



## MEMORIA TÉCNICA – SISTEMA DE BOMBEO DE AGUAS SERVIDAS

NOMBRE DEL PROYECTO: RESIDENCIAL ALTOS DE SAN PABLO

UBICACIÓN: Chitré, La Arena, Herrera

TIPO DE PROYECTO: residencial

FECHA: junio de 2022



## INTRODUCCIÓN

El proyecto residencial Altos de San Pablo es un proyecto de residencias unifamiliares ubicadas en el corregimiento de La Arena, distrito de Chitré, provincia de Herrera. El proyecto consta de 2 etapas: una primera etapa con 26 residencias las cuales aportan a la estación de bombeo de aguas servidas existentes. La segunda etapa consta de 117 residencias unifamiliares. La estación de bombeo de aguas servidas se diseñó para soportar el aporte de aguas servidas de la primera etapa y la segunda etapa como se demostrará en este documento.

Los datos de registro de la finca se presentan a continuación:

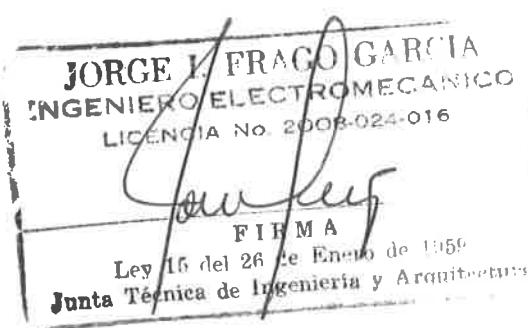
Finca Folio Real= 30370254, Código de ubicación= 6002

Propiedad= Inversiones SOTESA, S.A.

Representante legal= Reynaldo Bolívar Salerno Tello

Las aguas servidas de las residencias serán evacuadas a un alcantarillado comunal y se asume que cada residencia será habitada por una familia de 5 personas. Las aguas de los 26 lotes existentes y los 117 lotes nuevos del proyecto serán recogidas por un tanque de almacenamiento y, por medio de presión positiva, un sistema de bombeo llevará las aguas servidas por la línea de impulsión hasta un C.I. ubicado a 220metros de distancia de tubería. La línea de impulsión es de 4" y también fue diseñada para soportar la carga de ambos proyectos.

Las características topográficas de la cámara de inspección aprobada y actualmente en uso son las siguientes:



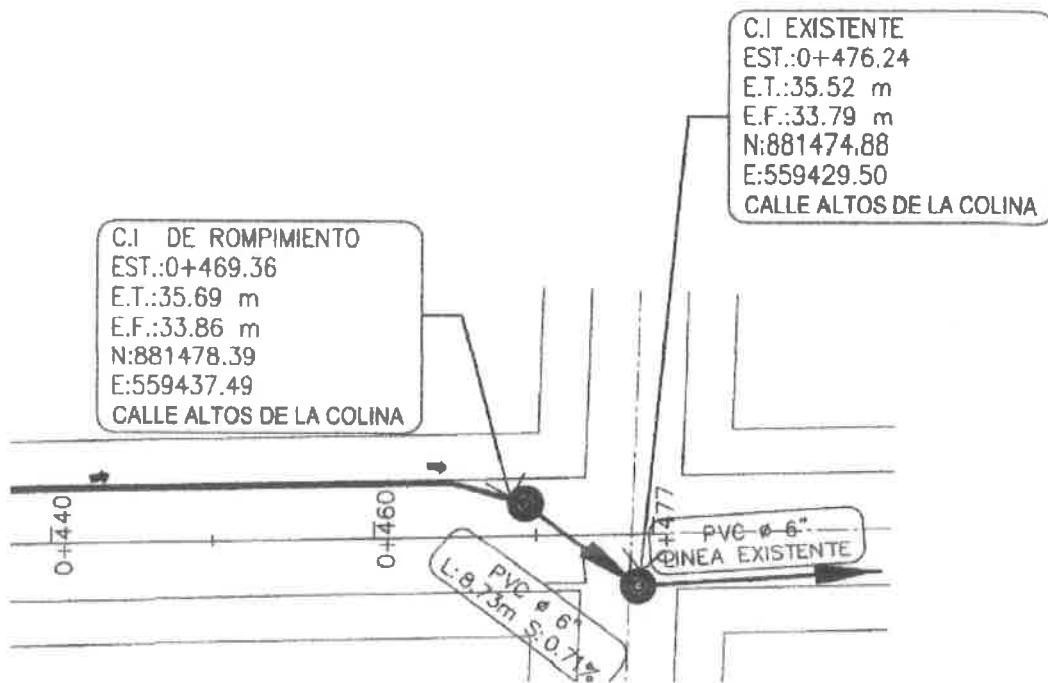


Figura 1: datos topográficos de la cámara de rompimiento y cámara de inspección existente a mantener. El sistema está diseñado para soportar ambas etapas

La cota de tapa de la estación de bombeo según los datos de diseño y campo son:

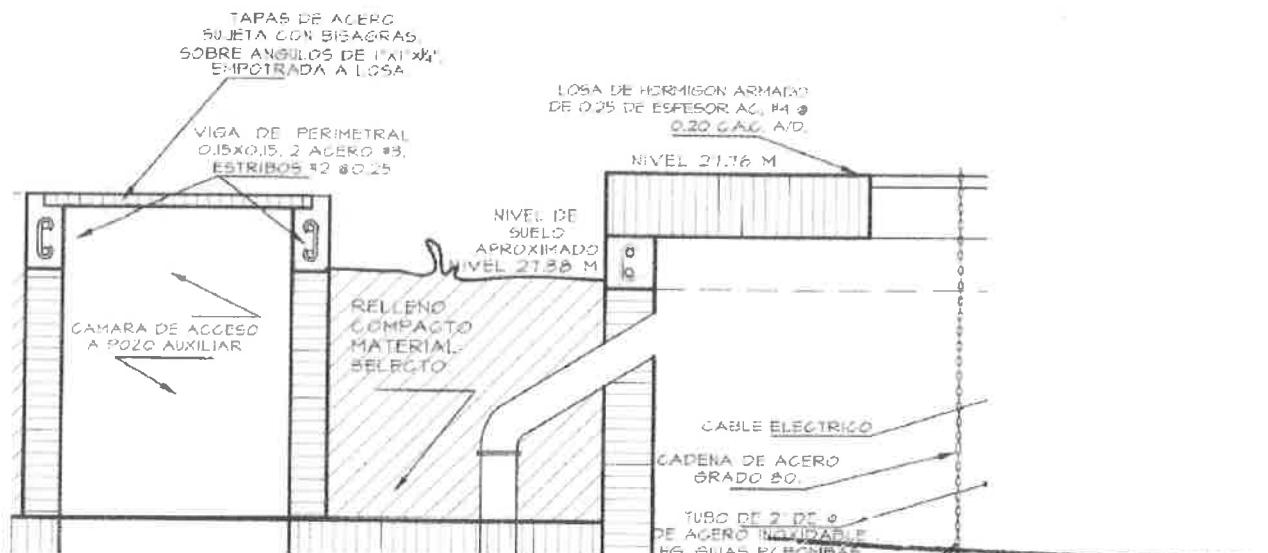
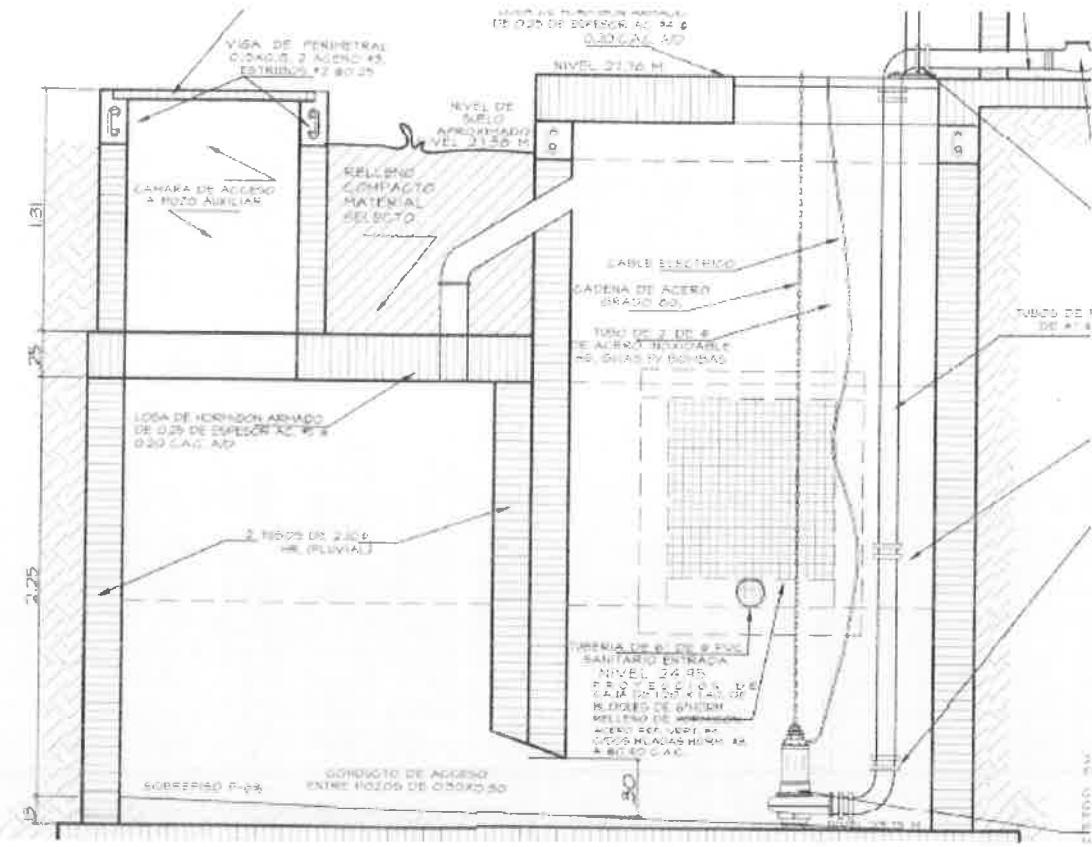


Figura 2: datos topográficos del suelo del suelo; 27.38

JORGE L. FRAGO GARCIA  
INGENIERO ELECTROMECANICO  
LICENCIA No. 2008-024-016  
*[Signature]*  
FIRMA  
Ley 15 del 26 de Enero de 1959  
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura



*Figura 3: elevación del tanque de almacenamiento de aguas servidas, altura efectiva de 3.43 metros*

## **CAUDAL DE DISEÑO MÁXIMO PROBABLE**

El diseño se basará en la Norma Técnica para Aprobación de Planos de los Sistemas de Acueductos y Alcantarillados como referencia para el cálculo del caudal. En la página 18 de dicho documento se menciona que el consumo per capita diaria es de  $q = 100\text{gppd}$ .

Se procede a calcular el caudal de diseño basado en el Método de Continuidad de Froude

$$(QAS) \text{ QAS} = 0.80 * q = 80 \text{gppd}$$

$$Q_{\text{diario}} = QAS * \text{Número de habitantes} = (80)(143 \text{ lotes}) \times 5 \text{ hab/lote}$$

JORGE I. FRAGO GARCIA  
ab (foto)  
INGENIERO ELECTROMECANICO  
LICENCIA No. 2008-024-016

*Jorge I. Frago Garcia*

FIRMA

Ley 15 del 26 de Enero de 1959

Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

$$Q \text{ diario} = 57,200 \text{ gpd} = 216.8 \text{ m}^3 / \text{diarios} = Q_d$$

Para obtener el caudal total ( $QT$ ) se requiere el valor del caudal máximo ( $QM$ ) y el caudal por infiltración total ( $Qi$ )

$$QT = QM + Qi$$

Donde;

$$QM = Qd \cdot F$$

$$Qi = q_i \cdot L$$

El factor de máxima es un factor unidimensional basado en la teoría de la desviación estándar de Hunter y se obtiene, según la norma técnica, de la siguiente expresión:

$$F = 6.46(hab)^{-0.152}$$

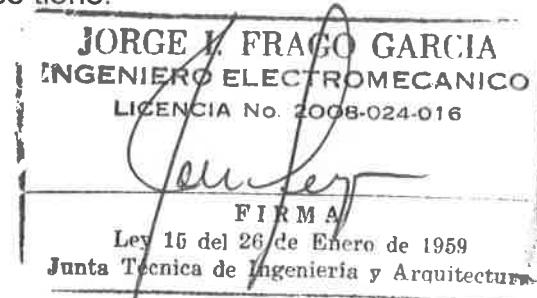
$$F = 6.46 (143 \times 5)^{-0.152} = 2.37$$

Ya que se cumple con  $1.80 < F < 3.00$ , se puede usar como factor de máxima a  $F=2.37$ . Obteniendo el caudal máximo:

$$QM = (57,200)(2.37) = 136,074 \text{ gpd} = 515.72 \text{ m}^3 / \text{día}$$

Para el valor de la dotación de agua por infiltración se tiene:

$$Qi = 0.0001(3593) = 3.593 \text{ m}^3 / \text{día}$$



El valor del caudal diario sería:

$$QT = QM + Qi = 519.31 \text{ m}^3 / \text{día}$$

El código nos permite hasta 4 horas de tiempo para el cálculo del volumen de almacenamiento máximo, sin embargo, este valor crea una fosa séptica anaeróbica lo que hace llegar mucho material sólido a la planta o desembocadura. Para evitar que se sedimenten lodos en periodos de corta demanda se usarán dos ciclos por hora para el diseño de carga. Usando un tiempo de llenado de 30 minutos como máximo probable el valor de almacenamiento del tanque es de:

$$V = (0.25/24)(519.31) = 10.82 \text{ m}^3$$

El volumen del tanque principal es de 12.57 m<sup>3</sup>. El valor del tanque auxiliar adyacente es de 8.38 m<sup>3</sup>. El valor del volumen total (restando la pendiente de piso) sería de 20.78 m<sup>3</sup>

## ARRANQUES POR HORA

Se propone un tanque de almacenamiento con un volumen máximo 20.78 m<sup>3</sup>. Esto nos permite confirmar los ciclos de bombeo por hora. Usando el valor diario máximo probable entre el volumen total nos da que diariamente (24h) la bomba tendría un máximo de 22 ciclos; o lo que es lo mismo; 1.1 ciclos (arranques) por hora. Esto significa que, en el peor escenario, a carga máxima, lo más que la bomba puede arrancar en una hora será 1.09 veces (redondeado a 1.1 como crítico o un arranque cada 55 minutos) lo cual es un límite viable, teniendo en cuenta que es un extremo crítico. Por ende;

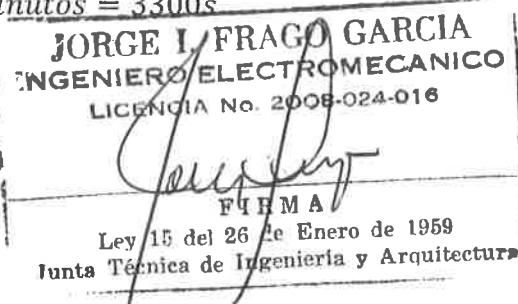
$$\text{Ciclos de trabajo máximo} = 1.09 \frac{\text{ciclos}}{\text{hora}} \cong 1.1 \frac{\text{ciclos}}{\text{hora}}$$

## CAUDAL DE DESCARGA DE LA BOMBA

Sabiendo que la bomba trabajaría en el peor escenario elegido de 2 veces por hora a plena carga (10.82 m<sup>3</sup>) y usando el valor máximo de 1.09 arranques por hora para obtener el tiempo libre de arranque, tenemos que

$$1.09 \frac{\text{ciclos}}{\text{hora}} = 55 \text{ minutos por cada ciclo}$$

$$\text{Límite crítico} = 1.1 \frac{\text{ciclos}}{\text{hora}} = \text{ciclos de 55 minutos} = 3300$$



Por la configuración del tanque auxiliar y el tanque principal, se diseñará el caudal por ciclo basado en un escenario crítico del llenado completo tanque principal que a su vez significa que llenaría el auxiliar. El volumen total a descargar como crítico sería de 10.82 m<sup>3</sup> (mucho mayor que el esperado, por lo que usaremos este valor por factor de seguridad). Para el ciclo de trabajo el caudal de diseño con factor de seguridad es de

$$Q = \frac{V}{Tc} = \frac{10.82}{3300s} = 0.00328 \frac{m^3}{s} = 52 \text{ gpm}$$

Esto significa que para el peor escenario, se requieren 52 gpm para descargar el tanque de almacenamiento y auxiliar

## SELECCIÓN DE DIÁMETRO DE DESCARGA

Con el caudal de diseño (Q=114 gpm) se obtiene el valor del diámetro teórico de descarga, la velocidad de descarga de la línea de impulsión con 4" de diámetro es de 0.41 m/s. Se decide mantener el diámetro de la línea de impulsión existente.

## DIFERENCIA DE ALTURA (CARGA ESTÁTICA)

La altura de del tanque de almacenamiento es de 3.43 metros. La diferencia de altura entre el nivel de entrada de la tubería de descarga a la cámara de válvulas (cota 27.76) y la entrada a la cámara de rompimiento (cota 33.86) es de 9.53 metros.



## RESUMEN DE RESULTADOS

Los valores obtenidos se resumen a continuación:

| Descripción                            | Resultado            |
|----------------------------------------|----------------------|
| Población                              | 715 habitantes       |
| Caudal de diseño (máximo probable)     | 52 gpm               |
| Ciclos de trabajo                      | 2 arranques/hora     |
| Volumen de aguas servidas              | 10.82 m <sup>3</sup> |
| Diferencia de alturas (carga estática) | 9.53m                |
| Velocidad máxima probable              | 0.41 m/s             |
| Diámetro de tubería de descarga        | 4"                   |
| Presión de llegada teórica (**)        | 1.5 psig             |
| Longitud de tramo de tubería           | 220 metros           |

(\*\*): La presión de descarga en CI se basa en el valor recomendado de descarga en cámaras de inspección del Código Internacional de Plomería, 2017

## CÁLCULO DE CABEZA DINÁMICA

La cabeza total dinámica (TDH) obtiene basado en la ecuación de Bernoulli. Las pérdidas por fricción se obtienen en una variación de ecuación de Darcy para fluidos turbulentos de gravedad específica 1.0<sg<1.1.

$$\frac{h_f}{L} = 10,675 \cdot \frac{(Q/C)^{1.85}}{D^{4.87}}$$

$$TDH = \frac{P_2 - P_1}{\gamma} + \frac{v_2^2 - v_1^2}{2g} + (z_2 - z_1) + h_L$$

$$TDH = 10.97 \text{ m}$$



## SELECCIÓN DE LA BOMBA DE AGUAS SERVIDAS

El punto de diseño ( $Q=52 \text{ gpm}$ ,  $\text{TDH}=10.97$ ) se colocará en la curva de la familia de bombas. La bomba seleccionada existente es:

- Modelo de la bomba: DAB PUMPS – FEKA 2000
- Potencia: 3.0 hp
- Sistema eléctrico: 240V /1F /3H
- Corriente de diseño= 25.64 Amps



## PUNTO DE OPERACIÓN

- o Caudal = 52 gpm
- o TDH = 10.97 metros
- o Tiempo de descarga del tanque lleno= 55 minutos (1.1 ciclos por hora)

### FEKA 2000

BOMBAS SUMERGIBLES PARA AGUA RESIDUAL



TURBINA VORTEX

Bomba sumergible de fundición rodeté vortex para aguas negras, ideales para sistemas de elevación o vaciado de aguas residuales de fosas sépticas, y agua sucia en general que contenga cuerpos sólidos de 42 mm de diámetro máximo.

Cubierta, cuerpo motor, cuerpo hidráulico y turbina de fundición gns.

**Doble cierre mecánico:** lado motor en cámara de aceite en carbono/alumina, lado bomba silicio/silicio.

Motor asincrónico en seco, hermético.

Rotor montado sobre rodamientos de bolas sobradamente dimensionados para garantizar un funcionamiento silencioso y una larga vida útil.

**La versión monofásica incluye condensador en cuadro externo con enchufe schuko, protección amperimétrica con rearme manual y posibilidad de flotador para funcionamiento automático.**

Protección termo amperimétrica a cargo del usuario para la versión trifásica.

**Grado de protección del motor IP 68.**

**Clase de aislamiento F.**

Servicio continuo con la bomba totalmente sumergida.

**Cable de alimentación**

10 metros de cable HO7RN-F.

**Rango de funcionamiento** de 3 a 36 m/h con alturas de elevación de hasta 21 metros.

**Líquido bombeado** agua residual sucia no agresiva, agua de lluvia.

**Rango de temperatura del líquido** de 0° a +40°.

**Profundidad máxima de inmersión** 20 metros (con cable de longitud adecuada).

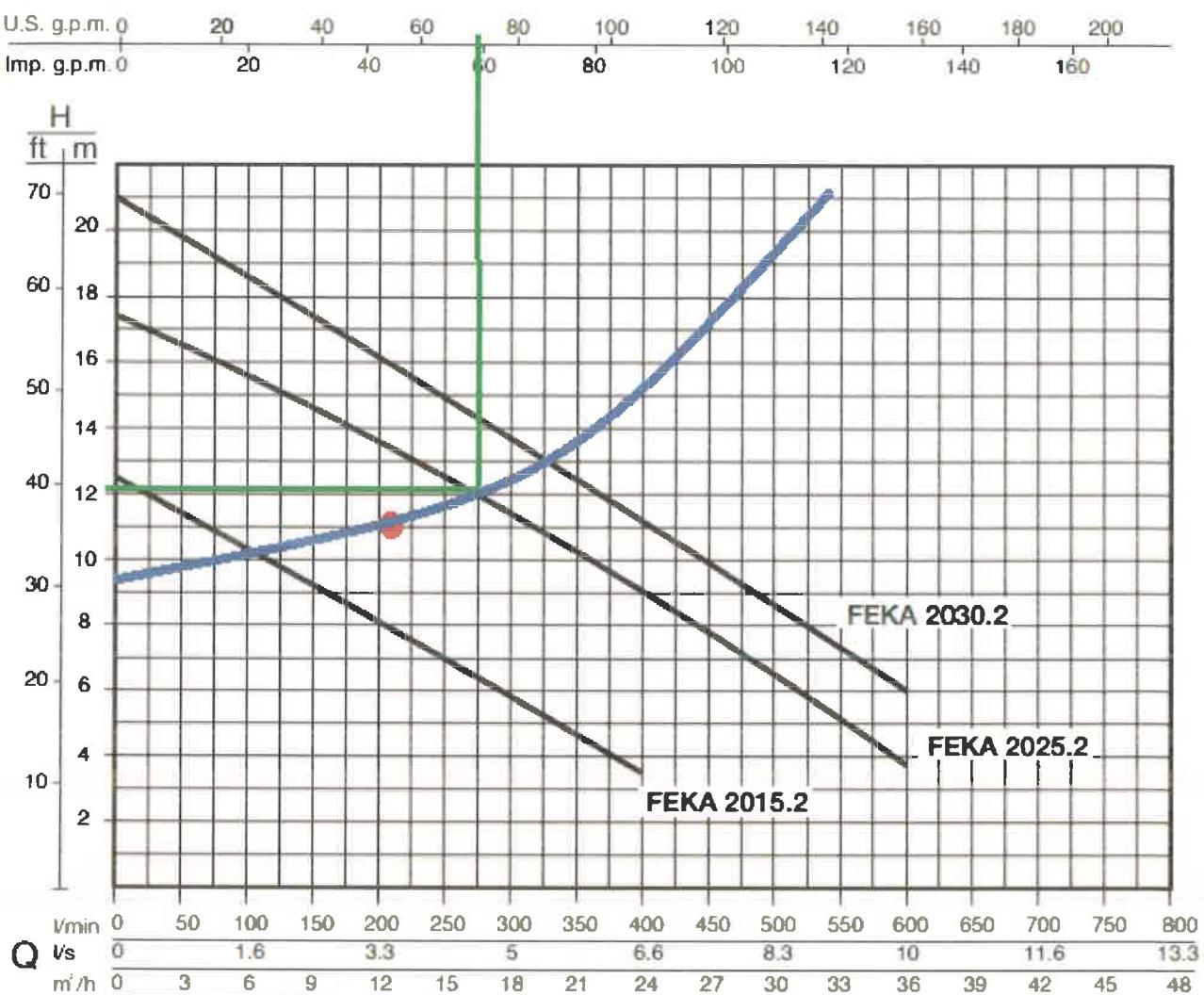
**Instalación** portátil en posición vertical.

Se suministra con brida UNI 1092 PN6.

CUADERNOS  
PÁG. 253-254

ACCESORIOS  
PÁG. 250

| MODELO          | CÓDIGO   | DATOS ELÉCTRICOS |                |           |     |               |     |      |                       | DATOS HIDRÁULICOS |      |      |      |      |     |     |    |
|-----------------|----------|------------------|----------------|-----------|-----|---------------|-----|------|-----------------------|-------------------|------|------|------|------|-----|-----|----|
|                 |          | PASO LIBRE mm    | ALIMENT. 50 Hz | P1 MAX kW |     | P2 NOMINAL kW |     | In A | CONDEN. $\mu\text{F}$ | m³/h              | 0    | 3    | 6    | 12   | 18  | 24  | 36 |
|                 |          |                  |                | H         | A   | H             | A   |      |                       |                   |      |      |      |      |     |     |    |
| FEKA 2015.2 MA  | 60145478 | 42               | 10230 V-       | 1.6       | 5.1 | 1.5           | 8   | 90   | 450                   | 12.5              | 11.5 | 10.5 | 8    | 9.8  | 3.6 |     |    |
| FEKA 2015.2 MMA | 60145479 | 42               | 10230 V-       | 1.6       | 1.1 | 1.5           | 8   | 30   | 450                   | 12.5              | 11.5 | 10.5 | 8    | 9.8  | 3.6 |     |    |
| FEKA 2015.2 TNA | 60145480 | 42               | 31400 V-       | 1.6       | 1.1 | 1.5           | 2.8 | -    | -                     | 12.5              | 11.5 | 10.5 | 8    | 9.8  | 3.6 |     |    |
| FEKA 2025.2 TNA | 60145481 | 42               | 31400 V-       | 2.2       | 1.9 | 2.4           | 4.1 | -    | -                     | 17.5              | 16.5 | 15.6 | 13.6 | 11.6 | 9   | 3.8 |    |
| FEKA 2030.2 TNA | 60145482 | 42               | 31400 V-       | 3.5       | 2.2 | 3             | 5.6 | -    | -                     | 21                | 14.8 | 13.9 | 11.6 | 13.8 | 11  | 5   |    |



El punto de operación real entonces es:

$$Q = 73 \text{ gpm} \text{ y } \text{TDH} = 12.04 \text{ m}$$

Para verificar que la carga por presión no se ve afectada y que la presión de llegada a la cámara de rompimiento no es tan alta, se procede a confirmar el TDH teórico para obtener la presión de llegada y que no sea mayor de 5 psi. La presión de llegada es de 2.56 psi, por lo que se considera satisfactorio.



## Total Dynamic Head (TDH) Calculator

|                                                                      |       |      |                                                                                                                                               |
|----------------------------------------------------------------------|-------|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Flow Rate                                                            | 73    | GPM  |                                                                                                                                               |
| Pipe Diameter                                                        | 4     | inch | Inside diameter                                                                                                                               |
| Pipe Length                                                          | 220   | m    | Total length                                                                                                                                  |
| Differential Elevation                                               | 9.53  | m    | From water drawdown level to highest point in the pipe set up. Water drawdown level is defined as the water level when the pump is turned on. |
| Pipe Material                                                        | PVC   |      |                                                                                                                                               |
| Pressure Tank<br>(Check for Yes) <input checked="" type="checkbox"/> | 2.56  | PSI  |                                                                                                                                               |
| Total Dynamic Head TDH:                                              | 12.04 | m    |                                                                                                                                               |

### CONCLUSIONES

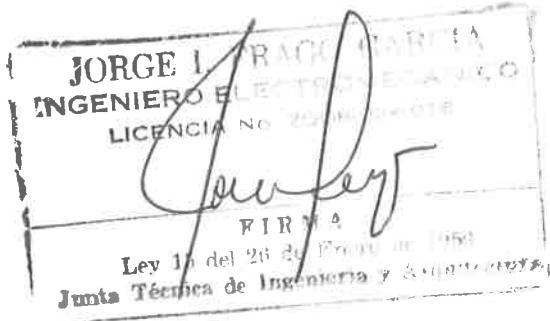
- La bomba está diseñada para el proyecto existente y para el nuevo y se puede mantener
- El peor escenario implica no más de dos ciclos por hora, lo cual es satisfactorio
- La cámara de rompimiento manejará 2.56 psig de carga
- Los valores del punto de operación de la bomba para los 26 lotes existentes y los 117 nuevos son aceptables



# MEMORIA ELECTRICA

Fecha: 1 DE JULIO DE 2022

Diseñado por: Jorge I. Frago G.



## 1. Introducción

El proyecto Residencial Altos de San Pablo consiste en un proyecto tipo residencial con casas unifamiliares. Esta memoria solo toma en cuenta el sistema de bombeo. Se localiza en el Corregimiento de La Arena, distrito de Chitré. El proyecto se encuentra dentro de una finca el cual posee un sistema eléctrico comunal, el sistema de agua potable y el sistema de aguas servidas (aguas negras y pluviales). El proyecto posee todos los servicios sanitarios y eléctricos.

## 2. Cálculos eléctricos.

El diseño eléctrico se realizó siguiendo los parámetros de diseño estipulados en NFPA70 versión 2008 en español.

Los cables dentro del inmueble fueron seleccionados en cobre debido a la práctica indebida de algunos constructores de usar cables de aluminio diferentes a la serie AA-8000 como lo estipula el artículo 310.14 del Handboock de NFPA 70.

Los cables entrando al inmueble provienen de un sistema eléctrico existente dentro del terreno del cual se conectará la residencia. El contratista es responsable de verificar la caída de voltaje que no supere el 3% hasta el tablero. Así mismo, el

contratista se hará responsable de un posible trámite de aumento de carga con la distribuidora correspondiente. Así mismo el contratista debe verificar que se cumpla con los requerimientos eléctricos incluyendo revisar el calibre del conductor y canalización. De todos modos, aquí se revisan de forma teórica la caída de voltaje. La distancia de acometida hasta el IP es de 8 metros.

El cálculo de las caídas de tensión en cables fueron hechos con la calculadora "ElectriCalc Pro de CALCULATED INDUSTRIES", la cual viene con el chip de la versión 2008 del NEC

Se tomó como base del cálculo en acometidas principales una caída no mayor al 2% y para acometidas o circuitos ramales una caída no mayor al 3%, dichas caídas se pueden ver en las cuadros eléctricos correspondientes los cuales forman parte de esta memoria de calculo.

La temperatura base para el diseño de los cables de acometida y ramales es de 75°C.

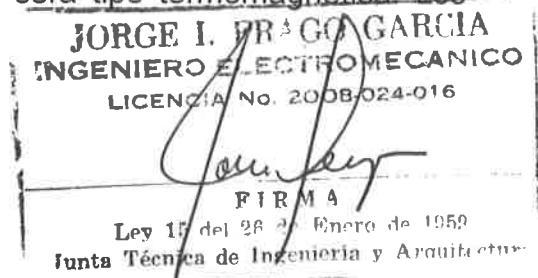
Los calibres de los cables para puesta a tierra fueron basados en la tabla 250.122 del NEC.

La capacidad de interruptores termomagnéticos fueron determinados según la corriente y tipo de la carga instalada y en ningún caso menor a 20amps.

El cable de menor calibre seleccionado para alimentar circuitos ramales de iluminación, tomas generales u otro alimentador en tensiones de 120v o superiores es cable AWG #12 aunque la corriente permita instalar un cable de calibre menor.

La capacidad de corto circuito estimada del sistema será de 14kla y la selección de los cuadros eléctricos es hecha según las tablas "series rating" de Cuttler Hammer para que cumplan la capacidad de corto circuito del sistema.

El proyecto consta de un interruptor principal para servicios generales desde el cual, a través de un IP, distribuye al tablero general principal con un voltaje de contrato de 120/240v monofásicos. El interruptor será tipo termomagnético. Los



elementos discretos y no discretos usarán protecciones termomagnéticas o electrónicas según lo requieran basado en el NEC.

Para el medidor de carga general, los cálculos de carga dieron como resultado una potencia instalada total de 6,300 VA. Se usa un factor conservador de utilización del 100% ya que a plena carga los valores se acercan a los instalados; lo cual produce una potencia demandada equivalente a la de diseño. El sistema (120/240 1F 3H) produce una corriente total de 26.5. Basado en las especificaciones del NEC, la corriente de armadura y rotor bloqueado alcanza los 41.21 Amps totales. Se diseña basado en este valor para evitar disparos no deseados. La protección de entrada se elegirá según requerimientos de la empresa a futuro llegando a un interruptor tripolar con falla a tierra, tipo industrial de 60A/2P termomagnético en caja NEMA3R. El disyuntor incluye protección de falla a tierra (GFCI). Por requerimientos de la norma técnica de Gas Natural Fenosa, la alimentación será compuesta por 3 conductores #6 de aluminio (línea y neutro). El electrodo de tierra equipotencial será #8 produciendo una resistencia esperada de 1.5 ohms para la carga esperada de dissipación.

Para calcular la carga a los tableros se prevé pérdidas no mayores de 3% a los tableros. Usando la corriente corregida y la fórmula de pérdida del Código eléctrico nacional vigente se tiene:

$$I_c = \frac{I_{cond}}{FCT \times FCA}$$



$$C.T. (\%) = \frac{\sqrt{3} I_{nom} D.R. FCC}{10V.FCT}$$

Donde;

Ic: Corriente corregida

I cond: corriente real para conducción

FCT: factor de corrección de temperatura

FCA: factor de corrección por agrupación

C.T.: Caída de tensión en por ciento

D: distancia en metros

R: resistencia de la c.c. en Ohms/Km

FCC: factor de conversión c.c./c.a.

| Nombre de tablero | C.T. (%) | Icc (kla) |
|-------------------|----------|-----------|
| TD                | 1.9568   | 17.65322  |

