MEMORIA DE CÁLCULO

DISEÑO HIDRÁULICO DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE

LOCALIZACIÓN:

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE MUNICIPAL

MUNICIPIO DE QUINCHÍA, RISARALDA

PROMOTOR:

EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS MUNICIPAL

ELABORADO POR:

CARLOS FELIPE RAMOS PELÁEZ

INGENIERO CIVIL – ESPECIALISTA EN INGENIERÍA HIDRÁULICA Y AMBIENTAL

M.P. 17202-361485 CLD

Correo electrónico: cframosp@gmail.com

@cfr.ingenieria

CONTENIDO

1. Introducción 3
2. Proyecciones de población 4
3. Cálculo de dotaciones 4
4. Capacidad de regulación del tanque 6
5. Provisión de control de incendios 9
Cálculo del volumen de almacenamiento 11
6. Acometida y ventilación 12
7. Recomendaciones finales 12

1. INTRODUCCIÓN

El municipio de Quinchía está situado a una altura de 1.825 metros sobre el nivel del mar y la temperatura promedio del municipio es de 18 grados centígrados. En su territorio se presentan todos los climas, desde el cálido en el corregimiento de Irra hasta el frío en las veredas La Ceiba y El Tabor. Quinchía se ubica a 110 Km de la capital del departamento, Pereira. Cuenta con una extensión territorial de 149,8 Km^2. El municipio presenta una población de 32.000 habitantes, de los cuales la mayoría se ubican en la zona rural; no obstante, área urbana posee 12 barrios.

En aras de ampliar la cobertura para los suscriptores del servicio de acueducto urbano, se proyecta la construcción de un tanque de almacenamiento de agua potable en el municipio de Quinchía.

El total de suscriptores existentes en el sistema de acueducto urbano es de 2546 usuarios que representan un total poblacional de 8608 habitantes.

Tabla 1. *Suscriptores al servicio de acueducto. Fuente: Empresas Públicas Municipales, Quinchía*

USOS Y ESTRATOS	SUSCRIPTORES - E.S.P QUINCHIA		CORREG DE IRRA		CORREG DE NARANJAL		TOTAL SUSCRIPTORES	
	Urbano	Poblacion atendida urbana	Total Suscritor	Poblacion atendida urbana	Total Suscritor	Poblacion atendida urbana	Total Suscritor	Poblacion urbana
Residencial 1	393	1.493	110	418	126	479	629	2.390
Residencial 2	576	2.189	217	825	217	825	1.010	3.838
Residencial 3	1.170	4.446	88	334	43	163	1.301	4.944
Residencial 4	26	99	18	68		0	44	167
Subtotal Residencial	***2.165***	***8.227***	***433***	***1.645***	***386***	***1.467***	***2.984***	***11.339***
Comercial 1	328	328	49	49	0	0	377	377
Industrial 1	2	2	0	0	0	0	2	2
Oficial 1	51	51	8	30	0	0	59	81
Especial 1	0	0	0	0	0	0	0	0
Subtotal Otros Sector	***381***	***381***	***57***	***79***	***0***	***0***	***438***	***460***
TOTAL	**2.546**	**8.608**	**490**	**1.725**	**386**	**1.467**	**3.422**	**11.800**

A continuación, se plantea y diseña el sistema de almacenamiento; sistema que se desarrolla de acuerdo con la normatividad vigente, establecida en la resolución 0330 de 2017 (Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS).

2. PROYECCIONES DE POBLACIÓN

La información de población actual, se obtuvo del censo de las empresas públicas municipales, en donde bien se menciona la cantidad de habitantes abastecidos por el sistema urbano; sin embargo, se usarán datos oficiales de DANE para obtener la población de diseño.

Para ello, se procede a descargar la proyección poblacional oficial realizada por la entidad a partir del ultimo censo efectuado en el año 2018; Proyecciones de población (dane.gov.co).

Departamento	DPMP	Municipio	Año	Área Geográfica	Población
Risaralda	**66594**	**Quinchía**	**2035**	**Cabecera Municipal**	**9,218**
Risaralda	66594	Quinchía	2035	Centros Poblados y Rural Disperso	21,744
Risaralda	66594	Quinchía	2035	Total	30,962

Se obtiene entonces la población de diseño para el horizonte de diseño[1] con 9128 habitantes en la cabecera urbana del municipio de Quinchía.

3. CÁLCULO DE DOTACIONES

El cálculo de la dotación general se realiza por número de habitantes proyectados, donde se toma como base un número de **9128 habitantes abastecidos y población flotante de 1%.**

SUSCRIPTORES POTENCIALES	2726
POBLACIÓN PROYECTADA	9218
POBLACIÓN FLOTANTE	1%
TOTAL, POBLACIÓN	9310

Seguidamente, se realiza la dotación neta por número de habitantes con base en la tabla 1 de la resolución 0330 de 2017; donde se selecciona un valor de **130 litros/habitante/día** con el criterio de altitud: 1830 msnm.

[1] 25 años a partir del presente en concordancia con la Resolución 0330 de 2017

Tabla 2. *Dotación neta máxima por habitante según altura zona atendida. Fuente: Resolución 0330 de 2017.*

ALTURA PROMEDIO SOBRE EL NIVEL DEL MAR DE LA ZONA ATENDIDA	DOTACIÓN NETA MÁXIMA (L/HAB*DÍA)
> 2000 m.s.n.m	120
1000 – 2000 m.s.n.m	130
< 1000 m.s.n.m	140

Con ello se tiene la dotación:

DOTACIÓN/HABITANTE	130	L/HAB/DIA
	0.130	M3/HAB/DIA

Se obtiene el caudal medio diario para la población estimada a abastecer:

Qmd (MEDIO DIARIO)	1210	M3/DIA

En este orden de ideas, el volumen mínimo de almacenamiento en la planta de tratamiento debe ser de 1210 m^3. No obstante, la planta cuenta actualmente con tres tanques existentes de la siguiente manera:

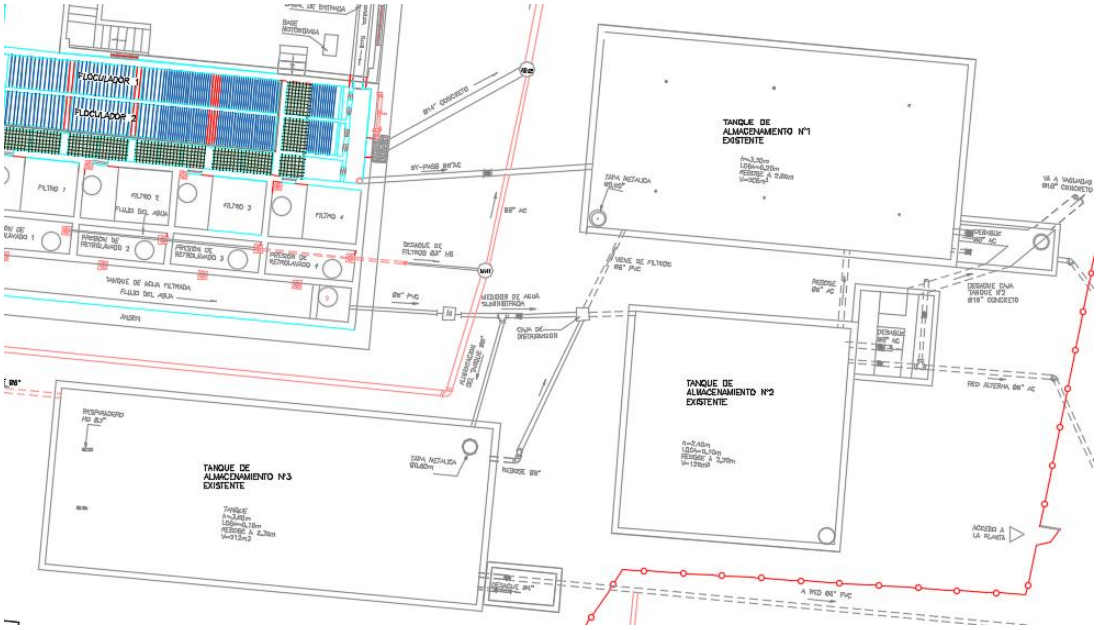


Figura 1. *Tanques existentes en la planta de tratamiento. Fuente: Levantamiento de la planta de tratamiento*

Con ello entonces el caudal de diseño para el nuevo tanque estará dado por el volumen total proyectado al horizonte de diseño menos la capacidad de los tanques existentes:

$$V_{Diseño} = V_{Tota} - V_{TE1} - V_{TE2} - V_{TE3}$$

Reemplazando el volumen total calculado y el volumen de los tanques existentes se tiene:

$$V_{Diseño} = 1210m^3 - 306m^3 - 140m^3 - 343m^3 = 421m^3$$

El volumen de diseño para el nuevo tanque sería entonces de 421 m^3 y con ello se procede a dimensionar la estructura.

4. CAPACIDAD DE REGULACIÓN DEL TANQUE

Con base en el caudal medio diario obtenido, se realiza el cálculo de la curva de caudales horarios en la población a abastecer con coeficientes típicos de la región para un día de consumo.

Tabla 3. *Caudales horarios abastecidos por el tanque*

Hora	Patrón demanda (%)	Caudal demandado (m3/día)	Caudal demandado (m3/hr)
00:00 - 01:00	45%	189.45	7.89
01:00 - 02:00	45%	189.45	7.89
02:00 - 03:00	45%	189.45	7.89
03:00 - 04:00	45%	189.45	7.89
04:00 - 05:00	45%	189.45	7.89
05:00 - 06:00	60%	252.6	10.53
06:00 - 07:00	90%	378.9	15.79
07:00 - 08:00	135%	568.35	23.68
08:00 - 09:00	150%	631.5	26.31
09:00 - 10:00	150%	631.5	26.31
10:00 - 11:00	150%	631.5	26.31
11:00 - 12:00	180%	757.8	31.58
12:00 - 13:00	120%	505.2	21.05
13:00 - 14:00	140%	589.4	24.56
14:00 - 15:00	140%	589.4	24.56
15:00 - 16:00	130%	547.3	22.80
16:00 - 17:00	110%	463.1	19.30
17:00 - 18:00	100%	421	17.54
18:00 - 19:00	100%	421	17.54
19:00 - 20:00	100%	421	17.54
20:00 - 21:00	90%	378.9	15.79
21:00 - 22:00	90%	378.9	15.79

22:00 - 23:00	80%	336.8	14.03
23:00 - 24:00	60%	252.6	10.53
Promedio		**421**	**17.54**

Se verifica la concordancia del promedio horario con respecto al caudal medio diario calculado para la aprobación del cálculo de la curva. Esta, tendría un comportamiento como el mostrado a continuación.

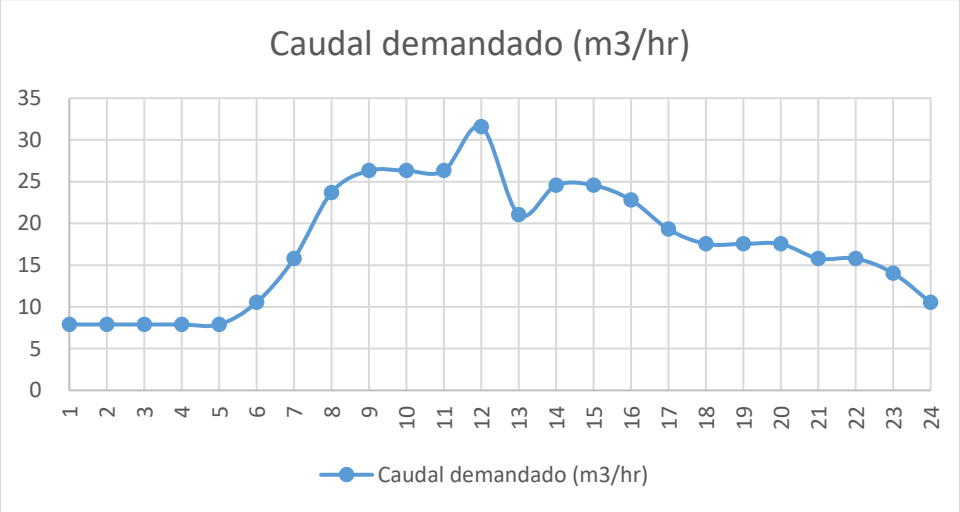


Figura 2. *Curva de consumos horarios*

Una vez obtenida la curva de consumos horarios se procede a calcular la curva de niveles para el tanque proyectado, puesto que ya se tiene un área útil en planta determinada desde el levantamiento topográfico para el espacio en el predio.

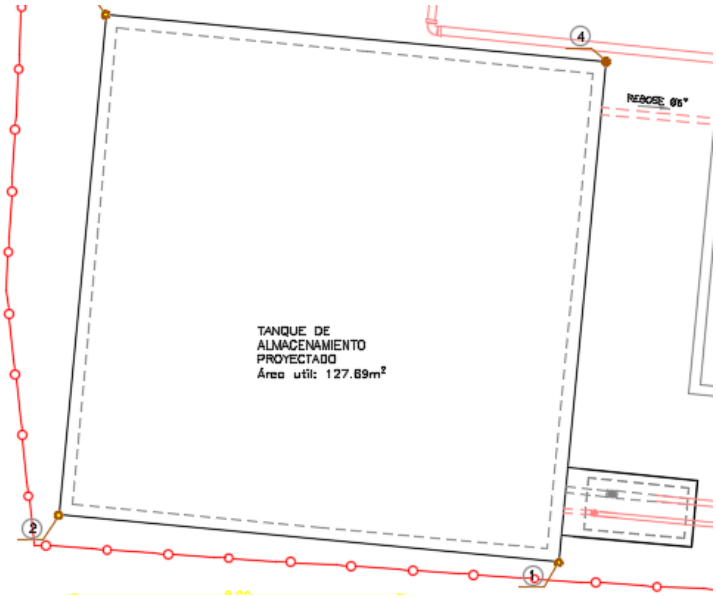


Figura 3. *Área útil del tanque proyectado*

$$Área\ útil\ en\ planta = 127{,}69\ m^2$$

Para realizar el cálculo de la curva de niveles se asume un **nivel inicial** de **3,30 m** para cerrar el día de consumo con un nivel final de 0.00 m; sin tener negativos en ningún momento.

Tabla 4. *Niveles del tanque en un día de consumo completo*

Nivel inicial	**3.3**	**Área en planta**	**127.69**
Hora	**Caudal demandado (m3/hr)**	**Volumen de agua (m3)**	**Nivel (m)**
12:00:00 a. m.	0	421.38	3.30
1:00:00 a. m.	7.89	413.48	3.24
2:00:00 a. m.	7.89	405.59	3.18
3:00:00 a. m.	7.89	397.70	3.11
4:00:00 a. m.	7.89	389.80	3.05
5:00:00 a. m.	7.89	381.91	2.99
6:00:00 a. m.	10.53	371.38	2.91
7:00:00 a. m.	15.79	355.60	2.78
8:00:00 a. m.	23.68	331.91	2.60
9:00:00 a. m.	26.31	305.60	2.39
10:00:00 a. m.	26.31	279.29	2.19
11:00:00 a. m.	26.31	252.98	1.98
12:00:00 p. m.	31.58	221.40	1.73
1:00:00 p. m.	21.05	200.35	1.57
2:00:00 p. m.	24.56	175.79	1.38
3:00:00 p. m.	24.56	151.24	1.18
4:00:00 p. m.	22.80	128.43	1.01
5:00:00 p. m.	19.30	109.14	0.85
6:00:00 p. m.	17.54	91.59	0.72
7:00:00 p. m.	17.54	74.05	0.58
8:00:00 p. m.	17.54	56.51	0.44
9:00:00 p. m.	15.79	40.72	0.32
10:00:00 p. m.	15.79	24.94	0.20
11:00:00 p. m.	14.03	10.90	0.09
12:00:00 a. m.	10.53	0.38	0.00

Para obtener una curva de niveles en el tanque con el siguiente comportamiento.

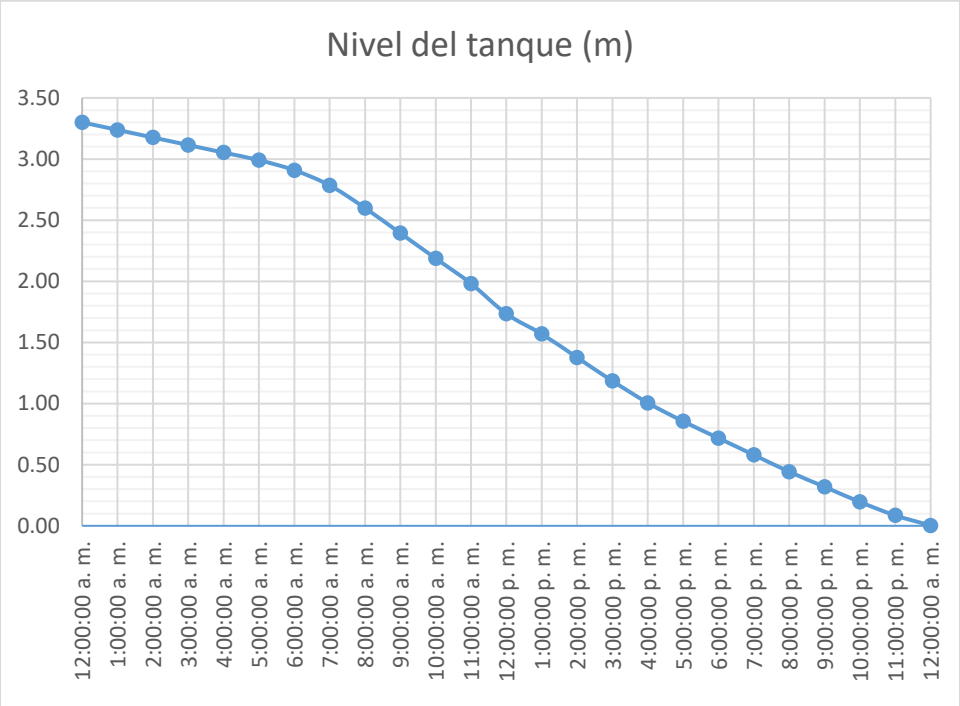


Figura 4. *Curva de niveles del tanque en un día completo de consumo*

Por esta razón, se tiene una capacidad de regulación suficiente con un nivel húmedo de 3.30 m para el área en planta determinada anteriormente.

5. PROVISIÓN DE CONTROL DE INCENDIOS

El área urbana a abastecer en el municipio de Quinchía se caracteriza por ser principalmente residencial con viviendas de 1, 2 y 3 pisos de ocupación unifamiliar y bifamiliar.

Estos inmuebles se clasifican por su uso como “Subgrupo de ocupación residencial unifamiliar y bifamiliar **(R-1)**” según el numeral K.2.10.2 del título K de la NSR – 10.

K.2.10.2 — SUBGRUPO DE OCUPACIÓN RESIDENCIAL UNIFAMILIAR Y BIFAMILIAR (R-1) — En el Subgrupo de Ocupación Residencial Unifamiliar y Bifamiliar (R-1) se clasifican las edificaciones o espacios empleados principalmente como vivienda o dormitorio de una o dos familias, o de menos de 20 personas. En la tabla K.2-10-1 se presenta una lista indicativa de edificaciones que deben clasificarse en el Subgrupo de Ocupación (R-1).

Tabla K.2.10-1
Subgrupo de ocupación residencial unifamiliar y bifamiliar (R-1)

Casas
Residencias unifamiliares
Residencias bifamiliares

Se evalúan la caracterización establecida en el titulo J de la NSR-10 para este tipo de edificaciones en la zona urbana:

J.3.3 — CLASIFICACIÓN DE EDIFICACIONES EN FUNCIÓN DEL RIESGO DE PÉRDIDA DE VIDAS HUMANAS O AMENAZA DE COMBUSTIÓN

J.3.3.1 — CATEGORIAS DE RIESGO DE LAS EDIFICACIONES — Con el fin de evaluar la resistencia requerida al fuego todas las edificaciones se clasificarán, en función de los grupos de ocupación definidos en la tabla J.1.1-1, en una de las categorías de riesgo de pérdida de vidas humanas o amenaza de combustión que se definen a continuación.

J.3.3.1.1 — ***Categoría I*** — Esta categoría comprende las edificaciones con mayor riesgo de pérdidas de vidas humanas o con alta amenaza de combustión. En ellas se incluyen:

- **(a)** Grupos de Ocupación (A-1), (F-1), (I-2), (I-4), (P).
- **(b)** Bodegas, depósitos e industrias de cualquier magnitud que manejen madera, pinturas, plásticos, algodón, combustible o explosivos de cualquier tipo.
- **(c)** Edificios de más de 10 pisos que no cumplan con los requisitos del numeral J.3.3.1.2, literal (a).

J.3.3.1.2 — ***Categoría II*** — Esta categoría comprende edificaciones de riesgo intermedio, tales como:

- **(a)** Edificios para cualquier ocupación, de más de 10 pisos, que dispongan de sistemas de alarma contra incendio, visuales y sonoros e independientes entre sí, que sean probados por lo menos cada 60 días y cuenten con rociadores de agua automáticos a satisfacción de la autoridad competente.
- **(b)** Grupos de Ocupación (I-1), (I-3), (I-5), (C-1), (C-2), (E), (L), (M), (R-2) y (R-3). Entre otros ancianatos, bares, restaurantes, cárceles, oficinas, centros comerciales, guarderías, colegios, universidades, hoteles, museos, teatros, salas de cine y salones de reunión.

J.3.3.1.3 — ***Categoría III*** — Esta categoría comprende las edificaciones con baja capacidad de combustión. Incluye:

- **(a)** Grupos de Ocupación (R-1), edificaciones para viviendas con 10 pisos o menos.
- **(b)** Grupos de Ocupación (A-2), (F-2) y en general bodegas y edificios industriales no comprendidos en el numeral J.3.3.1.1, literal (b).

Este tipo de urbanizaciones se encuentran dentro de la categoría III de la normativa mencionada; esto indica que ocupan un **riesgo bajo** para la generación de incendios.[2]

Parágrafo. El volúmen de almacenamiento determinado se debe incrementar para provisión de control de incendios estructurales en los siguientes porcentajes, de acuerdo con el nivel de riesgo establecido en los "planes de gestión de riesgo y estrategia de respuesta" de la localidad respectiva, en el marco de la Ley 1523 de 2012.

Riesgo ALTO: 25%
Riesgo MEDIO: 20%
Riesgo BAJO: 15%

El nivel de riesgo, se debe construir teniendo en cuenta las categorías del literal J.3.3 del Título J "Requisitos de protección contra incendios en edificaciones" del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10.

[2] Articulo 81, Parágrafo 1, Resolución 0330 de 2017, Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio.

Confirmando que el porcentaje de incremento del volumen de almacenamiento es del 15%.

Cálculo del volumen de almacenamiento

Se calcula el volumen de almacenamiento como corresponde en el Artículo 81 de la resolución 0330 expedida por el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio en el año 2017.

> **ARTÍCULO 81. *Volumen útil del tanque de almacenamiento.*** El volumen de diseño debe ser la mayor cantidad obtenida entre la capacidad de regulación y la capacidad de almacenamiento.
>
> La capacidad de almacenamiento debe ser igual a 1/3 del volumen distribuido a la zona que va a ser abastecida en el día de máximo consumo. La capacidad de regulación se debe estimar a partir de los patrones de consumo de cada zona abastecida, mediante el empleo de métodos gráficos o analíticos.

Dado que la capacidad de regulación ya fue establecida en el capítulo anterior, se procede a plantear la capacidad de almacenamiento:

El caudal del día de máximo consumo se establece con el mayor patrón de demanda consignado en la curva de caudales; cuyo valor es del 180%.

$$Q_{DMC} = 180\% * Qmd = 757{,}80\ m^3/día$$

Con la capacidad de almacenamiento determinada:

$$V_{alm} = \frac{1}{3} * \frac{757{,}80\ m^3}{día} * 1\ día = \ 252\ m^3$$

Incrementando la capacidad de almacenamiento con la provisión de incendios se tiene:

$$V_{ALM} = 115\% * V_{alm} = 115\% * 252\ m^3 = 289.8\ m^3$$

Dado que el volumen de almacenamiento calculado incluyendo la provisión de incendios es menor al volumen de regulación, se plantea como **volumen útil de diseño** el obtenido en el capítulo anterior para la estimación de la capacidad de regulación:

Área en planta: 127.69 m^2.
Nivel húmedo: 3.30 m.

6. ACOMETIDA Y VENTILACIÓN

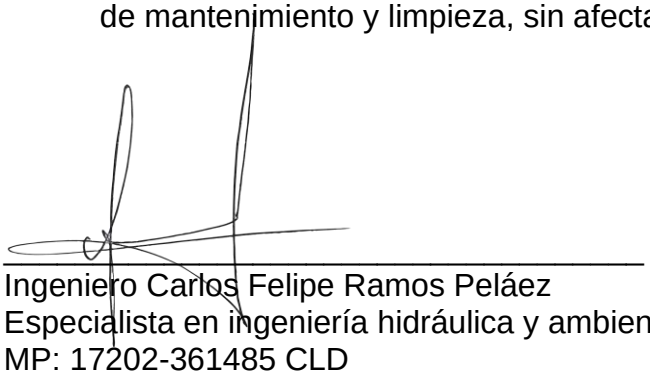
Proyectando un tiempo de llenado de 8 horas para el tanque de almacenamiento se obtienen las siguientes dimensiones:

ACOMETIDA PARA EL TANQUE		
Tiempo de llenado	8	Horas
Caudal	52.63	m3/h
	0.0146	m3/s
Velocidad	2	m/s
Área acometida	0.0073	m2
Diámetro	0.096	m
	9.65	cm
	4"	INCH
DESAGÜE Y VENTILACIÓN		
Área acometida	0.0073	m2
Relación Área Ventilación / Área Acometida	4	
Área ventilación	0.0292	m2
Diámetro	0.193	m
	19.29	cm
	8"	INCH

7. RECOMENDACIONES FINALES

- El tanque de funcionar hidráulicamente con esquema de mezcla tipo FIFO (lo primero que ingresa es lo primero que sale). Se deben evitar zonas muertas dentro del tanque.
- Las esquinas deben construirse achaflanadas a 45°.
- El borde libre debe ser de 0.3m. Los elementos de ventilación deben ser tipo bastón con un codo de 180° que impida la entrada de sustancias contaminantes.
- La tubería de salida debe ubicarse de tal manera que, para niveles mínimos, no se generen vórtices ni entrada de aire a la red.
- El tanque debe tener una pendiente de fondo mínima que permita la evacuación de lodos y labores de limpieza.
- Se debe contar con un aliviadero o salida de rebose a los 3.30 metros de altura que evacue los excesos a otro de los tanques de la planta.

- El tanque debe contar con al menos una entrada para facilitar el ingreso de los operarios.
- La tubería de entrada al tanque debe contar con válvula de cierre automático configurable para emergencias mediante operación automática, local y remota.
- No se requieren tanques de almacenamiento adicionales a los existentes y el proyectado, dado que la planta cuenta con otras unidades dentro de su infraestructura; se debe proveer a futuro un bypass para facilitar las labores de mantenimiento y limpieza, sin afectar la continuidad del servicio.



Ingeniero Carlos Felipe Ramos Peláez
Especialista en ingeniería hidráulica y ambiental
MP: 17202-361485 CLD