera como cobertura de agua básica que los habitantes del Ecuador cuentan con agua por red pública abastecida en el domicilio o terreno. A su vez como saneamiento básico se comprende que la población tiene una instalación de alcantarillado, pozo séptico, etc.

Esta información se la plasma en el siguiente mapa cantonal del Ecuador donde los colores más oscuros son los cantones con mejor cobertura de agua y los colores más claros muestran cantones con bajas coberturas.

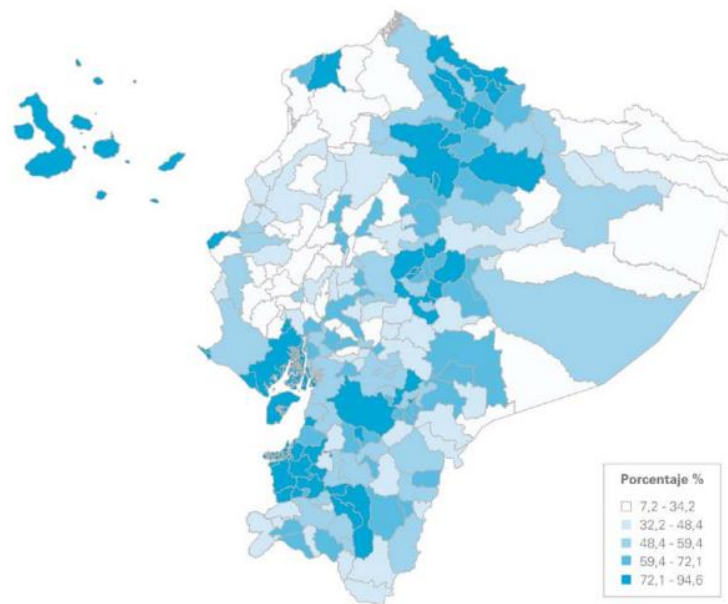


Figura 1: Cobertura de Agua en el Ecuador.

Fuente: Ecuador en Cifras.

Según el censo de 2010 Ecuador hasta esa fecha constaba de 221 cantones y de 3 zonas no delimitadas, 58 cantones poseen una cobertura de agua básica menor al 40%, 83 cantones tienen de 40% a 59% de cobertura, 62 cantones cuentan con una

cobertura entre 60% a 79% y tan solo 21 cantones es decir el 9.4% poseen una cobertura de 80% y mayor.

Los 15 cantones con mejor cobertura del país cuentan con un porcentaje superior al 80% así se indica en el gráfico a continuación.

Cantón	% de población con agua básica 2010	Tamaño del cantón según población	Variación poblacional entre 2001 y 2010	Población total en 2010	Región	% de Pobreza por consumo 2014
QUITO	94,6	De 200.000 y más	22,5	2'236.908	Sierra	11,2
RUMIÑAHUI	92,5	24.000 – 100.000	31,1	85.789	Sierra	9,9
MARCABELÍ	91,1	Menos de 24.000	9,7	5.398	Costa	32,8
SAN PEDRO DE HUACA	89,1	Menos de 24.000	11,4	7.613	Sierra	41,8
TULCÁN	88,8	24.000 – 100.000	13,1	85.452	Sierra	33,2
IBARRA	88,2	100.000 – 200.000	18,9	180.440	Sierra	22,8
SAN CRISTÓBAL	86,5	Menos de 24.000	30,9	6.941	Insular	nd
CUENCA	86,3	De 200.000 y más	21,0	499.904	Sierra	15,0
SANTA ROSA	85,6	24.000 – 100.000	15,5	68.642	Costa	19,8
GUAYAQUIL	84,3	De 200.000 y más	15,1	2'336.645	Costa	14,2
MONTÚFAR	84,2	24.000 – 100.000	6,8	30.477	Sierra	41,6
MOCHA	84,0	Menos de 24.000	6,4	6.777	Sierra	30,2
SALINAS	83,6	24.000 – 100.000	36,4	67.160	Costa	28,6
LA LIBERTAD	82,7	24.000 – 100.000	23,0	95.380	Costa	26,9
ESMERALDAS	82,5	100.000 – 200.000	20,9	189.433	Costa	31,7

Figura 2: Cantones con mayor Cobertura de Agua en el Ecuador.

Fuente: Ecuador en Cifras.

De manera más específica tenemos que el cantón Cevallos lugar donde se encuentra la planta de tratamiento a estudiar en este proyecto, es el quinto cantón a nivel nacional que cuenta con una mayor cobertura de agua básica en relación a su dimensión. Esto se encuentra indicado en el siguiente gráfico. [14]

Cantones de menos de 24.000 habitantes						
Cantón	% Población con agua básica en 2010	Diferencia cobertura agua 2001 - 2010 en pp	Variación poblacional 2001 - 2010	Población 2010	Región	Pobreza por consumo 2014
MARCABELÍ	91,1	15,0	9,7	5.398	Costa	32,8
SAN PEDRO DE HUACA	89,1	5,0	11,4	7.613	Sierra	41,8
SAN CRISTÓBAL	89,0	-2,5	30,8	6.941	Insular	nd
MOCHA	84,0	8,0	6,4	6.777	Sierra	30,2
CEVALLOS	82,0	11,0	19,1	8.158	Sierra	27,4
BAÑOS DE AGUA SANTA	81,9	2,5	23,0	19.561	Sierra	14,6
GUACHAPALA	81,5	19,1	8,9	3.401	Sierra	26,2
ESPEJO	79,1	4,2	-1,4	13.306	Sierra	39,3
NOBOL	78,7	10,6	32,9	19.595	Costa	31,0
SANTA CRUZ	78,2	7,7	40,6	14.012	Insular	nd

Figura 3: Cobertura de Agua en el Cantón Cevallos.

Fuente: Ecuador en Cifras.

PROCESOS DE POTABILIZACIÓN

El proceso de potabilización del agua se encarga de distribuir a la población una alta calidad de este recurso hídrico tanto en el aspecto químico, físico, biológico y bacteriológico. Los análisis bacteriológicos, físicos y químicos del agua de las fuentes proveedoras son los que establecen la necesidad o no de exponer esa agua a diversos procesos con la finalidad de garantizar una alta calidad del recurso hídrico. [15]

Para agua procedente de manantiales el proceso inicia con la depuración en las respectivas instalaciones destinadas a este fin.

En el proceso de potabilización del agua se elimina los compuestos volátiles en conjunto con la precipitación de componentes externos del ambiente con floculantes, filtración y esterilización con cloro.

Para agua que son originarias de ríos se necesitan un tratamiento de mayor complejidad y costo para que se pueda ser distribuida para el consumo humano, esto es debido a que las lluvias traen considerables cantidades de desechos sólidos, entonces la finalidad de la potabilización del agua es asegurar al consumidor que el

agua que llegue a la ciudad tenga la calidad indicada según la norma INEN 1108. [16]

En nuestro país las plantas de potabilización al igual que en el resto del mundo ido evolucionando cada vez más con la incorporación de nuevas prácticas para producción y manipulación de agua potable lo cual concuerda con lo que estipula la constitución del Ecuador en donde especifica que la dotación en conjunto con la salud es un derecho que poseen todas las personas. Actualmente en los procesos de potabilización coexisten diversos componentes autómatas, activaciones neumáticas, ordenadores, bombas, sensores tanto de nivel como de turbidez y caudal, transmisores, válvulas, etc. [17]

Tratamiento Físico

Consta del siguiente proceso:

- Eliminación del color y la turbiedad en donde se suprime la materia existente en suspensión las cuales posean un tamaño menor al ser divididas y no puedan ser sedimentadas fácilmente. Es necesario realizar un proceso anterior con algún coagulante químico en caso de encontrarse en el fluido materias disueltas o coloides, para luego proceder a realizar una clasificación, filtración y posteriormente una desinfección.
- Reducción o eliminación de la intensidad de los gustos y olores, aquí se lleva a cabo un proceso más avanzado ya que se lo realiza siempre y cuando el agua siga teniendo alta contaminación una vez realizado el proceso anterior, este proceso debe ser realizado dependiendo de la naturaleza de la contaminación que exista los cuales pueden ser por: aireación, uso de cloruros, carbón activado, uso de zinc, entre otros. [18]

Tratamiento Químico

- En este proceso se separa del fluido los elementos peligrosos o elementos químicos que puedan existir para poder mejorar la calidad del agua, también se busca corregir el pH y reducir la dureza mediante adición de sustancias químicas. Para la estabilización del pH se utiliza elementos como la cal o el

carbono de sodio los cuales pueden ser usados tanto antes como después del proceso de filtración mientras tanto para la disminución de la dureza se utiliza materiales como la zeolita, cal, manganeso, flúor, arsénico o vanadio. [18]

Tratamiento Bacteriológico

- En este proceso se completa la purificación del agua en una planta de tratamiento convencional es el tercer nivel de tratamiento en donde se eliminan las últimas sustancias que no fueron desechadas en procesos anteriores en especial microorganismos (coliformes) este proceso se lo realiza con cloro, sales clorógenas o hipocloritos. Para la dosis que se debe utilizar los valores deben estar entre 0.1 mg/L y 0.2 mg/L. [18]

Captación

El sistema de captación corresponde a una construcción destinada a garantizar la cantidad de agua que necesita una determinada población. El origen del agua puede ser tanto fluvial o subterránea. Para determinar en donde se localiza esta construcción se debe realizar un reconocimiento sanitario en conjunto con los datos de ingeniería iniciales, para poder garantizar las necesidades que se encuentren en el presente y en el futuro.

Captación de aguas Superficiales

En la construcción de la captación para aguas superficiales es necesario obtener datos tanto hidrológicos como económicos.

El dispositivo de captación se vuelve más sencillo siempre y cuando las aguas de un río estén libres de materiales arrastrados en todas las épocas del año. Se recomienda orientar la parte inicial del tubo de tal forma que no se encuentre por delante de la dirección de la corriente y pueda ser protegida con la malla metálica para impedir la entrada de objetos flotantes.

El hundimiento del dispositivo debe ser el necesario para garantizar la entrada del caudal que se encuentra previsto en el sistema. Por otro lado, si la captación esta dada por gravedad es necesario realizar un reposo del agua mediante la construcción de una presa para poder colocar una tubería por encima del nivel de aguas máximas. Si

se da el caso que la captación por gravedad no sea factible por la topografía del lugar de la construcción se recomienda realizar una captación por medio de bombeo.

Captación por medio de un Vertedor Lateral

En caso de existir un curso superficial que se encuentre expuesto al impacto de materiales arrastrados por las crecidas como árboles y cantos rodados. Para estas situaciones se recomienda realizar la construcción de un canal de hormigón armado que se encuentre provisto de un vertedor lateral, esto se utiliza principalmente cuando existe alta cantidad de arena traída por otros ríos en épocas de crecidas violentas, dado que la cantidad de materia que se deposita puede llegar a cubrir el dispositivo de captación en cortos periodos de tiempo. Los elementos que se encargan del funcionamiento del vertedor lateral son el caudal, la gradiente hidráulica, la longitud de la cresta y la velocidad de la corriente.

Captación mediante una caja central construida debajo del vertedor de rebose

Dispositivo que no se ve dañado por la cantidad de materia que sea depositado por el río, únicamente cuando el embalse que se encuentra constituido por el dique se desborde debido al material de arrastre. Este dispositivo se encuentra formado por una tanquilla o caja central la cual se ubica en el mismo lugar de la toma del dique en la parte inferior del vertedor de rebose ocupando por completo el ancho del vertedor mencionado.

Obras De Captación Para Agua Subterránea.

Para el abastecimiento de agua potable las aguas subterráneas son fuentes de gran importancia. Este tipo de agua no necesita de un tratamiento complejo, más segura y abundante. Para esta forma de fuente de agua las obras de captación son:

- Cajas de Manantial
- Pozos
- Galería Filtrantes

Manantiales

Dependiendo del lugar de origen del agua los manantiales pueden ser de fisura, filtración o tubulares ya sean por gravedad o artesianos. Para la captación se puede utilizar concreto reforzado o mampostería de piedra; en forma de cajas cerradas. Estas cajas tienen un registro o tapa móvil y el agua se extrae mediante una tubería que atraviesa la misma, generalmente este tipo de captación no necesita de ventilación.

Pozo

Un pozo es un agujero vertical generalmente de forma cilíndrica y con un diámetro menor a su profundidad; donde el agua se infiltra a través de sus paredes. Los pozos se clasifican según su profundidad; Someros o Poco Profundos y Profundos.

Poco Profundos.

Hasta 30m de profundidad; estos permiten la extracción del agua freática y subálvea.

Excavados (Someros).

Son realizados con herramientas como palas y picos; con diámetros de 1.5m mínimo y 15m máximo de profundidad.

Ordinario o de Capa Libre.

La presión atmosférica es la única presente en este tipo de pozos; donde el agua alcanza la altura del material saturado de alrededor del mismo.

Artesiano.

El agua sobrepasa el nivel del acuífero por acción de la presión del agua aprisionada.

Profundos.

Estos pozos se los realiza en capas acuíferas profundas y extensas para así evitar fluctuaciones del nivel de la superficie piezométrica dando a lugar a un funcionamiento regular y considerable.

Elementos de un pozo.

Los elementos de un pozo son los siguientes:

- Adame del Pozo
- Cedazo o Filtro
- Empaque de Grava
- Cimentación de las Bombas

Captación de Aguas a través de Galerías de Infiltración

Este tipo de captación consta de un tubo perforado, a su alrededor una capa de piedra. Se colocan 2 tipos de pozos, aproximadamente a unos 50 metros de longitud desde la galería agua arriba y aguas abajo, un pozo de visita y un pozo recolector respectivamente, desde este último se conduce al agua hasta el sistema de distribución ya sea mediante gravedad o por bombeo.

Las galerías son obras de arte de un elevado costo, por lo que se debe determinar de forma eficaz la permeabilidad del acuífero; para conocer la cantidad de metros de tubería necesaria; y la granulometría del sitio; para fijar las características de la grava de revestimiento.

Conducción

Esta parte del sistema está conformado por los ductos, tuberías, obras de arte y accesorios requeridos para el transporte del agua desde el lugar de origen al sitio donde se almacena el recursos hídrico o a las plantas de tratamiento o potabilización de la misma.

Aireadores

Aireador de Aire Difuso

Estos aireadores generalmente son tanques de concreto de forma rectangular que en el fonde del mismo posee tubos con perforaciones por los cuales se introduce aire

comprimido ocasionando la formación de burbujas de aire, dando así una mayor comunicación entre el aire y el agua.

Aireadores de Aspersión

Estos aireadores principalmente son de gran utilidad para intercambiar sustancias volátiles y gases, están conformados por boquillas colocadas en los tubos de distribución.

Aireadores Mecánicos

En este tipo de aireador la energía mecánica es el elemento principal para producir la ruptura del agua en forma de gotas; en estos aireadores mediante el incremento del área interface agua-aire se da el aumento del traspaso de oxígeno; estos pueden ser de eje horizontal y vertical.

Aireadores por Gravedad

La energía liberada por la pérdida de altura del agua es el principal elemento de estos aireadores ya que al aumentar el área de contacto del agua se aumenta la cantidad de oxígeno en el agua.

Aireadores de Bandejas Múltiples

Este tipo de aireador consta de una serie de bandejas; perforadas, mallas de alambre o con ranuras; donde desde la cima de estas cae el agua hasta un depósito en la parte inferior de las mismas. Estos aireadores constan:

De 3 a 5 bandejas

Tienen entre ellas una separación de 30cm a 75cm

Tienen una altura de 2m a 3m.

En cada bandeja se coloca material granular como ripio o arena.

Aireadores Manuales

Originario de la india se utilizaba para la remoción de hierro y manganeso en el sector rural, similar al aireador de bandejas pero conformado por cilindros de la misma forma con materiales granulares; piedra en los primeros cilindros y arena gruesa en el cilindro final que desemboca en un tanque.

Aireadores de Cascada

Estos aireadores producen una gran pérdida de energía pero son sencillos, el agua cae en forma de delgadas capas o láminas sobre varios escalones ocasionando turbulencia donde el agua y aire tienen mayor contacto

Las cascadas escalonadas son de gran funcionalidad para la aireación del agua, en condiciones naturales; en ríos; mejoran el intercambio de oxígeno mediante las turbulencias producidas por el mismo.

NORMATIVA DEL AGUA EN ECUADOR

La Constitución de la República del Ecuador (2008) “ 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. Queda porhibido toda forma de privatización del agua” (Art. 318).

Esta norma expresa de manera indiscutible el patrimonio nacional y estratégico que significa el agua, en esta parte se especifica la importancia que este organismo le dio al recurso hídrico en el país además de señalar que el uso del mismo es de manera pública y dominio inalienable, dicho de otra forma, este recurso debe ser permanente para el pueblo ecuatoriano.

La prohibición de cualquier tipo de privatización del recurso hídrico contrasta con lo establecido en la Constitución Política del Ecuador de 1998 en donde se dejó abierta la oportunidad a que estos recursos puedan ser manipulados por el sector privado, esta es la principal diferencia entre las Constituciones del 1998 y 2008.

El Código Civil (2017) indica que:

Se llaman bienes nacionales aquellos cuyo dominio pertenece a toda la nación. Se llaman bienes públicos o bienes nacionales si además su uso pertenece a todos los habitantes, como el de caminos, puentes, plazas, calles, el mar adyacente y sus playas (Art. 604).

En lo que al recurso hídrico se refiere el Código Civil (2017) dice “Los ríos y todas las aguas que corren por cauces naturales, así como los lagos naturales, son bienes nacionales de usos público” (Art. 621).

En conclusión, el agua es un recurso cuyo dominio le pertenece totalmente al pueblo ecuatoriano, el cual debe ser prestado por el Estado en sus diversos niveles de gobierno, el no hacerlo significaría ignorar un mandato constitucional y legal y permite que intereses del sector privado busquen manejar este recurso en función de alcanzar sus ambiciones.

En el Ecuador la conformación del derecho fundamental se ha dado como consecuencia de diversas reivindicaciones inspiradas por procesos sociales, esto ha generado discusiones que en algunos casos han dado como consecuencia posturas irreconciliables que en un lado se encuentran los que reclaman la privatización del agua y por otro lado los que desde un punto de vista más humanitario están en contra, esta discusión ha dado lugar a un sin número de reuniones internacionales en donde se busca el bienestar y acceso al recurso hídrico de mayor número de personas.

CARACTERÍSTICAS DEL AGUA PARA EL CONSUMO HUMANO

Las figuras mostradas a continuación corresponden a los límites permisibles de sustancias orgánicas e inorgánicas en el agua destinada para el consumo humano, los mismo que fueron tomados del TULSMA para futura evaluación de las condiciones en que se encuentra el agua que llega y distribuye la Planta de Tratamiento de Agua Potable “El Mirador”.

PARAMETRO	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	2,4
Cadmio, Cd	mg/l	0,003
Cianuros, CN ⁻	mg/l	0,07
Cloro libre residual*	mg/l	0,3 a 1,5 ¹⁾
Cobre, Cu	mg/l	2,0
Cromo, Cr (cromo total)	mg/l	0,05
Fluoruros	mg/l	1,5
Mercurio, Hg	mg/l	0,006
Níquel, Ni	mg/l	0,07
Nitratos, NO ₃ ⁻	mg/l	50
Nitritos, NO ₂ ⁻	mg/l	3,0
Plomo, Pb	mg/l	0,01
Radiación total α *	Bq/l	0,5
Radiación total β **	Bq/l	1,0
Selenio, Se	mg/l	0,04
¹⁾ Es el rango en el que debe estar el cloro libre residual luego de un tiempo mínimo de contacto de 30 minutos * Corresponde a la radiación emitida por los siguientes radionucleídos: ²¹⁰ Po, ²²⁴ Ra, ²²⁶ Ra, ²³² Th, ²³⁴ U, ²³⁸ U, ²³⁹ Pu ** Corresponde a la radiación emitida por los siguientes radionucleídos: ⁶⁰ Co, ⁸⁹ Sr, ⁹⁰ Sr, ¹²⁹ I, ¹³¹ I, ¹³⁴ Cs, ¹³⁷ Cs, ²¹⁰ Pb, ²²⁶ Ra		

Figura 4: Características físicas, sustancias inorgánicas y radiactivas.

Fuente: TULSMA.

	UNIDAD	Límite máximo permitido
Hidrocarburos policíclicos aromáticos HAP		
Benzo [a] pireno	mg/l	0,0007
Hidrocarburos:		
Benceno	mg/l	0,01
Tolueno	mg/l	0,7
Xileno	mg/l	0,5
Estireno	mg/l	0,02
1,2dicloroetano	mg/l	0,03
Cloruro de vinilo	mg/l	0,0003
Tricloroetano	mg/l	0,02
Tetracloroetano	mg/l	0,04
Di(2-etilhexil) ftalato	mg/l	0,008
Acrylamida	mg/l	0,0005
Epiclorohidrina	mg/l	0,0004
Hexaclorobutadieno	mg/l	0,0006
1,2Dibromoetano	mg/l	0,0004
1,4- Dioxano	mg/l	0,05
Acido Nitrilotriacético	mg/l	0,2

Figura 5: Sustancias orgánicas.

Fuente: TULSMA.

PARÁMETRO	EXPRESADO COMO	UNIDAD	CRITERIO DE CALIDAD
Aceltes y Grasas	Película visible		Ausencia
Aluminio total	Al	mg/l	0,2
Amoníaco	N	mg/l	0,5
Arsénico	As	mg/l	0,1
Coliformes Fecales	NMP	NMP/100 ml	2000
Coliformes Totales	NMP	NMP/100 ml	20000
Bario	Ba	mg/l	1,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,01
Cianuro	CN ⁻	mg/l	0,2
Cinc	Zn	mg/l	5,0
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Color	Color real	Unidades de Platino-Cobalto	75,0
Compuesto Fenólicos	Fenol	mg/l	0,001
Cromo	Cr ⁺⁶	mg/l	0,05
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO ₅	mg/l	<2mg/l
Hierro total	Fe	mg/l	1,0
Difeniles Policlorinados	Concentración de agente activo		No detectable
Materia Flotante	Visible		Ausencia
Mercurio	Hg	mg/l	0,002
Nitratos	N	mg/l	10,0
Nitritos	N	mg/l	1,0
Olor y sabor			Es permitido removible por tratamiento convencional
Oxígeno Disuelto	OD	mg/l	>60% del OD Sat.
pH	pH		6-9
Plata	Ag	mg/l	0,05
Plomo	Pb	mg/l	0,05
Selenio	Se	mg/l	0,01
Sulfatos	SO ₄ ⁻²	mg/l	250,0
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	0,5
Turbiedad		UTN	100,0

Figura 6: Criterios de calidad de aguas para consumo humano y doméstico que requieren tratamiento convencional (Tabla 1).

Fuente: TULSMA.

PARÁMETRO	EXPRESADO COMO	UNIDAD	CRITERIO DE CALIDAD
Aceites y grasas	Película visible		Ausencia
Aluminio total	Al	mg/l	0,1
Amoníaco	N	mg/l	0,05
Arsénico	As	mg/l	0,018
Coliformes Fecales	NMP	NMP/100ml	20
Coliformes Totales	NMP	NMP/100ml	200
Bario	Ba	mg/l	1,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,01
Cianuro	CN ⁻	mg/l	0,2
Cinc	Zn	mg/l	5,0
Cloruros	Cl ⁻	mg/l	250,0
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Color	Color real	Unidades de Pt-Co	20,0
Compuestos fenólicos	Fenol	mg/l	0,001
Cromo	Cr ⁺⁶	mg/l	0,05
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO ₅	mg/l	<2mg/l
Difeníles policlorinados	Concentración de agente reactivo	mg/l	No detectable
Hierro total	Fe	mg/l	0,3
Materia flotante	Visible		Ausencia
Mercurio	Hg	mg/l	0,002
Nitratos	N	mg/l	10,0
Nitritos	N	mg/l	1,0
Olor y sabor			Ausencia
Oxígeno Disuelto	OD	mg/l	>75% del OD Sat.
pH		pH	6-9
Plata	Ag	mg/l	0,05
Plomo	Pb	mg/l	0,05
Selenio	Se	mg/l	0,01
Sulfatos	SO ₄ ⁻²	mg/l	250
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	0,5
Turbiedad		UTN	10,0

Figura 7: Criterios de calidad de aguas para consumo humano y doméstico que para su potabilización solo requieren desinfección (Tabla 2).

Fuente: TULSMA.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

Evaluar la planta de tratamiento de agua potable “El Mirador”, ubicada en el caserío del mismo nombre perteneciente al cantón Cevallos, provincia de Tungurahua.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Realizar el levantamiento de información de la planta de tratamiento de agua potable.
- Analizar los procesos de potabilización de la planta de tratamiento de agua potable desde su ingreso hasta la distribución en la red local del cantón.
- Analizar las condiciones físicas, químicas y biológicas del agua proveniente de la PTAP.
- Elaborar un modelo de solución para la repotenciación de los procesos de potabilización en la PTAP.

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1 Equipos y Materiales

Los equipos y materiales utilizados para el desarrollo del proyecto, fueron de vital importancia para la ejecución de cada una de las actividades facilitando la toma de muestras y recolección de datos necesarios para el mismo.

Tabla 1: Equipos y Materiales Utilizados.

MATERIAL	MARCA	CANTIDAD	Unidad
Cuaderno	NORMA	1	u
Esfero	BIG	1	u
Calculadora	CASIO	1	u
Flexómetro	STANLEY	1	u
Cinta Métrica	TRUPER	1	u
Botella Plástica	-	4	u
Balde Plástico	PYKA	1	u
Cámara (Celular)	XIAOMI	1	u
Computadora	HP	1	u
Impresora	EPSON	1	u

Fuente: El Autor.

Los equipos de seguridad personal no pueden faltar durante la ejecución del proyecto, ya que evitan el contacto directo con las muestras y así obtener resultados más acertados y también debemos tener presente las condiciones sanitarias actuales debido a la pandemia COVID para las cuales debemos cumplir ciertas normas de higiene y evitar contagios.

Tabla 2: Equipos Sanitario Utilizado.

EQUIPO	MARCA	CANTIDAD	Unidad
Mascarilla	MAYFIELD	6	u
Alcohol	ALCOHOL	1	lt
Guantes de Látex	GLOVES	3	par
Mandil	-	1	u

Fuente: El Autor.

2.2 Metodología

El presente proyecto tiene como enfoque realizar la evaluación del funcionamiento y verificar la calidad del agua de la Planta de Tratamiento de Agua Potable PTAP “El Mirador”, lo que se realizará mediante los siguientes pasos:

ETAPA 1: Información del Sector

Se identificará de manera visual la localización, elementos y características propias de la estructura de la PTAP, así también datos necesarios para esta investigación mediante visitas de campo.

ETAPA 2: Identificación del Lugar de Captación de Agua

Se dirigirá al lugar de captación del agua que ingresa a la PTAP para identificar las condiciones en las que se encuentra la misma y así descartar o confirmar si es el origen de la problemática.

ETAPA 3: Recolección de Muestras

Toma de muestra del agua que ingresa a la planta de tratamiento proveniente de la vertiente antes de iniciar su proceso de potabilización mediante la utilización de una botella plástica.

Toma de muestra del agua resultante después de su recorrido por los procesos de potabilización de la misma justo antes de la distribución y almacenaje mediante la utilización de una botella plástica.

ETAPA 4: Análisis de Laboratorio de la Características del Agua

Investigación de laboratorio en la cual hay que realizar el análisis de la calidad del agua que ingresa y la de la salida de la PTAP que permitirá conocer las condiciones físicas, químicas y biológicas actuales del agua.

ETAPA 5: Diagnóstico General de la PTAP

Valoración de la construcción hidráulica actual PTAP donde hay que determinar qué elementos de la estructura se encuentran con problemas de funcionamiento para proponer una solución que permita mejorar la calidad del agua producida por la planta.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

ETAPA 1: Información del Sector.

El área de estudio correspondiente al proyecto es la planta de tratamiento de agua potable del Caserío El Mirador, perteneciente al cantón Cevallos de la Provincia de Tungurahua. Este cantón cuenta con una extensión de 19km² y aproximadamente 8163 habitantes. Cevallos es el cantón más pequeño del Ecuador y está localizado en la zona centro-sur de Tungurahua, teniendo así como límites al norte el cantón Ambato, al sur los cantones de Mocha y Quero, al este el cantón Pelileo y al oeste con los cantones Mocha y Tisaleo. La zona centro de este cantón está a 2890 msnm y el Caserío El Mirador donde está la planta a analizar está a 3000 msnm



Figura 8: Parque Central Cantón Cevallos

Fuente: El Autor.

La principal actividad económica del cantón Cevallos es la fabricación y comercialización de calzado de todo tipo pero principalmente de cuero, también los habitantes de las zonas más alejadas de la zona centro se dedican tanto a la agricultura como a la venta de dichas cosechas, generalmente de frutas como son: claudia, manzana, durazno, entre otros tipos de hortalizas. El turismo es otro aspecto importante a destacar de este pequeño cantón, ya que aquí se encuentra una

remodelada estación de tren que es un punto de encuentro y partida para la zona oriente del país, también tiene cascadas muy llamativas en si todos los paisajes, parques, iglesias, comida y en si la calidez de sus habitantes hacen que sea un excelente destino para el turista nacional e internacional.



Figura 9: Elementos Turísticos Cantón Cevallos

Fuente: El Autor.

Cevallos consta únicamente de una parroquia urbana la cual se divide en barrios, entre los más importantes tenemos: La Florida, Bellavista, La Floresta, El Mirador, Andignato, El Rosario, entre otros.

La Planta de Tratamiento de Agua Potable “El Mirador” está localizada a pocos minutos del parque central de Cevallos, a 400m del cementerio principal del cantón. La PTAP lleva en funcionamiento alrededor de 8 años en sus inicios se utilizaba una planta paquete regalada por el estado para después entrar en funcionamiento con todos sus elementos. Esta planta proporciona agua para alrededor del 70% del cantón entre ellos los barrios: 1 de Mayo, Aire Libre, La Florida, Nuevos Horizontes, González Suarez, 24 de Mayo, Santa Rosa, Agua Santa y José Francisco Arias. Conjuntamente con esta planta; para la distribución del líquido vital al resto del cantón; trabajan las Juntas Administradoras del Agua de Andignato y Las Playas quienes se encargan del tratamiento y distribución a los sectores de Andignato, El Cristal y Las Playas respectivamente.

La planta de “El Mirador” consta de diferentes procesos unitarios para la potabilización del agua entre los que tenemos: tanque receptor, sedimentadores,

filtros, zona de cloración y desinfección, cámara de mezcla, tanques de almacenaje y la correspondiente línea de distribución que llevan el líquido vital a la ciudadanía y a los diferentes tanques de almacenaje distribuidos estratégicamente a lo largo del cantón.

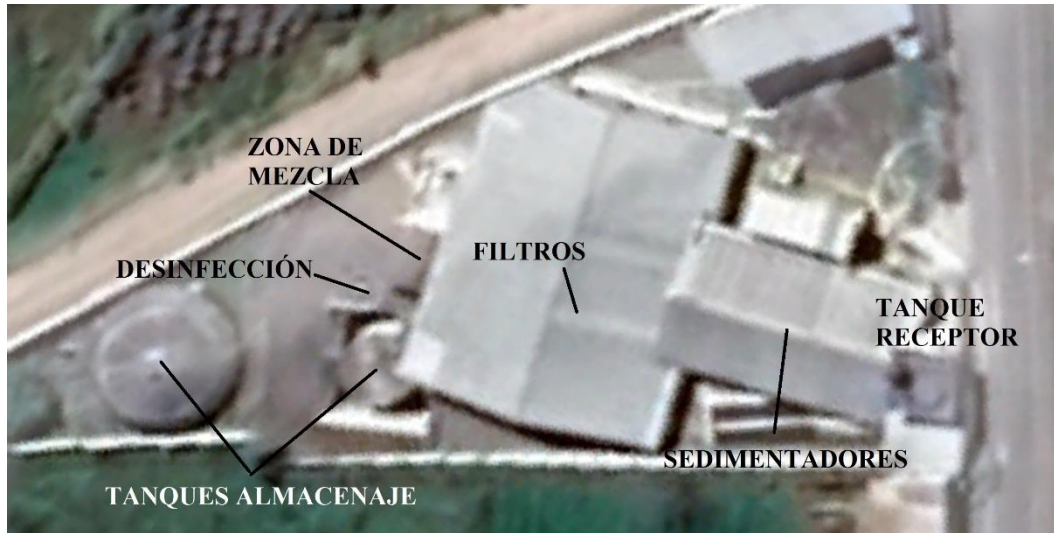


Figura 10: Planta de Tratamiento de Agua Potable “El Mirador”.

Fuente: El Autor.

Debido a que en su mayoría la planta es cubierta, para dificultar el acceso e elementos que contaminen el proceso de potabilización, a continuación se muestra a detalle cada uno de los elementos que la conforman:



Figura 11: Tanque Receptor.

Fuente: El Autor.



Figura 12: Sedimentadores.

Fuente: El Autor.



Figura 13: Zona de Desinfección.

Fuente: El Autor.



Figura 14: Tanque de Almacenaje (50m³).

Fuente: El Autor.



Figura 15: Tanque de Almacenaje (200m³).

Fuente: El Autor.



Figura 16: Cámara de Mezcla.

Fuente: El Autor.

También consta con una pequeña zona complementaria cubierta, ubicada 200m más arriba de la PTAP, previa a la planta en sí, aquí se encuentran varios filtros de grava que anteriormente se utilizaban para el tratamiento del agua pero que actualmente se encuentran en desuso al igual que los filtros de arena dentro de la planta.



Figura 17: Zona previa PTAP “El Mirador”.

Fuente: El Autor.



Figura 18: Filtros de grava zona previa PTAP “El Mirador”.

Fuente: El Autor.

ETAPA 2: Identificación del Lugar de Captación de Agua.

Se realizó la visita al lugar de captación del agua que es potabilizada en la PTAP “El Mirador”; para conocer el estado de las instalaciones, funcionamiento, y futura toma de muestras y análisis de laboratorio correspondiente.

Esta captación se encuentra a 3300msnm permitiendo así el descenso del agua por gravedad hacia la planta de tratamiento; en el sector conocido como “La Oreja del Diablo”; a 50m de la Hacienda Gavilanes Ramos; localizado en el cantón Mocha de la provincia de Tungurahua. Para llegar allí se debe realizar un recorrido desde el mercado de comidas de Mocha de aproximadamente 15km hacia el Sur-Este que toma unos 30 minutos debido a que el último tramo es un camino de tierra por el cual se debe circular con precaución debido que bordea el río Mocha.

Esta captación lleva en funcionamiento alrededor de unos 15 años y antes el agua que se distribuía al Cantón Cevallos era captada del río Mocha, lo cual en ciertas épocas del año dificultada; una el tratamiento de la misma debido a la gran cantidad de desperdicios que traía el cauce del río y en otras la escasez del agua por la falta de lluvias.



Figura 19: La Oreja del Diablo.

Fuente: El Autor.

El agua brota de vertientes subterráneas naturales que se originan el sector antes mencionado, donde se han hecho adecuaciones, pequeñas obras de arte, para facilitar su captación. Esta agua es proveniente de los nevados: Chimborazo y Carihuairazo; aguas que son cristalinas del uno y amarillentas del otro respectivamente por lo que su temperatura es alrededor de los 5°C.

El GAD Municipal de Cevallos posee 3 pequeñas captaciones en el sector las que se unen y comienza el recorrido de 25km de tubería, 17km de estos mediante tubería de PVC corrugado de 250 y los restantes 8km por tubería de PVC liso de 200 hacia una pequeña “Y” que divide el agua para la planta “El Mirador” y para Pinguil, parroquia del cantón Mocha debido a un convenio que permite la conducción del agua hacia la planta en estudio.



Figura 20: Captación Principal de la PTAP “El Mirador”.

Fuente: El Autor.



Figura 21: Captación Secundaria de la PTAP “El Mirador”.

Fuente: El Autor.

Debido a un deslizamiento de la montaña ocurrido en el sector hace 2 años, se originó una nueva vertiente pero también se secó una vertiente existente.



Figura 22: Captación Terciaria de la PTAP “El Mirador”.

Fuente: El Autor.



Figura 23: Captación Dañada (seca) de la PTAP “El Mirador”.

Fuente: El Autor.

ETAPA 3: Recolección de Muestras.

Para la toma de muestras se seleccionaron varios puntos para obtener mayor cantidad de información acerca del estado del agua que tiene el cantón Cevallos; siendo estos; la captación, a la entrada de la planta, a la salida de la misma y en residencias de barrios que reciben el agua tratada por la PTAP “El Mirador”.

La toma de muestra se llevó a cabo según las indicaciones establecidas en la norma NTE INEN 2169:2013, NTE INEN 2226:2013, NTE INEN 2176:2013. El muestreo se lo realizó manualmente a entrada y salida de la planta, también se tomó muestras en una vivienda correspondiente al barrio Agua Santa uno de los barrios suministrados de agua por la PTAP “El Mirador”, por último pero no menos importante se tomó una muestra en la captación para conocer el estado inicial del agua, en total fueron cuatro muestras de agua tomadas.



Figura 24: Recolección muestra a la entrada de la PTAP “El Mirador”.

Fuente: El Autor.



Figura 25: Recolección muestra a la salida de la PTAP “El Mirador”.

Fuente: El Autor.



Figura 26: Recolección muestra residencia barrio Agua Santa.

Fuente: El Autor.



Figura 27: Recolección muestra en la captación en la “Oreja del Diablo”.

Fuente: El Autor.

ETAPA 4: Análisis de Laboratorio de la Características del Agua.

El análisis de laboratorio se lo realizó con el fin de conocer las características del agua, centrándose en conocer la cantidad de hierro que contiene, debido a que desde un inicio este proyecto técnico comenzó debido a que se evidenció hierro en los tanques de entrada del líquido a la PTAP “El Mirador” ya que parte del agua captada proviene del Carihuairazo, la cual se conoce que tiene hierro, lo que se deja evidenciado en el análisis expuesto a continuación:

Tabla 3: Resultados del análisis de laboratorio de las muestras.

Parámetros	Unidades	Método Utilizado	Resultados
HIERRO	Mg/L	HACH 8008	0.66
COLOR REAL	U Pt-Co	HACH 8025	31
TURBIDEZ	NTU	Standard Methods 2130-B	4.50

Fuente: Informe de Laboratorio (Anexos).

El análisis de las muestras se lo realizó en un laboratorio acreditado, como es el laboratorio de la Empresa Pública Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Ambato EP-EMAPA.

ETAPA 5: Diagnóstico General de la PTAP.

Observando los resultados del análisis de laboratorio realizado, se tiene como evidencia la presencia de hierro en el agua proveniente de la captación y que se dirige sin ningún tipo de tratamiento previo a la entrada de la PTAP “El Mirador” la cual da un servicio adecuado sin embargo es necesario repotenciar la misma creando un proceso mediante el cual se elimine por completo la cantidad de hierro existente en el líquido vital.

Conjuntamente con la entidad administrativa encargada del funcionamiento y mantenimiento de la PTAP “El Mirador” es decir el GAD Municipal de Cevallos,

mediante el tutor asignado por parte de la misma para el desarrollo de este Proyecto Técnico después de analizar varios métodos de desinfección del líquido vital eficaces ante un mineral como es el hierro; se planteó como una solución rápida, económica y con gran efectividad frente a la remoción de dicho mineral; el diseño de una torre de bandejas múltiples para mejorar la aireación del agua que llega a la PTAP.

Esta torre estaría ubicada en la zona previa a la Planta de Tratamiento “El Mirador” debido a que esta al haber formado parte del sistema de potabilización de la planta consta con las tuberías de conducción necesarias para llevar el líquido producto de la torre de bandejas múltiples hacia la planta en sí y continuar con el procesos de potabilización actual, además esta zona al estar cubierta y tener las condiciones de espacio adecuadas para la colocación de la torre la hacen la más idónea.

Como referencia previa de este método seleccionado como solución ante la problemática del hierro en los resultados del análisis de laboratorio, se tiene a la Planta de Tratamientos de Agua Potable Regional de Yanahurco a la cual el líquido que llega a la misma también consta con la presencia de varios minerales entre ellos el hierro, actualmente existen dos plantas paquetes para la potabilización de agua, sobre las cuales se ha colocado la torre de bandejas múltiples, y además está en construcción una tercera, se han obtenido muy buenos resultados en la remoción de hierro.



Figura 28: Planta de Tratamientos de Agua Potable Regional de Yanahurco.

Fuente: El Autor.



Figura 29: Torres de bandejas múltiples para la aireación del agua.

Fuente: El Autor.

Para el diseño de las bandejas de la torre de aireación se pretende tomar como base a las bandejas de la planta de Yanahurco debido a que esta consta con unas condiciones similares a las determinadas en la PTAP “El Mirador”.

Comparación y análisis de los resultados con el TULSMA.

Para la comparación de los resultados se tomó como referencia la Tabla 1 y la Tabla 2 del Anexo 1 del Libro VI del TULSMA: Norma de calidad y de descarga de efluentes al recurso agua.

Tabla 1: Criterios de calidad de aguas para consumo humano y doméstico que requieren tratamiento convencional.

Tabla 4: Comparación con la Tabla 1 del TULSMA.

Parámetros	Unidades	Método Utilizado	Resultados	TULSMA
HIERRO	Mg/L	HACH 8008	0.66	1.0
COLOR REAL	U Pt-Co	HACH 8025	31	75
TURBIDEZ	NTU	Standard Methods 2130-B	4.50	100

Fuente: El Autor.

Tabla 2: Criterios de calidad de aguas para consumo humano y doméstico que para su potabilización solo requieren desinfección.

Tabla 5: Comparación con la Tabla 2 del TULSMA.

Parámetros	Unidades	Método Utilizado	Resultados	TULSMA
HIERRO	Mg/L	HACH 8008	0.66	0.3
COLOR REAL	U Pt-Co	HACH 8025	31	20
TURBIDEZ	NTU	Standard Methods 2130-B	4.50	10

Fuente: El Autor.

Al realizar la comparación con las tablas 1 y 2 del TULSMA tenemos que al exceder los límites establecidos para hierro y color, en la Tabla 2, y por estar dentro de los límites establecidos para hierro, color y turbidez, en la Tabla 1, se dice que la potabilización de esta muestra no se la puede realizar solo mediante una desinfección por lo que se debe establecer un método convencional para la eliminación del hierro, dentro del cual encaja el sistema de aireación mediante la utilización de una torre de bandejas múltiples.

Determinación del caudal de entrada de la PTAP “El Mirador”.

Como parte fundamental de todo proyecto se realizó la medición del caudal de entrada a la Planta de Tratamiento, la medición se lo realizó durante una semana en la que las condiciones climáticas eran normales; donde los días de lluvia fueron descartados para la medición; debido a la existencia de tres tuberías de entrada a la planta se tomó diez datos de cada una a intervalos de una hora a lo largo de doce horas diarias. Para la toma de los datos se utilizó un balde plástico previamente medido su volumen (11.25 L) y con un cronómetro para conocer el tiempo en el que se llena el mismo y de esta forma conocer el caudal de ingreso a la PTAP “El Mirador”.



Figura 30: Balde plástico de 11.25 L utilizado para la medición de caudal de entrada a la PTAP “El Mirador”.

Fuente: El Autor.

A continuación se detalla la tabla típica de una medición de cada hora tomada.

Donde:

Tp: Tiempo promedio de cada medición expresado en segundos

Qt: Caudal promedio por tubería expresado en L/s

QT: Caudal Total por hora expresado en L/s

Para la medición del caudal Q se utilizó la fórmula:

$$Qt = \frac{VOLUMEN}{TIEMPO} \text{ L/s}$$

$$Qt1 = \frac{11.25}{1.51} \text{ L/s}$$

$$Qt1 = 7.45 \text{ L/s}$$

$$Qt2 = \frac{11.25}{5.20} \text{ L/s}$$

$$Qt2 = 2.16 \text{ L/s}$$

$$Qt3 = \frac{11.25}{3.98} \text{ L/s}$$

$$Qt3 = 2.83 \text{ L/s}$$

$$QT = 7.45 + 2.16 + 2.83 \text{ L/s}$$

$$QT = 12.44 \text{ L/s}$$

Teniendo así el caudal total promedio de la primera hora del primer día.

Tabla 6: Tabla típica por hora para la medición del caudal de entrada a la PTAP “El Mirador”.

Medición	Tubería 1	Tubería 2	Tubería 3	Unidad
1	1.67	5.21	3.65	seg
2	1.62	5.28	3.73	seg
3	1.53	5.87	4.34	seg
4	1.40	5.09	4.16	seg
5	1.48	4.62	3.87	seg
6	1.64	4.94	4.01	seg
7	1.30	5.07	3.91	seg
8	1.60	5.81	3.99	seg
9	1.37	5.02	4.16	seg
10	1.49	5.13	3.93	seg
Tp	1.51	5.20	3.98	seg
Qt	7.45	2.16	2.83	L/s
QT	12.44			L/s

Fuente: El Autor.

Una vez determinado el caudal por cada hora durante las doce horas a lo largo de la semana de medición se procedió a obtener el caudal de entrada a la PTAP real medido, donde:

Qpd: Caudal promedio diario producto del promedio de las 12 mediciones del día.

QR: Caudal real de entrada a la PTAP “El Mirador”.

Como resultado de la medición tenemos que el caudal de entrada a la planta de tratamiento de agua potable “El Mirador” es de:

$$QR = 13.03 \text{ L/s}$$

Tabla 7: Tabla resumen de los caudales horarios de la semana de medición del caudal de entrada a la PTAP “El Mirador”.

Fuente: El Autor.

HORA	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	UNIDAD
7:00	12.44	12.61	12.92	13.26	13.17	13.27	12.69	L/s
8:00	12.83	13.47	13.47	12.72	12.88	13.34	13.26	L/s
9:00	12.85	13.15	12.76	12.93	12.68	13.23	13.70	L/s
10:00	13.34	13.40	13.03	12.73	12.63	13.11	13.95	L/s
11:00	13.69	13.04	13.05	13.30	13.09	12.68	13.26	L/s
12:00	13.29	12.50	12.09	12.84	13.57	12.88	12.84	L/s
13:00	13.33	12.69	13.15	13.11	13.52	13.58	13.44	L/s
14:00	12.80	13.06	12.73	12.73	12.75	13.13	13.71	L/s
15:00	13.60	13.02	13.43	13.00	12.56	12.72	12.71	L/s
16:00	13.62	12.86	13.13	12.64	14.30	13.06	12.93	L/s
17:00	13.48	12.85	12.63	13.19	12.36	12.61	13.05	L/s
18:00	12.61	12.37	12.44	12.88	12.19	13.24	12.94	L/s
Qpd	13.16	12.92	12.90	12.94	12.98	13.07	13.21	L/s
QR	13.03							L/s

Diseño de la torre de aireación con bandejas múltiples.

Para diseñar este sistema de aireación se utilizó la combinación de varios métodos y fórmulas debido a que no hay un método que comprenda todas las partes en uno solo y de esta forma se logra obtener un buen diseño en cada uno de los elementos que lo comprenden.

Por lo cual para todos los componentes del diseño se tomarán como referencia los parámetros de distintos autores a continuación detallados:

Tabla 8: Parámetros referenciales del diseño de un aireador de bandejas múltiples.

PARÁMETROS DE DISEÑO DE UN AIREADOR DE BANDEJAS MÚLTIPLES	
PARÁMETROS	VALOR
Carga Hidráulica	500 – 1500 m/d
Diámetro Orificios	0.005 – 0.006 m
Separación entre Orificios	0.025 m
Número de Bandejas	3 – 9
Altura de la Bandeja	0.20 – 0.25 m
Separación entre Bandejas	0.30 – 0.50 m
Altura de la Torre Completa	1.20 – 3.00 m

Fuente: Agua Sostenible y Productiva, Curso de Plantas de Tratamiento, Ing. Henry Armando González Rodríguez.

Tabla 9: Parámetros de diseño de un aireador de bandejas múltiples.

PARÁMETROS DE DISEÑO DE UN AIREADOR DE BANDEJAS MÚLTIPLES	
PARÁMETROS	VALOR
Carga Hidráulica	550 – 1800* m/d
Altura total del aireador	1.2 – 3 m
Lecho de Contacto:	
Espesor	15 – 30 cm
Coque o piedra, Diámetro	4 – 15 cm
Orificios:	
Diámetro	5 – 12 mm
Separación	2.5 – 7.5 cm
Profundidad de agua en la Bandeja	15 cm
Separación entre Bandejas	30 – 75 cm
Número de Bandejas	3 - 9
*Valores recomendados por Feachem R et al. (1977)	
**Valores recomendados por la AWWA Water Quality and Treatment (1977)	

Fuente: Jairo Alberto Romero Rojas, Purificación del Agua, 2000 [19]

Con la incorporación de oxígeno en al agua, producto de la aireación, permite la remoción no solo de hierro si no de manganeso debido a la oxidación de los mismo que se produce en este proceso.

El material principal de la torre será de acero inoxidable, la cual será diseñada para un caudal de 13.03 l/s y una carga hidráulica de 1.90 l/s*m² (valor recomendado) con una efectividad del 80–90 % [20].

Área Total

Datos:

$$Q_R = 13.03 \text{ l/s}$$

$$T.A = 1.90 \text{ l/s} \cdot \text{m}^2$$

$$At = \frac{Q}{T.A}$$

$$At = \frac{13.03 \text{ l/s}}{1.90 \text{ l/s} \cdot \text{m}^2}$$

$$At = 6.858 \text{ m}^2$$

Altura de la Torre

Para la remoción de hierro se recomienda que la torre tenga una altura **Ht** entre 2 – 2.5 m recomendado teniendo una eficiencia del 90% [20].

Para este punto también será tomado como referencia la altura de la torre de aireación de la Planta de Tratamientos de Agua Potable Regional de Yanahurco que en total con la bandeja recolectora tiene una altura **Ht** de 1.5m.

Por lo que se adoptara la altura total una vez tomado en cuenta todas las bandejas.

Dimensiones Bandejas

Área de Bandejas

Para el área de las bandejas, debido a que ya existe un espacio previamente seleccionado para la colocación de la torre no excederá los 7.2m de largo y 2m de ancho que son las dimensiones de los filtros en desuso existentes.

Por lo que tomando como referencia las bandejas de las torres de aireación en la Planta de Tratamientos de Agua Potable Regional de Yanahurco que son de 2.40m de largo y 1.15m de ancho para un caudal de 18 l/s.

Asumimos una bandeja rectangular de 2m largo y 1m de ancho.

$$Ab = l * a$$

$$Ab = 2m * 1m$$

$$Ab = 2m^2$$

Número de Bandejas

$$Nb = \frac{At}{Ab}$$

$$Nb = \frac{6.858 m^2}{2 m^2}$$

$$Nb = 3.429 \cong 3 \text{ bandejas}$$

Separación entre Bandejas

Tomando como referencia la separación entre las bandejas de las torres de aireación en la Planta de Tratamientos de Agua Potable Regional de Yanahurco que es de 30cm.

Asumimos una separación entre bandejas de 30cm.

$$Sb = 30 \text{ cm} = 0.30 \text{ m}$$

Altura de la Bandeja

Tomando como referencia la altura de las bandejas de las torres de aireación en la Planta de Tratamientos de Agua Potable Regional de Yanahurco que son de 0.25m.

Asumimos una altura igual de 25cm.

$$Hb = 25 \text{ cm} = 0.25 \text{ m}$$

Espesor de cada Bandeja

Debido a que para la remoción del hierro férrico formado por la aireación del agua necesitamos un lecho de contacto en el cual se quede retenido dicho mineral, este será roca con un diámetro no mayor a 5cm y el lecho de contacto será de un espesor de 15cm cumpliendo con los parámetros previamente indicados.

Diámetro de los Orificios

Asumimos un diámetro de 0.005m.

Separación entre Orificios

Asumimos una separación de 0.025m.

Número de Orificios (método 1)

$$L = N(0.5) + (N + 1) * 2.5$$

$$200cm = N(0.5cm) + (N + 1) * 2.5cm$$

$$200cm = N(0.5cm) + (N + 1) * 2.5cm$$

$$N = \frac{200 - 2.5}{0.5 + 2.5}$$

$$N = 65.8 \cong 66 \text{ orificios en el lado largo}$$

$$100cm = N(0.5cm) + (N + 1) * 2.5cm$$

$$100cm = N(0.5cm) + (N + 1) * 2.5cm$$

$$N = \frac{100 - 2.5}{0.5 + 2.5}$$

$$N = 32.5 \cong 32 \text{ orificios en el lado corto}$$

Cada bandeja tendrá 66 orificios en un lado y 32 orificios en el otro en total 2112.

Separación entra el orificio y el borde de la bandeja

$$66 \text{ orificios} * 0.5cm + 65 \text{ espacios} * 2.5cm = 195.5cm$$

$$200\text{cm} - 195.5\text{cm} = 4.5\text{cm}$$

$$\frac{4.5\text{cm}}{2} = 2.25\text{cm}$$

$$32 \text{ orificios} * 0.5\text{cm} + 31 \text{ espacios} * 2.5\text{cm} = 93.5\text{cm}$$

$$100\text{cm} - 93.5\text{cm} = 6.5\text{cm}$$

$$\frac{6.5\text{cm}}{2} = 3.25\text{cm}$$

Altura del agua en la Bandeja

Área Orificios

$$A_{\text{orificios}} = \frac{\pi * D^2}{4} * \text{total orificios}$$

$$A_{\text{orificios}} = \frac{\pi * 0.5^2}{4} * 2112$$

$$A_{\text{orificios}} = 414.69\text{cm}^2$$

Caudal en metros cúbicos por segundo.

$$13.03 \frac{l}{s} * \frac{1\text{m}^3}{1000l} = 0.01303 \frac{\text{m}^3}{s}$$

Velocidad

Dato:

Para orificios sin entradas redondeadas Coeficiente de velocidad $C_v=0.82$ [19]

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$V = \frac{0.01303 \frac{m^3}{s}}{414.69 cm^2 * \frac{1m^2}{10000 cm^2}}$$

$$V = 0.3142 \frac{m}{s}$$

$$H_{H_2O} bandeja = \frac{V^2}{2gCv^2}$$

$$H_{H_2O} bandeja = \frac{0.314^2}{2 * 9.8 * 0.82^2}$$

$$H_{H_2O} bandeja = 0.00882m$$

Número de Orificios (método 2)

Área Orificio

$$A \text{ orificio} = \frac{\pi * D^2}{4}$$

$$A \text{ orificio} = \frac{\pi * (0.005m)^2}{4}$$

$$A \text{ orificio} = 1.9634 * 10^{-5} m^2$$

Caudal sobre la Bandeja

Se asume una altura de agua de 0.15m

Para esta calculo asumiremos como si la bandeja es de 1m * 1m para al final duplicar el número de orificios calculado, correspondiente a la bandeja completa.

$$Q \text{ bandeja} = L * A \text{ orificio} * \sqrt{2 * g * H_{H_2O}}$$

$$Q \text{ bandeja} = 1m * 1.9634 * 10^{-5} m^2 * \sqrt{2 * 9.8 m/s^2 * 0.15}$$

$$Q \text{ bandeja} = 3.3667 * 10^{-5} \frac{m^3}{s}$$

$$Q \text{ bandeja} = 3.3667 * 10^{-5} \frac{m^3}{s} * \frac{1000l}{m^3}$$

$$Q \text{ bandeja} = 0.0337 \frac{l}{s}$$

Número de Orificios

$$N = \frac{Q}{Q \text{ bandejas}}$$

$$N = \frac{13.03 \text{ m}^3/s}{0,0337}$$

$$N = 387.02 \cong 387 \text{ orificios por m}^2$$

Para efectos prácticos se establecen 20 filas de 20 orificios por m² de bandeja teniendo 400 por m² y 800 orificios en total por bandeja.

Distribución orificios

Separación del borde de la bandeja se asume de 5cm.

$$40 \text{ orificios} * 0.5\text{cm} + 10\text{cm} + 39\text{espacios} = 200\text{cm}$$

$$\text{espacios} = (200\text{cm} - 20\text{cm} - 10\text{cm})/39$$

$$\text{espacios} = 4.35\text{cm}$$

$$20 \text{ orificios} * 0.5\text{cm} + 10\text{cm} + 19\text{espacios} = 100\text{cm}$$

$$\text{espacios} = (100\text{cm} - 10\text{cm} - 10\text{cm})/19$$

$$\text{espacios} = 4.21\text{cm}$$

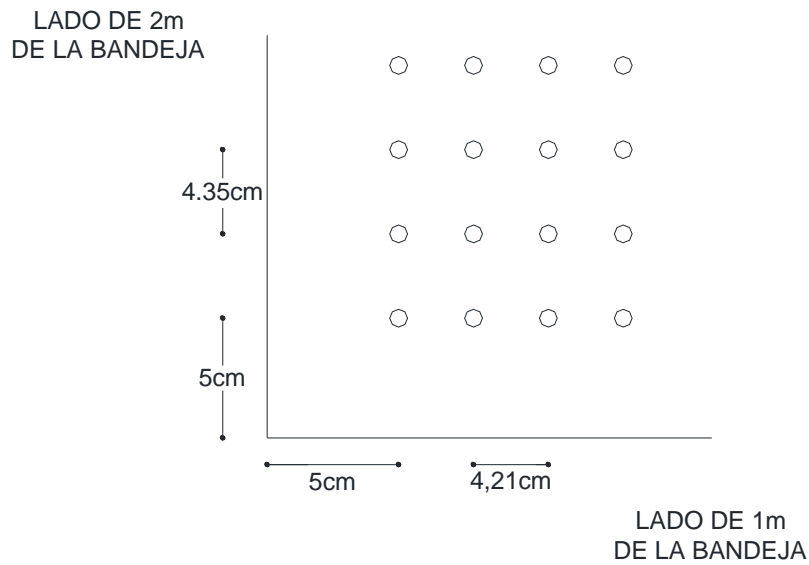


Figura 31: Representación sin escala de los orificios de la bandeja.

Fuente: El Autor.

Se recomienda que los orificios entre bandeja y bandeja no sean simétricos para mejorar la aireación del agua que cae en cada una de las bandejas.

Altura del agua en la Bandeja

Área Orificios

$$A_{orificios} = \frac{\pi * D^2}{4} * total\ orificios$$

$$A_{orificios} = \frac{\pi * 0.5^2}{4} * 800$$

$$A_{orificios} = 157.0796cm^2$$

Caudal en metros cúbicos por segundo.

$$13.03 \frac{l}{s} * \frac{1m^3}{1000l} = 0.01303 \frac{m^3}{s}$$

Velocidad

Dato:

Para orificios sin entradas redondeadas Coeficiente de velocidad $C_v=0.82$ [19]

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$V = \frac{0.01303 \frac{m^3}{s}}{157.0796 cm^2 * \frac{1m^2}{10000cm^2}}$$

$$V = 0.08295 \frac{m}{s}$$

$$H_{H_2O} bandeja = \frac{V^2}{2gC_v^2}$$

$$H_{H_2O} bandeja = \frac{0.08295^2}{2 * 9.8 * 0.82^2}$$

$$H_{H_2O} bandeja = 0.00052209m$$

Tiempo de Exposición

Se indica el tiempo de exposición entre el agua y el ambiente.

$$t_{ea} = \sqrt{\frac{2 * Ht * Nb}{g}}$$

$$t_{ea} = \sqrt{\frac{2 * 1.2m * 3}{9.8m/s^2}}$$

$$t_{ea} = 0.85s$$

Dimensiones bandeja recolectora

La bandeja recolectora se diseña únicamente estableciendo dimensiones un poco mayores a las de la bandeja de aireación:

$$largo = 2.25m$$

$$ancho = 1.25m$$

$$alto = 0.30m$$

Dimensiones borde superior protector

La torre en su parte superior necesita una barrera protectora que será elaborada con el mismo material de las bandejas formando un contorno sobre la primera bandeja desde la parte superior.

$$largo = 2.25m$$

$$ancho = 1.25m$$

$$alto = 0.25m$$

Dimensiones torre de aireación por bandejas múltiples.

Tabla 10: Dimensiones torre de aireación por bandejas múltiples.

DIMENSIONES TORRE AIREACIÓN BANDEJAS MÚLTIPLES	
PARÁMETROS	VALOR
Altura de la Torre	1.20 m
Área por Bandeja	2 m ²
Bandeja Aireadora	2 m de largo 1 m de ancho
Espesor Lecho de Contacto	15 cm
Diámetro roca del Lecho de Contacto	5 cm
Número de Bandejas	3 bandejas
Altura de la Bandeja	25 cm
Separación entre Bandejas	30 cm
Número de Orificios	800 orificios
Diámetro de Orificios	5 mm
Separación entre Orificios	4.21 cm (lado 1m) 4.35 cm (lado 2m)
Separación del borde bandeja - orificios	5 cm
Bandeja Recolectora	2.25 m de largo 1.25 m de ancho 0.30 cm de alto
Borde Superior Protector	2.25 m de largo 1.25 m de ancho 0.25 cm de alto

Fuente: El Autor.

40 FILAS DE ORIFICIOS DE Ø 5mm SEPARADOS 4.35cm
20 COLUMNAS DE ORIFICIOS DE Ø 5mm SEPARADOS 4.21cm
SEPARACIÓN DEL BORDE 5cm

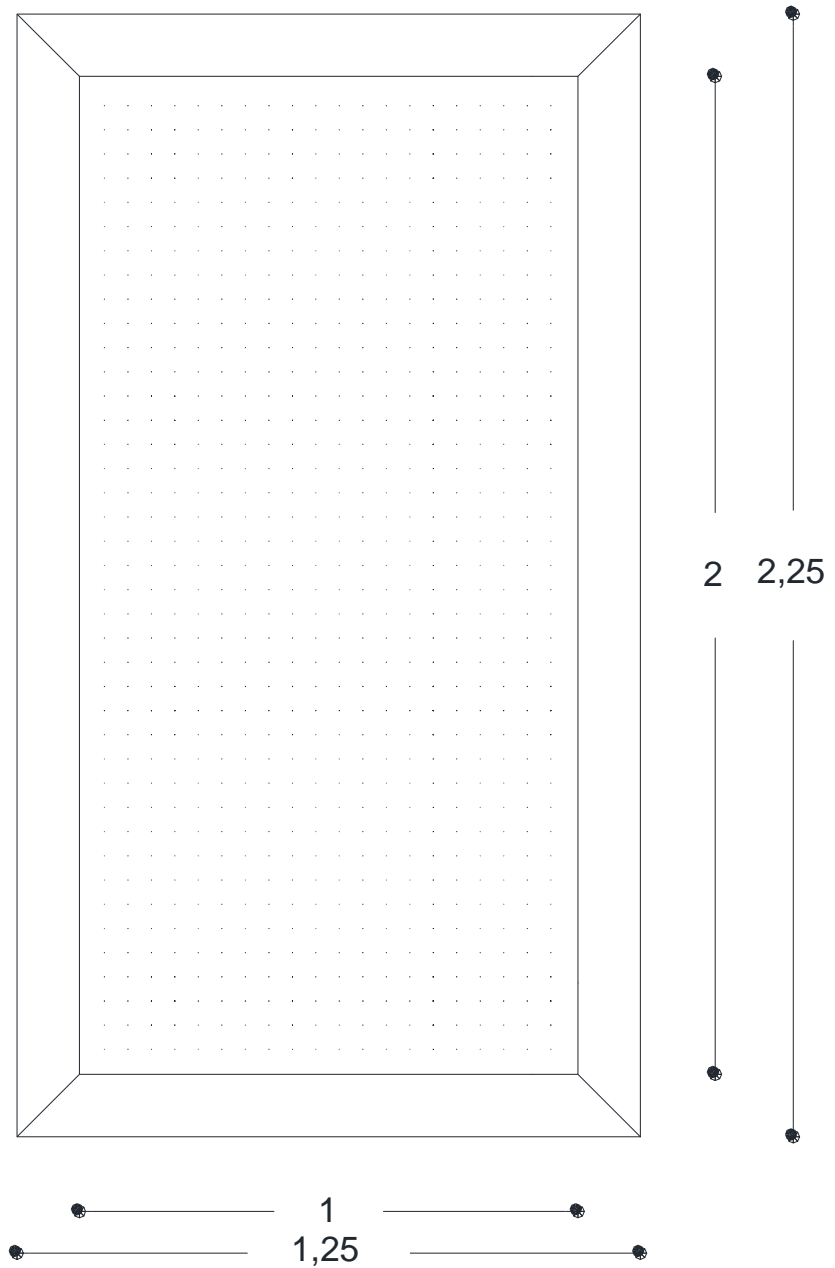


Figura 32: Vista superior bandeja tipo.

Fuente: El Autor.

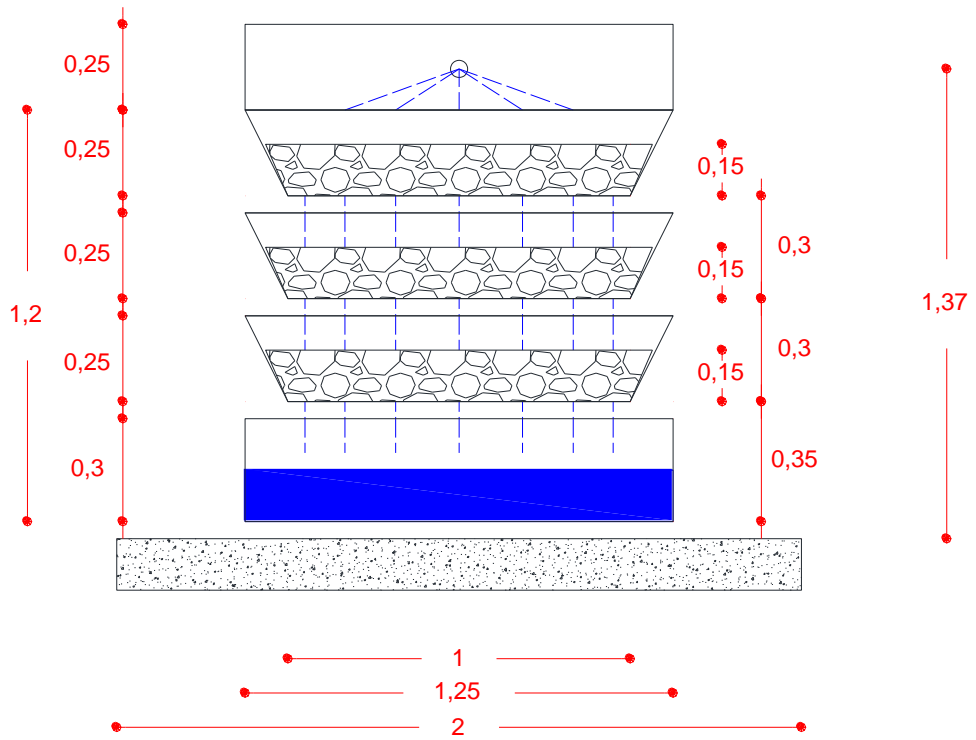


Figura 33: Vista frontal de la torre de aireación por bandejas múltiples.

Fuente: El Autor.

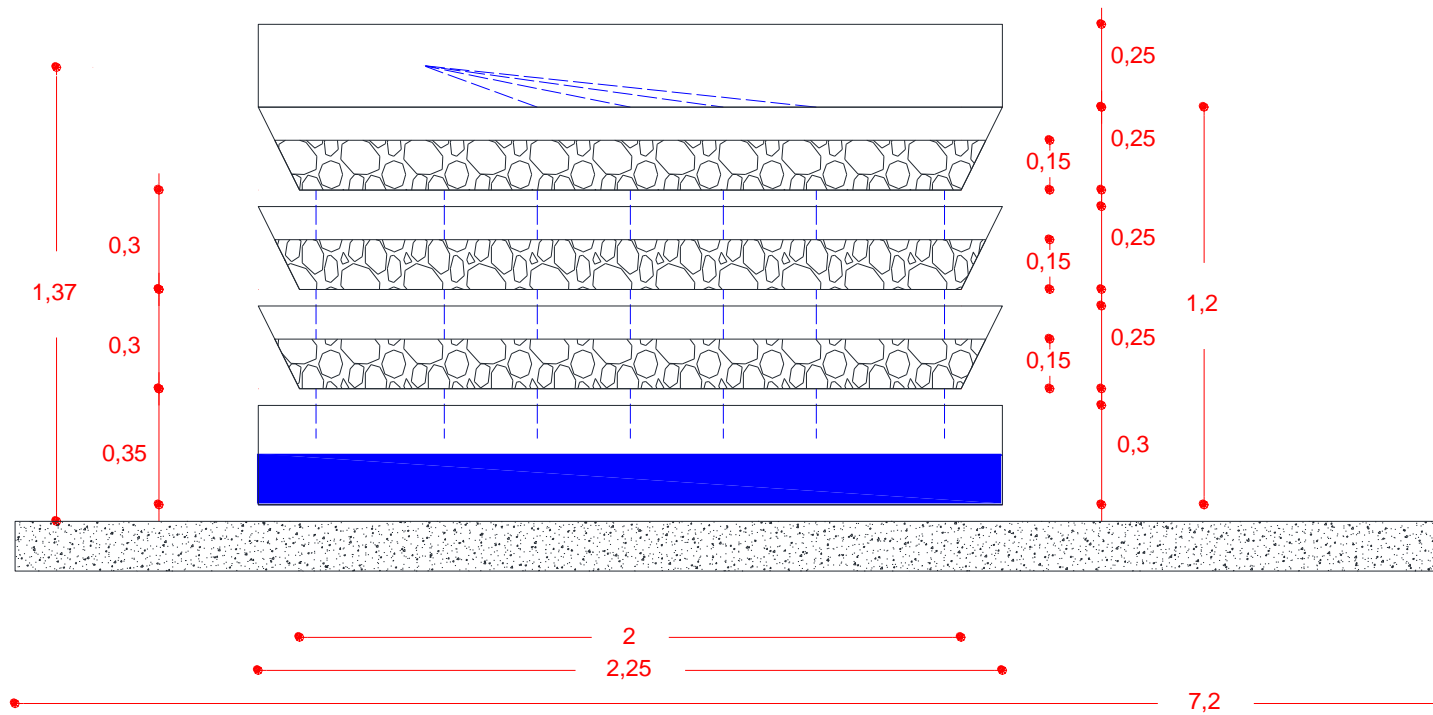


Figura 34: Vista lateral de la torre de aireación por bandejas múltiples.

Fuente: El Autor.

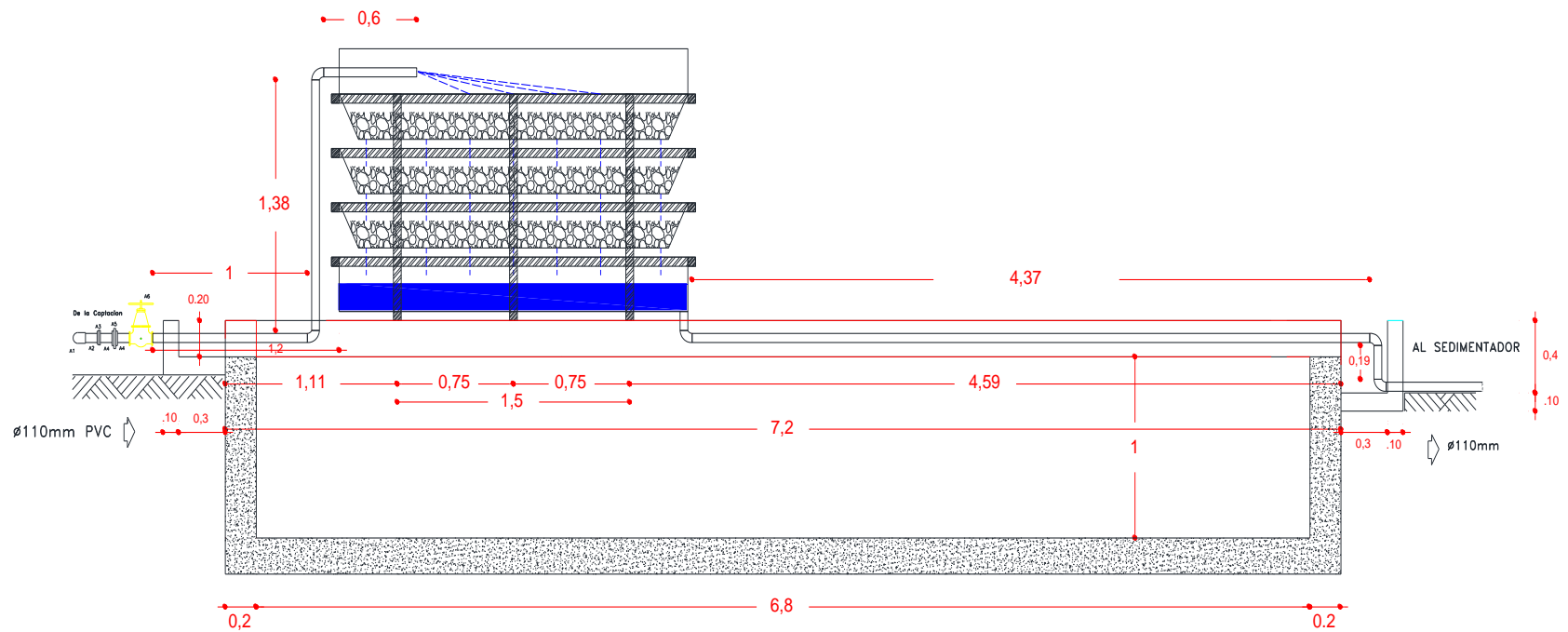


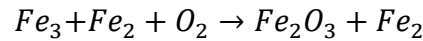
Figura 35: Implantación de la torre de aireación por bandejas múltiples en el filtro en desuso de la zona previa a la PTAP “El Mirador”.

Fuente: El Autor.

Proceso químico de la aireación del agua en las bandejas

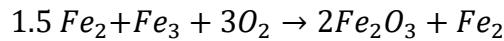
Para la remoción de hierro el principal objetivo es la conversión del hierro ferroso al hierro férrico y como resultado de su precipitación como hidróxido férrico. Esta conversión se da rápidamente por la aireación del agua. [21]

El hierro presente en el agua, añadido el oxígeno presente en el aire forma el óxido de hierro III.



El Óxido de hierro III o Óxido férrico al no ser soluble en el agua es retirado con facilidad del agua al quedarse retenido en la grava localizada en cada una de las bandejas.

Igualando la ecuación tenemos:



Teniendo en cuenta las moles únicamente del hierro en el un lado y del Oxido de Hierro en el otro y el peso atómico del hierro es 56 tenemos:

$$1.5mol \left(56 \frac{gr}{mol} * 2 \right) + 1mol \left(56 \frac{gr}{mol} * 3 \right) \rightarrow 2mol \left(56 \frac{gr}{mol} * 2 \right)$$

$$1.5mol \left(112 \frac{gr}{mol} \right) + 1mol \left(168 \frac{gr}{mol} \right) \rightarrow 2mol \left(\frac{112gr}{mol} \right)$$

$$168gr + 168gr \rightarrow 224gr$$

$$336gr \rightarrow 224gr$$

Teniendo así que en un inicio contamos con 336gr de hierro (100%) y que luego de la oxidación del mismo pasando a Oxido Férrico hay 224gr correspondiente al 66.67%, porcentaje que nos indica cuanto esta va a ser retirado.

Por lo que haciendo relación al valor obtenido en los análisis

$$\text{hierro eliminado} = 0.66 \frac{\text{mg}}{\text{l}} \text{Fe} * 66.67\%$$

$$\text{hierro eliminado} = 0.44 \frac{\text{mg}}{\text{l}} \text{Fe eliminado}$$

Teniendo así un valor de 0.22 mg/l de hierro en el agua valor que se encuentra ya dentro de los parámetros establecidos en la Tabla 2 del TULSMA.

Resultados de la aireación para la remoción de hierro realizados en otros trabajos de ingeniería:

De acuerdo a la búsqueda realizada durante la elaboración de este proyecto se encontró trabajos de ingeniería en donde también se utiliza los sistemas de aireación por bandejas múltiples conjuntamente con otro proceso de filtración para maximizar los resultados de la aireación así expuesto a continuación:

Tabla 11: Resultados de la aireación en la eliminación del hierro.

PROCESO	CONCENTRACIÓN DE HIERRO mg/l		
	PREVIO PROCESO	POST PROCESO	PORCENTAJE REMOCIÓN HIERRO
Aireación y filtración en arena [21]	2.5	0.13	94.8%
Aireación, cal y filtración en arena [21]	2.4	0.09	96.3%
Aireación [22]	0.47	0.03	93.6%

Fuente: Indicadas en la Bibliografía.

Presupuesto para la fabricación de la torre de aireación por bandejas múltiples

Tabla 12: Presupuesto torre de aireación por bandejas múltiples.

PRESUPUESTO TORRE AIREACIÓN BANDEJAS MÚLTIPLES				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO \$	PRECIO TOTAL \$
Desbroce y limpieza	64	m ²	1	64
Replanteo y nivelación manual	64	m ²	2	128
Plancha Acero Inoxidable 430/0.60	17.5381	m ²	12.30	215.72
Tubo cuadrado 50*50*2mm	43.1	m	18.08	779.24
Tubo tipo B PVC Ø110mm	8	m	3.30	26.40
Codo tipo B PVC Ø110mm	5	u	4.30	21.50
TOTAL				1234.86

Fuente: El Autor.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones.

- La planta de tratamiento de agua potable “El Mirador” perteneciente al GAD de Cevallos da un servicio satisfactorio sin embargo, realizar una repotenciación a la misma ya que el hierro puede provocar un desagradable color, sabor y olor en el agua, manchas rojizas en ropa, vajillas y accesorios de plomería y hormigón.
- Una vez realizado el reconocimiento de cada uno de los elementos hidráulicos existente en la PTAP “El Mirador”, teniendo así que existe un tanque receptor del agua proveniente de la captación; localizada en el sector conocido como “La Oreja del Diablo” perteneciente al cantón Mocha; a continuación consta de 2 sedimentadores en adecuado funcionamiento, 3 filtros que actualmente se encuentra en desuso, un área de cloración, un área de mezcla y tanques de almacenamiento de 50 y 200 m³. Así también existe una zona previa cuesta arriba de la PTAP, lugar donde existen 3 filtros que antiguamente formaban parte del sistema de potabilización del agua pero actualmente se encuentran en desuso.
- Con la medición del caudal de entrada se obtuvo un valor de 13.03 l/s, y respecto del valor de salida se obtuvo 12.4l/s sin embargo es importante mencionar que la zona es de difícil acceso y en consecuencia se acudió a las autoridades del GAD para conocer este dato. Para conocer las condiciones del líquido, se tomó muestras del agua proveniente de la captación, teniendo así que los niveles de hierro y de color real no son los más adecuados ya que existe 0.66 mg/l y 31 UPt-Co respectivamente, valores que en comparación con lo establecido en la tabla 2 “Criterios de calidad de aguas para consumo humano y doméstico que para su potabilización solo requieren desinfección”

del TULSMA (0.3 mg/l y 20 UPt-Co) son superiores en 0.36 mg/l y 11 UPt-Co respectivamente.

- Una vez conocida la problemática existente en la PTAP “El Mirador” y en conjunto con la entidad a cargo de la planta, GAD Cevallos, se decidió implementar un sistema de aireación, el cual es eficaz para la remoción de minerales como el hierro y el manganeso, por ello se decidió realizar el diseño de una torre de aireación por bandejas múltiples siendo este el método más adecuado tanto económica como funcionalmente para la remoción de hierro del agua. Después de seguir los procesos previamente establecidos para el diseño de la torre de aireación por bandejas múltiples se determinó cada uno de los componentes del sistema, detallados en la tabla 10.
- Se puede indicar en base a la reacción química de la oxidación del hierro podemos indicar que la remoción del hierro únicamente por aireación es de un 66.67%, por lo que al tener un valor inicial de 0.66mg/l de hierro, se elimina 0.44mg/l, quedando 0.22mg/l en el agua, valor que ya se encuentra dentro de los límites establecidos por la tabla 2 del TULSMA (0.3mg/l).
- La ubicación adecuada de la torre de aireación será en la zona previa a la PTAP “El Mirador” ya que al haber formado parte del sistema de potabilización del agua, existe ya un sistema de conducción desde este lugar hasta la actual planta de tratamiento facilitando así el proceso de construcción y produciendo un ahorro en el coste del proyecto. La torre de aireación al soportar grandes cantidades de agua necesita un sistema estructural rígido por lo que se decidió que el material de construcción del armazón de soporte sea de tubo cuadrado de 50*50*2 mm, similar a la torre de la planta de tratamiento de agua potables de Yanahurco.

Recomendaciones.

- Implementar este sistema de aireación cuando la cantidad de hierro existente en el agua sea pequeña, caso contrario no será eficaz y se deberá utilizar métodos más agresivos como el uso de químicos uno de ellos el policloruro de aluminio.
- Los orificios de las bandejas no deberán ser exactamente simétricos esto con el fin de mejorar el sistema de aireación variando por lo tanto la separación de los mismos con el borde de la bandeja o eliminando una fila de orificios.
- Se recomienda realizar un mantenimiento mensualmente tanto de las bandejas de como del lecho de contacto y mantener una limpieza regular del área para evitar problemas de contaminación del agua.

BIBLIOGRAFÍA:

- [1] E. Escot Toledo, J. Fernández, J. M. Medialdea González, M. J. Morón, M. F. Martínez Villa, J. Lebrato Martínez, F. Fernández, L. Fernández y A. Navas, «Depósito de Investigación Universidad de Sevilla,» 2000. [En línea]. Available: <https://idus.us.es/handle/11441/34580>. [Último acceso: 15 11 2021].
- [2] M. Piña Soberanis, M. d. L. Rivera Huerta y A. Ramírez González, «Ecologiyagua,» [En línea]. Available: <https://ecologiyagua.com/pdf/infotec/EliminFeyMnMartinpina.pdf>. [Último acceso: 15 11 2021].
- [3] A. Garcés y L. Rosero, «Sistema Institucional de Recursos Digitales,» 12 12 2016. [En línea]. Available: <http://sired.udenar.edu.co/3240/>. [Último acceso: 15 11 2021].
- [4] W. O. León Gorozabel, «Repositorio Digital UTMACH,» 11 11 2015. [En línea]. Available: http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/5604/1/TTUAIC_2015_IC_CD0054.pdf. [Último acceso: 15 11 2021].
- [5] G. L. Hurtado Torres, «Repositorio Digital UTMACH,» 11 11 2015. [En línea]. Available: <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/3119>. [Último acceso: 15 11 2021].
- [6] V. G. Guerrero Bermeo, «Repositorio Digital UTMACH,» 11 11 2015. [En línea]. Available: http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/4985/1/TTUAIC_2015_IC_CD0042.pdf. [Último acceso: 15 11 2021].
- [7] Anónimo, «Naciones Unidas,» [En línea]. Available: <https://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/quality.shtml>. [Último acceso: 25 10 2021].
- [8] Anónimo, «Organización Mundial de la Salud,» [En línea]. Available: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>. [Último acceso: 25 10 2021].
- [9] «Control Sanitario,» 09 2016. [En línea]. Available: https://www.controlsanitario.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/05/Estrategia-Nacional-de-Calidad-del-Agua_2016-2030.pdf. [Último acceso: 24 10 2021].
- [10] M. L. McFarland y M. C. Dozier, «Extensión Cooperativa de Texas,» El Sistema Universitario Texas A&M, [En línea]. Available: <https://texaswater.tamu.edu/resources/factsheets/15451sironandman.pdf>. [Último

acceso: 24 10 2021].

- [11 C. N. d. Agua, «GOBIERNO DE MÉXICO,» 09 10 2019. [En línea]. Available:
] [https://www.gob.mx/conagua/acciones-y-programas/agua-en-el-mundo#:~:text=A%20nivel%20mundial%20se%20estima,son%20agua%20dulce%20\(2.5%25\)..](https://www.gob.mx/conagua/acciones-y-programas/agua-en-el-mundo#:~:text=A%20nivel%20mundial%20se%20estima,son%20agua%20dulce%20(2.5%25)..) [Último acceso: 06 09 2022].
- [12 O. M. d. I. Salud, «Organización Mundial de la Salud,» 21 03 2022. [En línea].
] Available: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>.
[Último acceso: 06 09 2022].
- [13 ASAMBLEA NACIONAL DEL ECUADOR, «Ministerio del Ambiente, Agua y
] Transición Ecológica,» 23 11 2018. [En línea]. Available:
<https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/01/TEXTO-UNIFICADO-DE-LEGISLACION-SECUNDARIA-DE-MEDIO-AMBIENTE.pdf>. [Último acceso: 25 09 2022].
- [14 A. Molina Vera, M. Pozo y J. C. Serrano, «Ecuador en Cifras,» 2018. [En línea].
] Available: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Bibliotecas/Libros/AGUA,_SANEAMIENTO_e_HIGIENE.pdf. [Último acceso: 10 09 2022].
- [15 J. E. Quinteros Carpio y H. E. Ramírez Gutiérrez, «Universidad de el Salvador,»
] 06 2007. [En línea]. Available: <https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/15391/1/TESIS-Sistema%20de%20Abastecimiento%20de%20Agua%20Potable.pdf>. [Último acceso: 26 09 2022].
- [16 C. Idrovo, «UCUENCA,» 2010. [En línea]. Available:
] <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/2426/1/tq1066.pdf>. [Último acceso: 20 09 2022].
- [17 J. E. Rojas Coronel, «Universidad Politécnica Salesiana,» 2015. [En línea].
] Available: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/8970/1/UPS-CT005251.pdf>. [Último acceso: 24 09 2022].
- [18 M. B. Camacho García, «Repositorio UTA,» 2014. [En línea]. Available:
] <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/7413/1/Tesis%20775%20-%20Camacho%20García%20Marlene%20Beatríz.pdf>. [Último acceso: 27 09 2022].
- [19 J. A. Romero Rojas, Purificación del Agua, Bogotá: Escuela Colombiana de
] Ingeniería, 2000, p. 400.
- [20 A. V. Narváez Guamán, «dspace Epoch,» 2016. [En línea]. Available:
] <http://dspace.epoch.edu.ec/bitstream/123456789/6501/1/96T00361.PDF>.
[Último acceso: 25 Junio 2023].

ANEXOS:

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE		DATOS GENERALES	
CLIENTE:	JORGE WASHINGTON PALMA VALLEJO	CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:	23050505
DIRECCIÓN:	PROVINCIA DEL TUNGURAHUA/ AMBATO/ HUACHI LORETO, SANTA CRUZ 12 Y AV. BOLIVARIANA	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	2023-05-11; 10h47min
PERSONA DE CONTACTO:	RICARDO PALMA	FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS:	2023-05-11
TELÉFONO DE CONTACTO:	2842184	FECHA DE FIN DE ANÁLISIS:	2023-05-11
PROCEDENCIA DE LA MUESTRA:	CANTÓN MOCHA	FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME:	2023-05-16
LUGAR DONDE SE TOMÓ LA MUESTRA:	VERTIENTE OJO DEL DIABLO	CONDICIONES AMBIENTALES:	
FECHA Y HORA DE TOMA DE MUESTRA:	2023-05-11; 09h52min	Humedad (%):	46
TIPO DE TOMA DE MUESTRA: (Puntual/compuesta)	PUNTUAL	Temperatura (°C):	21,9
TIPO DE MUESTRA (MATRIZ):	AGUA NATURAL		
RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA:	RICARDO PALMA		

ANÁLISIS REALIZADOS

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO UTILIZADO	Norma de referencia: NORMA INEN 1108:2020. AGUA PARA CONSUMO HUMANO. REQUISITOS**	Norma de referencia: TABLA 1. CRITERIOS DE CALIDAD DE FUENTES DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO Y DOMÉSTICO. TULSMA. LIBRO VI. ANEXO 1 (2015)**	RESULTADOS
COLOR REAL	U Pt-Co	HACH 8025	-	75	31
HIERRO *	mg/L	HACH-8008		1,0	0,66
TURBIDEZ	NTU	Standard Methods-2130-B	5	100,0	4,50

* Ensayos fuera del alcance de acreditación del SAE.

** Los límites permisibles de la Norma de referencia descrita en el presente informe están fuera del alcance de acreditación del SAE.

PARÁMETRO ACREDITADO	RANGO DE ACREDITACIÓN	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA DEL MÉTODO	MÉTODO DE ENSAYO UTILIZADO
Color Real	(5 a 500) U Pt-Co	25%	17025-PR-CC-30-XX; Método de referencia: HACH 8025
Turbidez	(0,32 a 106) NTU	16%	17025-PR-CC-21-XX; Método de referencia: Standard Methods Ed. 23. 2017 2130 B.

NOTA: ESTE INFORME SOLO AFECTA A LA MUESTRA QUE SE HA SOMETIDO A ENSAYO, EL LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE LA EP-EMAPA-A NO SE RESPONSABILIZA DEL ORIGEN DE LA MUESTRA, TRANSPORTACIÓN DE LA MISMA Y VERACIDAD DE LOS DATOS DADOS POR EL CLIENTE, POR LO TANTO LOS RESULTADOS SE APLICAN A LA MUESTRA COMO SE RECIBIÓ. NO SE PERMITE A LOS USUARIOS EL USO DEL LOGOTIPO DEL SAE NI DE LA CONDICION DE ACREDITADO (CR GA 04) NO SE DEBE REPRODUCIR EL INFORME DE ENSAYO, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD, SIN LA APROBACION ESCRITA DEL LABORATORIO.

OBSERVACIONES: NINGUNA.

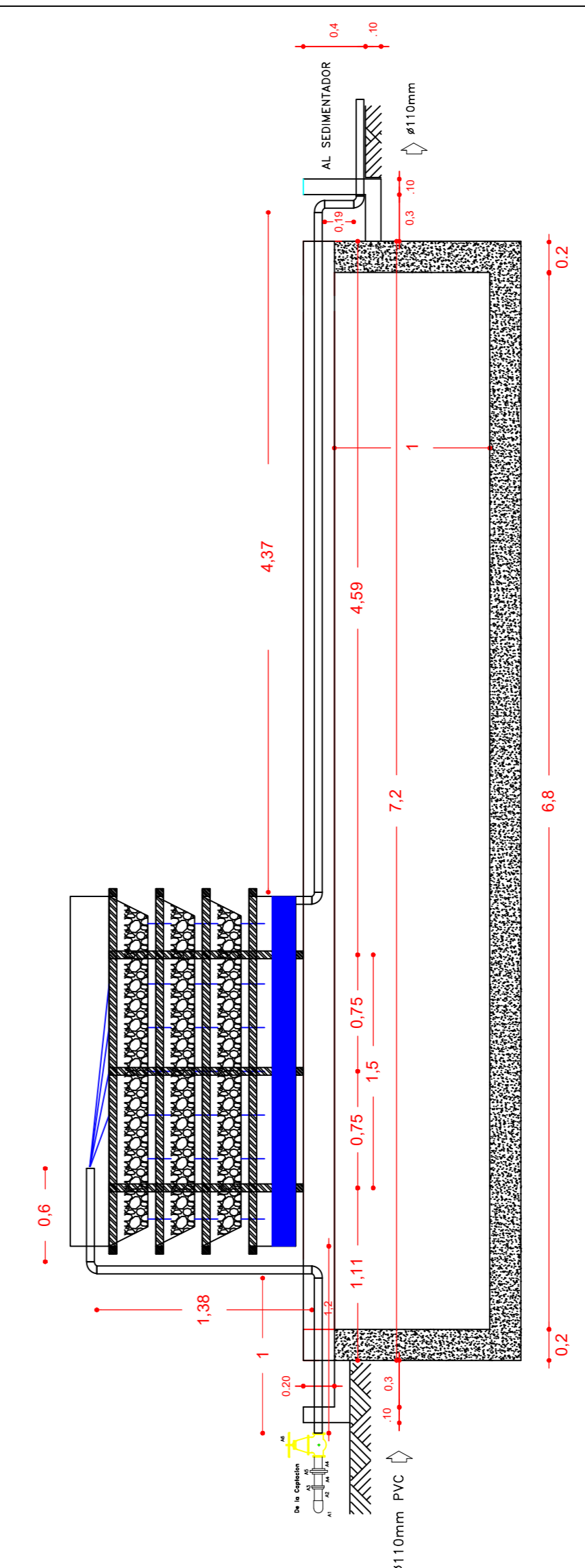
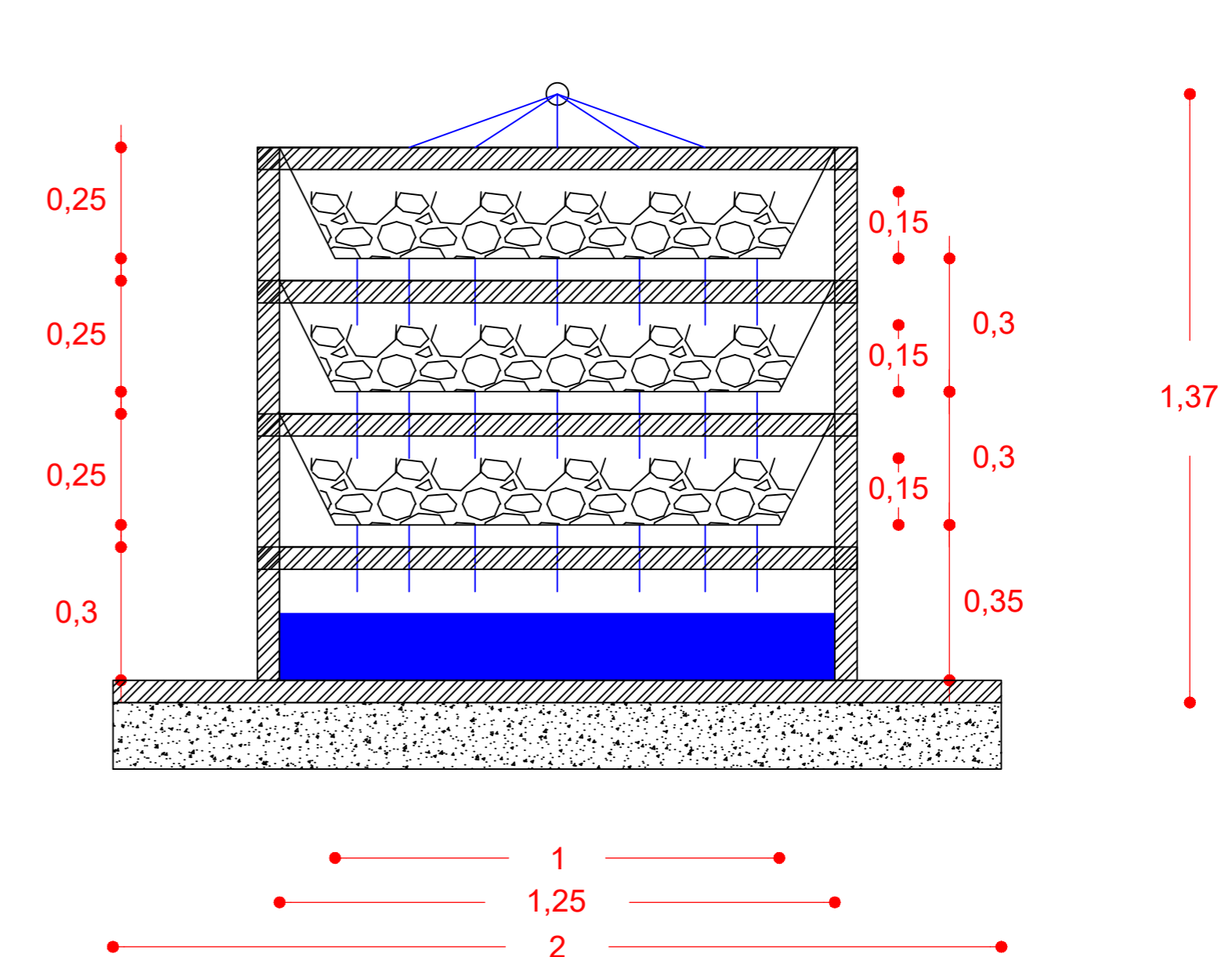
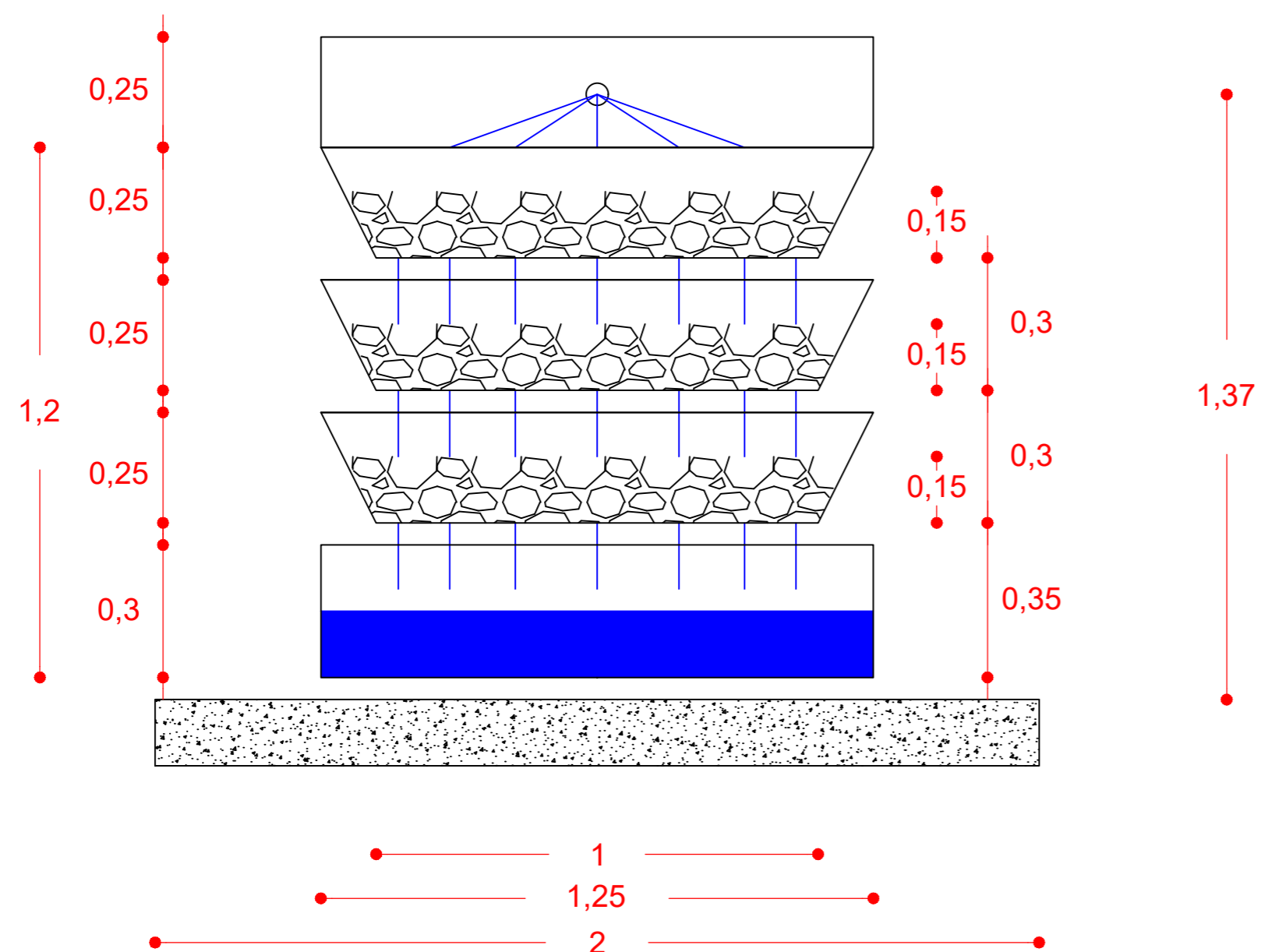
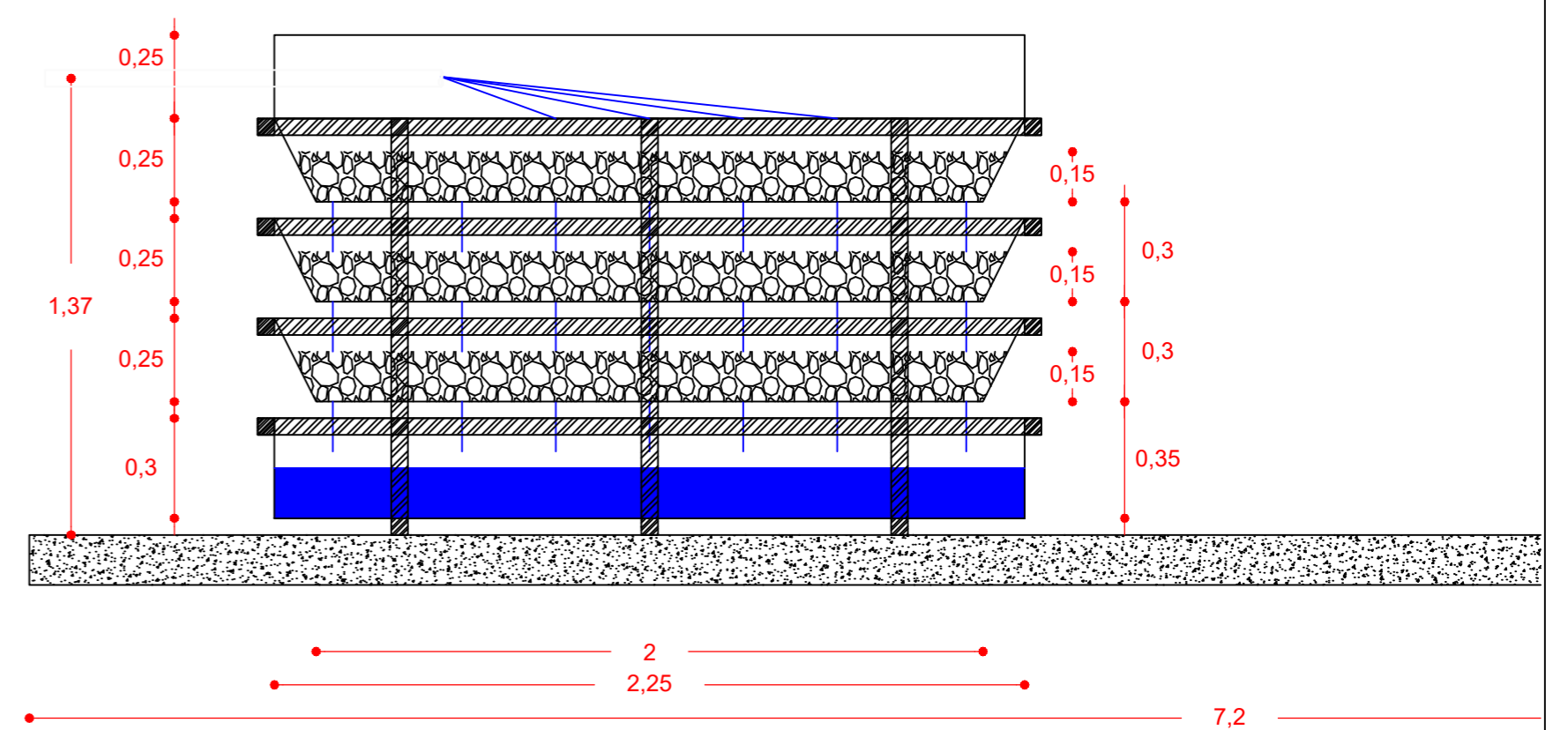
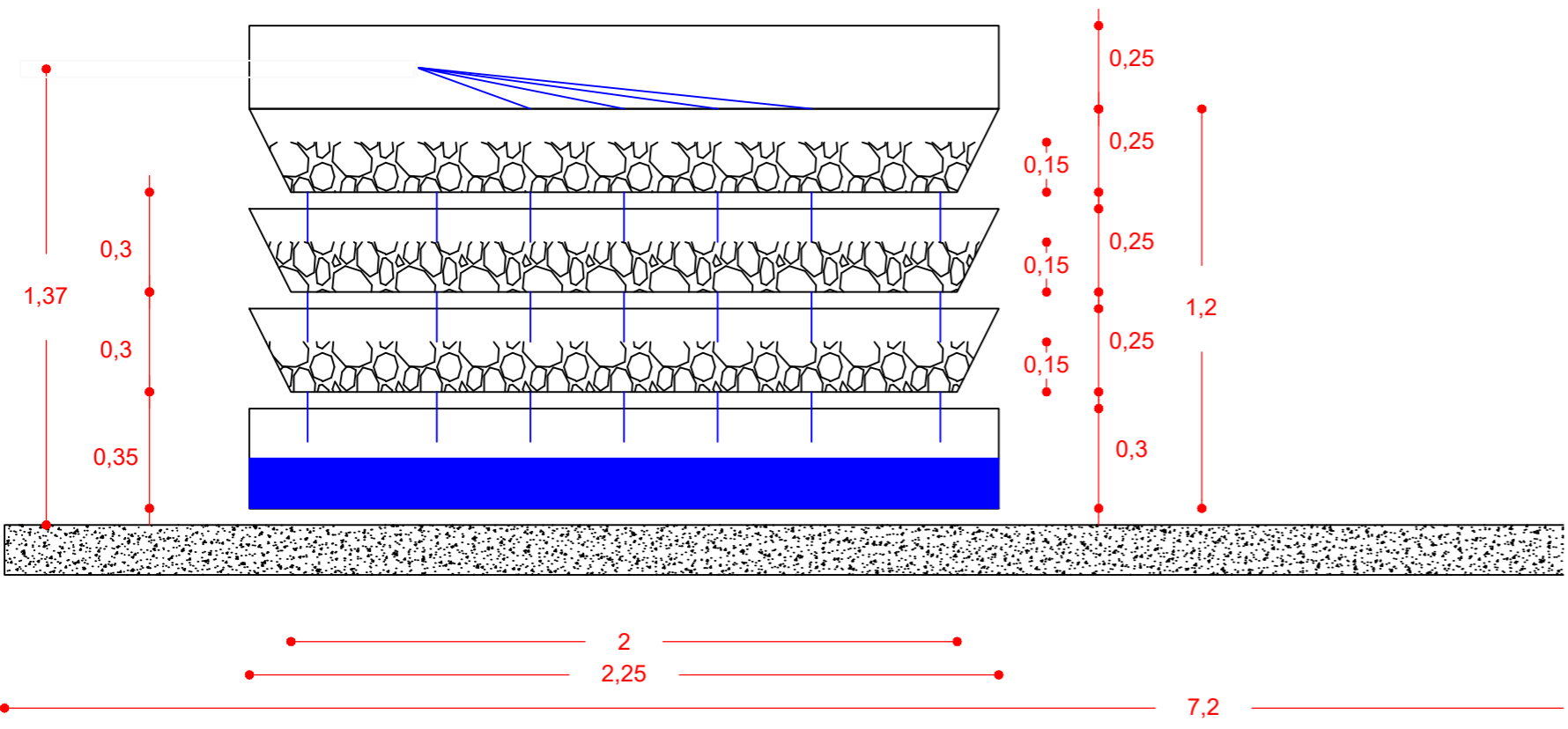
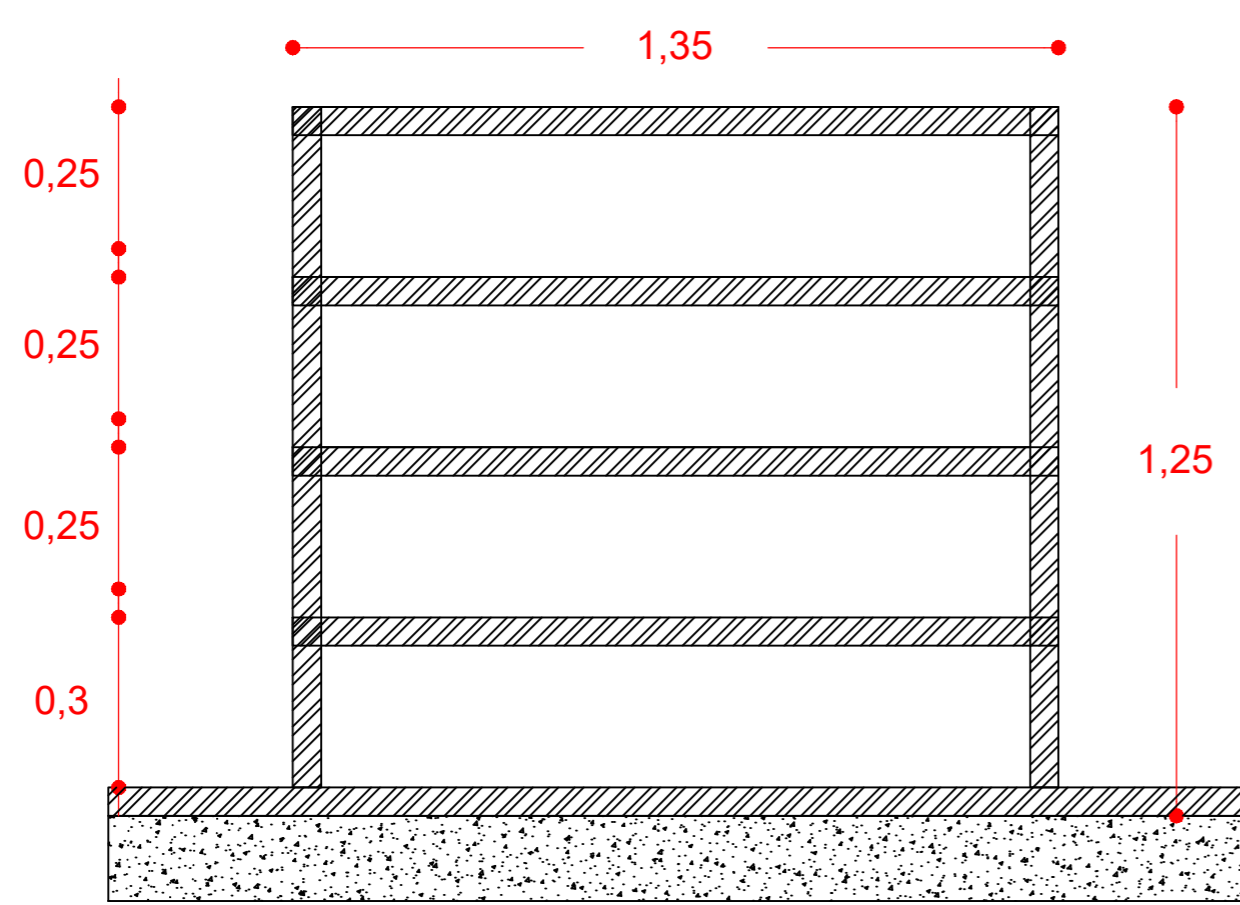
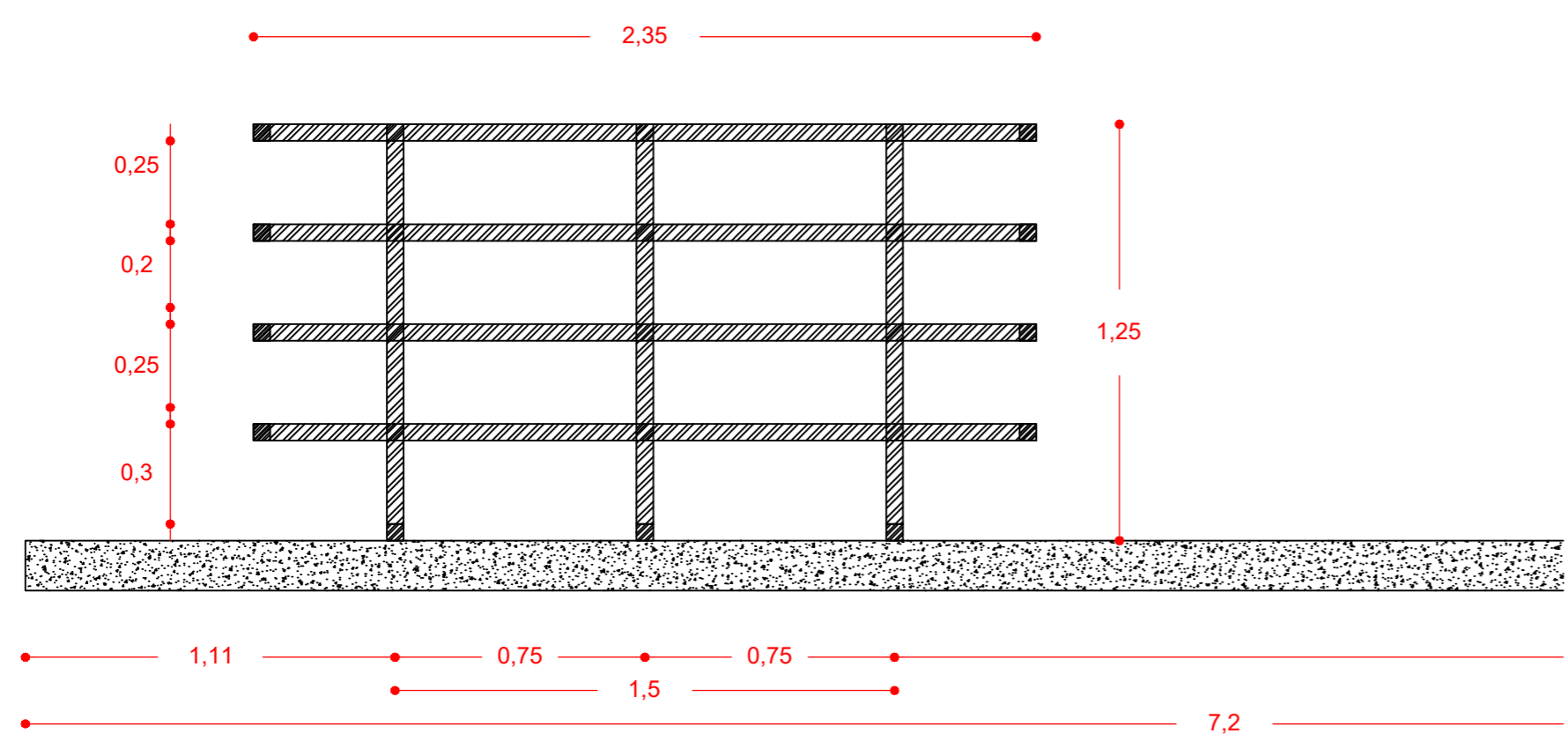
PROFESIONALES RESPONSABLES:



Ing. Paúl O. Veintimilla P.
ANALISTA DE LABORATORIO



Ing. Verónica S. Cashabamba P.
RESPONSABLE TÉCNICO



BONO	CANTIDAD	#	UNIDAD	DESCRIPCION
ENTRADA				
A1	3	110	m	TUBO PVC
A2	4	110	m	TUBO CORTO PVC
A3	4	110	m	ADAPTADOR 110 - PVC
A4	8	4"	m	TUBO CORTO 110
A5	4	4"	m	UNIVERSAL 110
A6	4	4"	m	VALVULA DE COMPUERTA Y VOLANTE 110

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

LAMINA
1/1

AUTOR:
JORGE RICARDO PALMA POVEDA

TUTOR:
ING. MG. JORGE GUEVARA

CANTÓN:
CEVALLOS

BARRIO:
EL MIRADOR

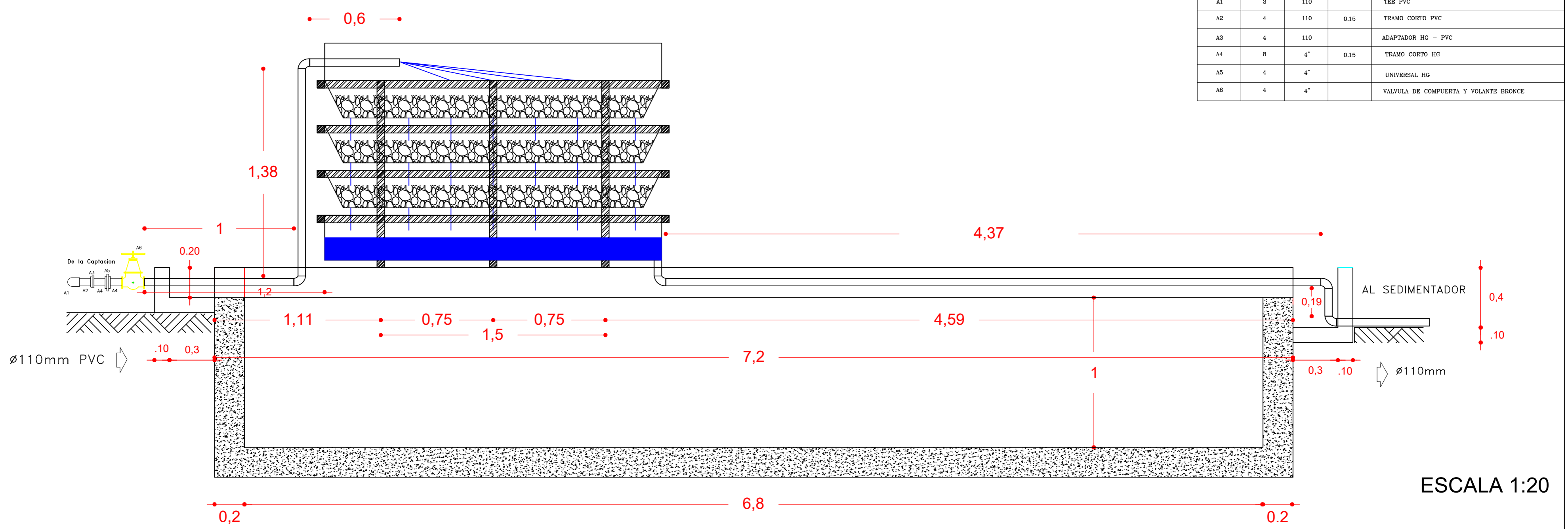
ESCALA:
SN

CONTIENE:
DISEÑO E IMPLANTACIÓN DE LA
TORRE DE AIREACIÓN POR
BANDEJAS MÚLTIPLES

TEMA:
EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE "EL
MIRADOR", UBICADA EN EL CASERÍO DEL MISMO NOMBRE
PERTENECIENTE AL CANTÓN CEVALLOS, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.

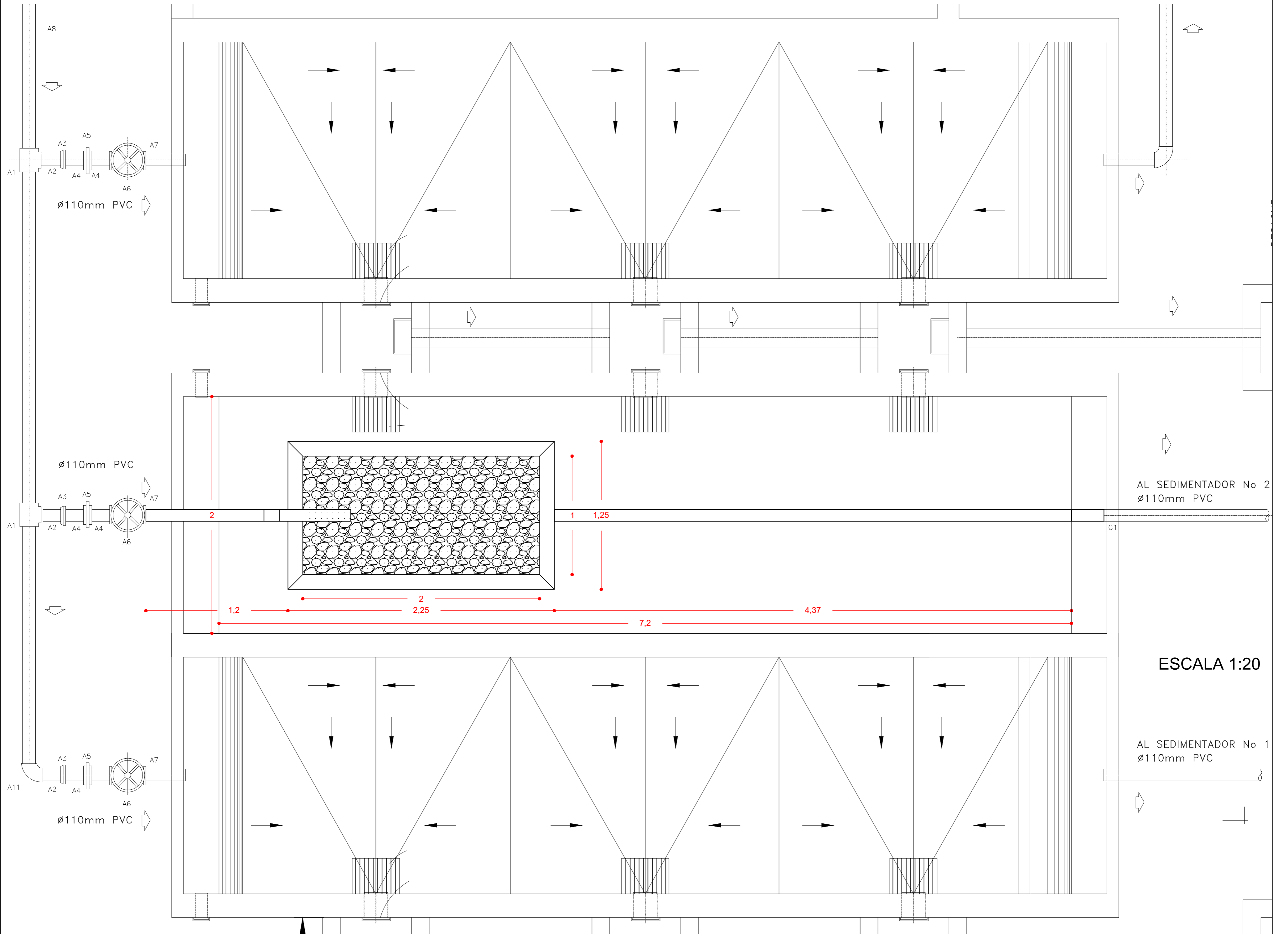
FECHA:
JULIO 2023

VISTA LATERAL DE LA IMPLANTACIÓN DE LA TORRE DE BANDEJAS MÚLTIPLES



ESCALA 1:20

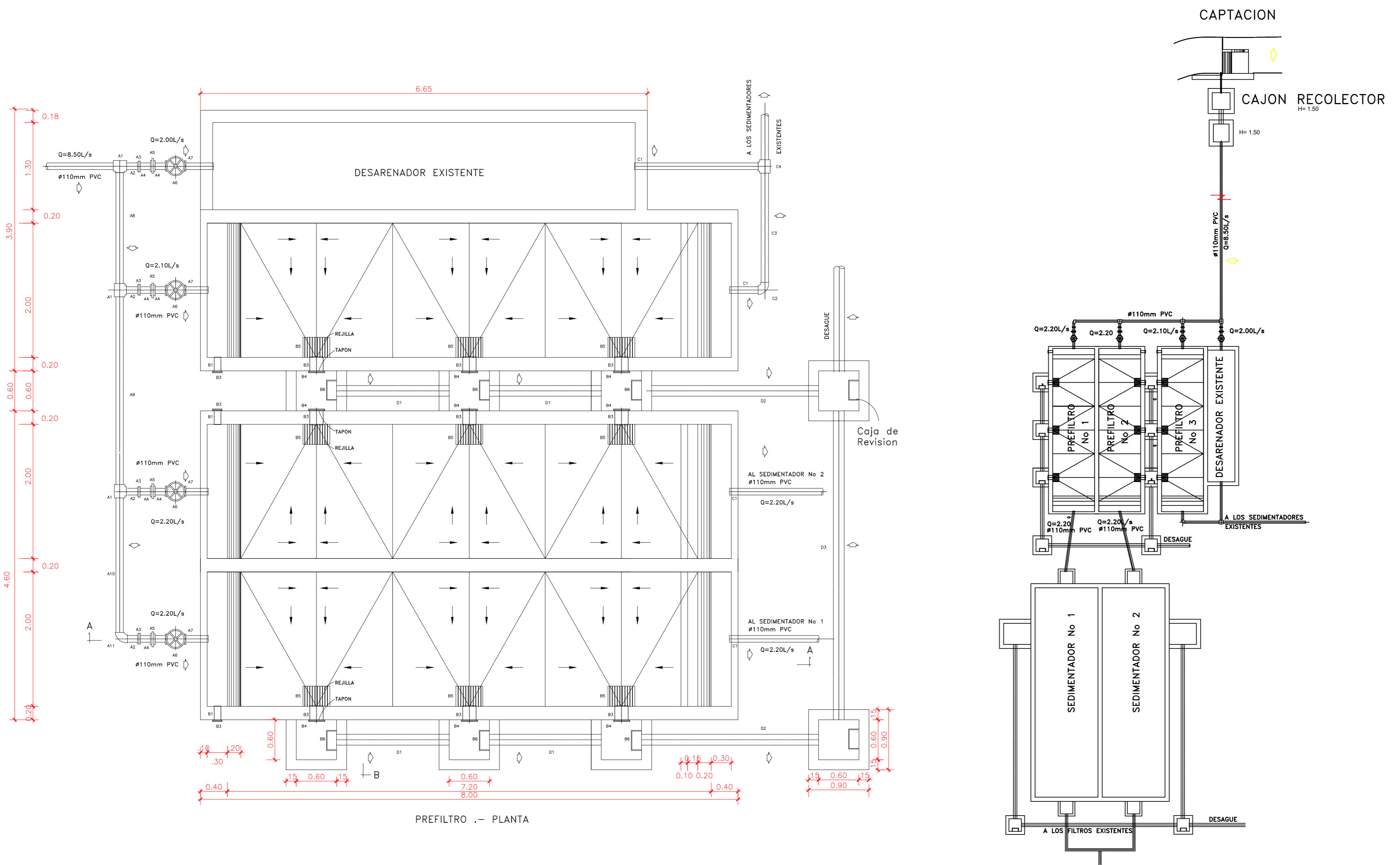
IMPLANTACIÓN DE LA TORRE DE BANDEJAS MÚLTIPLES EN EL PREFILTRO CENTRAL DE LA ZONA PREVIA A LA PTAP EL MIRADOR



ESCALA 1:20

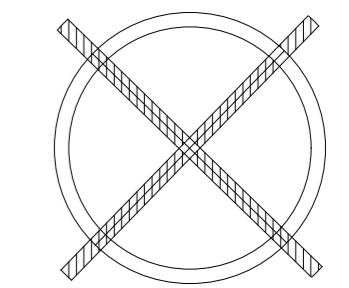
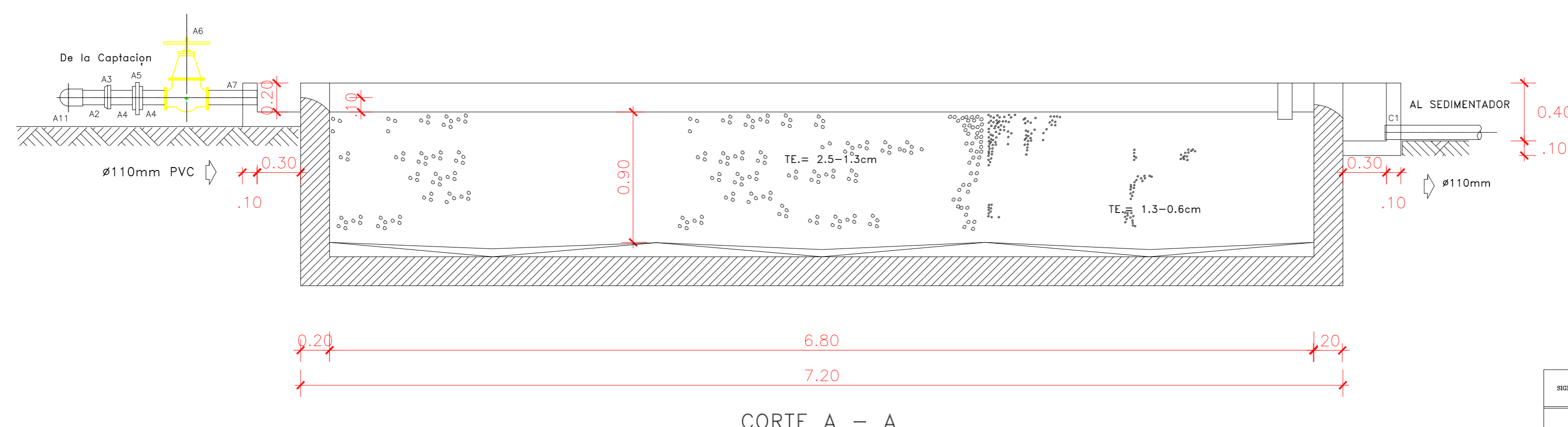
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

LAMINA 1/1	AUTOR: JORGE RICARDO PALMA POVEDA	TUTOR: ING. MG. JORGE GUEVARA	CANTÓN: CEVALLOS	BARRIO: EL MIRADOR
ESCALA: INDICADAS	CONTIENE: IMPLANTACIÓN DE LA TORRE DE AIREACIÓN POR BANDEJAS MÚLTIPLES		TEMA: EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE "EL MIRADOR", UBICADA EN EL CASERÍO DEL MISMO NOMBRE PERTENECIENTE AL CANTÓN CEVALLOS, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.	
FECHA: JULIO 2023				

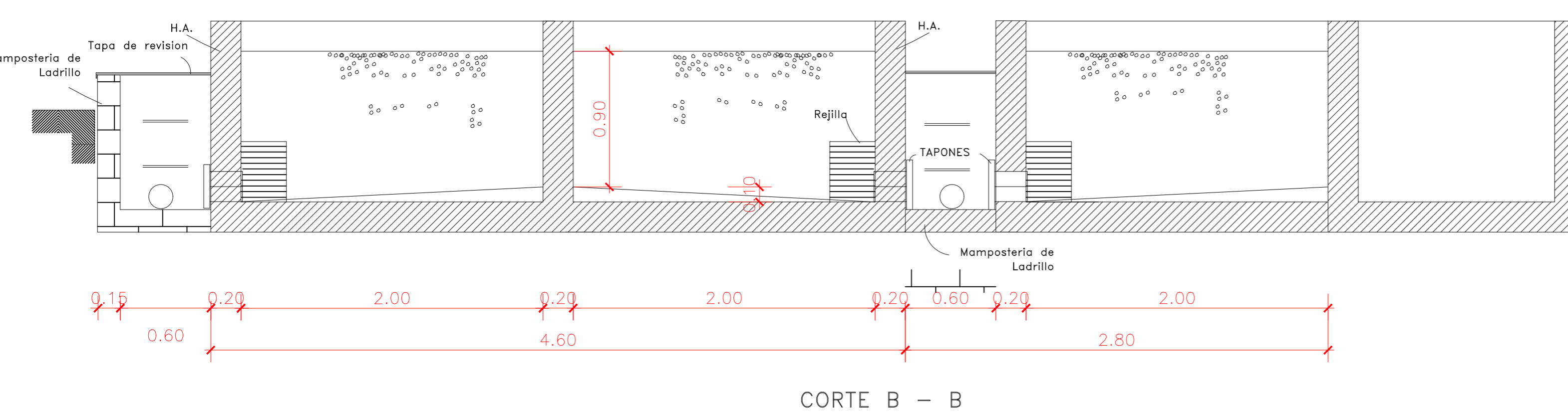


PREFILTROS ACTUALMENTE EN DESUSO

ESCALA 1:40 ANTIGUO SISTEMA DE POTABILIZACIÓN SIN ESCALA



DETALLE DE TAPON
SIN ---- ESCALA



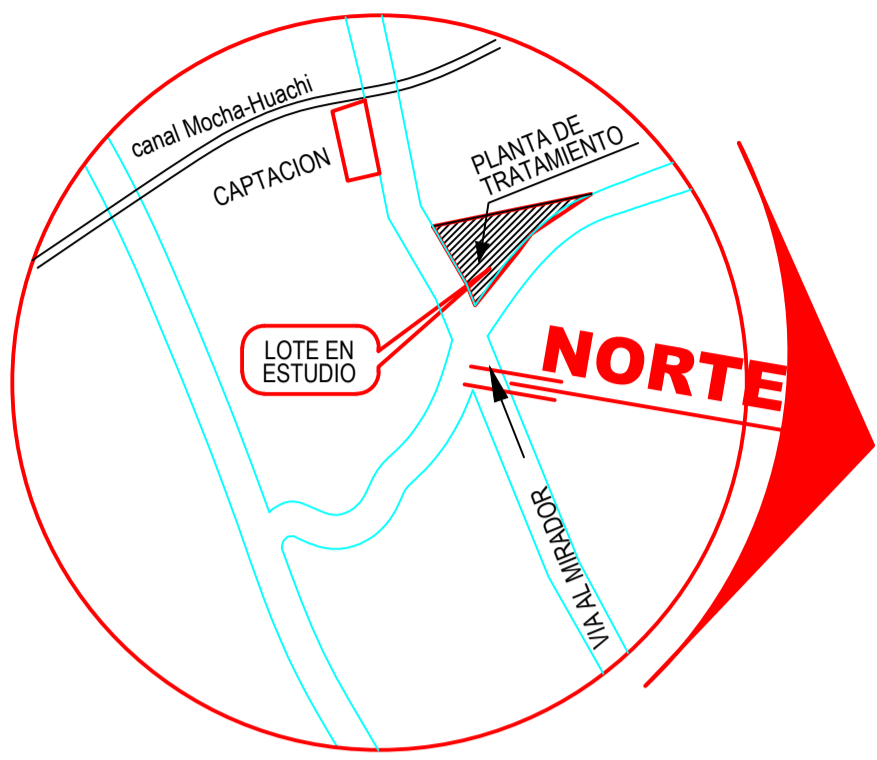
ESCALA 1:25

LISTA DE ACCESORIOS

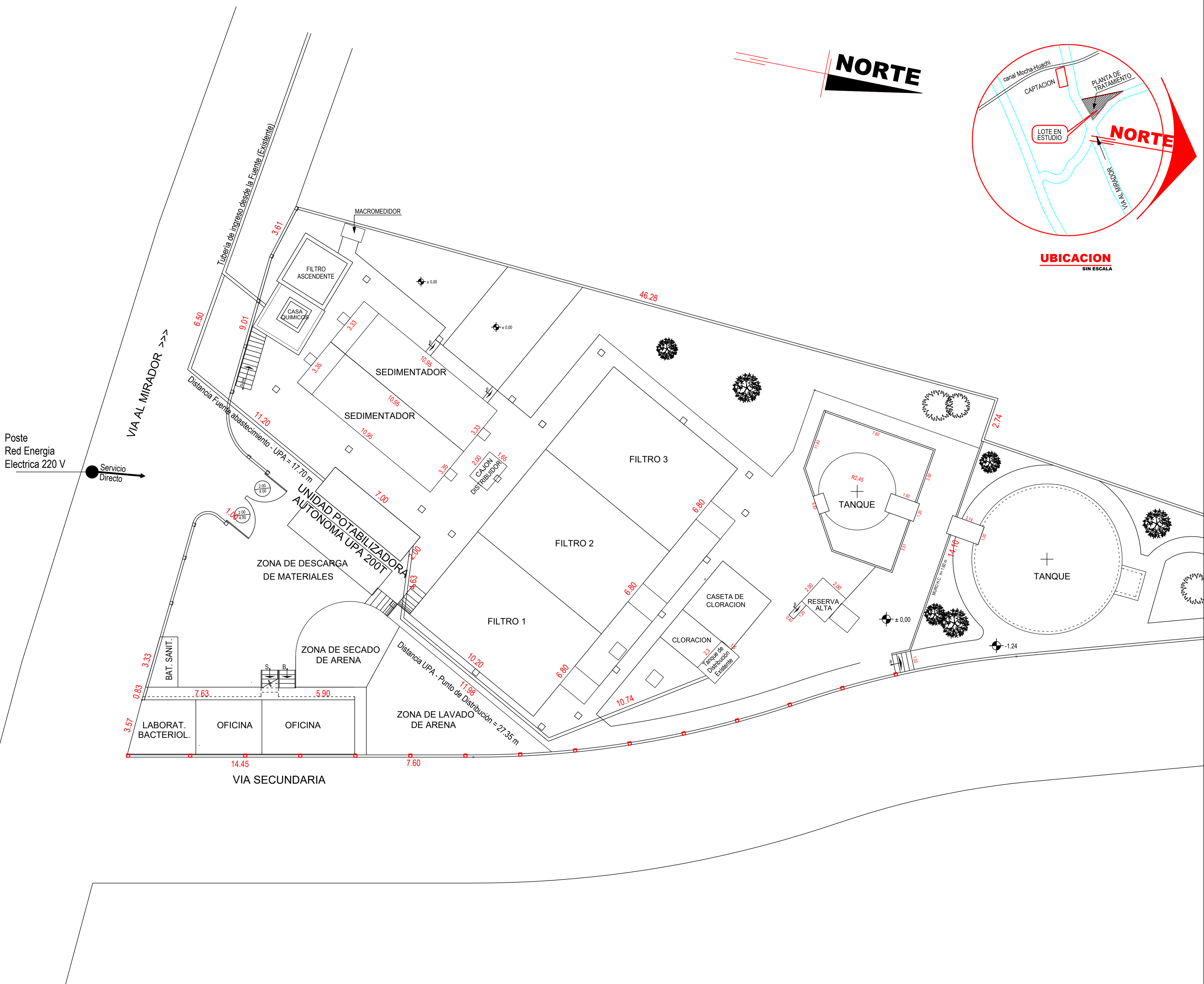
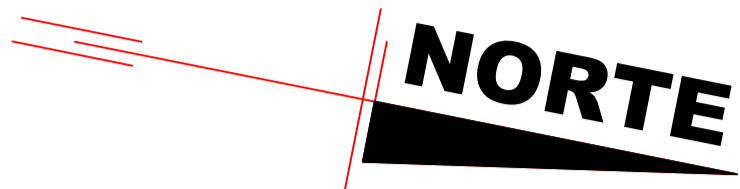
ITEM	CANTIDAD	#	LONGITUD	DESCRIPCION
ENTRADA				
A1	3	110		TRE PVC
A2	4	110	0.15	TRAMO CORTO PVC
A3	4	110		ADAPTADOR RG - PVC
A4	2	4"	0.15	TRAMO CORTO HG
A5	4	4"		UNIVERSAL RG
A6	4	4"		VALVULA DE COMPUERTA Y VOLANTE BRONCE
A7	4	4"	0.30	TRAMO CORTO HG
A8	1	110	1.60	TRAMO CORTO PVC
A9	1	110	5.80	TRAMO CORTO PVC
A10	1	110	5.00	TRAMO CORTO PVC
DESAGUE				
B1	4	110	0.25	TRAMO CORTO PVC
B2	9	160	0.25	TRAMO CORTO PVC
B3	4	110		TAPON HG
B4	9	160		TAPON HG
B5	9			REJILLA DE 0.40 x 0.30 x 0.40
B6	9			ESCALONES
DESAGUE				
C1	4	150	1.80	TRAMO CORTO PVC
C2	2	160	2.70	TRAMO CORTO PVC
C3	1	160	4.60	TRAMO CORTO PVC
SALIDA				
C4	4	110	4.10	TRAMO CORTO PVC
C5	1	110		COJO 80° PVC
C6	1	110	1.60	TRAMO CORTO PVC
C7	1	110		TRE PVC

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

LAMINA 1/1	AUTOR: JORGE RICARDO PALMA POVEDA	TUTOR: ING. MG. JORGE GUEVARA	CANTÓN: CEVALLOS	BARRIO: EL MIRADOR
ESCALA: INDICADAS	CONTIENE: PREFILTROS DE LA ZONA PREVIA A LA PTAP EL MIRADOR		TEMA: EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE "EL MIRADOR", UBICADA EN EL CASERÍO DEL MISMO NOMBRE PERTENECIENTE AL CANTÓN CEVALLOS, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.	
FECHA: JULIO 2023				



UBICACION
SIN ESCALA



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

TAMINA
1/1

AUTOR:
JORGE RICARDO PALMA POVEDA

TUTOR:
ING. MG. JORGE GUEVARA

CANTÓN:

CEVALLOS

BARRIO:

EL MIRADOR

ESCALA:
1:125

CONTIENE:

IMPLANTACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE "EL MIRADOR"

TEMA:

EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE "EL MIRADOR", UBICADA EN EL CASERÍO DEL MISMO NOMBRE PERTENECIENTE AL CANTÓN CEVALLOS, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.

FECHA:

JULIO 2023

LUNES

	Tuberia 1	Tuberia 2	Tuberia 3
1	1.67	5.21	3.65 seg
2	1.62	5.28	3.73 seg
3	1.53	5.87	4.34 seg
4	1.40	5.09	4.16 seg
5	1.48	4.62	3.87 seg
6	1.64	4.94	4.01 seg
7	1.30	5.07	3.91 seg
8	1.60	5.81	3.99 seg
9	1.37	5.02	4.16 seg
10	1.49	5.13	3.93 seg
Qt	7.45	2.16	2.83
QT	12.44		

	Tuberia 1	Tuberia 2	Tuberia 3
1	1.49	6.96	3.59 seg
2	1.62	5.32	3.70 seg
3	1.38	4.90	3.83 seg
4	1.52	4.83	3.36 seg
5	1.86	4.86	3.24 seg
6	1.34	5.10	3.36 seg
7	1.36	5.78	3.13 seg
8	1.75	5.77	3.64 seg
9	1.24	6.20	3.53 seg
10	1.32	5.90	3.32 seg
Qt	7.56	2.02	3.24
QT	12.83		

	Tuberia 1	Tuberia 2	Tuberia 3
1	1.28	5.96	3.60 seg
2	1.20	5.05	3.39 seg
3	1.80	4.77	3.50 seg
4	1.84	5.44	3.63 seg
5	1.39	6.21	3.68 seg
6	1.80	5.63	4.36 seg
7	1.31	6.08	4.19 seg
8	1.11	5.11	3.81 seg
9	1.39	5.13	3.67 seg
10	1.27	5.74	3.81 seg
Qt	7.82	2.04	2.99
QT	12.85		

	Tuberia 1	Tuberia 2	Tuberia 3
1	1.34	5.30	4.04 seg
2	1.14	5.26	3.85 seg
3	1.43	5.47	3.84 seg
4	1.53	5.20	4.24 seg
5	1.37	4.68	3.90 seg
6	1.39	6.26	3.78 seg
7	1.38	5.93	3.75 seg
8	1.26	4.59	3.37 seg
9	1.62	5.44	4.02 seg
10	1.16	5.06	3.16 seg
Qt	8.26	2.12	2.96
QT	13.34		

	Tuberia 1	Tuberia 2	Tuberia 3
1	1.52	4.92	3.15 seg
2	1.31	5.05	3.19 seg
3	1.14	6.33	3.23 seg
4	1.16	5.01	3.47 seg
5	1.62	6.09	3.37 seg
6	1.41	5.35	3.11 seg
7	1.11	4.79	3.03 seg
8	1.72	6.05	3.36 seg
9	1.15	4.88	3.09 seg
10	1.55	5.72	4.04 seg
Qt	8.21	2.08	3.40
QT	13.69		

	Tuberia 1	Tuberia 2	Tuberia 3
1	1.28	6.33	3.75 seg
2	1.52	4.57	3.48 seg
3	1.20	5.45	3.23 seg
4	1.13	5.79	3.76 seg
5	1.37	5.70	3.64 seg
6	1.41	5.93	3.23 seg
7	1.72	5.10	3.90 seg
8	1.57	4.65	3.13 seg
9	1.50	4.57	3.75 seg
10	1.36	5.01	3.55 seg
Qt	8.00	2.12	3.18
QT	13.29		

	Tuberia 1	Tuberia 2	Tuberia 3
1	1.14	4.70	3.76 seg
2	1.69	4.51	3.82 seg
3	1.13	4.56	4.06 seg
4	1.33	5.41	4.00 seg
5	1.43	5.26	3.55 seg
6	1.75	5.00	3.68 seg
7	1.12	6.35	3.05 seg
8	1.42	5.72	3.36 seg
9	1.56	6.47	3.55 seg
10	1.29	4.71	3.79 seg
Qt	8.12	2.14	3.07
QT	13.33		

	Tuberia 1	Tuberia 2	Tuberia 3
1	1.47	5.42	3.24 seg
2	1.31	5.28	3.07 seg
3	1.41	5.73	3.78 seg
4	1.27	5.51	3.96 seg
5	1.57	5.72	3.52 seg
6	1.72	5.76	3.30 seg
7	1.65	5.93	3.31 seg
8	1.46	5.91	3.38 seg
9	1.75	5.68	3.54 seg
10	1.28	4.96	3.65 seg
Qt	7.55	2.01	3.24
QT	12.80		

	Tuberia 1	Tuberia 2	Tuberia 3
1	1.57	5.92	3.57 seg
2	1.27	4.61	3.87 seg
3	1.56	4.53	3.57 seg
4	1.29	5.93	3.31 seg
5	1.27	5.13	3.08 seg
6	1.21	6.16	3.30 seg
7	1.23	5.15	3.24 seg
8	1.17	5.12	3.86 seg
9	1.59	6.43	3.96 seg
10	1.32	5.53	3.63 seg
Qt	8.36	2.06	3.18
QT	13.60		

	Tuberia 1	Tuberia 2	Tuberia 3
1	1.20	5.22	3.03 seg
2	1.18	4.51	3.16 seg
3	1.13	4.67	3.74 seg
4	1.25	5.22	3.07 seg
5	1.50	6.33	3.40 seg
6	1.60	4.61	3.17 seg
7	1.22	5.22	3.50 seg
8	1.78	5.03	3.09 seg
9	1.60	5.07	3.85 seg
10	1.37	5.69	4.03 seg
Qt	8.14	2.18	3.31
QT	13.62		

	Tuberia 1	Tuberia 2	Tuberia 3
1	1.18	4.70	3.27 seg
2	1.60	5.27	3.35 seg
3	1.78	4.54	3.14 seg
4	1.24	5.68	3.69 seg
5	1.29	4.97	3.29 seg
6	1.75	5.78	3.46 seg
7	1.42	5.09	3.87 seg
8	1.12	6.40	3.10 seg
9	1.30	5.01	3.11 seg
10	1.28	6.48	3.40 seg
Qt	8.06	2.09	3.34
QT	13.48		

	Tuberia 1	Tuberia 2	Tuberia 3
1	1.68	6.05	3.76 seg
2	1.12	6.23	3.54 seg
3	1.48	4.90	3.96 seg
4	1.76	5.71	3.44 seg
5	1.58	6.19	3.42 seg
6	1.32	6.40	3.07 seg
7	1.71	5.19	3.35 seg
8	1.41	5.67	4.09 seg
9	1.28	6.30	3.44 seg
10	1.67	4.81	3.57 seg
Qt	7.50	1.96	3.16
QT	12.61		

MARTES

	Tuberia 1	Tuberia 2	Tuberia 3
1	1.65	4.72	3.21 seg
2	1.74	4.52	3.80 seg
3	1.64	6.02	3.74 seg
4	1.48	4.88	3.54 seg
5	1.27	5.87	3.21 seg
6	1.27	5.36	3.77 seg

	Tuberia 1	Tuberia 2	Tuberia 3
1	1.22	5.46	3.14 seg
2	1.40	5.91	3.51 seg
3	1.51	5.85	3.04 seg
4	1.57	6.02	3.63 seg
5	1.79	4.69	3.74 seg
6	1.37	6.43	3.32 seg

	Tuberia 1	Tuberia 2	Tuberia 3
1	1.59	5.80	3.84 seg
2	1.59	5.87	3.01 seg
3	1.13	5.25	3.28 seg
4	1.30	5.36	3.34 seg
5	1.14	6.11	3.76 seg
6	1.70	5.74	3.15 seg

	Tuberia 1	Tuberia 2	Tuberia 3
1	1.35	4.63	3.36 seg
2	1.37	6.49	3.90 seg
3	1.20	5.62	3.13 seg
4	1.16	5.88	3.49 seg
5	1.30	4.84	3.79 seg
6	1.75	6.46	3.87 seg

7	1.76	5.98	3.24 seg
8	1.19	5.47	3.50 seg
9	1.43	4.96	4.05 seg
10	1.78	5.90	3.97 seg
	1.52	5.37	3.60 seg
Qt	7.39	2.10	3.12
QT	12.61		

7	1.35	5.23	3.16 seg
8	1.32	6.35	3.33 seg
9	1.15	4.93	3.13 seg
10	1.24	5.28	3.14 seg
	1.39	5.61	3.31 seg
Qt	8.08	2.00	3.39
QT	13.47		

7	1.23	5.11	3.57 seg
8	1.60	6.09	3.89 seg
9	1.18	5.31	3.15 seg
10	1.79	4.63	3.90 seg
	1.43	5.53	3.49 seg
Qt	7.89	2.04	3.22
QT	13.15		

7	1.74	4.62	3.02 seg
8	1.15	5.88	3.35 seg
9	1.28	5.17	3.25 seg
10	1.54	6.01	3.38 seg
	1.38	5.56	3.45 seg
Qt	8.12	2.02	3.26
QT	13.40		

Tuberia 1	Tuberia 2	Tuberia 3	
1	1.12	6.42	4.10 seg
2	1.67	4.73	3.77 seg
3	1.72	5.92	3.73 seg
4	1.61	5.38	3.55 seg
5	1.20	5.56	3.35 seg
6	1.76	5.57	3.50 seg
7	1.29	5.91	3.86 seg
8	1.14	5.82	4.01 seg
9	1.53	4.56	3.09 seg
10	1.16	6.03	3.45 seg
	1.42	5.59	3.64 seg
Qt	7.93	2.01	3.09
QT	13.04		

Tuberia 1	Tuberia 2	Tuberia 3	
1	1.49	6.31	3.67 seg
2	1.54	5.44	3.68 seg
3	1.57	5.15	4.08 seg
4	1.75	5.94	4.01 seg
5	1.51	5.30	3.80 seg
6	1.26	4.62	3.91 seg
7	1.34	4.72	4.02 seg
8	1.75	4.63	3.50 seg
9	1.38	4.85	3.36 seg
10	1.78	5.15	3.27 seg
	1.54	5.21	3.73 seg
Qt	7.32	2.16	3.02
QT	12.50		

Tuberia 1	Tuberia 2	Tuberia 3	
1	1.42	5.38	3.43 seg
2	1.45	5.18	4.07 seg
3	1.77	4.53	3.79 seg
4	1.74	5.04	3.39 seg
5	1.43	6.08	3.65 seg
6	1.47	5.01	3.53 seg
7	1.61	5.19	3.85 seg
8	1.35	5.55	3.56 seg
9	1.36	5.64	3.19 seg
10	1.44	6.04	3.69 seg
	1.50	5.36	3.62 seg
Qt	7.48	2.10	3.11
QT	12.69		

Tuberia 1	Tuberia 2	Tuberia 3	
1	1.43	4.51	3.09 seg
2	1.18	4.78	3.17 seg
3	1.20	5.87	3.14 seg
4	1.79	5.07	3.53 seg
5	1.66	6.41	3.92 seg
6	1.40	5.70	3.06 seg
7	1.45	5.30	3.01 seg
8	1.75	5.19	4.05 seg
9	1.36	4.91	3.19 seg
10	1.53	5.28	3.86 seg
	1.47	5.30	3.40 seg
Qt	7.63	2.12	3.31
QT	13.06		

Tuberia 1	Tuberia 2	Tuberia 3	
1	1.59	6.21	3.24 seg
2	1.66	4.98	3.10 seg
3	1.19	5.34	3.51 seg
4	1.68	4.53	4.02 seg
5	1.43	5.57	3.29 seg
6	1.68	6.08	4.04 seg
7	1.28	5.67	3.38 seg
8	1.17	5.40	3.81 seg
9	1.59	5.46	3.12 seg
10	1.19	5.38	3.74 seg
	1.45	5.46	3.52 seg
Qt	7.77	2.06	3.19
QT	13.02		

Tuberia 1	Tuberia 2	Tuberia 3	
1	1.61	5.23	3.22 seg
2	1.37	5.45	3.84 seg
3	1.25	4.82	3.38 seg
4	1.59	6.23	3.56 seg
5	1.53	5.55	3.47 seg
6	1.31	5.62	3.15 seg
7	1.76	4.88	3.49 seg
8	1.17	5.08	3.88 seg
9	1.66	5.45	4.07 seg
10	1.45	5.30	4.04 seg
	1.47	5.36	3.61 seg
Qt	7.65	2.10	3.12
QT	12.86		

Tuberia 1	Tuberia 2	Tuberia 3	
1	1.67	5.73	3.31 seg
2	1.11	5.29	3.65 seg
3	1.67	4.63	3.12 seg
4	1.28	5.08	3.32 seg
5	1.74	5.68	3.07 seg
6	1.53	6.47	3.75 seg
7	1.15	4.91	3.40 seg
8	1.72	4.99	3.04 seg
9	1.61	4.91	3.71 seg
10	1.58	5.83	3.90 seg
	1.51	5.35	3.43 seg
Qt	7.47	2.10	3.28
QT	12.85		

Tuberia 1	Tuberia 2	Tuberia 3	
1	1.40	5.20	3.97 seg
2	1.46	5.79	3.64 seg
3	1.61	5.22	4.02 seg
4	1.55	6.01	3.27 seg
5	1.74	5.18	3.54 seg
6	1.50	5.06	3.64 seg
7	1.68	4.88	3.77 seg
8	1.70	5.41	3.91 seg
9	1.67	6.40	3.70 seg
10	1.23	5.64	3.14 seg
	1.55	5.48	3.66 seg
Qt	7.25	2.05	3.07
QT	12.37		

MIERCOLES

Tuberia 1	Tuberia 2	Tuberia 3	
1	1.33	5.44	3.53 seg
2	1.67	5.61	3.94 seg
3	1.20	5.95	3.94 seg
4	1.27	5.81	3.84 seg
5	1.62	4.71	3.64 seg
6	1.58	6.44	3.46 seg
7	1.36	6.14	3.53 seg
8	1.56	5.19	3.40 seg
9	1.63	4.62	3.39 seg
10	1.28	5.67	3.22 seg
	1.45	5.56	3.59 seg
Qt	7.76	2.02	3.14
QT	12.92		

Tuberia 1	Tuberia 2	Tuberia 3	
1	1.58	5.90	4.01 seg
2	1.36	4.63	3.91 seg
3	1.64	4.68	3.94 seg
4	1.80	6.32	3.46 seg
5	1.61	4.90	3.49 seg
6	1.79	6.18	3.29 seg
7	1.77	5.55	3.55 seg
8	1.22	5.95	3.09 seg
9	1.16	5.85	3.99 seg
10	1.16	6.26	4.10 seg
	1.51	5.62	3.68 seg
Qt	7.46	2.00	3.06
QT	12.51		

Tuberia 1	Tuberia 2	Tuberia 3	
1	1.10	5.45	3.65 seg
2	1.45	6.45	4.02 seg
3	1.22	5.50	3.13 seg
4	1.61	6.30	3.61 seg
5	1.76	5.67	3.14 seg
6	1.78	6.14	3.54 seg
7	1.28	5.82	3.48 seg
8	1.69	5.09	3.04 seg
9	1.58	5.40	3.66 seg
10	1.39	4.77	3.76 seg
	1.49	5.66	3.50 seg
Qt	7.56	1.99	3.21
QT	12.76		

Tuberia 1	Tuberia 2	Tuberia 3	
1	1.54	6.43	3.23 seg
2	1.23	4.99	3.88 seg
3	1.41	6.46	3.34 seg
4	1.40	5.12	3.22 seg
5	1.64	6.48	3.34 seg
6	1.71	5.63	3.51 seg
7	1.54	4.56	3.07 seg
8	1.61	6.50	3.54 seg
9	1.20	4.77	3.09 seg
10	1.37	5.09	3.42 seg
	1.47	5.60	3.37 seg
Qt	7.68	2.01	3.34
QT	13.03		

Tuberia 1	Tuberia 2	Tuberia 3	
1	1.58	6.38	4.00 seg
2	1.75	5.19	3.04 seg
3	1.14	4.89	3.28 seg
4	1.61	5.92	3.95 seg

Tuberia 1	Tuberia 2	Tuberia 3	
1	1.69	5.58	3.95 seg
2	1.36	5.21	3.42 seg
3	1.75	5.88	3.99 seg
4	1.70	5.57	3.13 seg

Tuberia 1	Tuberia 2	Tuberia 3	
1	1.32	5.00	3.64 seg
2	1.77	5.24	3.47 seg
3	1.80	5.03	3.16 seg
4	1.26	5.09	3.45 seg

Tuberia 1	Tuberia 2	Tuberia 3	
1	1.11	5.93	3.93 seg
2	1.74	5.56	4.07 seg
3	1.36	6.49	3.34 seg
4	1.20	4.57	3.16 seg

5	1.19	6.42	3.21 seg
6	1.56	4.56	3.74 seg
7	1.75	4.69	3.17 seg
8	1.12	6.41	3.58 seg
9	1.54	4.92	3.60 seg
10	1.22	5.40	3.36 seg
	1.45	5.48	3.49 seg
Qt	7.78	2.05	3.22
QT	13.05		

5	1.45	6.46	3.53 seg
6	1.77	4.92	3.60 seg
7	1.49	6.12	3.62 seg
8	1.79	5.65	3.78 seg
9	1.58	6.03	3.63 seg
10	1.40	6.27	3.53 seg
	1.60	5.77	3.62 seg
Qt	7.03	1.95	3.11
QT	12.09		

5	1.73	4.63	3.72 seg
6	1.21	5.07	3.90 seg
7	1.25	4.74	3.76 seg
8	1.48	4.76	3.73 seg
9	1.23	4.73	4.01 seg
10	1.36	4.94	3.75 seg
	1.44	4.92	3.66 seg
Qt	7.79	2.29	3.07
QT	13.15		

5	1.71	5.22	3.98 seg
6	1.75	6.40	3.37 seg
7	1.18	4.83	3.75 seg
8	1.71	5.93	3.57 seg
9	1.76	6.34	3.97 seg
10	1.14	5.36	3.60 seg
	1.47	5.66	3.67 seg
Qt	7.68	1.99	3.06
QT	12.73		

	Tuberia 1	Tuberia 2	Tuberia 3
1	1.32	5.37	3.60 seg
2	1.31	4.83	3.20 seg
3	1.53	6.40	3.80 seg
4	1.44	5.36	3.58 seg
5	1.43	5.08	3.35 seg
6	1.13	5.98	3.43 seg
7	1.21	6.40	3.76 seg
8	1.74	5.13	3.37 seg
9	1.29	4.85	3.84 seg
10	1.22	6.23	3.80 seg
	1.36	5.56	3.57 seg
Qt	8.26	2.02	3.15
QT	13.43		

	Tuberia 1	Tuberia 2	Tuberia 3
1	1.30	6.34	3.66 seg
2	1.22	4.68	4.03 seg
3	1.39	5.19	3.47 seg
4	1.34	5.64	3.37 seg
5	1.77	5.91	3.56 seg
6	1.60	5.24	3.69 seg
7	1.19	5.47	3.31 seg
8	1.54	5.95	3.31 seg
9	1.40	5.42	4.07 seg
10	1.36	6.08	3.25 seg
	1.41	5.59	3.57 seg
Qt	7.97	2.01	3.15
QT	13.13		

	Tuberia 1	Tuberia 2	Tuberia 3
1	1.69	5.54	4.06 seg
2	1.17	4.50	3.01 seg
3	1.81	5.54	4.07 seg
4	1.69	5.29	3.12 seg
5	1.61	6.08	3.48 seg
6	1.45	5.98	3.60 seg
7	1.76	5.93	3.35 seg
8	1.21	5.55	3.28 seg
9	1.21	6.30	3.21 seg
10	1.75	4.76	3.18 seg
	1.53	5.55	3.44 seg
Qt	7.33	2.03	3.27
QT	12.63		

	Tuberia 1	Tuberia 2	Tuberia 3
1	1.60	5.02	3.96 seg
2	1.78	6.15	3.54 seg
3	1.75	4.95	4.05 seg
4	1.31	4.53	3.75 seg
5	1.52	5.96	3.92 seg
6	1.44	6.18	3.87 seg
7	1.28	5.69	3.84 seg
8	1.29	5.46	3.99 seg
9	1.40	5.58	3.41 seg
10	1.77	6.22	3.16 seg
	1.51	5.57	3.75 seg
Qt	7.43	2.02	3.00
QT	12.44		

JUEVES

	Tuberia 1	Tuberia 2	Tuberia 3
1	1.68	5.61	3.57 seg
2	1.46	5.16	3.54 seg
3	1.65	5.60	3.02 seg
4	1.51	6.49	3.10 seg
5	1.41	4.60	3.81 seg
6	1.21	5.05	3.43 seg
7	1.28	4.66	3.12 seg
8	1.31	5.93	3.21 seg
9	1.60	5.09	3.23 seg
10	1.21	6.06	3.83 seg
	1.43	5.42	3.39 seg
Qt	7.86	2.07	3.32
QT	13.26		

	Tuberia 1	Tuberia 2	Tuberia 3
1	1.72	5.11	3.55 seg
2	1.51	5.27	3.25 seg
3	1.72	5.99	3.25 seg
4	1.39	5.41	3.51 seg
5	1.64	5.12	3.49 seg
6	1.67	4.77	3.49 seg
7	1.32	5.46	3.63 seg
8	1.34	5.45	3.80 seg
9	1.59	6.06	4.08 seg
10	1.11	4.79	3.41 seg
	1.50	5.34	3.61 seg
Qt	7.50	2.11	3.11
QT	12.72		

	Tuberia 1	Tuberia 2	Tuberia 3
1	1.52	4.55	3.74 seg
2	1.33	5.89	3.07 seg
3	1.27	6.46	3.25 seg
4	1.31	5.84	3.80 seg
5	1.49	5.74	3.81 seg
6	1.54	5.14	3.01 seg
7	1.64	6.36	3.72 seg
8	1.39	5.98	3.32 seg
9	1.56	4.58	3.18 seg
10	1.58	6.14	3.75 seg
	1.46	5.67	3.47 seg
Qt	7.70	1.98	3.25
QT	12.93		

	Tuberia 1	Tuberia 2	Tuberia 3
1	1.41	5.61	3.22 seg
2	1.23	4.64	3.96 seg
3	1.75	4.77	3.24 seg
4	1.30	5.21	3.28 seg
5	1.65	4.53	3.61 seg
6	1.60	6.05	3.60 seg
7	1.23	6.09	3.86 seg
8	1.64	5.86	3.07 seg
9	1.72	4.81	3.96 seg
10	1.60	6.07	3.36 seg
	1.51	5.36	3.52 seg
Qt	7.43	2.10	3.20
QT	12.73		

	Tuberia 1	Tuberia 2	Tuberia 3
1	1.28	6.03	3.19 seg
2	1.19	5.14	3.92 seg
3	1.70	5.55	3.90 seg
4	1.31	5.06	3.11 seg
5	1.18	4.70	4.00 seg
6	1.49	6.07	3.12 seg
7	1.24	6.42	3.70 seg
8	1.72	4.68	3.90 seg
9	1.61	5.04	3.43 seg
10	1.14	6.01	3.66 seg
	1.39	5.47	3.59 seg
Qt	8.12	2.06	3.13
QT	13.30		

	Tuberia 1	Tuberia 2	Tuberia 3
1	1.37	6.32	3.94 seg
2	1.36	5.87	3.37 seg
3	1.54	6.04	3.92 seg
4	1.71	6.23	3.83 seg
5	1.63	5.88	3.33 seg
6	1.56	5.24	3.47 seg
7	1.56	5.42	3.11 seg
8	1.31	4.87	3.07 seg
9	1.26	5.38	3.20 seg
10	1.50	5.29	3.40 seg
	1.48	5.65	3.46 seg
Qt	7.61	1.99	3.25
QT	12.84		

	Tuberia 1	Tuberia 2	Tuberia 3
1	1.75	6.47	3.01 seg
2	1.21	4.98	3.05 seg
3	1.17	6.10	3.87 seg
4	1.78	4.90	3.02 seg
5	1.17	5.35	3.52 seg
6	1.28	6.03	3.76 seg
7	1.67	6.05	3.73 seg
8	1.13	4.54	3.26 seg
9	1.63	4.92	3.17 seg
10	1.64	5.37	4.08 seg
	1.44	5.47	3.45 seg
Qt	7.79	2.06	3.26
QT	13.11		

	Tuberia 1	Tuberia 2	Tuberia 3
1	1.23	6.14	3.04 seg
2	1.73	4.81	4.07 seg
3	1.65	5.68	3.88 seg
4	1.68	6.18	3.19 seg
5	1.26	5.20	3.62 seg
6	1.19	6.08	3.66 seg
7	1.46	4.95	3.97 seg
8	1.48	4.78	3.05 seg
9	1.63	5.24	3.30 seg
10	1.71	5.75	3.51 seg
	1.50	5.48	3.53 seg
Qt	7.49	2.05	3.19
QT	12.73		

	Tuberia 1	Tuberia 2	Tuberia 3
1	1.40	5.00	3.85 seg
2	1.12	5.67	3.11 seg

	Tuberia 1	Tuberia 2	Tuberia 3
1	1.57	4.94	3.76 seg
2	1.26	5.22	3.31 seg

	Tuberia 1	Tuberia 2	Tuberia 3
1	1.33	6.13	3.66 seg
2	1.68	4.59	3.60 seg

	Tuberia 1	Tuberia 2	Tuberia 3
1	1.54	4.57	3.52 seg
2	1.81	5.95	3.61 seg

3	1.34	5.85	3.15 seg
4	1.18	4.82	3.84 seg
5	1.60	5.24	3.54 seg
6	1.36	5.17	3.00 seg
7	1.67	6.03	3.61 seg
8	1.67	5.87	3.25 seg
9	1.77	5.19	3.81 seg
10	1.50	5.63	3.50 seg
	1.46	5.45	3.47 seg
Qt	7.69	2.07	3.25
QT	13.00		

3	1.55	5.12	3.56 seg
4	1.47	5.20	3.23 seg
5	1.59	5.70	3.49 seg
6	1.61	6.27	3.17 seg
7	1.14	5.55	3.96 seg
8	1.46	6.04	3.41 seg
9	1.80	4.75	3.41 seg
10	1.77	5.57	4.06 seg
	1.52	5.44	3.54 seg
Qt	7.39	2.07	3.18
QT	12.64		

3	1.16	5.99	4.01 seg
4	1.80	5.12	3.23 seg
5	1.52	5.16	3.17 seg
6	1.39	6.46	3.36 seg
7	1.32	5.83	3.70 seg
8	1.39	4.53	3.52 seg
9	1.18	6.31	4.01 seg
10	1.26	6.31	3.21 seg
	1.40	5.64	3.55 seg
Qt	8.02	1.99	3.17
QT	13.19		

3	1.77	5.62	4.03 seg
4	1.51	6.02	3.32 seg
5	1.46	5.87	3.41 seg
6	1.40	4.72	3.15 seg
7	1.23	6.45	4.06 seg
8	1.36	5.48	3.09 seg
9	1.16	6.21	3.94 seg
10	1.34	5.72	3.25 seg
	1.46	5.66	3.54 seg
Qt	7.71	1.99	3.18
QT	12.88		

VIERNES

	Tuberia 1	Tuberia 2	Tuberia 3
1	1.56	5.45	3.87 seg
2	1.59	5.41	3.48 seg
3	1.16	4.93	3.13 seg
4	1.22	5.55	3.85 seg
5	1.15	5.18	4.05 seg
6	1.31	6.23	3.29 seg
7	1.33	5.06	3.77 seg
8	1.76	4.91	3.01 seg
9	1.55	5.04	3.54 seg
10	1.59	5.86	3.61 seg
	1.42	5.36	3.56 seg
Qt	7.91	2.10	3.16
QT	13.17		

	Tuberia 1	Tuberia 2	Tuberia 3
1	1.64	5.64	3.35 seg
2	1.79	6.32	3.81 seg
3	1.60	4.90	3.31 seg
4	1.24	4.97	4.02 seg
5	1.25	4.88	4.04 seg
6	1.15	6.29	3.05 seg
7	1.58	6.50	3.38 seg
8	1.24	5.07	3.27 seg
9	1.52	5.44	3.99 seg
10	1.53	6.09	3.70 seg
	1.45	5.61	3.59 seg
Qt	7.74	2.01	3.13
QT	12.88		

	Tuberia 1	Tuberia 2	Tuberia 3
1	1.23	5.96	3.57 seg
2	1.60	6.41	3.82 seg
3	1.42	5.67	3.45 seg
4	1.50	5.46	3.58 seg
5	1.66	4.92	3.79 seg
6	1.47	5.67	3.76 seg
7	1.69	4.79	3.40 seg
8	1.24	5.64	3.56 seg
9	1.42	5.40	4.00 seg
10	1.77	4.78	3.12 seg
	1.50	5.47	3.61 seg
Qt	7.50	2.06	3.12
QT	12.68		

	Tuberia 1	Tuberia 2	Tuberia 3
1	1.13	6.39	3.79 seg
2	1.70	5.82	3.37 seg
3	1.28	5.93	3.06 seg
4	1.74	5.95	4.06 seg
5	1.36	6.26	3.31 seg
6	1.40	6.36	4.10 seg
7	1.74	5.84	3.53 seg
8	1.73	5.95	4.05 seg
9	1.25	6.28	3.73 seg
10	1.27	5.30	3.87 seg
	1.46	6.01	3.69 seg
Qt	7.71	1.87	3.05
QT	12.63		

	Tuberia 1	Tuberia 2	Tuberia 3
1	1.22	5.68	3.30 seg
2	1.44	5.85	3.49 seg
3	1.58	5.32	3.28 seg
4	1.25	6.08	3.24 seg
5	1.50	4.89	3.83 seg
6	1.29	5.71	3.87 seg
7	1.45	5.07	3.66 seg
8	1.35	6.28	3.61 seg
9	1.74	6.37	3.08 seg
10	1.55	4.78	3.18 seg
	1.44	5.60	3.45 seg
Qt	7.83	2.01	3.26
QT	13.09		

	Tuberia 1	Tuberia 2	Tuberia 3
1	1.78	5.30	3.58 seg
2	1.13	5.44	3.05 seg
3	1.32	5.07	3.82 seg
4	1.44	4.80	3.15 seg
5	1.23	4.64	3.34 seg
6	1.36	4.97	3.09 seg
7	1.57	5.40	3.81 seg
8	1.29	4.79	3.33 seg
9	1.18	5.21	3.42 seg
10	1.58	6.16	3.62 seg
	1.39	5.18	3.42 seg
Qt	8.11	2.17	3.29
QT	13.57		

	Tuberia 1	Tuberia 2	Tuberia 3
1	1.11	4.85	3.15 seg
2	1.78	4.90	3.98 seg
3	1.69	5.46	3.08 seg
4	1.15	5.15	3.78 seg
5	1.52	5.00	3.53 seg
6	1.64	4.72	3.08 seg
7	1.27	5.63	3.89 seg
8	1.17	6.20	3.90 seg
9	1.20	5.83	3.08 seg
10	1.12	6.43	3.74 seg
	1.36	5.42	3.52 seg
Qt	8.25	2.08	3.19
QT	13.52		

	Tuberia 1	Tuberia 2	Tuberia 3
1	1.35	5.70	3.96 seg
2	1.55	6.10	3.40 seg
3	1.58	4.62	3.12 seg
4	1.66	4.69	3.26 seg
5	1.47	5.32	4.01 seg
6	1.25	4.58	3.25 seg
7	1.56	4.70	3.61 seg
8	1.80	5.81	3.15 seg
9	1.53	5.73	3.70 seg
10	1.46	5.37	3.56 seg
	1.52	5.26	3.50 seg
Qt	7.40	2.14	3.21
QT	12.75		

	Tuberia 1	Tuberia 2	Tuberia 3
1	1.55	4.67	3.03 seg
2	1.55	5.47	3.74 seg
3	1.65	5.44	3.19 seg
4	1.31	4.98	3.52 seg
5	1.41	5.28	3.34 seg
6	1.68	4.65	3.45 seg
7	1.50	5.53	3.79 seg
8	1.49	5.62	4.01 seg
9	1.69	5.57	3.40 seg
10	1.72	5.50	3.77 seg
	1.55	5.27	3.52 seg
Qt	7.24	2.13	3.19
QT	12.56		

	Tuberia 1	Tuberia 2	Tuberia 3
1	1.10	5.58	3.39 seg
2	1.37	5.38	3.04 seg
3	1.19	5.01	3.32 seg
4	1.18	5.11	3.70 seg
5	1.46	4.89	3.33 seg
6	1.41	4.98	3.89 seg
7	1.15	4.95	4.10 seg
8	1.15	5.51	3.71 seg
9	1.30	4.51	3.57 seg
10	1.18	5.86	3.97 seg
	1.25	5.18	3.60 seg
Qt	9.01	2.17	3.12
QT	14.30		

	Tuberia 1	Tuberia 2	Tuberia 3
1	1.50	5.06	3.76 seg
2	1.21	6.46	3.03 seg
3	1.76	6.27	4.02 seg
4	1.67	6.39	3.99 seg
5	1.23	6.08	3.88 seg
6	1.68	4.79	3.07 seg
7	1.57	6.38	3.27 seg
8	1.47	5.28	3.35 seg
9	1.78	5.81	3.65 seg
10	1.60	4.58	3.98 seg
	1.55	5.71	3.60 seg
Qt	7.27	1.97	3.12
QT	12.36		

	Tuberia 1	Tuberia 2	Tuberia 3
1	1.55	5.63	3.10 seg
2	1.78	5.38	3.70 seg
3	1.71	5.77	3.57 seg
4	1.73	5.08	3.31 seg
5	1.77	5.67	3.07 seg
6	1.64	5.50	3.23 seg
7	1.20	5.59	3.55 seg
8	1.67	6.44	4.09 seg
9	1.75	5.76	3.24 seg
10	1.50	4.80	3.58 seg
	1.63	5.56	3.45 seg
Qt	6.90	2.02	3.27
QT	12.19		

SABADO

	Tuberia 1	Tuberia 2	Tuberia 3
1	1.11	6.23	3.12 seg
2	1.14	5.69	3.78 seg
3	1.64	6.37	3.51 seg
4	1.48	5.78	3.80 seg
5	1.47	6.38	3.60 seg
6	1.53	6.41	3.25 seg
7	1.56	4.93	3.05 seg
8	1.25	5.53	3.07 seg
9	1.42	4.73	3.70 seg
10	1.49	5.06	3.09 seg
	1.41	5.71	3.40 seg
Qt	7.99	1.97	3.31
QT	13.27		

	Tuberia 1	Tuberia 2	Tuberia 3
1	1.42	5.62	3.96 seg
2	1.34	5.42	3.81 seg
3	1.13	5.36	3.02 seg
4	1.62	6.14	4.01 seg
5	1.66	5.65	3.05 seg
6	1.31	6.44	3.07 seg
7	1.24	5.41	3.40 seg
8	1.37	5.45	3.08 seg
9	1.20	4.91	3.52 seg
10	1.78	4.62	3.19 seg
	1.41	5.50	3.41 seg
Qt	8.00	2.04	3.30
QT	13.34		

	Tuberia 1	Tuberia 2	Tuberia 3
1	1.25	5.18	3.72 seg
2	1.57	5.57	3.55 seg
3	1.26	5.46	3.94 seg
4	1.40	6.05	4.02 seg
5	1.65	5.65	3.80 seg
6	1.17	6.26	3.61 seg
7	1.55	6.14	3.84 seg
8	1.61	5.40	3.72 seg
9	1.11	4.66	3.26 seg
10	1.20	5.44	3.45 seg
	1.38	5.58	3.69 seg
Qt	8.17	2.02	3.05
QT	13.23		

	Tuberia 1	Tuberia 2	Tuberia 3
1	1.50	6.26	3.54 seg
2	1.29	6.00	3.20 seg
3	1.63	6.47	4.05 seg
4	1.46	4.93	3.64 seg
5	1.19	5.98	3.43 seg
6	1.20	5.16	3.10 seg
7	1.11	5.74	3.98 seg
8	1.78	6.31	3.20 seg
9	1.29	4.76	3.58 seg
10	1.65	6.13	3.57 seg
	1.41	5.77	3.53 seg
Qt	7.98	1.95	3.19
QT	13.11		

	Tuberia 1	Tuberia 2	Tuberia 3
1	1.37	6.01	3.72 seg
2	1.12	5.12	3.02 seg
3	1.37	5.02	3.27 seg
4	1.23	5.65	3.50 seg
5	1.68	6.12	3.40 seg
6	1.77	4.84	3.40 seg
7	1.78	5.11	3.08 seg
8	1.76	5.23	3.86 seg
9	1.52	6.21	3.94 seg
10	1.64	4.77	3.72 seg
	1.52	5.41	3.49 seg
Qt	7.38	2.08	3.22
QT	12.68		

	Tuberia 1	Tuberia 2	Tuberia 3
1	1.54	5.99	3.07 seg
2	1.14	6.08	3.92 seg
3	1.34	6.41	3.39 seg
4	1.55	6.33	3.72 seg
5	1.46	5.04	3.50 seg
6	1.74	4.71	3.83 seg
7	1.21	5.88	4.01 seg
8	1.21	4.65	3.80 seg
9	1.70	4.86	3.15 seg
10	1.54	6.47	4.01 seg
	1.44	5.64	3.64 seg
Qt	7.79	1.99	3.09
QT	12.88		

	Tuberia 1	Tuberia 2	Tuberia 3
1	1.31	5.20	3.61 seg
2	1.32	6.26	3.30 seg
3	1.25	5.94	3.14 seg
4	1.62	5.47	3.61 seg
5	1.13	5.77	3.28 seg
6	1.67	5.38	3.41 seg
7	1.29	5.95	3.90 seg
8	1.19	5.10	4.01 seg
9	1.23	4.98	3.14 seg
10	1.44	5.65	3.90 seg
	1.34	5.57	3.53 seg
Qt	8.37	2.02	3.19
QT	13.58		

	Tuberia 1	Tuberia 2	Tuberia 3
1	1.67	6.19	3.16 seg
2	1.20	4.87	3.87 seg
3	1.39	5.98	3.37 seg
4	1.18	5.07	3.47 seg
5	1.64	5.84	3.51 seg
6	1.43	5.49	3.46 seg
7	1.49	5.68	3.53 seg
8	1.50	6.34	3.25 seg
9	1.57	6.44	3.45 seg
10	1.22	4.79	3.30 seg
	1.43	5.67	3.44 seg
Qt	7.87	1.98	3.27
QT	13.13		

	Tuberia 1	Tuberia 2	Tuberia 3
1	1.30	5.47	3.92 seg
2	1.31	4.86	3.63 seg
3	1.46	5.32	3.51 seg
4	1.23	5.05	3.75 seg
5	1.53	4.55	4.01 seg
6	1.72	5.89	4.06 seg
7	1.79	5.05	3.34 seg
8	1.74	4.58	3.53 seg
9	1.27	5.04	4.01 seg
10	1.69	4.71	3.60 seg
	1.50	5.05	3.74 seg
Qt	7.48	2.23	3.01
QT	12.72		

	Tuberia 1	Tuberia 2	Tuberia 3
1	1.19	5.98	3.93 seg
2	1.33	5.50	3.92 seg
3	1.31	4.65	3.05 seg
4	1.19	6.48	3.13 seg
5	1.57	6.15	3.81 seg
6	1.34	6.26	3.28 seg
7	1.67	4.91	3.74 seg
8	1.79	4.85	3.68 seg
9	1.24	4.68	3.68 seg
10	1.63	5.26	3.71 seg
	1.43	5.47	3.59 seg
Qt	7.88	2.06	3.13
QT	13.06		

	Tuberia 1	Tuberia 2	Tuberia 3
1	1.44	5.15	3.83 seg
2	1.79	6.21	3.81 seg
3	1.73	5.17	3.39 seg
4	1.79	5.01	3.35 seg
5	1.32	5.54	3.10 seg
6	1.79	4.76	3.09 seg
7	1.62	5.30	3.39 seg
8	1.11	5.21	3.23 seg
9	1.41	5.37	3.71 seg
10	1.42	5.74	4.08 seg
	1.54	5.35	3.50 seg
Qt	7.29	2.10	3.22
QT	12.61		

	Tuberia 1	Tuberia 2	Tuberia 3
1	1.58	5.60	3.47 seg
2	1.31	4.93	3.91 seg
3	1.14	5.75	3.48 seg
4	1.13	4.74	3.61 seg
5	1.29	6.45	4.09 seg
6	1.35	4.61	3.85 seg
7	1.50	6.18	3.72 seg
8	1.54	5.30	3.30 seg
9	1.61	5.05	3.39 seg
10	1.53	5.10	3.41 seg
	1.40	5.37	3.62 seg
Qt	8.04	2.09	3.10
QT	13.24		

DOMINGO

	Tuberia 1	Tuberia 2	Tuberia 3
1	1.29	5.67	3.51 seg
2	1.64	5.65	3.98 seg
3	1.80	5.10	3.85 seg
4	1.44	5.62	3.62 seg
5	1.68	5.43	3.61 seg
6	1.23	6.24	4.06 seg
7	1.33	4.95	3.54 seg
8	1.34	5.65	3.53 seg
9	1.19	6.36	3.71 seg
10	1.75	5.16	3.89 seg
	1.47	5.58	3.73 seg

	Tuberia 1	Tuberia 2	Tuberia 3
1	1.51	5.82	3.33 seg
2	1.19	5.68	3.63 seg
3	1.80	6.09	4.05 seg
4	1.66	6.09	3.06 seg
5	1.18	5.82	3.16 seg
6	1.26	5.85	3.18 seg
7	1.13	5.94	3.02 seg
8	1.52	5.07	3.57 seg
9	1.42	4.57	4.06 seg
10	1.44	4.56	3.52 seg
	1.41	5.55	3.46 seg

	Tuberia 1	Tuberia 2	Tuberia 3
1	1.61	4.82	3.03 seg
2	1.57	4.54	4.05 seg
3	1.20	4.68	3.56 seg
4	1.13	4.74	3.05 seg
5	1.21	6.50	3.31 seg
6	1.68	6.13	3.61 seg
7	1.25	5.82	3.22 seg
8	1.26	5.81	3.91 seg
9	1.13	4.66	3.40 seg
10	1.46	6.21	3.24 seg
	1.35	5.39	3.44 seg

	Tuberia 1	Tuberia 2	Tuberia 3
1	1.30	4.53	3.05 seg
2	1.36	5.18	3.77 seg
3	1.11	5.41	3.39 seg
4	1.18	6.11	3.71 seg
5	1.55	4.65	3.14 seg
6	1.21	5.39	3.66 seg
7	1.17	5.14	3.34 seg
8	1.46	5.11	3.03 seg
9	1.20	5.44	3.62 seg
10	1.58	6.01	3.75 seg
	1.31	5.29	3.45 seg

Qt	7.66	2.02	3.01
QT	12.69		

Qt	7.97	2.03	3.25
QT	13.26		

Qt	8.34	2.09	3.27
QT	13.70		

Qt	8.57	2.12	3.26
QT	13.95		

	Tuberia 1	Tuberia 2	Tuberia 3
1	1.40	5.88	3.62 seg
2	1.35	5.27	3.97 seg
3	1.46	5.48	3.63 seg
4	1.21	5.16	3.96 seg
5	1.29	5.56	3.74 seg
6	1.21	5.81	3.02 seg
7	1.56	5.82	3.17 seg
8	1.31	5.46	3.63 seg
9	1.23	5.76	3.85 seg
10	1.75	6.12	3.80 seg
	1.38	5.63	3.64 seg
Qt	8.17	2.00	3.09
QT	13.26		

	Tuberia 1	Tuberia 2	Tuberia 3
1	1.35	6.08	3.29 seg
2	1.42	5.17	3.72 seg
3	1.67	6.16	3.09 seg
4	1.25	5.25	3.10 seg
5	1.48	5.69	3.67 seg
6	1.78	6.03	3.55 seg
7	1.19	6.17	3.48 seg
8	1.76	6.39	3.93 seg
9	1.12	4.87	3.01 seg
10	1.74	6.07	3.51 seg
	1.48	5.79	3.43 seg
Qt	7.62	1.94	3.28
QT	12.84		

	Tuberia 1	Tuberia 2	Tuberia 3
1	1.24	5.88	3.69 seg
2	1.14	6.23	3.85 seg
3	1.26	5.66	3.44 seg
4	1.21	6.00	4.00 seg
5	1.21	4.93	3.31 seg
6	1.26	4.84	3.64 seg
7	1.67	6.29	3.80 seg
8	1.49	6.39	3.14 seg
9	1.59	5.50	3.62 seg
10	1.29	6.44	3.93 seg
	1.34	5.82	3.64 seg
Qt	8.41	1.93	3.09
QT	13.44		

	Tuberia 1	Tuberia 2	Tuberia 3
1	1.16	4.71	3.98 seg
2	1.47	6.16	3.88 seg
3	1.19	5.03	3.07 seg
4	1.49	5.96	3.49 seg
5	1.35	6.03	3.86 seg
6	1.46	4.65	4.04 seg
7	1.34	5.45	3.92 seg
8	1.29	6.17	3.62 seg
9	1.11	4.55	3.92 seg
10	1.15	6.36	3.49 seg
	1.30	5.51	3.73 seg
Qt	8.65	2.04	3.02
QT	13.71		

	Tuberia 1	Tuberia 2	Tuberia 3
1	1.72	5.77	3.39 seg
2	1.67	4.78	3.46 seg
3	1.61	5.59	3.79 seg
4	1.27	6.46	3.69 seg
5	1.49	4.52	3.98 seg
6	1.71	5.00	3.11 seg
7	1.49	5.47	3.50 seg
8	1.32	4.53	3.04 seg
9	1.24	4.95	3.34 seg
10	1.78	5.56	3.60 seg
	1.53	5.26	3.49 seg
Qt	7.35	2.14	3.22
QT	12.71		

	Tuberia 1	Tuberia 2	Tuberia 3
1	1.56	5.70	3.13 seg
2	1.61	5.88	3.85 seg
3	1.68	4.77	3.35 seg
4	1.22	5.30	3.39 seg
5	1.58	5.94	3.17 seg
6	1.69	4.80	4.02 seg
7	1.23	4.98	3.75 seg
8	1.23	5.18	3.10 seg
9	1.66	5.60	3.41 seg
10	1.39	4.88	3.52 seg
	1.49	5.30	3.47 seg
Qt	7.57	2.12	3.24
QT	12.93		

	Tuberia 1	Tuberia 2	Tuberia 3
1	1.80	5.18	4.04 seg
2	1.22	5.94	3.33 seg
3	1.11	5.67	3.22 seg
4	1.69	5.44	4.02 seg
5	1.35	5.63	3.44 seg
6	1.80	5.82	3.51 seg
7	1.59	5.76	3.60 seg
8	1.22	4.78	3.34 seg
9	1.35	5.17	3.27 seg
10	1.29	4.70	3.72 seg
	1.44	5.41	3.55 seg
Qt	7.80	2.08	3.17
QT	13.05		

	Tuberia 1	Tuberia 2	Tuberia 3
1	1.17	4.67	3.14 seg
2	1.33	4.60	3.03 seg
3	1.40	5.93	3.30 seg
4	1.51	4.85	3.27 seg
5	1.61	6.41	3.29 seg
6	1.29	5.08	3.68 seg
7	1.57	4.56	3.31 seg
8	1.64	6.10	3.35 seg
9	1.72	5.17	3.76 seg
10	1.75	5.90	3.74 seg
	1.50	5.33	3.39 seg
Qt	7.51	2.11	3.32
QT	12.94		

HORA	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
7:00	12.44	12.61	12.92	13.26	13.17	13.27	12.69
8:00	12.83	13.47	13.47	12.72	12.88	13.34	13.26
9:00	12.85	13.15	12.76	12.93	12.68	13.23	13.70
10:00	13.34	13.40	13.03	12.73	12.63	13.11	13.95
11:00	13.69	13.04	13.05	13.30	13.09	12.68	13.26
12:00	13.29	12.50	12.09	12.84	13.57	12.88	12.84
13:00	13.33	12.69	13.15	13.11	13.52	13.58	13.44
14:00	12.80	13.06	12.73	12.73	12.75	13.13	13.71
15:00	13.60	13.02	13.43	13.00	12.56	12.72	12.71
16:00	13.62	12.86	13.13	12.64	14.30	13.06	12.93
17:00	13.48	12.85	12.63	13.19	12.36	12.61	13.05
18:00	12.61	12.37	12.44	12.88	12.19	13.24	12.94
	13.16	12.92	12.90	12.94	12.98	13.07	13.21
QR	13.03						



AMBATOL CIA LTDA

RODRIGO VELA 1020 Y JACOME CLAVIJO

RUC: 1891711863001

TEL: 032411798

CLIENTE: CONSUMIDOR FINAL

R.U.C./C.I.: 9999999999999

COD. CLIENTE: 00

DIRECCION: AMBATO

TELEFONO:

PROFORMA N° P0017511

EMISION: 18/07/2023

VENCIMIENTO: 18/07/2023

VENDEDOR: OFICINA MATRIZ

CANTIDAD	DESCRIPCION	UND	PRECIO UNITARIO	DESC.	TOTAL
1.00	TB.INOX.304 2 X 2 CUAD (50X50X2MM)	UND	108.4800	0.00	108.4800
1.00	TB.INOX.304 2 X 1.5 CUAD (50X50X1.5MM)	UND	85.7100	0.00	85.7100
1.00	PL.INOX.BRILLANTE 430 0.60	UND	36.6100	0.00	36.6100

Observaciones:

SUBTOTAL: 230.80
DESCUENTO 0.00 % 0.00
TRANSPORTE: 0.00
TOTAL NETO: 230.80
I.V.A. 12 % 27.70
VALOR A PAGAR: 258.50

RECIBI CONFORME

DIAS DESDE LA EMISION, SUJETO A VERIFICACION DE EXISTENCIAS ***

TODOS TUBO

6 PZS

CONDICION PEDIMIENTO

1.22 MCHTO X

2.44 LONGO

Salmos 128:2

Cuando comieres el trabajo de tus manos, Bienaventurado serás, y te irá bien.