
LA CUMBRE
CANTERA CIMACO
EBAR SANDALO
PTAR
EBAR 1
EBAR 2
EBAR 4

Contenido

1. INTRODUCCION 3
2. INFORMACION GENERAL 4
2.1 Antecedentes 4
2.2 Localización 4
2.3 Población afectada 5
2.4 Producción de Agua Residual 6
3. DISEÑO DE LINEA DE CONDUCCION DE EMISOR DE AGUA TRATADA 7
3.1 Cálculo de la línea de gradiente hidráulico con ALLIEVI 9
3.2 Cálculo de las características de las bombas 11
3.3 EBAR de descarga 14
4. CONCLUSIONES 17

1. INTRODUCCION

De acuerdo con la investigación que se ha realizado para definir la orientación de las Aguas Tratadas en la PTAR futura de los sectores de Mirador, Altos de Plan Parejo y sándalo del Municipio de Turbaco Bolívar; la zona más viable resulta hacia la microcuenca del Arroyo Matute, esto obliga a construir una línea de conducción desde la PTAR. Esta sería una salida viable para solucionar de manera integral la problemática del manejo de aguas residuales que ya se ha convertido en un tema de salubridad pública, pues hay una comunidad de cerca de 10000 habitantes del municipio que se están viendo afectadas directamente por la situación.

La opción ya ha sido propuesta a CARDIQUE, quienes han manifestado voluntad de darle una viabilidad, pero condicionada por la calidad de aguas a verter en dicha fuente de agua, que debe estar precedida por un adecuado sistema de tratamiento que permita cumplir con las exigencias de la entidad ambiental y ello obliga a que el sistema tenga que recibir atención con un operador responsable que se encargue de la adecuada operación y mantenimiento, tanto en las EBAR´s como en la PTAR.

Otro factor determinante para el vertimiento de agua tratada es que se debe superar un accidente topográfico que está en una cota superior a la Planta, lo cual solo se podrá realizar a través de un bombeo. La cota del accidente topográfico indicado está en la cota 205,6 msmn y la tubería deberá transportar el agua a lo largo de aproximadamente 1960 m hasta un punto a partir del cual el agua seguirá fluyendo a gravedad, cuya cota altimétrica es 160,0 msmn. Se evalúa en el presente informe si en el trayecto no interfiere un par de montículos que podrían cortar la línea de gradiente hidráulico y de ser así, la bomba a calcular tendrá que ser capaz de elevar el agua un poco más, de tal manera que pueda superar estas interferencias.

El trazado que resulta más favorable es paralelo a la vía de la carrera 36, al final de la cual se debe cruzar la troncal (vía Nacional) con un paso de excavación dirigido, que requiere aprobación del concesionario de la vía para su intervención.

De no iniciarse en el corto plazo la materialización del Plan Maestro de alcantarillado del Municipio de Turbaco, la producción de Agua Residual en la zona de Mirador, Altos de Plan Parejo y Sándalo podrían incrementarse en función del desarrollo urbanístico en las áreas aferentes a las EBAR, probablemente no en superficie sino en altura por las ampliaciones de las viviendas unifamiliares a multifamiliares y con ello la capacidad de la PTAR, la cual tendrá en primera fase una capacidad de 25 L/s, con posibilidad de ampliación hasta 50 L/s.

En el presente documento se analizan estas características de tal manera que el sistema pueda ser funcional para la necesidad y de esta manera contribuir con la solución al manejo de aguas residuales de estos sectores del municipio de Turbaco.

2. INFORMACION GENERAL

2.1 Antecedentes

Frente a la problemática de afectación ambiental en el municipio de Turbaco (Bolívar) por la falta de cobertura de alcantarillado sanitario en buena parte de este, lo que conlleva a que el saneamiento básico por la falta de manejo de aguas residuales sea precario, se ha generado una calamidad pública que requiere una atención inmediata.

Según manifiesta la misma comunidad, el vertimiento de las aguas residuales es descontrolado, circula por las vías y se “almacena” en lagunas, por lo que se están presentando tres escenarios adversos simultáneos: agua estancada que aumenta día a día; escurrimiento superficial de aguas residuales por las calles del municipio y aguas residuales infiltrándose en el subsuelo, pudiendo llegar a acuíferos. Todo esto acrecienta en la temporada de lluvias pues las aguas se esparcen por toda la zona.

La problemática debe ser considerada como un sistema encadenado que hay que resolver integralmente; cada componente de este sistema puede causar un problema localizado si no se adecúa el siguiente, es decir, las EBAR´s deben funcionar para que no hayan problemas de escorrentía de agua residual en su propio sector, si la PTAR no entra en funcionamiento, el agua impulsada por las EBAR trasladan el problema a Villa Mayra; así la PTAR entre en funcionamiento depende de que se construya un emisor de descarga y este emisor depende de la disponibilidad de una corriente receptora y un punto de vertimiento aprobado por la autoridad ambiental CARDIQUE.

Por parte de CARDIQUE ya hay una voluntad de acceder a un punto de vertimiento a la altura del cabezal de descarga de la urbanización La Cumbre, al noreste del municipio. Se está haciendo por parte del Municipio la gestión ante la Gobernación del Departamento de Bolívar para la consecución del recurso para la construcción del emisor de agua tratada de la PTAR de los sectores de Mirador, Altos de Plan Parejo y Sandalo; se tiene bastante adelantada la gestión del recurso económico para la construcción de la PTAR y las EBAR ya se encuentran en proceso de optimización.

Cuando todo esto haya surtido efecto se podrá decir que se tiene una verdadera solución integral al problema de manejo de Aguas Residuales para la comunidad de Mirador, Altos de Plan Parejo, urbanización Sándalo como productores del Agua Residual y Villa Mayra por estar afectada por el sitio de vertimiento actual de aguas residuales sin tratamiento.

2.2 Localización

En la Figura 1 se presentan las áreas aferentes a cada una de las 4 EBAR´s y su ubicación, así como también el punto donde se construyó la PTAR por parte de las constructoras, cuyo

estado actual es de una infraestructura vandalizada e inservible que, al no disponer de un punto de vertimiento, terminó almacenando las aguas de las EBAR´s en una laguna, que también se indica en la Figura 1 como *punto de vertimiento actual*, en el sector del barrio Villa Mayra. Son estas personas quienes en el momento actual tienen el mayor impacto, por cuanto están padeciendo la acumulación de Aguas Residuales enviadas desde Mirador, Altos de Plan Parejo y la urbanización Sándalo.

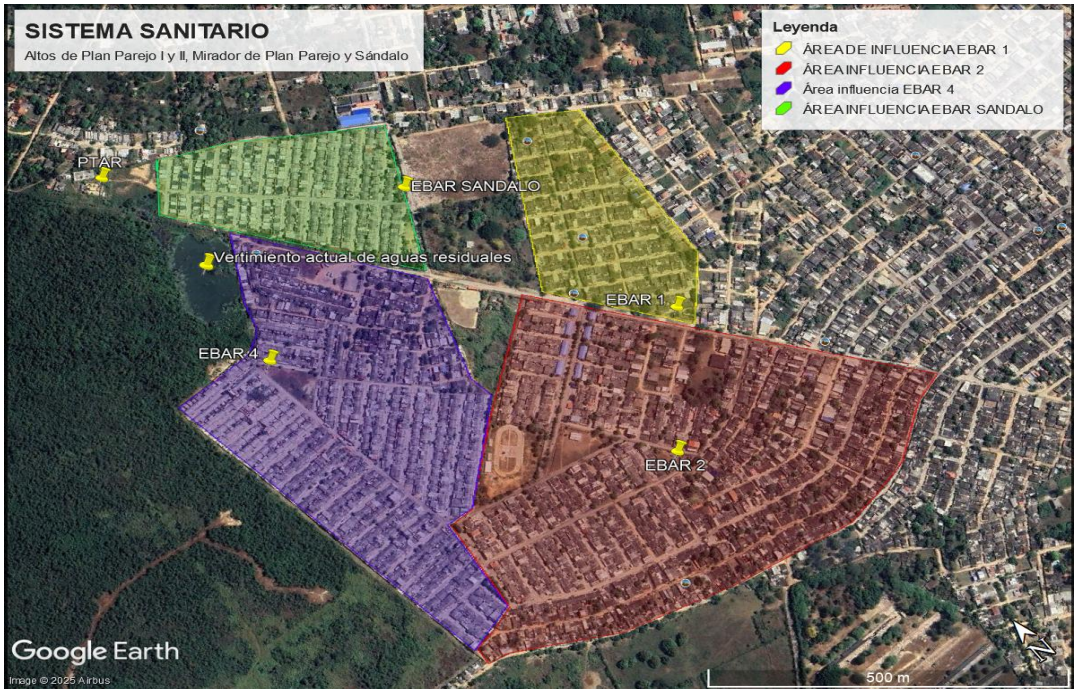


Figura 1. Localización general de EBAR´S Y PTAR en Turbaco. Fuente GOOGLE Earth

2.3 Población afectada

De acuerdo con la base de datos de ACUALCO SA, en la actualidad hay unos 3557 usuarios del servicio de acueducto, como se indica en la Tabla 1, además de los afectados en Villa Mayra.

Tabla 1. Cobertura de usuarios por área aferente a cada EBAR. Fuente ACUALCO SA ESP

DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES	ACUALIZACION ACUALCO
EBARD ALTOS DE PLAN PAREJO ETAPA 4	Esta EBARD va a recibir las AN de los proyectos ALTOS DE PLAN PAREJO ETAPA 3 (365 UND) ALTOS DE PLAN PAREJO ETAPA 4 (277) Y MIRADOR DE PLAN PAREJO (204 UND) + ALTOS DE PLAN PAREJO ETAPA 5 (115 UND)	961,00

EBARD SANDALO	Esta EBARD va a recibir las AN del Proyecto SANDALO	435,00
EBARD ALTOS DE PLAN PAREJO ETAPA 2	Esta EBARD va a recibir las AN del Proyecto ALTOS DE PLAN PAREJO ETAPA 2	1.766,00
EBARD ALTOS DE PLAN PAREJO ETAPA 1	Esta EBARD va a recibir las AN del Proyecto ALTOS DE PLAN PAREJO ETAPA 1	395,00
	TOTAL	**3557**

No hay cifras exactas disponibles para el promedio de habitantes por hogar en Turbaco, Bolívar. Sin embargo, las proyecciones del DANE para 2025 estiman que Turbaco tiene una población total de 116,223 habitantes.

Para estimar la población afectada por esta problemática, se tiene en cuenta el **Cálculo a nivel nacional** de 2024, donde el tamaño promedio de los hogares en Colombia fue de 2.86 personas. Asumiendo 3 personas/hogar, los 3557 usuarios del servicio de acueducto, se convierte en 10671 habitantes, más los habitantes de Villa Mayra directamente afectadas, la cifra puede llegar a 12000 personas que están sufriendo por esta problemática.

De otro lado, hay que estar preparados para un escenario en el que el Plan Maestro de alcantarillado siga siendo simplemente un proyecto y que la cantidad de usuarios se duplique en un periodo de unos 10 años.

La fase inicial de la PTAR considera que se construya una PTAR de 25 L/s con posibilidad de incremento modular a 50 L/s. En ese sentido, la modulación de la PTAR de Altos de Plan Parejo en unos 5 años se debe incrementar a la tercera parte de la capacidad estimada y sería con un módulo de 12,5 L/s para llegar a 37,5 L/s hasta que llegue el momento de incrementar la capacidad hasta los 50 L/s.

2.4 Producción de Agua Residual

De acuerdo con la información aportada por ACUALCO SA ESP, de su base de datos de usuarios se determinan los consumos y producción de Agua Residual en la Tabla 2 para cada EBAR. Se ha estimado una dotación mensual de 14 m^3/Usuario-mes.

Tabla 2. Producción de agua residual a tratar en la PTAR de Altos de Plan parejo

DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES	ACUALIZACION ACUALCO	DOTACION M3/MES	CONSUMO/ DIA, L/s
EBARD ALTOS DE PLAN PAREJO ETAPA 4	Esta EBARD va a recibir las AN de los proyectos ALTOS DE PLAN PAREJO ETAPA 3 (365 UND) (Actualmente pozas sépticas individuales) ALTOS DE PLAN PAREJO ETAPA 4 (277) Y MIRADOR DE PLAN PAREJO (204 UND) (Actualmente pozas sépticas individuales) + ALTOS DE PLAN PAREJO ETAPA 5(115 UND)	961,00	14	5,191
EBARD 3 SANDALO	Esta EBARD va a recibir las AN del Proyecto SANDALO	435,00	14	2,350
EBARD ALTOS DE PLAN PAREJO ETAPA 2	Esta EBARD va a recibir las AN del Proyecto ALTOS DE PLAN PAREJO ETAPA 2	1.766,00	14	9,539
EBARD ALTOS DE PLAN PAREJO ETAPA 1	Esta EBARD va a recibir las AN del Proyecto ALTOS DE PLAN PAREJO ETAPA 1	395,00	14	2,133
			SUBTOTAL	**19,21 L/s**
			Factor MH	1,2
			Q_{MH}	**23,05 L/s**

Para una condición de caudal medio diario, se estarían generando 19,21 L/s en las 4 EBAR´s y si se asume un coeficiente para caudal máximo mensual de 1,2 el Q_{MM} correspondería a 23,05 L/s.

3. DISEÑO DE LINEA DE CONDUCCION DE EMISOR DE AGUA TRATADA

El diseño de la línea de conducción de agua tratada hacia el punto de vertimiento fue evaluado en función de la disponibilidad que CARDIQUE pueda disponer para el proyecto, sin embargo, las probabilidades están jugadas a que pueda ser al final del canal de desagüe de la urbanización La Cumbre que desemboca aguas abajo en el Arroyo Matute, de acuerdo con la Figura 2.



Figura 2. Trazado del emisor de agua tratada en la PTAR de latos de Plan Parejo

En la Figura 2, se indica que el trazado del emisor de agua tratada discurre por tubería a lo largo de la Transversal 36, que luego se convierte en carrera 36 hasta la troncal del Caribe y luego avanza paralela a esta hasta el límite entre la Urbanización la Cumbre y la entrada a la cantera COCIMACO, donde cruza a la derecha y sigue hacia el oeste en busca del canal de desagüe de La Cumbre donde será la descarga.

El trazado tiene una longitud de unos 1900 m y se hará en PEAD PN10-DN200, considerando que la tubería podría llegar a transportar hasta 50 L/s, que es la capacidad proyectada de la PTAR, aunque en primera fase solo se construirá la mitad, con dos módulos de 12,5 L/s.

En la Figura 3 se muestra el perfil de terreno simplificado de esta línea de conducción para mostrar los picos que debe superar la tubería a instalar, desde la PTAR hasta el punto de vertimiento.

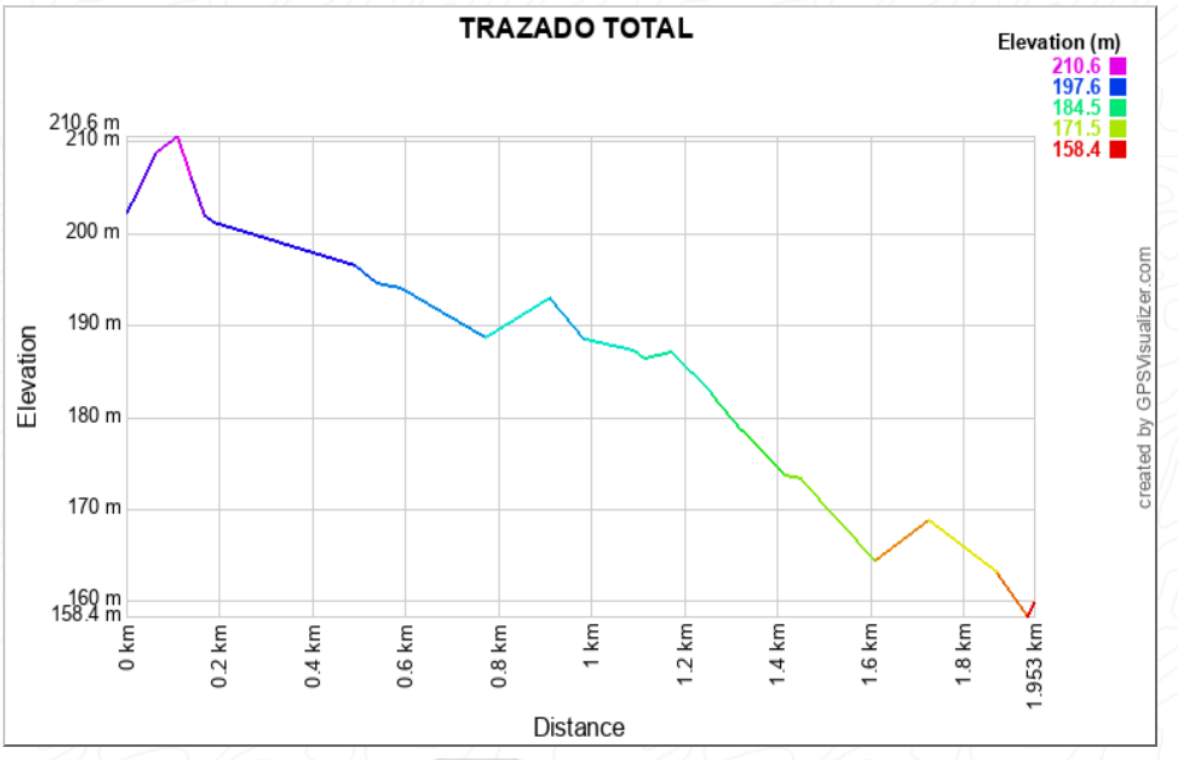


Figura 3. Trazado topográfico de la línea de conducción de agua tratada

Como se muestra en la Figura 3, se requiere un bombeo para superar una primera cima hasta los primeros 120 m. El cruce de la vía nacional se presenta poco antes de la abscisa K1+100 hasta la K1+113,5 y la entrada a un costado de la Urbanización La Cumbre en la K1+420.

Se debe verificar también si la línea de gradiente hidráulico no se corta con la línea de terreno una vez se haya superado la cima indicada en K0+120, para esto se realiza una modelación en el software ALLIEVI, con el que además se determina la ubicación de las ventosas para eliminar el aire de la tubería en los cambios abruptos de elevación.

3.1 Cálculo de la línea de gradiente hidráulico con ALLIEVI

Previo al cálculo de las bombas, se procede a calcular inicialmente la línea de gradiente hidráulico para estimar la cabeza a la cual debe trabajar la bomba para garantizar el flujo de agua sin que se corte la línea de energía. Los elementos introducidos al sistema se presentan la Figura 4.

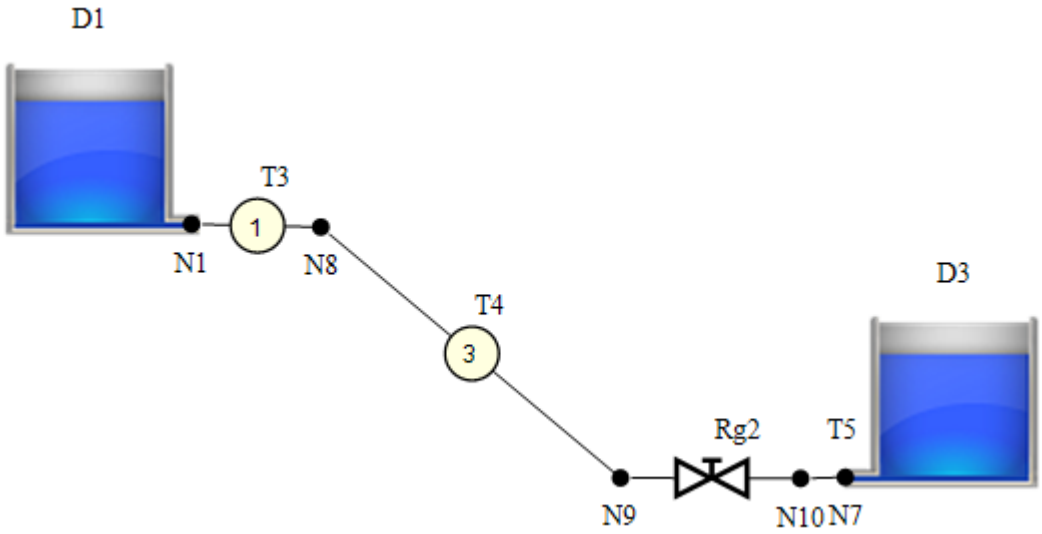


Figura 4. Configuración de Sistema en ALLIEVI

En la Figura anterior, la válvula representa un elemento que no alcanza a generar transitorios porque se le asignó un periodo largo de cierre, con ello la línea de gradiente hidráulico se representa en la Figura 5.



Figura 5. Representación de la línea de gradiente hidráulico

En la Figura anterior se muestra que la línea de gradiente hidráulico permanente (azul) y mínimo (verde) se unifican en una sola línea dando a entender que no hay diferencia entre ellas, tampoco se alcanza a generar un requerimiento de ventosas por causa de sub-presiones inferiores a la atmosférica, más allá que por paradas de operación se pueda instalar una en la abscisa K0+120 y otra en la abscisa K0+950. La línea roja representa posibles sobrepresiones, pero esto no ocurrirá porque la descarga es hacia abajo y es libre.

3.2 Cálculo de las características de las bombas

De la Figura 5 se obtiene que la cabeza de operación de la bomba debe suplir una cabeza representada por la diferencia de la cota mínima de agua en la EBAR (197,0) y la cota donde inician las curvas (aproximadamente 220,0), es decir 23 mca. Con base en esto, las características de la tubería de conducción y su longitud, se procede a calcular las características del sistema de bombeo.

Las características principales del sistema se indican en el siguiente cuadro.

CF EBAR	197,00	msnm	***DATOS DEL SISTEMA***		
N_{MIN} BOMBEO	0,500	m	**ALTITUD**	200	msnm
NT EBAR 1	197,50		**presión dep. sup**	10,09	mca
Cota hidráulica máxim	220,00		**presión dep. Inf**	10,09	mca
$Ø_{descarga}$ (bomba)	3				
usuarios					
Dotacion		m3/mes	***PROPIEDADES DEL AGUA***		
Caudal	50,000	L/s	**TEMPERATURA**	26	°C
	0,0500	m3/s	**DENSIDAD (ρ)**	996,8	Kg/m^3
			PESO ESPECIFICO (γ)	9778,608	N/m^3
			$V_{CINEMATICA}$ (ν)	8,78E-07	m^2/s
			P DE VAPOR ABS,	0,487	PSIA
$H_{ESTATICA}$	22,50	m	**CARGA h_{VP}**	0,343	m

Los parámetros hidráulicos son:

TUBERÍA	SUCCION	IMPULSION			
MATERIAL	**HD**	**PEAD PN10**	**PEAD PN10**		
Ks	0,00025	0,0000015	0,0000015		m
DIAMETRO	6	8	8		"
	0,161	0,176	0,176		m
AREA	0,020	0,024	0,024		m^2
VELOCIDAD	2,46	2,05	2,05		m/s
h_V	0,31	0,21	0,21		m
Ks/Ø	1,553E-03	8,513E-06	8,513E-06		1,08729E-05
LONGITUD TRAMO	3,0	120,0	1840,2		
CALCULO PUNTO OPERACIÓN DE BOMBA					
$\frac{8*l}{\phi^5*\pi^2 g}$	2293,79	58440,49	896178,07		956912,36
$\Sigma K_m \frac{4^2}{2g\pi^2\phi^4}$	169,88	290,04	574,93		1034,84
$Re = \frac{4}{\pi\phi_i \upsilon} * Q$	9007177,29	8230167,67	8230167,67		25467512,63

Los accesorios requeridos son.

PERDIDAS EN ACCESORIOS			**CANTIDAD**	**K_m**
Ampliación	0,50	1,60	1	0,38
Entrada con boca acampanada			1	0,10
Codo de radio corto (r/d = ± 1)			2	0,45
Válvula de cheque, 100% abierta bisagra			1	1,50
Válvula de compuerta, abierta 100%			1	0,20
Ampliación	1,33	1,60	1	0,38
Codo de radio corto (r/d = ± 1)			1	0,90
Codo de 45°			1	0,40
Ye de 45°, salida lateral			1	0,80
Ye de 45°, en sentido recto			1	0,30
Codo de 45°			10	0,40
Codo de radio mediano			2	0,80

Con o que se obtiene la curva del sistema:

$$H_m = H_{est} + \Sigma h_{f+}\Sigma h_{me} = 22{,}50 + 956912{,}36\ f_1 * Q^2 + 1034{,}84\ Q^2$$

En la Tabla 3 se presenta la tabulación de la cabeza dinámica total (Hm) en función de la variación de caudales.

Tabla 3. Tabulación de la variación de CDT vs Caudal

Q (m_3/s)	Q, L/s	Re	$\sum h_m$	f1	Ec F1	$\sum h_f$	Σhm+ΣhfFR	H_m
0,000	0,00	0,0	0,000			0,000	0,000	22,500
0,005	5,00	127337,6	0,026	0,01715	0,01717	0,410	0,436	22,936
0,010	10,00	254675,1	0,103	0,01500	0,01500	1,435	1,539	24,039
0,015	15,00	382012,7	0,233	0,01400	0,01392	3,014	3,247	25,747
0,020	20,00	509350,3	0,414	0,01320	0,01324	5,052	5,467	27,967
0,025	25,00	636687,8	0,647	0,01276	0,01274	7,631	8,278	30,778
0,030	30,00	764025,4	0,931	0,01240	0,01236	10,679	11,611	34,111
0,035	35,00	891362,9	1,268	0,01205	0,01206	14,125	15,393	37,893
0,040	40,00	1018700,5	1,656	0,01180	0,01180	18,067	19,723	42,223
0,045	45,00	1146038,1	2,096	0,01160	0,01159	22,478	24,574	47,074
0,050	50,00	1273375,6	2,587	0,01140	0,01140	27,272	29,860	52,360
0,055	55,00	1400713,2	3,130	0,01124	0,01124	32,536	35,667	58,167
0,060	60,00	1528050,8	3,725	0,01110	0,01109	38,238	41,965	64,465
0,065	65,00	1655388,3	4,372	0,01090	0,01097	44,068	48,442	70,942
0,070	70,00	1782725,9	5,071	0,01085	0,01085	50,874	55,947	78,447
0,075	75,00	1910063,4	5,821	0,01074	0,01074	57,809	63,632	86,132
0,080	80,00	2037401,0	6,623	0,01065	0,01064	65,223	71,848	94,348
0,085	85,00	2164738,6	7,477	0,01056	0,01055	73,009	80,488	102,988
0,090	90,00	2292076,1	8,382	0,01050	0,01047	81,385	89,770	112,270
0,095	95,00	2419413,7	9,339	0,01040	0,01040	89,816	99,158	121,658
0,100	100,00	2546751,3	10,348	0,01030	0,01033	98,562	108,913	131,413

Los valores de Hm en función del caudal representan la curva del sistema y asociándolo a la curva de una bomba preseleccionada se obtiene el punto de operación con el que trabajará el sistema. Lo anterior se presenta en la Figura 6, considerando que la bomba será podría ser de marca SULZER con referencia XFP100J CH1 60HZ PE430/4 u otra marca que cumpla con los parámetros técnicos indicados anteriormente.

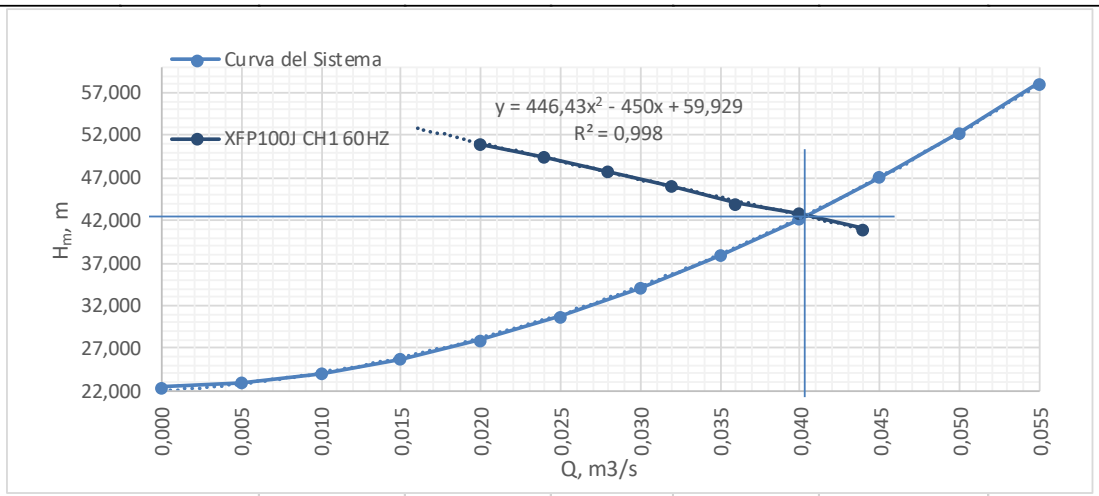


Figura 6. Punto de operación de bomba SULZER XFP100J CH1 60Hz

El punto de operación así calculado es 40,3 L/s y 42,52 m:

POTENCIA REQUERIDA					EFICIENCIA
					60,0%
$P = \rho g Q H = 1000 \frac{Kg}{m^3} x\, 9{,}81 \frac{m}{s^2} *$	0,0403 m3/s	*	42,519 m	=	16,76 KW / 22,45 HP	27,93 KW / 37,42 HP

La potencia de la bomba resulta ser de 37,5 HP.

3.3 EBAR de descarga

El pozo de succión es el compartimiento destinado a recibir las aguas residuales durante un determinado período. El dimensionamiento y la utilización de controles o sensores de nivel en la línea del afluente permiten el correcto manejo de las aguas. Se definen las siguientes características:

- ✓ Sumergencia

La sumergencia se define como la distancia desde la succión de la bomba hasta el nivel mínimo de aguas dentro del cárcamo. Para la bomba seleccionado este valor se muestra en la Figura 7 (valor aportado por el proveedor) y corresponde a 300 mm.

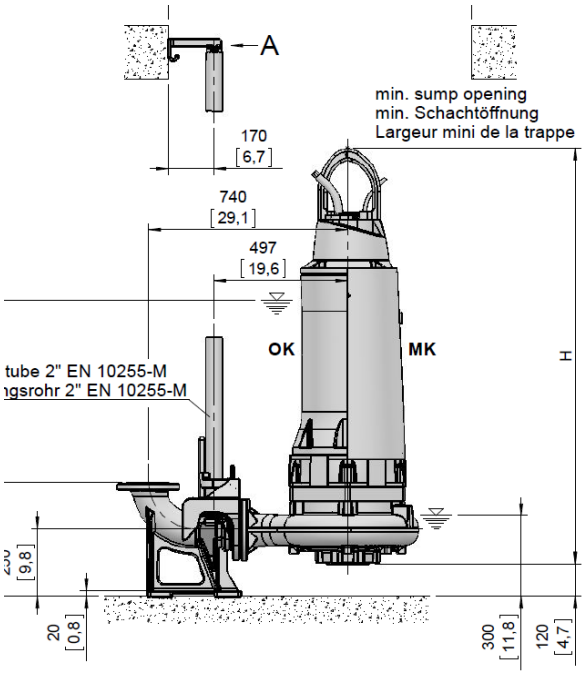


Figura 7. Representación de la sumergencia de la bomba

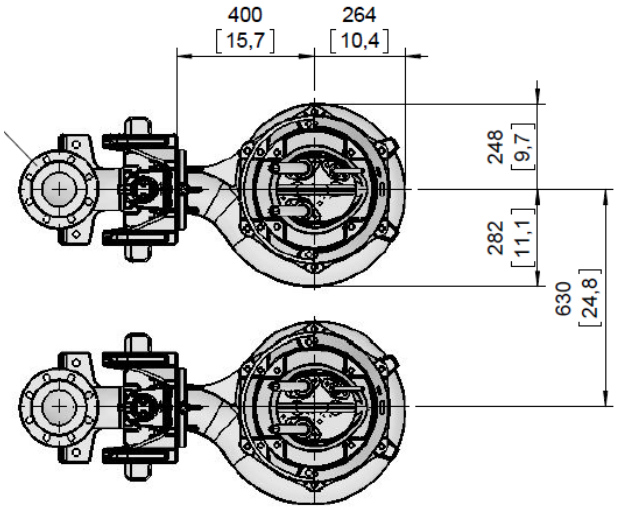


Figura 8. Separación entre bombas

- ✓ Distancia entre el fondo y/o paredes y la boca de la tubería de succión

La distancia entre el fondo y/o paredes del pozo de succión y la boca de la tubería de succión debe estar entre 0,5 y 1,5 veces el diámetro de la tubería de succión, pero no puede ser inferior a 0,25 m (TÍTULO D, Sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales domésticas y aguas lluvias, 2da. Ed. 2012). Las dimensiones a paredes y entre bombas se presenta en la Figura 8 (valor aportado por el proveedor). Ocasionalmente está condicionado por la configuración de las válvulas y en ocasiones puede ser superior el distanciamiento, pero nunca debe ser inferior. La distancia a paredes será el mismo valor de 0.63 m que se muestra en la Figura 8 respecto al eje de las bombas.

- ✓ Equipo de extracción de bombas

Las bombas deben ser fácilmente removibles y reemplazables sin que se necesite la entrada de personal en el pozo húmedo. Para esto se requiere la utilización de equipos que levanten el sistema por fuera del nivel de aguas residuales y/o lluvias para luego ejecutar el mantenimiento o reemplazo (TÍTULO D, Sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales domésticas y aguas lluvias, 2da. Ed. 2012).

- ✓ Configuración de pozo húmedo

El fondo del pozo debe tener una inclinación mínima de 45° hacia la boca de succión, y el ancho mínimo deber estar alrededor de 1,5 m. El flujo de entrada debe estar lo más lejos posible de la aspiración de la bomba.

En el compartimiento de bombas se alojarán dos bombas en primera fase, dejando un espacio para una tercera bomba en segunda fase, lo cual permite contingencia en caso de fallar cualquier bomba.

Para revisar el dimensionamiento de la estación de bombeo, se realiza el siguiente cálculo de chequeo, en el que se relaciona un caudal casi constante a tratar en la PTAR, entre 20 y 25 L/s (en las EBAR se regula el caudal producido, ya que las dimensiones son significativamente altas) y el caudal de extracción de una bomba simple (40,3 L/s calculado en la Figura 6) para establecer los ciclos de operación y revisar el número de paradas, las cuales deben ser inferiores a 10/hora.

Tabla 4. Verificación del dimensionamiento del pozo de bombeo

VARIABLES	DESCRIPCION	ECUACION	VALORES	VALORES
V =	Capacidad útil del pozo	AT X L	8,00 m3	8,00 m3
q =	Descarga que llega al pozo		25,00 L/s	20,00 L/s
P1 =	Período de parada de la bomba (Período de retención de las aguas residuales en el pozo (~10 minutos)	$P_1 = \frac{V}{q_{min}}$	5,3 min	6,7 min
P2 =	Período de funcionamiento (valor que se puede fijar)	$P_2 = \frac{V}{Q_{max} - q_{min}}$	8,7 min	6,6 min
Q =	Descarga bombeada (Caudal de bombeo)	$Q = \frac{V}{P_2} + q$	40,30 L/s	40,30 L/s
P3 =	Ciclo de bombeo	$P_3 = P_1 + P_2$	14,0 min	13,2 min
paradas/Hora	# paradas/Hora		4,0 paradas	4,0 paradas

El volumen del pozo de bombeo es de unos 8,0 m^3. En las condiciones mostradas en el cuadro anterior, la operación se está realizando con caudales mínimos de entrada de 20 L/s y una bomba en operación constante, la bomba simple puede trabajar a caudal pleno (40,3 L/s), genera ciclos de operación de 13,2 min y 4 paradas en una hora.

Para el caso de un caudal de entrada de 25 L/s y un caudal de bombeo de 40,3 L/s, se obtiene un ciclo de bombeo de 14,0 minutos y 4 paradas por hora. Por tanto, se puede

concluir que la estación tiene capacidad suficiente, las bombas pueden trabajar siempre a caudal pleno y no se requerirían variadores de frecuencia, simplemente se podría considerar arrancadores suaves, sensor de nivel para encendido y apagado, lógica rotacional y complementariedad, es decir, secuencia de encendido para caudales mayores.

4. CONCLUSIONES

- La administración local no debería permitir conexiones a los sistemas de alcantarillado de las urbanizaciones, por lo menos hasta que la PTAR modular inicie operaciones una vez instalada. Su capacidad inicial será de 25 L/s en dos trenes de 12,5 L/s c/u y adecuación de espacio para su ampliación hasta 50 L/s, lo cual se espera que no sea necesario, siempre y cuando el Plan Maestro de Alcantarillado se logre financiar y construir oportunamente.

- Las características de la línea de descarga de agua tratada serán 1950 m de tubería PEAD PN10-DN200, se sugiere instalar 2 ventosas en las abscisas K0+120 y K0+950.

- Esta conducción será a presión por lo cual no debe ser interrumpida en ningún punto del trazado, de lo contrario no se garantiza que llegue a su punto de descarga. Su cimentación será típica, simplemente un colchón de grava o arena de 15 cm de espesor en su base.

- El trazado incluye un cruce por vía nacional, el cual tendrá que realizarse a través de perforación dirigida para minimizar el impacto de intervención.

- Se debe construir un cabezal de descarga en el punto designado por CARDIQUE.

- Las características del equipo de bombeo a implementar son Q = 40,3 L/s, CDT = 42,5 m y potencia 37,5 HP. Se deben instalar 2 bombas en primera fase y una tercera en segunda fase, para lo cual quedará un espacio disponible para ella.

Diego Fernando Monroy Naranjo

Ing. Sanitario

Coningeniería SAS