TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL SECTOR LOS LIRIOS MUNICIPIO GUAICAIPURO-ESTADO MIRANDA

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela
por el Bachiller:
Orozco O. Daifer S.
para optar al Título
de Ingeniero Mecánico.

Caracas, 2010

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL SECTOR LOS LIRIOS MUNICIPIO GUAICAIPURO-ESTADO MIRANDA

TUTOR ACADÉMICO: Prof. José Luis Perera
TUTOR INDUSTRIAL: Ing. Miguel Salazar.

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela
por el Bachiller:
Orozco O. Daifer S.
para optar al Título
de Ingeniero Mecánico.

Caracas, 2010

Facultad de Ingeniería
INGENIERIA MECÁNICA
Universidad Central de Venezuela
DEPARTAMENTO DE ENERGETICA

Caracas, 05 de noviembre de 2.010

A C T A

Los abajo firmantes, miembros del jurado por el Consejo de Escuela de Ingeniería Mecánica, para evaluar el Trabajo Especial de Grado presentado por los bachilleres:

OROZCO DAIFER

Titulado:

"DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL SECTOR LOS LIRIOS MUNICIPIO GUAICAIPURO-ESTADO MIRANDA"

Consideran que el mismo cumple con los requisitos exigidos por el plan de estudio conducente al Titulo de Ingeniero Mecánico.

Prof. Rodolfo Grullón
Jurado

REPUBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
DPTO. ENERGÉTICA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA

Prof. Juan Ruilova
Jurado

Prof. José Luis Perera
Tutor

"Núcleo de Ingeniería "Armando Mendoza" hacia el 30º Aniversario"

INDICE GENERAL

Índice General
Índice de Tablas
Índice de Figuras
Abreviaturas y Símbolos
Introducción

CAPITULO I. IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA

1.1 Antecedentes de la empresa……..……..……1
1.2 Misión…….……...……..….....2
1.3 Visión……...……...……..……. 2
1.4 Organigrama principal…….…...……3

CAPITULO II. DEFINICIÓN DEL PROYECTO

2.1 Antecedentes…….……...……. 4
2.2 Planteamiento del problema…..…….……....…….5
2.3 Objetivos y alcances……7
2.3.1 Objeto …….…….……8
2.3.2 Objetivo general…….…….……..……8
2.3.3 Objetivo específicos…….……8

CAPITULO III. MARCO TEÓRICO

3.1 Principios de la mecánica de los fluidos aplicados a los sistemas de bombeo y acueductos……...…….…..... 10
3.1.1 Viscosidad de un fluido……..…….…….....10
3.1.2 Densidad de un fluido…….…….….11
3.1.3 Peso específico…….……..……..……..12
3.1.4 Caudal…….……..……12
3.1.5 Ecuación de continuidad…….……...…….. 13
3.1.6 Presión…….……..……..……14
3.1.7 Ecuación de Bernoulli…….……..……..…15
3.1.8 Flujo de fluidos viscosos e inviscidos……..…..….15
3.1.9 Tipos de fluidos…….…….……16
3.1.10 Perdidas de carga en sistemas de tuberías……17
3.1.10.1 Ecuación de Darcy-Weisbach……..……....17
3.1.10.2 Factor de fricción de la ecuación de Darcy-Weisbach…18
3.1.10.3 Ecuación de Hazen-Williams…..…….....19

3.1.10.4 Pérdida de energía localizada……..……20
3.1.10.5 Método de la longitud equivalente……..…….….22
3.1.10.6 Envejecimiento en tuberías que transportan agua…….23
3.1.11 Análisis de Redes en Tuberías……...…….24
3.1.11.1 Método Gráfico……..……..25
3.1.11.2 Método Lineal……..……25
3.1.11.3 Método Hardy-Croos…….……...……..…26
3.1.11.4 Método de Newton-Raphsón……...27
3.2 Periodos de diseño. Factores determinantes..……..……..…..……28
3.2.1 Durabilidad o vida útil de las instalaciones…..……..……....…..28
3.2.2 Facilidad de construcción y posibilidades de ampliación o sustitución…….…29
3.2.3 Rango de valores para el diseño…….…..29
3.2.4.1 Fuentes superficiales……..……30
3.2.4.2 Fuentes subterráneas……..……30
3.2.4.3 Obras de captación…….……30
3.2.4.4 Estaciones de bombeo……...…….…30
3.2.4.5 Líneas de aducción…….…31
3.2.4.6 Plantas de tratamiento……31
3.2.4.7 Estanques de almacenamiento……31
3.2.4.8 Redes de distribución…….……31
3.2.4 Tendencia de crecimiento de la población……...…….32
3.2.4 Método de proyección de población……..…32
3.2.4.1 Método aritmético de crecimiento poblacional...32
3.2.4.2 Método geométrico de crecimiento poblacional..33
3.2.4.3 Método de extrapolación parabólica……34
3.2.4.4 Método de la ecuación compensadora…….……34
3.3 Redes de distribución……...…….……35
3.3.1 Tipos de redes……35
3.3.1.1 Tipo ramificado……...35
3.3.1.2 Tipo Mayado……..……..…36
3.4 Selección del tipo de distribución…….……37
3.5 Estanques de almacenamiento……..……..……37
3.5.1. Tipos de estanques…….……39
3.5.1.1. Conexiones en los estanques……..……..……40
3.5.1.2. Tubería de llegada……..……..……40
3.5.1.3 Tubería de salida……...40

3.5.1.4 Limpiezas o desagües……41
3.5.1.5 Rebose……..41
3.5.1.6 Ventilaciones……..……..41
3.5.1.7 Medidor principal……..……..…41
3.5.2 Capacidad del estanque…….……..……42
3.5.3 Reserva para emergencia por incendios…….....…..…42
3.5.4 Provisión de reserva para cubrir interrupciones por daños en la aducción o en las bombas……..…….…….....….43
3.5.5 Ubicación del estanque……..……..…….……..43
3.6. Sistemas de bombeo……..... 44
3.6.1 Bombas…….…….…… 45
3.6.2 Clasificación de las bombas……..…….…45
3.6.2.1 Bombas de desplazamientos positivo...…….....46
3.6.2.2 Bombas centrifugas…….……..…….…….……46
3.6.2.3 Bombas verticales……48
3.6.3 Altura neta de succión positiva (NPSH)……...…….50
3.6.3.1 NPSH requerido…….……..……51
3.6.3.2 NPSH disponible…….……...……..51
3.7 Golpe de ariete……..…….52
3.8 Cavitación…….……...……..56
3.8.1 Efecto mecánico…… 58
3.8.2 Efecto químico……59
3.8.3 Causas……..……...……59
3.8.4 Consecuencias…….59
3.9 Motores eléctricos……..59
3.9.1 Motor eléctrico de inducción rotor jaula de ardilla…….....60
3.10 Válvulas……..…….……63
3.10.1 Válvulas de compuerta y de mariposa……..……..64
3.10.2 Válvulas de retención……..……...65
3.10.3 Válvulas de globo…….……..66
3.10.4 Válvulas de esfera y de cono…….……67
3.10.5 Ventosas……...…68
3.10.6 Válvula combinada reductora y sostenedora de presión…….……71
3.10.7 Válvula de alivio y anticipadora de golpe de ariete…….……...71
3.10.8 Criterios para seleccionar una válvula…….……..…..…72

CAPITULO IV. MARCO METODOLOGICO.

4.1 Nivel de la metodología……...….73
4.2 División de la metodología……73
4.2.1 Información teórica……..……...73
4.2.2 Características del sector en estudio……..…..…74
4.2.3 Evaluación del sistema actual del Sector Los Lirios……..…..…74
4.2.4 Diseño del sistema de distribución de agua potable…….…....75
4.2.5 Diseño del sistema de bombeo de agua potable…..……..…77
4.2.6 Presentación de la información……...……..…78

CAPITULO V. SITUACIÓN ACTUAL

5.1 Situación actual del Sector Los Lirios…….……79
5.2 Ubicación geográfica del Sector…….……79
5.3 Descripción del sistema……..…..…80
5.3.1 Características de los equipos de bombeo…….…….……83
5.3.2 Topografía del Sector Los Lirios.…….…..84
5.3.3 Distribución de la población……..….93
5.3.4 Problemática del servicio de agua potable en el Sector Los Lirios....96
5.3.5 Estimación de la rugosidad actual de las tuberías…….….97
5.4 Evaluación hidráulica del Sector Los Lirios…….….100
5.4.1 Parámetros cargados al programa…….……..…101
5.4.2 Bombas.…….……101
5.4.3 Tuberías…….……102
5.4.4 Caudal……...…….……..103
5.4.5 Ubicación y descripción de los nodos de consumo……..104
5.4.6 Resultados de la corrida hidráulica…….107

CAPITULO VI. DISEÑO DEL SISTEMA

6.1 Proyección de la población de Los Lirios…….112
6.1.1 Estudio del consumo medio a proyectar……112
6.1.2 Proyección de la población por sectores……115
6.2 Selección de tuberías y accesorios en la distribución……...121
6.2.1 Determinación de los diámetros de los sectores……121
6.2.2 Selección del tipo de tubería…….126
6.2.2.1 Estudio de distribución en la red alta……...126
6.2.2.1.1 Sector Topo de la Cruz……127
6.2.2.1.1.1 Válvula combinada reductora y sostenedora

de presión en la línea principal de distribución de Topo de la Cruz…….……...…….128
6.2.2.1.2 Sector Agua Maluca…….……128
6.2.2.1.3 Sector El Trébol y La Enea…….…….129
6.2.2.1.3.1 Válvulas combinada reductora y sostenedora de presión en el sector La Enea…….……131
6.2.2.1.4 Sector La Laguna…….……132
6.2.2.1.5 Sector Cachicamo…….……133
6.2.2.1.6 Ubicación y selección de ventosas automáticas en la Red Alta…….……..…134

6.2.2.1.7 Análisis del golpe de ariete en la Red Alta Estanque Distribución…….……..135
6.2.2.1.8 Calculo del estanque ubicado en la Red Alta……..140
6.2.2.1.8.1 Dimensiones del nuevo estanque Red Alta..143
6.2.2.2 Estudio de distribución en la Red Baja…….144
6.2.2.2.1 Sector Lirios Parte Alta…….144
6.2.2.2.2 Sector Lirios Parte Baja y Autopista…….....145
6.2.2.2.2.1 Válvula combinada reductora y sostenedora de presión en los Lirios Parte Baja..…….147
6.2.2.2.3 Sector Los Corosos……...148
6.2.2.2.3.1 Válvula combinada reductora y sostenedora de presión en Los Corosos……149
6.2.2.2.4 Sector Lirios Intermedio……..150
6.2.2.2.4.1 Válvula combinada reductora y sostenedora de presión en Los Lirios Intermedio……151
6.2.2.2.5 Ubicación y cálculo de la ventosa automática Red Baja……..152
6.2.2.2.6 Análisis del golpe de ariete en la Red Baja Estanque Distribución……..153
6.2.2.2.7 Calculo del estanque ubicado en la Red Baja……..156
6.2.2.2.7.1 Dimensiones del nuevo estanque Red Alta.159
6.3 Desarrollo del sistema de bombeo…….……..160
6.3.1 Descripción del sistema de bombeo (opción a)…….……161
6.3.2 Criterios básicos de diseño …….……..161
6.3.3 Características del pozo…….……162
6.3.4 Curvas del sistema (opción a)…….…...164

6.3.5 Cálculo de diámetro y velocidad bombeo-estanques……..…..168
6.3.6 Cálculo de perdida en el sistema (opción a)…….…….169
6.3.6.1 Perdidas por fricción en la tubería (opción a)…….….170
6.3.6.2 Cálculo de perdidas por accesorios (opción a)……171
6.3.7 Número de equipos en el sistema de bombeo…….173
6.3.7.1 Configuración de la succión de la estación……..173
6.3.7.2 Configuración de la descarga de la estación……173
6.3.7.2.1 Selección de los equipos (opción a)…….174
6.3.7.2.1.1 Equipo Sumergible…….….174
6.3.7.2.1.2 Equipo Horizontal……...176
6.3.8 Punto de trabajo del sistema (opción a)…….….178
6.3.9 Descripción del sistema de bombeo (opción b)…….….181
6.3.9.1 Curvas del sistema (opción b)……..181
6.3.9.1.1 Cálculo de pérdidas en el sistema (opción b)…182
6.3.9.1.2 Perdidas por fricción en la tubería (opción b)…183
6.3.9.1.3 Cálculo de pérdidas por accesorios (opción b)..183
6.3.9.2 Número de equipos en el sistema de bombeo (opción b).187
6.3.9.3 Selección de los equipos (opción b)…….187
6.3.9.3.1 Equipo sumergible……187
6.3.9.3.2 Equipo horizontal…….186
6.3.10 Punto de trabajo del sistema (opción b)……191
6.4 Estudio del golpe de ariete en es sistema de bombeo-estanque……193
6.4.1 Cálculo del espesor de la tubería……195
6.4.2 Válvula de alivio y anticipadora de golpe de ariete……197

CAPITULO VII. RESULTADOS DE LA SIMULACION HIDRAULICA

7.1 Demanda de los nodos y dimensión de los estanques de consumo…….200
7.2 Red Baja …….201
7.2.1 Nivel del estanque de la Red Baja……201
7.2.2 Línea principal de distribución de la Red Baja……202
7.2.3 Sector Lirios Parte Alta……203
7.2.4 Lirios Intermedio……..207
7.2.5 Sector los Lirios Parte Baja……209
7.2.6 Sector Autopista……...211
7.2.7 Sector Los Corosos……...213
7.3 Red Alta……...215
7.3.1 Nivel del estanque de la Red Alta ……...215
7.3.2 Línea principal de distribución de la Red Alta…….216
7.3.3 Topo de la Cruz…….…….217

7.3.4 Agua Maluca…….…….219
7.3.5 El Trébol & La Enea……..221
7.3.6 La Laguna……..…224
7.3.7 Cachicamo…….226
7.4 Velocidades en los sectores para los dos escenarios 2017 / 2035……...228

CAPITULO VIII. COMPUTOS METRICOS

8.1 Tubería Principal de la Red Alta……...231
8.2 Topo de la Cruz…..……233
8.3 Agua Maluca…….235
8.4 La Laguna…….237
8.5 Cachicamo…….239
8.6 El Trébol……241
8.7 La Enea…….243
8.8 Tubería Principal de la Red Baja…….245
8.9 Lirios Parte Alta……247
8.10 Vía el Tanque……..249
8.11 Los Lirios Intermedio…….251
8.12 Lirios Parte Baja……..253
8.13 Sector Autopista……..255
8.14 Los Corosos…….257
8.15 Mejoramiento de La Línea de Bombeo……259

CAPITULO IX. ANÁLISIS DE RESULTADOS

9.1 Situación actual del sistema de distribución…….261
9.2 Distribución de la población…….261
9.3 Sistema de distribución propuesto……263
9.3.1. Estanques……..263
9.3.2 Tuberías de distribución…….264
9.4 Mejoramiento del los ciclos de servicio……265
9.5 Dotación por vivienda……...267
9.6 Pozo Los Lirios…….....268
9.7 Sistema de bombeo……...269
9.7.1 Opción a…….269
9.7.1 Opción b……..…270
9.7.1 Opción c…….271
9.7.4 Bomba sumergible……..272
9.8 Costo aproximado de la Obra……272

CAPITULO X. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Recomendaciones……274
Conclusiones……276
Bibliografía……..277
Anexos A…….280
Anexos B…….294
Anexos C. Planos constructivos de empalme y trazado de tuberías
Plano Nº 1. Mejoramiento de la Línea de Bombeo
Plano Nº 2 El Trébol La Enea, La Laguna, Cachicamo
Plano Nº 3 Topo de la Cruz, Agua Maluca
Plano Nº 4 Lirios Parte Alta
Plano Nº 5 Lirios Intermedio
Plano Nº 6 Los Corosos, Lirios Parte Baja, Autopista

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. (1.1) Organigrama de Hidrocapital…….3
Fig. (3.1) Perfiles de los fluidos……..…….....17
Fig. (3.2) Rugosidad en tubería con muchos años de servicio…….…..……....23
Fig. (3.3) Esquema de una red ramificada…….…….…..….36
Fig. (3.4) Esquema mallado externo……..…….……..36
Fig. (3.5) Esquema mallado interno…….…….....36
Fig. (3.6) Esquema de tipos de estanques……..…….…..….39
Fig. (3.7) Presiones mínimas de distribución & Demanda máxima horaria…….44
Fig. (3.8) Sistema de succión positiva y negativa……45
Fig. (3.9) Bomba Centrifuga Multietapa……..…...…….47
Fig. (3.10) Arreglo Electro-sumergido.…….…....49
Fig. (3.11) Arreglo Superficial…….…...49
Fig. (3.12) Fuente: Parmakian, J., (1955), Waterhammer analysis…….….55
Fig. (3.13) Distribución de presiones en el rodete de una bomba centrifuga…..….57
Fig. (3.14) Proceso de erosión en los alabes de la bomba……..…..…..58
Fig. (3.15) Esquema del diagrama de flujo de motor trifásico inducción……61
Fig. (3.16) Factor de potencia……..……62
Fig. (3.17) Válvula de compuerta típica, de operación manual……65
Fig. (3.18) Válvulas de retención típica……65
Fig. (3.19) Válvula de globo típica de operación manual…….…66
Fig. (3.20) Instalación típica de una válvula de control de nivel en un estanque.…67
Fig. (3.21) Partes de una válvula de expulsión de aire…….……69
Fig. (3.22) Partes de una válvula de admisión y expulsión de aire…….…….70
Fig. (3.23) Grafico para la selección de diámetro de la ventosa…….…….71
Fig. (3.24) Válvula combinada Reductora y sostenedora de presión…….…..71
Fig. (3.25) Válvula de alivio y anticipadora de golpe de ariete…….…..72
Fig. (5.1) Foto aérea del sector Los Lirios (año 2003)…….……80
Fig. (5.2) Perfil topográfico del sistema Los Lirios……..……81
Fig. (5.3) Diagrama de Distribución del sector Los Lirios……..….82
Fig. (5.4) Configuración del sistema de bombeo del pozo Los Lirios……..……84
Fig. (5.5) Diagrama de los sectores de la Comunidad de Los Lirios……..…..85
Fig. (5.6) Perfil Topográfico de la Calle Principal de los Lirios…….…….86
Fig. (5.7) Perfil Topográfico del Sector la Enea……..87
Fig. (5.8) Perfil Topográfico del Sector La Laguna…….……88
Fig. (5.9) Perfil Topográfico del Sector Cachicamo…….……88
Fig. (5.10) Perfil Topográfico del Sector Topo de la Cruz……..…….89
Fig. (5.11) Perfil Topográfico del Sector Agua Maluca……..…….90
Fig. (5.12) Perfil Topográfico del Sector Vía el Tanque……..……90

Fig. (5.13) Perfil Topográfico del Sector Lirios Intermedio……..…91
Fig. (5.14) Perfil Topográfico del Sector Lirios Parte Baja……...92
Fig. (5.15) Perfil Topográfico del Sector Los Corosos……..…92
Fig. (5.16) Perfil Topográfico del Sector Autopista……..93
Fig. (5.17) Configuración de la Bomba Sumergible……101
Fig. (5.18) Configuración de la Bomba Horizontal…….102
Fig. (5.19) Ejemplo configuración tubería aducción principal……103
Fig. (5.20) Esquema de las tomas domiciliarias……105
Fig. (5.21) Distribución de Caudales en Relación a los Porcentajes……106
Fig. (5.22) Esquema de la corrida hidráulica de la situación actual Los Lirios…107
Fig. (5.23) Tiempo de Llenado del Sector Autopista……..108
Fig. (5.24) Tiempo de Llenado de los Lirios Parte Alta……..109
Fig. (5.25) Tiempo de llenado del Sector Topo de la Cruz……..110
Fig.(5.26) Tiempo de llenado del Sector Agua Maluca……111
Fig. (6.1) Esquema de diámetros de la Red Alta de Los Lirios……125
Fig. (6.2) Esquema de diámetros de la Red Baja de Los Lirios…….125
Fig. (6.3) Diagrama de distribución de Topo de la Cruz……127
Fig. (6.4) Diagrama de distribución de Agua Maluca……129
Fig. (6.5) Diagrama de distribución de El Trébol y La Enea…….130
Fig. (6.6) Diagrama de distribución el sector La Laguna……...132
Fig. (6.7) Diagrama de distribución del Sector Cachicamo……133
Fig. (6.8) Representación gráfica de la variación horaria de la Red Alta……..141
Fig. (6.9) Diagrama de distribución de Los Lirios Parte Alta……...144
Fig. (6.10) Diagrama de distribución sector Vía el Tanque……..145
Fig. (6.11) Diagrama de distribución sector Lirios Parte Baja y Autopista…….146
Fig. (6.12) Diagrama de distribución sector Los Corosos……148
Fig. (6.13) Diagrama de distribución de sector Los Lirios Intermedio…….150
Fig. (6.14) Representación gráfica de la variación horaria de la Red Baja……157
Fig. (6.15) Diagrama del estudio de sistema de bombeo Los Lirios……..160
Fig. (6.16) Características físicas del Pozo Los Lirios……...163
Fig. (6.17) Curvas del sistema (opción a)……..168
Fig. (6.18) Contracción Gradual……171
Fig. (6.19) Curvas del sistema de Bombeo (opción a)……..180
Fig. (6.20) Curvas del sistema (opción b)…….186
Fig. (6.21) Curvas del sistema de Bombeo (opción b)……..191
Fig. (7.1) Nivel del estanque Red Baja inicialmente lleno 2017 (0 a 48 hrs)……201
Fig. (7.2) Nivel del estanque Red Baja inicialmente lleno 2017 (48 a 96 hrs)…..201
Fig. (7.3) Nivel del estanque Red Baja inicialmente lleno 2035……202
Fig. (7.4) Perfil de presiones & Distribución inactiva-Línea Principal Red Baja..202
Fig. (7.5) Perfil de presiones & Distribución activa-Línea Principal Red Baja….203

Fig. (7.6) Perfil de presiones & Estanques inactivos-Lirios Parte Alta……203
Fig. (7.7) Perfil de presiones & Estanques activos-Lirios Parte Alta……204
Fig. (7.8) Tiempo de llenado del sector los Lirios parte Alta 2017……204
Fig. (7.9) Tiempo de llenado del sector los Lirios parte Alta 2035……205
Fig. (7.10) Perfil de presiones & Estanques inactivos-Vía El Tanque……205
Fig. (7.11) Perfil de presiones & Estanques activos-Vía El Tanque……..206
Fig. (7.12) Tiempo de llenado de la Vía El Tanque 2017……..206
Fig. (7.13) Tiempo de llenado de la Vía El Tanque 2035……..207
Fig. (7.14) Perfil de presiones & Estanques activos-Lirios Intermedio……..207
Fig. (7.15) Perfil de presiones & Estanques inactivos-Lirios Intermedio……..208
Fig. (7.16) Tiempo de llenado de los Lirios Intermedio 2017……208
Fig.(7.17) Tiempo de llenado de los Lirios Intermedio 2035…….209
Fig. (7.18) Perfil de presiones & Estanques activos-Lirios Parte Baja……209
Fig. (7.19) Perfil de presiones & Estanques inactivos-Lirios Parte Baja……210
Fig.(7.20) Tiempo de llenado de los Lirios Parte Baja 2017……..210
Fig. (7.21) Tiempo de llenado de los Lirios Parte Baja 2035…….211
Fig. (7.22) Perfil de presiones & Estanques activos-Autopista……..211
Fig. (7.23) Perfil de presiones & Estanques inactivos-Autopista……212
Fig. (7.24) Tiempo de llenado del sector Autopista 2017……212
Fig. (7.25) Tiempo de llenado del sector Autopista 2035……213
Fig. (7.26) Perfil de presiones & Estanques activos-Corosos……..213
Fig. (7.27) Perfil de presiones & Estanques inactivos-Corosos……..214
Fig. (7.28) Tiempo de llenado del sector Los Corosos 2017……..214
Fig. (7.29) Tiempo de llenado del sector Los Corosos 2035……..215
Fig. (7.30) Nivel del estanque Red Alta inicialmente lleno 2017 (96 a 144 hrs)…215
Fig. (7.31) Nivel del estanque Red Alta inicialmente lleno 2035……..216
Fig. (7.32) Perfil de presiones & Distribución activa-Línea Principal Red Alta…216
Fig. (7.33) Perfil de presiones & Distribución inactiva-Línea Principal Red Alta.217
Fig. (7.34) Perfil de presiones & Estanques activos-Topo de la Cruz……217
Fig. (7.35) Perfil de presiones & Estanques inactivos-Topo de la Cruz…….218
Fig. (7.36) Tiempo de llenado del sector Topo de la Cruz 2017…….218
Fig. (7.37) Tiempo de llenado del sector Topo de la Cruz 2035…….219
Fig. (7.38) Perfil de presiones & Estanques activos-Agua Maluca…….219
Fig. (7.39) Perfil de presiones & Estanques inactivos-Agua Maluca……..220
Fig. (7.40) Tiempo de llenado del sector Agua Maluca 2017…….220
Fig. (7.41) Tiempo de llenado del sector Agua Maluca 2035…….221
Fig. (7.42) Perfil de presiones & Estanques inactivos-Trébol & Enea……221
Fig. (7.43) Perfil de presiones & Estanques activos-Trébol & Enea……222
Fig.(7.44) Tiempo de llenado del sector El Trébol 2017……222

Fig.(7.45) Tiempo de llenado del sector El Trébol 2035…….223
Fig.(7.46) Tiempo de llenado del sector La Enea 2017……223
Fig. (7.47) Tiempo de llenado del sector La Enea 2035……..224
Fig. (7.48) Perfil de presiones & Estanques inactivos-La Laguna……224
Fig. (7.49) Perfil de presiones & Estanques activos-La Laguna……...225
Fig. (7.50) Tiempo de llenado del sector La Laguna 2017……225
Fig. (7.51) Tiempo de llenado del sector La Laguna 2035……226
Fig. (7.52) Perfil de presiones & Estanques activos-Cachicamo……...226
Fig. (7.53) Perfil de presiones & Estanques inactivos-Cachicamo……...227
Fig. (7.54) Tiempo de llenado del sector Cachicamo 2017……..227
Fig. (7.55) Tiempo de llenado del sector Cachicamo 2035…….228
Fig. (7.56) Configuración de la simulación hidráulica en WaterGEMS para el 2035……229
Fig. (9.1) Distribución de la población Los Lirios porcentualmente……262
Fig. (9.2) Distribución propuesta en Los Lirios en el nuevo diseño…….266
Fig. (9.3) Curva de eficiencia de la bomba WK 40/7. Marca KSB…….…….269
Fig. (9.4) Curva de eficiencia de la bomba WK 50/5. Marca KSB…….…….270
Fig. (9.5) Curva de eficiencia de la bomba WK 40/7. Marca KSB……..271
Fig. (9.6) Curva de la bomba sumergible 5CLC 110 GPM. Marca Gould Pumps…272

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla (2.1) Distribución actual del sector Los Lirios……..6
Tabla (3.1). Coeficientes de Hazen – Williams……..20
Tabla (3.2). Coeficientes de la formula de Colebrook y White……..…24
Tabla (5.1) Calle Principal Los Lirios……...86
Tabla (5.2) Sector la Enea……..…87
Tabla (5.3) Sector La Laguna……87
Tabla (5.4) Sector Cachicamo……..….88
Tabla (5.5) Topo de la Cruz……..89
Tabla (5.6) Agua Maluca……..89
Tabla (5.7) Vía el Tanque…….90
Tabla (5.8) Lirios Intermedio……91
Tabla (5.9) Lirios Parte Baja…….91
Tabla (5.10) Los Corosos……..92
Tabla (5.11) Sector Autopista……..93
Tabla (5.12) Censo del Sector Los Lirios por calles o Sub-sectores……96
Tabla (5.13) Resumen Análisis del Agua (E/B)……...99
Tabla (5.14) Población, demanda y tuberías de distribución por sector……104
Tabla (5.15) Consumo horario en relación al porcentaje del Qm……..106
Tabla (5.16) Comportamiento del lado Este de Los Lirios…….106
Tabla (5.17) Comportamiento de lado Oeste del Sector Los Lirios……110
Tabla (6.1) Consumo mínimos permisibles bajo norma INOS……..113
Tabla (6.2) Los Lirios con un consumo medio de 2000 Lts/casa/día…….114
Tabla (6.3) Los Lirios con un consumo medio de 1500 Lts/casa/día…….114
Tabla (6.4) Los Lirios con un consumo medio de 1000 Lts/casa/día…….115
Tabla (6.5) Proyección de la población Los Lirios por sectores 2010-2017..117
Tabla (6.6) Proyección de la población Los Lirios por sectores 2018-2035..118
Tabla (6.7) Caudales medios demandados por la población 2035…….120
Tabla (6.8) Variación horaria de consumo de Red Alta de Los Lirios……...141
Tabla (6.9) Comparativa entre el caudal bombeado
y el requerido de la Red Alta……..142
Tabla (6.10) Variación horaria de consumo de Red Baja de Los Lirios……157
Tabla (6.11) Comparativa entre el caudal bombeado
y el requerido de la Red Baja……158
Tabla (6.12) Características del pozo Quebrada Maitana……..162
Tabla (6.13) Propiedades del agua en Quebrada Maitana……163
Tabla (6.14) Parámetros de operación de los diferentes tramos……166
Tabla (6.15) Datos de H vs L/s de los tramos de sistema……..167

Tabla (6.16). Opciones de diámetros económicos por Bresse……..….168
Tabla (6.17). Perdidas por accesorios hasta el tramo BRB……...172
Tabla (6.18). Perdidas por accesorios hasta el tramo BRA…….…….173
Tabla (6.19). Ecuaciones del sistema (opción a)……...…...178
Tabla (6.20). Datos de las ecuaciones del sistema (opción a)……...……....179
Tabla (6.21). Puntos de Operación (opción a)…….....…..180
Tabla (6.22) Perdidas por accesorios del tramo BP (opción b)…….…..…..184
Tabla (6.23) Perdidas por accesorios del tramo BRA (opción b)……...…184
Tabla (6.24) Parámetros BP & BRB (opción b)…….……..……185
Tabla (6.25) Parámetros BP (opción b)……...….185
Tabla (6.26) Parámetros BRA (opción b)…….....186
Tabla (6.27). Ecuaciones del sistema (opción b)……...191
Tabla (6.28). Puntos de Operación (opción b)……..192
Tabla (6.29). Puntos de Operación bombeo (opción a)
& curvas del sistema (opción b)……..…192
Tabla (7.1) Configuración de los nodos de consumo para 2017…….….200
Tabla (7.2) Configuración de los nodos de consumo para 2035…….….200
Tabla (7.3) Velocidades en la Red Baja para el 2017 y 2035……..228
Tabla (7.4) Velocidades en la Red Alta para el 2017 y 2035……..229
Tabla (9.1) Distribución de la población Los Lirios porcentualmente……262
Tabla (9.2) Ciclos de servicio arrogado por el nuevo diseño en su
Primera Etapa…….…….....266
Tabla (9.3) Dotaciones por vivienda sistema actual y el propuesto…….....267
Tabla (9.4) Producción de los pozos en sistema panamericano mayo 2010...268
Tabla (9.5) Resumen cómputos métricos arrogados por el proyecto……..273

SIMBOLOS

Q	Caudal
Qd	Caudal de Diseño
Qm	Caudal medio
V	Velocidad del flujo
A	Área de la sección
Re	Número de Reynolds
g	Gravedad
hf	Perdidas por fricción
f	Coeficiente de fricción
Din	Diámetro interno de la tubería.
DN	Diámetro Nominal
t	Tiempo
Pi	Población del último censo realizado
Ty	Periodo de tiempo para el cual se realizará la proyección.
Cp	Promedio anual de crecimiento de población
Pf	Población futura.
ty	Periodo de tiempo, para el cual se realizara la proyección.
R	Índice de crecimiento
Em	Emigraciones durante el periodo de tiempo seleccionado.
Im	Inmigraciones durante el periodo de tiempo seleccionado.
N	Taza de natalidad durante el periodo de tiempo seleccionado.
pv	Presión de succión de vapor
Hfs	Perdidas en la sección.
hc	Altura de colocación.
hcmax	Altura de colocación máxima
NPSH disponible	Altura de succión neta disponible
NPSH requerido	Altura de succión neta requerida
H	Altura piezometrica

Ho	Altura total
K	Modulo de elasticidad del Fluido.
D	Diámetro tubería.
E	Modulo de Young`s para el material de la tubería
Ev	Modulo de Elasticidad Volumétrico del agua
e	Espesor de la tubería.
c	Modulo de Fijación.
Tc	Tiempo de cierre
H_{max}	Máxima Presión
H_{min}	Mínima Presión
a	Celeridad de la Onda
Pe	Potencia eléctrica
V_L	Tensión de línea
I_L	Corriente de línea

LETRAS GRIEGAS

ρ	Densidad
μ	Viscosidad Absoluta
τ	Periodo de la Onda
γ	Gravedad especifica del fluido
Δy	Intervalo de tiempo trascurrido entre los dos censos.
α	Rata de incremento de la rugosidad por año
ε	Rugosidad inicial
εt	Rugosidad incrementada
ν	Viscosidad cinemática.

ABREVIATURAS

PCAS	Pies cúbicos de aire por segundo.
BRB	Bombeo del tramo de la Red Baja
BRA	Bombeo del tramo de la Red Alta
BP	Bombeo del tramo Principal
BP & BRB	Bombeo directo hacia el estanque de la Red Baja
BP & BRA	Bombeo directo hacia el estanque de la Red Alta
CH - #	Punto o nodo del Sector Cachicamo
AM - #	Punto o nodo del Sector Agua Maluca
TC - #	Punto o nodo del Sector Topo de la Cruz
E - #	Punto o nodo del Sector La Enea
L - #	Punto o nodo del Sector La Laguna
I - #	Punto o nodo del Sector Lirios Intermedio
C - #	Punto o nodo del Sector Los Corosos
VT - #	Punto o nodo del Sector Vía el Tanque
A - #	Punto o nodo del Sector Autopista
PA - #	Punto o nodo del Sector Lirios Parte Alta
B - #	Punto o nodo del Sector Lirios Parte Baja
PR - #	Punto o nodo de la Calle Principal de Los Lirios
m.s.n.m.	Metros sobre el Nivel del Mar
m.c.a.	Metros de columna de agua
mg/L	Miligramos por litro
Lts/dia/casa	Litros diarios por casa
Lts/pers/día	Litros por persona diarios
P.E.A.D	Polietileno Alta Densidad

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de este trabajo especial de grado tiene como finalidad diseñar un nuevo sistema de abastecimiento de agua potable para el Sector Los Lirios Municipio Guaicaipuro Estado Miranda.

Este Proyecto inicia con la formalización del sistema de agua potable hacia la comunidad ya que por parte de la empresa HIDROCAPITAL no existe ningún tipo de planos del sector sobre ubicación de tuberías y válvulas de sectorización, tampoco se conoce los niveles de consumo de la población ni la cantidad de viviendas o personas del Sector. Debido a que el sistema cuenta con una antigüedad de unos 40 años aproximadamente que sumado al descontrolado crecimiento de la población, realización de tomas ilegales y ampliaciones al acueducto sin ningún tipo de asesoría técnica o calificada trajo como consecuencia un total desorden en el suministro de agua.

El diseño parte de la recolección de la data para determinar la población a abastecer y su entorno, como lo son los Consejos Comunales, calles que conforman el sector, su topografía, el número de viviendas y ubicar los sitios más críticos de consumo de agua potable. La evaluación del Sector Los Lirios será de gran importancia para poder establecer un nuevo diseño tomando en consideración las desventajas que posee el actual sistema.

De la data recogida se procederá a proyectar la población futura, de acuerdo a las norma INOS se establecerá una dotación por vivienda para el establecer el nuevo diseño del sistema que comprende un periodo de 25 años. Partiendo de allí, se establecerán criterios para la selección de diámetros y redes de distribución de agua potable, la incorporación de válvulas y accesorios para un funcionamiento optimo del

sistema y así poder establecer nuevos ciclos de servicio que vengan a mejorar sustancialmente la calidad de vida de los habitantes del sector en una primera etapa, ya que actualmente poseen ciclos de servicio de 16 lo que trae como consecuencia una disminución considerable de la calidad de vida de las personas del Sector Los Lirios.

Este proyecto nace de las constantes quejas que presenta la comunidad hacia empresa Hidrocapital y en el Ministerio del Ambiente, para buscar soluciones a esta gran problemática.

Cabe destacar que el sistema de bombeo parte de las limitaciones del caudal aportado por el pozo actual de Los Lirios ubicado en la Quebrada Maitana con una altura de 564 m.s.n.m. y el caudal aportado es de 8 Lts/s, Este sistema se estudia ubicando el punto de operación mas eficiente de los equipos y estén siempre bajo las condiciones de producción del pozo y cumplan con nuestra propuesta en el sistema de distribución de Los Lirios.

Todo el proyecto luego de los cálculos, criterios y análisis respectivos serán cargados en un programa se simulación hidráulica llamado WaterGEMS para así poder prevenir futuros problemas en el sistema de distribución comprobar rango de presiones y tiempos de llenado en los distintos subsectores, para luego presentar a las comunidades afectadas la nuevas propuestas con sus planos constructivos y respectivos cómputos métricos para realizar el proyecto por cada sub-sector.

En este diseño los resultados obtenidos son teóricos y el tiempo requerido para el desarrollo del proyecto es de 16 semanas como mínimo tiempo establecido por la empresa HIDROCAPITAL.

CAPÍTULO I

IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA

1.1 ANTECEDENTES DE LA EMPRESA

En 1943, el presidente de la república, Isaías Medina Angarita, inaugura el Instituto Nacional de Obras Sanitarias (INOS), organismo de carácter público que asumía la histórica responsabilidad de hacer eficiente la prestación del servicio de agua potable en las zonas urbanas de todo el país.

El INOS planificaba el uso del recurso de agua potable en función del posible crecimiento poblacional de las regiones de Venezuela, y por si fuera poco, regulaba, prestaba el servicio y además construía la infraestructura necesaria.

En sus primeros 30 años, el INOS realizó todas estas tareas de forma magistral. El rol estelar que cumplió la gestión del agua y el nivel de excelencia alcanzado ubicó a nuestro instituto durante décadas como el mejor de Latinoamérica, y uno de los mejores del mundo.

Durante el año 1990, debido a las malas administraciones anteriores, el estado venezolano comienza el proceso de reestructuración y liquidación del INOS, al tiempo que desconcentra el servicio de agua con la creación de las empresas hidrológicas regionales.

Estas empresas, incluyendo a HIDROCAPITAL, se convierten en responsables de la operación y administración del servicio de agua en cada región del país, bajo los lineamientos de HIDROVEN.

HIDROCAPITAL es la empresa hidrológica de la región Capital. Desde su fundación, el 11 de abril de 1991, es la encargada de administrar, operar, mantener, ampliar y rehabilitar los sistemas de distribución de agua potable, sus sistemas de recolección y disposición y los sistemas de recolección de aguas servidas, en el Distrito Capital y en los Estados Miranda y Vargas.

HIDROCAPITAL opera como una empresa adscrita al Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales, bajo los lineamientos de HIDROVEN, la casa matriz del sector agua potable y saneamiento.

1.2 MISIÓN

Es una empresa de servicio público, comprometida en prestar a sus clientes un servicio de alta calidad en agua potable y saneamiento mediante un modelo de gestión sustentable.

1.3 VISIÓN

HIDROCAPITAL será una empresa exitosa de ámbito municipal, financieramente sustentable, con una imagen reconocida nacional e internacionalmente por sus innovaciones tecnológicas, talento humano y una positiva incidencia en los clientes, a partir de los estándares logrados en los servicios que presta.

1.4 ORGANIGRAMA PRINCIPAL

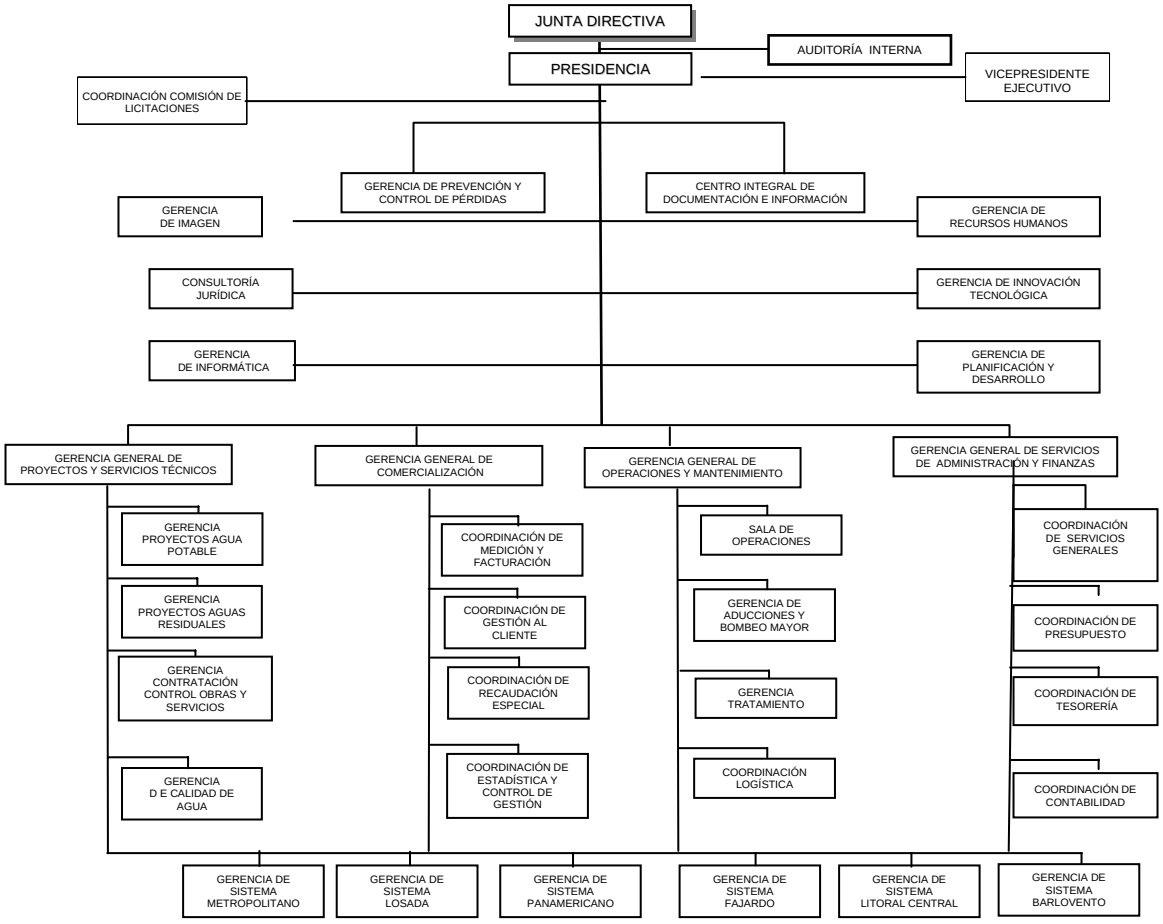


Fig. (1.1) Organigrama de Hidrocapital

CAPÍTULO II

DEFINICIÓN DEL PROYECTO

2.1 ANTECEDENTES

El Sector Los Lirios es uno de los muchos sectores que conforman el Municipio Guaicaipuro del Estado Miranda, se encuentra ubicado en la parroquia Paracotos de la Autopista Regional del Centro en el Km 40, los sectores que conforman esta parroquia son abastecidos por pozos profundos que son administrados y mantenidos por la empresa HIDROCAPITAL del Sistema Panamericano. El sistema de abastecimiento del Sector Los Lirios ha disminuido en gran medida su capacidad de abastecimiento ya que cuenta con una antigüedad de unos 40 años de servicio, y la población de la zona ha crecido desorganizadamente, es por esto que presenta muchos problemas de distribución y abastecimiento del recurso de agua potable, por tal circunstancia la empresa se ve en la necesidad de desarrollar un nuevo sistema de abastecimiento para ejecutarlo lo más pronto posible, para satisfacer la demanda. Una de las grandes problemáticas que tiene este sector es que sus ciclos de abastecimiento han ido extendiéndose con el pasar de los años hasta el punto que, actualmente poseen ciclos de servicio de 16 días, lo cual es inaceptable para un buen desarrollo y una mejor calidad de vida para las personas que allí habitan, debido a esta situación, la prioridad de este proyecto es la de disminuir los ciclos de servicio lo máximo y eficientemente posible, para así mejorar la calidad de vida del Sector Los Lirios.

2.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La condición actual del servicio de agua potable del Sector Los Lirios es deficiente e irregular, ya que posee amplios ciclos de abastecimiento, lo cual es evidenciado por los continuos reclamos y protestas realizados por parte de la comunidad del sector, que exige una mejora en el servicio.

Considerando que el agua potable es esencial e imprescindible para la vida y es mucho más que un bien, que un recurso, que una mercancía, es concretamente un derecho humano de primer orden y un elemento esencial de la propia soberanía nacional ya que, muy probablemente, quien controle el agua controlará la economía y toda la vida en un futuro no tan lejano.

Los esfuerzos del hombre por mejorar el medio ambiente en el que habita y elevar su calidad de vida, dependen entonces, de la disponibilidad de agua, existiendo una estrecha correlación esencial entre la calidad del agua y la salud pública, entre la posibilidad de acceder al agua y el nivel de higiene y entre la abundancia del agua y el crecimiento económico y turístico.

La red actual de distribución del Sector Los Lirios tiene aproximadamente unos cuarenta años de antigüedad, instalada por HIDROCAPITAL y debido al crecimiento descontrolado de la población a modificaciones y ampliaciones de la red original por parte de la comunidad sin ningún tipo de asesoría calificada por la empresa ó algún otro ente competente, posee fallas de distribución y suministro.

El Sector Los Lirios está conformado por 606 viviendas, las cuales son abastecidas por una fuente subterránea con una cota de 564 m.s.n.m de la cual se extrae el agua mediante dos bombas en serie, una sumergible de 7.5 HP y otra horizontal de 50 HP de 5 etapas, esta estación bombea directamente hasta la cota del

estanque que esta situado a 808 m.s.n.m con una capacidad de 100 m^3, en este punto se encuentra un by-pass y se distribuye a todos los sub-sectores por bombeo directo contra la red mediante maniobras de sectorización. Cada sub-sector está conformado de la siguiente manera.

Sub-Sector	Cota (m.s.n.m)	∆ Cota	Nº Viviendas	Longitud (m)	DN (in)
Cachicamo	755	-25	25	280	2
La Laguna	758	-12	43	860	2,5
Trébol	758	0	20	460	2
Topo de la Cruz	788	42	31	766	2
Enea	564	194	35	2360	2
Agua Maluca	785	-34	49	339	2
Lirios Parte Alta	758	20 / -13	50	1195	3
Vía Tanque	765	43	20	296	2
Lirios Intermedio	755	-59	112	1177	2
Lirios Parte Baja	745	-39	49	826	2
Autopista	708	-30	56	265	2
Los Corosos	710	-47	116	806	2

Tabla (2.1) Distribución actual del sector Los Lirios

El material de las tuberías que posee el sistema son de HG y algunas mejoras recientes se realizaron en P.E.A.D. La sectorización del suministro se realiza mediante válvulas de cierre rápido. Cabe destacar que a la población se le entrega el suministro de agua sin medidores domiciliarios.

De acuerdo a los graves problemas que presenta esta comunidad y la gran cantidad de personas que se ven afectadas la empresa HIDROCAPITAL tiene la necesidad de diseñar un nuevo sistema de abastecimiento para cubrir las demandas actuales del servicio y proyectar el nuevo sistema para unos 25 años.

2.3 OBJETIVOS Y ALCANCES

Dentro de las principales limitantes se destaca que el proyecto se plantea como un diseño y los resultados de las propuestas son teóricos. El tiempo requerido para el desarrollo del proyecto es de 16 semanas (período semestral) como mínimo, esto fue establecido por la empresa HIDROCAPITAL. En el desarrollo del proyecto se emplean los resultados, ecuaciones, y gráficos de estudios ya realizados, esto es, no se demostrarán la veracidad de las ecuaciones aplicadas según la bibliografía, por lo que su uso será de forma directa adaptado a los criterios establecidos para el desarrollo del proyecto. Adicionalmente, la información requerida en campo será detallada únicamente en el sector en estudio por lo que la información adicional de otros sectores que influyan en el primero pasará a segundo plano, esto debido a lo amplio del sistema y un detalle de los sectores de segundo plano extendería considerablemente el tiempo del proyecto.

El alcance principal del proyecto es poder cumplir con la necesidad de la población afectada en materia de suministro de agua potable, para lo cual se debe poder desarrollar principalmente un censo del Sector Los Lirios, para luego en la etapa de elaboración del diseño poder proyectar con gran precisión la población y así poder conseguir los caudales futuros necesarios para un buen diseño que perdure en el tiempo. Un aspecto importante es conseguir la calidad del agua y su estado físico-químico para así dimensionar correctamente las tuberías y poder predecir el envejecimiento y garantizar un adecuado suministro de agua. El desarrollo y simulación de las propuestas planteadas en el diseño van a ser corridas en un software que posee la empresa HIDROCAPITAL llamado WaterGEMS, el cual la empresa posee la licencia oficial del mismo, este instrumento facilitaría y optimizaría los tiempos de calculo en el proyecto y simularía con gran precisión las propuestas planteadas y se observarían futuros problemas en la red de distribución. Luego de esta etapa de cálculo y solución de problemas es necesario establecer los trazados de

tuberías y formalizar las propuestas y presentarlas a la comunidad del sector y la empresa HIDROCAPITAL.

2.3.1 OBJETO

Este proyecto comprende todo lo relacionado al diseño y distribución de agua potable del Sector Los Lirios, en el Municipio Guaicaipuro del Estado Miranda, este se basa en el análisis hidráulico del sistema y la aplicación de tecnologías que intervienen en los sistemas de abastecimiento de agua potable como son las tuberías, bombas, válvulas y demás accesorios, el uso de maquinaria para la realización del proyecto. Todo esto bajo las normas ya establecidas por los sistemas de abastecimiento de agua potable.

2.3.2 OBJETIVO GENERAL

Diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable del Sector Los Lirios Municipio Guaicaipuro-Estado Miranda

2.3.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estudio del sistema de distribución actual Los Lirios.
- Adquirir la información teórica relacionada con los sistemas de abastecimientos de agua potable.
- Establecer los parámetros de evaluación del sistema de abastecimiento del Sector Los Lirios.
- Determinar las características del sector en los siguientes aspectos:
    - Tipo de población
    - Modo de distribución de la población
    - Calles que conforman el sector

- Topografía del sector
- Limites geográficos del sector

- Determinar los censos poblacionales del sector y calcular la demanda actual.
- Estimar y pronosticar la demanda a futuro de cada sub-sector que conforma al sector Los Lirios de acuerdo al tiempo de diseño establecido.
- Establecer los criterios, parámetros y bases para un diseño óptimo del sistema de abastecimiento.
- Trazados preliminar de tuberías por medio de curvas topográficas por sector.
- Planteamiento de alternativas para la mejora del sistema.
- Evaluar las propuestas y formalizar los resultados de las mismas.
- Cálculo y selección de diámetros de tuberías con accesorios, por cada sub-sector.
- Realización de planos según estándares de HIDROCAPITAL.
- Calculo de las curvas del sistema.
- Selección previa de equipos.
- Cómputos métricos según las normativas de la empresa HIDROCAPITAL.
- Resumen y entrega de Anteproyecto a la empresa HIDROCAPITAL.

CAPÍTULO III
MARCO TEÓRICO

3.1 PRINCIPIOS DE LA MECÁNICA DE FLUIDOS APLICADOS A LOS SISTEMAS DE BOMBEO Y ACUEDUCTOS

Un fluido son sustancias capaces de fluir y adaptarse a la forma de los recipientes que los contiene. Cuando están en equilibrio no pueden soportar fuerzas tangenciales o cortantes. Cabe destacar, que todos los fluidos son incompresibles en cierto grado y ofrecen poca resistencia a los cambios de forma.

La mecánica de los fluidos es la rama que estudia el comportamiento de los mismos, ya sea en reposo o en movimiento. En el desarrollo de los principios de la mecánica de los fluidos, se pueden apreciar como algunas propiedades influyen de manera preponderante en el comportamiento de los mismos, mientras otras influyen muy poco o nada.

A continuación se observarán breves conceptos de las propiedades de los fluidos que se tomaron en cuenta para la realización de este proyecto.

3.1.1. VISCOSIDAD DE UN FLUIDO

La viscosidad de un fluido es aquella propiedad que determina la cantidad de resistencia opuesta a las fuerzas cortantes y la dirección del líquido, por lo tanto, cuando el fluido se encuentra en reposo, el valor de la viscosidad se puede considerar igual a cero. Esta propiedad también influye en el tipo de bomba que se va emplear para impartir energía al fluido, ya que por su principio de funcionamiento, solo algunas de las bombas se podrán utilizar para el bombeo de

este tipo de fluido. La viscosidad de un fluido viene dada por la siguiente expresión:

$$\mu = \frac{\tau}{d\mu/dy} = \frac{N.s}{m^2} \qquad \text{Ecuación (1)}$$

Donde:

τ = Tensión cortante

dv/dy = Rapidez de deformación por esfuerzo cortante.

Otro coeficiente de viscosidad, llamado viscosidad cinemática, viene definido por:

$$\nu = \frac{\mu}{\rho} = \frac{\text{viscosidad absoluta}}{Densidad} = \frac{m^2}{s} \qquad \text{Ecuación (2)}$$

Cabe destacar que la viscosidad en los líquidos disminuye al aumentar la temperatura y aumenta al crecer la presión.

3.1.2 DENSIDAD DE UN FLUIDO

Es la masa por unidad de volumen de una sustancia, y viene dada de la siguiente manera:

$$\rho = \frac{masa}{volumen} = \frac{Kg}{m^3} \qquad \text{Ecuación (3)}$$

En el sistema técnico de unidades, la densidad del agua es 102 y en el sistema internacional, la densidad del agua es 1000 Kg./m^3 a 4^{o}C.

También se utiliza la densidad relativa de un cuerpo que da como resultado un número adimensional, ya que es la relación entre el peso del cuerpo y el peso de un volumen igual de una sustancia que se toma como referencia. La densidad

relativa para el agua es igual a 1. Cabe destacar que en condiciones normales la ecuación para la densidad relativa es la siguiente:

$$S = \frac{\rho}{\rho \text{ agua}} \qquad \text{Ecuación (4)}$$

Donde:

ρ = Densidad del fluido

ρ agua = Densidad del agua

3.1.3 PESO ESPECÍFICO

Es el peso por unidad de volumen de una sustancia, además de ser la propiedad con mayor relevancia en la estática de fluidos; igualmente se presenta como mayor factor importante en el cálculo de la potencia de una bomba ya que no es lo mismo bombear agua limpia que agua residual. El peso específico para variaciones ordinarias de presión puede considerarse constante y viene expresado de la siguiente manera.

$$\gamma = \frac{peso}{volumen} = \frac{Kgf}{m^3} \qquad \text{Ecuación (5)}$$

3.1.4 CAUDAL

El caudal es el volumen de un fluido que pasa por el área transversal de un conducto en un determinado tiempo. Las condiciones ligadas al flujo uniforme y permanente se llaman normales, y viene dado por la siguiente ecuación:

$$Q = V.A \qquad \text{Ecuación (6)}$$

Donde:

Q = Caudal en m^3/s.

V = Velocidad del flujo en *m/s*.

A = Área transversal del conducto en m^2.

De la ecuación (6) podemos también definir el diámetro más conveniente a utilizar para ciertas condiciones de caudal y la velocidad en la tubería.

$$d = \sqrt{\frac{4.Q}{V.\pi}} \qquad \text{Ecuación (7)}$$

Otro método para elegir diámetros económicos en tuberías viene dado por la ecuación de Bresse.

$$D = K.\sqrt{Q} \qquad \text{Ecuación (8)}$$

Donde:

D = Diámetro en [m].

Q = Caudal en m^3/s.

Donde la $0.7 < K < 1.6$ Fuente: Abastecimiento de Agua Teoría y Diseño, la Organización Panamericana de la Salud establece valores de K entre 0.9 – 4. Este último es más utilizado para grandes acueductos por poseer velocidades muy bajas.

3.1.5 ECUACIÓN DE CONTINUIDAD

La ecuación de continuidad es una consecuencia del principio de la conservación de la masa, el cual expresa que: Para un flujo permanente, la masa de un líquido que atraviesa cualquier sección de una corriente de fluido, por unidad de tiempo y densidad es constante. Esta puede calcularse de la siguiente manera:

$$Q1 = Q2 \implies A1 \,.\, V1 = A2 \,.\, V2 \qquad \text{Ecuación (9)}$$

3.1.6 PRESIÓN

La presión en un fluido se trasmite con igual intensidad en todas las direcciones y siempre en forma normal a la superficie.

$$P = F / A = Fuerza / Área \qquad \text{Ecuación (10)}$$

La hidrostática estudia los fluidos en reposo, es decir, cuando no hay movimiento relativo entre sus partículas. Su ecuación es:

$$\mathrm{P} = \gamma \times h \qquad \text{Ecuación (11)}$$

La hidrostática puede expresar en sus unidades básicas o también como altura de la columna del fluido en estudio. Podemos así decir que la presión es igual a metros de columna de agua (m.c.a) o pies de columna de agua (p.c.a) o mm de mercurio etc. La presión en un punto será igual al peso de la columna de fluido que actúa sobre él.

3.1.7. ECUACIÓN DE BERNOULLI

La ecuación de Bernoulli tiene una gran importancia en la mecánica de fluidos ya que agrupa los tres tipos de energía que se consideran para un fluido en movimiento. Estas son:

$\frac{V^2}{2 \times g}$ = Energía Cinética — Ecuación (12)

$\frac{\mathrm{P}}{\gamma}$ = Energía de presión o piezométrica — Ecuación (13)

Z = Energía potencial.

Las tres vienen expresadas en metros o pies de columna de fluido y su suma permanece constante a lo largo de un sistema de tuberías.

Para un fluido ideal, en el que se consideran las pérdidas de carga por efecto del roce igual a cero, se tiene:

$$\frac{\mathrm{P}_1}{\partial} + \frac{V_1}{2 \times g} + Z_1 = \frac{P_2}{\partial} + \frac{V_2}{2 \times g} + Z_2 \qquad \text{Ecuación (14)}$$

3.1.8 FLUJO DE FLUIDOS VISCOSOS E INVISCIDOS

Un flujo de fluido puede ser clasificado de una manera general como flujo viscoso o flujo inviscido. Un flujo inviscido es aquel en que los efectos viscosos no influyen significativamente en el flujo y por lo tanto son ignorados. En un fluido viscoso los efectos de viscosidad son importantes y no pueden ser ignorados.

Con base en la experiencia, se encontró que la clase principal de flujos, que pueden ser modelados como flujos inviscidos, son los flujos externos que existen en un cuerpo, flujo alrededor de una superficie aerodinámica o una superficie hidrodinámica. Cualquier efecto viscoso que pudiera existir esta confinado a una capa delgada, llamada capa limite.

Los flujos viscosos incluyen la amplia clase de los flujos internos, como los flujos en tuberías y conductos y canales abiertos. En tales flujos los efectos viscosos causan pérdidas sustanciales y explican las enormes cantidades de energía que hay que gastar para transportar petróleo y gas por tuberías, así como agua y otros líquidos viscosos. La condición de no deslizamiento que da pie a una velocidad cero en la pared, y los esfuerzos cortantes resultantes, generan directamente dichas pérdidas.

3.1.9 TIPOS DE FLUJO

Los regímenes de flujo viscoso se clasifican en laminar y turbulento en base a la estructura del flujo. En la región laminar se caracterizan por un movimiento, en el cual sus partículas se deslizan una sobre otras en forma de laminas formando un perfil de velocidades simétrico y en forma parabólica. En cambio, la estructura del flujo en régimen turbulento se caracteriza por movimientos tridimensionales, en forma desordenada.

El número de Reynolds, es que se determina el tipo de flujo el cual es un parámetro adimensional y viene dado por la siguiente fórmula:

$$\mathrm{Re} = \frac{V \times L}{v} \qquad \text{Ecuación (15)}$$

Donde:

L = Longitud

V = Velocidad Características

ν = Viscosidad cinemática.

Otra manera de encontrar en número de Reynolds en condiciones estándar es por la ecuación genérica en función de las unidades inglesas.

$$\mathrm{Re} = 2799{,}5.\frac{Q}{d} \qquad \text{Ecuación (16)}$$

Donde

Q= Caudal expresado en [GPM].

d= diámetro expresado en [in].

Un flujo se considera laminar cuando el número de Reynolds es inferior a 2000, mientras que el flujo se encuentra en estado de transición cuando el valor

oscila entre 2000 y 4000, cuando el valor sobrepasa los 4000 es indicador que el flujo se encuentra en régimen turbulento.

Régimen Laminar Régimen Turbulento

Fig. (3.1) Perfiles de los fluidos

3.1.10 PÉRDIDAS DE CARGA EN SISTEMAS DE TUBERÍAS

El contacto entre el fluido y el material de la tubería provoca pérdidas de carga por efecto de la fricción o roce que allí se produce. La cantidad de pérdida de altura o presión para un sistema dado depende de las características del líquido que se esté manejando, así como también el tamaño de la tubería, rugosidad del material y el tipo de fluido. La rugosidad depende del tipo de material y el acabado. Para efecto del cálculo cada material tiene su rugosidad determinada en laboratorios.

En la ecuación de Bernoulli, para fluidos reales hay que introducir un nuevo término (hf) en el cual corresponde a la pérdida de carga en metros y queda expresada de la siguiente manera:

$$\frac{P_1}{\partial} + \frac{V_1}{2 \times g} + Z_1 - hf = \frac{P_2}{\partial} + \frac{V_2}{2 \times g} + Z_2 \qquad \text{Ecuación (17)}$$

3.1.10.1 ECUACIÓN DE DARCY-WEISBACH

La expresión comúnmente utilizada en la práctica es la ecuación de Darcy-Weisbach, esta ecuación contempla que las pérdidas por fricción en la

tubería depende de ciertas condiciones como: rugosidad de la tubería, velocidad del flujo, viscosidad y diámetro.

La ecuación de Darcy-Weisbach viene expresada como:

$$hf = f \times \frac{L}{D_1} \times \frac{V^2}{2 \times g} \qquad \text{Ecuación (18)}$$

Donde:

hf = Pérdidas por fricción

f = Coeficiente de fricción

L = Longitud de la tubería

V = Velocidad del fluido

D = Diámetro de la tubería

g = Gravedad

3.1.10.2 FACTOR DE FRICCIÓN DE LA ECUACIÓN DE DARCY-WEISBACH

Para flujo laminar (Reynolds < 2000) la rugosidad o condición interior de la tubería no incide directamente en la pérdida de carga por fricción (excepto en secciones con cambios de dirección), el factor de fricción se obtiene mediante la ecuación:

$$f = \frac{64}{\mathrm{Re}} \qquad \text{Ecuación (19)}$$

Donde:

Re = Número de Reynolds.

Para flujo turbulento el factor se encuentra afectado por la rugosidad de las paredes interiores de la tubería y este puede ser determinado por métodos numéricos con la ecuación implícita desarrollada por C.F. Colebrook (1939).

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \times \log\left(\frac{\varepsilon}{3.71 \times d} + \frac{2.51}{\mathrm{Re} \times \sqrt{f}}\right) \qquad \text{Ecuación (20)}$$

Donde:

Re = Número de Reynolds (adimensional)

f = Factor de Fricción

ε = Rugosidad Absoluta de la tubería

d = Diámetro interior de la tubería

Una aproximación de esta ecuación es la propuesta por Swami, la cual expresa el factor de fricción de manera explícita tal como se observa a continuación.

$$f = \frac{0.25}{\log\left(\frac{\varepsilon}{3.71 \times d} + \frac{5.74}{\mathrm{Re}^{0.9}}\right)^2} \qquad \text{Ecuación (21)}$$

Aparte de las fórmulas de Darcy–Weisbach, Colebrook y Swami**,** otras soluciones matemáticas han sido desarrolladas para estimar las pérdidas de energía por fricción, como lo son las fórmulas empíricas desarrolladas por Scobey, Manning y Hazen-Williams.

3.1.10.3 ECUACION DE HAZEN-WILLIAMS

A continuación se presenta la expresión desarrollada al principio del siglo XX que permite calcular las pérdidas de energía por fricción.

$$f = \frac{0.2083 \times \left(\frac{100}{C_{hw}}\right)^{1.852} \times Q^{1.852}}{D_{in}^{4.865}} \qquad \text{Ecuación (22)}$$

Donde

f = Pérdida de carga por fricción por cada 100 ft, de tubería

C_{HW} = Constante de Rugosidad de Hazen-Williams.

Q = Caudal

Din = Diámetro interno de la tubería.

El coeficiente de Hazen-Williams no es una característica física del tubo, dicho coeficiente es una característica del tubo y del fluido, por lo tanto el uso de esta ecuación se ve limitada bajo ciertas condiciones de fluido y flujo: el flujo debe ser agua a temperaturas normales, el diámetro debe ser superior o igual a 2 pulgadas (50,80 mm) y la velocidad de las tuberías debe limitarse a 3m/s. Los valores usuales son los de la tabla (3.1)

NATURALEZA DE LAS PAREDES	C_H
Extremadamente lisas y rectas	140
Lisas	130
Madera lisa, cemento pulido	120
Acero ribeteado	110
Fierro fundido viejo	95
Fierro viejo en mal estado	60-80
Fuertemente corroído	40-50

Tabla (3.1). Coeficientes de Hazen–Williams

3.1.10.4 PÉRDIDAS DE ENERGÍA LOCALIZADA

Las pérdidas localizadas de energía en conducciones resultan como consecuencia de la separación de la capa límite, ocasionada por las alteraciones en la geometría de los contornos. En razón de la complejidad cinemática y dinámica

del régimen relacionado con la separación de la capa límite, se comprende que, casi invariablemente, la estimación de las pérdidas localizadas de energía deban conseguirse por la vía de la experimentación. Las pérdidas menores o localizadas se expresan en términos de un coeficiente de pérdida *K*, definido por:

$$hf = K \times \frac{V^2}{2 \times g} \qquad \text{Ecuación (23)}$$

Donde:

K = Coeficiente obtenido experimentalmente

g = Aceleración de gravedad

V = Velocidad media del liquido en la entrada de la singularidad.

Los valores de K para las piezas especiales de uso más común en sistemas de distribución de agua han sido seleccionados después de realizar numerosos ensayos y corresponden a flujo turbulento completamente establecido.

Las pérdidas localizadas correspondientes a las siguientes condiciones y piezas especiales son las más utilizadas en este tipo de proyectos.

- Cambios en la dirección del flujo
  - Codos o curvas
  - Codos segmentados o seccionados.
- Cambios en los diámetros de las tuberías.
  - Expansiones graduales
  - Expansiones bruscas
  - Contracciones bruscas
  - Contracciones graduales

- Unión o separación de flujos de tuberías a presión
  - Confluencias
  - Derivaciones
  - Orificios
- Pérdidas de energía por entrada
- Pérdida de energía por salida
- Pérdida localizada de energía en válvulas

3.1.10.5 MÉTODO DE LA LONGITUD EQUIVALENTE

Una tubería que posee a lo largo de su extensión diversas singularidades, equivale bajo el punto de vista de pérdida de carga, a una tubería rectilínea de largo mayor, sin las singularidades.

El método consiste en aumentar el largo equivalente de la tubería, para efectos de cálculo, de forma tal que estas mayores longitudes corresponden a la misma pérdida de carga que causarían por si mismas las singularidades existentes. Vea anexo A, donde se refiere a los largos equivalentes para las pérdidas de cargas localizadas.

Después de haber hallado el largo equivalente podemos introducirlo en la fórmula de Hermann para flujos con un número de Reynolds menores a 1500000 y así conseguir la constante de pérdida en la tubería relacionado con el caudal trasportado expresada en [Ft H_2O]

$$k = 0.03112.f.\frac{L}{d^5} \qquad \text{Ecuación (24)}$$

Donde:

L= Longitud equivalente en [Ft]

d= diámetro en [in]

f= coeficiente de fricción de la tubería.

3.1.10.6 ENVEJECIMIENTO EN TUBERÍAS QUE TRASPORTAN AGUA

Numerosas investigaciones han sido realizadas para determinar los efectos que tienen las incrustaciones, corrosión y crecimiento orgánico en tuberías con años en continua operatividad. Uno de los factores alterados es la rugosidad.

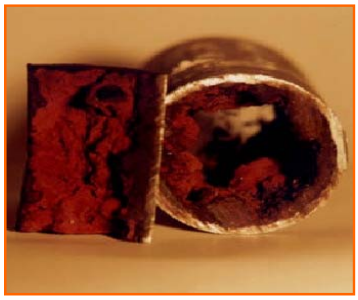


Fig. (3.2) Rugosidad en tubería con muchos años de servicio

Para pronosticar el incremento de la rugosidad con el pasar del tiempo en tuberías, Colebrook y White determinaron que este incremento es lineal con el pasar de los años con respecto a la rugosidad inicial llegando a la siguiente expresión:

$$\varepsilon t = \varepsilon + \alpha t \qquad \text{Ecuación (25)}$$

Donde:

ε = Rugosidad inicial

εt = La incrementada

t = Los años de servicio

α = Rata de incremento de la rugosidad por año

Este parámetro depende directamente según Colebrook y White del tipo de agua trasportada y lo clasificaron en los siguientes grupos:

Tipo	Características del Agua	Valores de α (mm/año)	
		Mínimo	Máximo
1	Aguas poco mineralizadas, no agresivas, con poco contenido de minerales y de materia orgánica.	0,005	0,055
2	Aguas poco mineralizadas pero corrosivas (pH reducido), de contenido de hierro y materia orgánica inferior a 3 mg/l	0,055	0,18
3	Agua muy corrosiva (pH muy bajo), contenido de cloruros y sulfatos menores de 150 mg/l y hierro superior a 3 mg/l	0,18	0,4
4	Aguas corrosivas (pH reducido), contenido de cloruros y sulfatos entre 500 y 700 mg/l, considerable materia orgánica	0,4	0,6
5	Aguas muy mineralizadas, de gran dureza, pH superior a 7, residuo sólido superior a 2000 mg/l.	0,6	1

Tabla (3.2). Coeficientes de la formula de Colebrook y White

3.1.11 ANÁLISIS DE REDES DE TUBERÍAS

Las metodologías de cálculo se fundamentan en las siguientes ecuaciones:

- Continuidad:

$$Q = V \cdot A = \text{constante} \qquad \text{Ecuación (26)}$$

- Energía:

$$H_2 + h_{f_2} + h_L + h_{f_1} = H_1 \qquad \text{Ecuación (27)}$$

- Cantidad de Movimiento:

$$F = \rho \cdot Q_1 \cdot V_1 + \rho \cdot Q_2 \cdot V_2 + ... + \rho \cdot Q_n \cdot V_n \qquad \text{Ecuación (28)}$$

Por lo general, los planteamientos formulados sobre la base de las ecuaciones anteriores originan sistemas de ecuaciones no lineales que se resuelven sin mayores dificultades utilizando métodos de cálculo numérico.

Los métodos más utilizados en el análisis de redes son los siguientes:

- Método Gráfico
- Método Lineal
- Método de Hardy Cross
- Método de Newton – Raphsón

3.1.11.1 MÉTODO GRÁFICO

Este método requiere determinar los siguientes aspectos:

1. Definir los nodos.
2. Definir las ecuaciones que describen el comportamiento de los ramales utilizando la ecuación de la energía (27) calculada para cada caso.
3. Simplificar la red en ramales equivalentes.
4. Determinar el punto de trabajo (sistema, ramales y bombas) gráficamente.

3.1.11.2 MÉTODO LINEAL

La linealización de las ecuaciones de energía del sistema, o método lineal, se realiza con la finalidad de analizar la red y determinar los caudales en cada tramo de la misma. Para ello es necesario seguir los siguientes pasos:

1. Representar la red de acuerdo a las ecuaciones que la definen mediante el balance de energía (ecuación 27).
2. Linealizar las ecuaciones descomponiendo los términos de segundo orden $(Q_i)^2$ en el producto de un valor discreto $Q_i^{'}$ y la variable de caudal Q_i, es decir:

$$(Q_i)^2 = |Q'_i| \cdot Q_i \qquad \text{Ecuación (29)}$$

3. Suponer una estimación inicial de los flujos Q'_i en cada tubería cumpliendo con la condición de continuidad.
4. Resolver el sistema de ecuaciones linealizadas.
5. Actualizar los caudales en cada tubo Q_i.
6. Repetir los pasos 4 y 5 hasta que se logre la exactitud deseada.

3.1.11.3 MÉTODO HARDY-CROOS

Para analizar una red mediante el método de Hardy Cross, los pasos generales a seguir son los siguientes:

1. Plantear las ecuaciones que definen a cada tramo de la red.
2. Definir un ajuste de flujo δQ para cada ciclo.
3. Suponer una estimación inicial de los caudales de tránsito de cada tramo que satisfaga la continuidad (ecuación 26).
4. Para cada ciclo o camino, evaluar el caudal correctivo δQ con la siguiente ecuación:

$$\delta Q = \frac{-\Sigma (K)_i \cdot Q_i \cdot \left(|Q_i| \right)^{n-1}}{\Sigma n \cdot \left| K_i \cdot (Q_i)^{n-1} \right|} \qquad \text{Ecuación (30)}$$

5. Actualizar los flujos en cada tubo de todos los ciclos sumando algebraicamente el caudal correctivo δQ a los caudales de tránsito correspondientes:

$$Q_i = Q_{o_i} + \Sigma \delta Q \qquad \text{Ecuación (31)}$$

6. Repetir los pasos 4 y 5 hasta conseguir la exactitud deseada.

3.1.11.4 MÉTODO DE NEWTON-RAPHSÓN

El método de Newton-Raphsón, permite iterativamente, determinar un mejor estimado de una función por formula.

$$Q(m+1) = Q(m) - \frac{F(Q(m))}{\frac{dF(Q(m))}{dQ(m)}} \qquad \text{Ecuación (32)}$$

En donde el índice del paréntesis indica Nº de iteraciones y F=f(Q)=0. La expresión (32) permite una convergencia cuadrática (comparece con desarrollo de Taylor). Para un sistema de ecuaciones simultaneas (lineales o no lineales), la expresión de (32) es la siguiente.

$$Q(m+1) = Q(m) - \frac{F(Q(m))}{D} \qquad \text{Ecuación (33)}$$

Donde: Q, F, D = vectores

$$\text{ó} \qquad Q(m+1) = Q(m) - D^{-1}.F\big(Q(m)\big) \qquad \text{Ecuación (34)}$$

Donde D^{-1}= Jacobiano

$$\text{o sea } Q = \begin{pmatrix} Q1 \\ " \\ " \\ Qn \end{pmatrix} \quad , F = \begin{pmatrix} F1 \\ " \\ " \\ Fn \end{pmatrix} \quad , D = \begin{pmatrix} \frac{\delta F1}{\delta Q1} & \cdots & \frac{\delta F1}{\delta Qn} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{\delta Fn}{\delta Q1} & \cdots & \frac{\delta Fn}{\delta Qn} \end{pmatrix}$$

El último término de la ecuación (34) contiene el inverso de D, y la división por una matriz esta indefinida. Por ello se efectúa el siguiente cambio de variable, $D^{-1}.F = Z$.

Procedimiento:

1. Se plantea las ecuaciones de pérdidas en los circuitos cerrados con o sin pseudo lazos.(I´s ecuaciones).
2. Luego las ecuaciones de continuidad en los nodos (J-1 ecuaciones). En esta forma se obtiene Qi´s ecuaciones.
3. Al igualarse a cero se obtiene las F´s
4. Se determina el Jacobiano.
5. Se asume los acaudales de inicialización y se sustituye en los vectores y matrices F y D.
6. Se calcula Z1…., Zn.
7. Se calcula Q(m)

3.2 PERÍODO DE DISEÑO. FACTORES DETERMINANTES

Un sistema de abastecimiento de agua se proyecta de modo de atender las necesidades de una comunidad durante un determinado período. En la fijación del tiempo para el cual se considera funcional el sistema, intervienen una serie de variables que deben ser evaluadas para lograr un proyecto económicamente aconsejable.

3.2.1 DURABILIDAD O VIDA ÚTIL DE LAS INSTALACIONES

Dependerá de la resistencia física del material a factores adversos por desgaste u obsolescencia. Todo material se deteriora con el uso y con el tiempo, pero su resistencia a los esfuerzos y daños a los cuales estará sometido esa

variable, dependiendo de las características del material empleado. Así, al hablar de tuberías, como elemento de primer orden dentro de un acueducto, encontramos distintas resistencias al desgaste por corrosión, erosión y fragilidad; estos factores serán determinantes en su durabilidad o en el establecimiento del periodo de diseño, puesto que seria ilógico seleccionarlos con capacidad superior al máximo que les fija su resistencia física. Siendo un sistema de abastecimiento de agua una obra muy compleja, constituida por obras de concreto, metálicas, tuberías, estaciones de bombeo, etc., cuya resistencia física es variable, no es posible pensar en período de diseño uniformes.

3.2.2 FACILIDAD DE CONSTRUCCIÓN Y POSIBILIDADES DE AMPLIACIÓN O SUSTITUCIÓN.

La fijación de un período de diseño está íntimamente ligada a factores económicos. Por ello, al analizar cualquiera de los componentes de un sistema de abastecimiento de agua, la asignación de un periodo de diseño ajustado a criterios económicos estará regida por la dificultad o factibilidad de su construcción (costos) que inducirán a mayores o menores períodos de inversiones nuevas, para atender las demandas que el crecimiento poblacional obliga.

3.2.3 RANGO DE VALORES PARA EL DISEÑO

Tomando en consideración los factores señalados se debe establecer para cada caso el periodo de diseño aconsejable. A continuación se indican algún rango de valores asignados a los diversos componentes de los sistemas de abastecimiento de agua.

3.2.3.1 FUENTES SUPERFICIALES

- Sin regulación: Deben proveer un caudal mínimo para un período de 20 a 30 años.
- Con regulación: Las capacidades de embalse deben basarse en registros de escorrentía de 20 a 30 años.

3.2.3.2 FUENTES SUBTERRÁNEAS

El acuífero debe ser capaz de satisfacer la demanda para una población futura de 20 a 30 años, pero su aprovechamiento puede ser por etapas, mediante la perforación de pozos con capacidad dentro de periodos de diseño menores (10 años).

3.2.3.3 OBRAS DE CAPTACIÓN

Dependiendo de la magnitud e importancia de la obra se podrá utilizar períodos de diseño entre 20 y 40 años.

- Diques-tomas 15-25 años.
- Diques-represas 30-50 años.

3.2.3.4 ESTACIONES DE BOMBEO

Se entiende por estación de bombeo a los edificios, equipos, bombas, motores, accesorios, etc.

- A las bombas y motores, con durabilidad relativamente corta y cuya vida se acorta en muchos casos por razones de un

mantenimiento deficiente, conviene asignarles períodos de diseño entre 10 y 15 años.

- Las instalaciones y edificios pueden ser diseñados, tomando en cuenta las posibilidades de ampliaciones futuras y con períodos de diseño de 20 a 25 años.

3.2.3.5 LÍNEAS DE ADUCCIÓN

Dependerá en mucho de la magnitud, diámetro, dificultades de ejecución de obra, costos, etc., requiriendo en algunos casos un análisis económico. En general, un período de diseño aconsejable esta entre 20 y 40 años.

3.2.3.6 PLANTAS DE TRATAMIENTO

Generalmente se da flexibilidad para desarrollarse por etapas, lo cual permite estimar períodos de diseño de 10 a 15 años, con posibilidades de ampliaciones futuras.

3.2.3.7 ESTANQUES DE ALMACENAMIENTO

- De concreto 30 a 40 años.
- Metálicos 20 a 30 años.

3.2.3.8 REDES DE DISTRIBUCIÓN

Las redes de distribución deben diseñarse para el completo desarrollo del área que sirven. Generalmente se estiman en períodos de diseño de 20 años, pero cuando la magnitud de la obra lo requiere estos períodos pueden hacerse mayores: 30 a 40 años.

3.2.4 TENDENCIA DE CRECIMIENTO DE LA POBLACIÓN

El crecimiento poblacional es función de factores económicos, sociales y de desarrollo industrial.

Un sistema de abastecimiento de agua debe ser capaz de propiciar y estimular ese desarrollo, no de frenarlo, pero el acueducto es un servicio cuyos costos deben ser retribuidos por los beneficiarios, pudiendo resultar en costos muy elevados si se toman períodos muy largos para ciudades con desarrollos muy violentos, con lo cual podría proporcionarse una quiebra administrativa.

Estos nos inducen a señalar que de acuerdo a las tendencias de crecimiento de la población es conveniente elegir períodos de diseño más largos para crecimientos lentos y viceversa.

3.2.4.1 MÉTODO DE PROYECCIÓN DE POBLACIÓN

Es absolutamente necesario determinar las demandadas futuras de una población, previendo en el diseño las exigencias de las fuentes de abastecimiento de las líneas de aducción. Para determinar la población futura se pueden aplicar los siguientes métodos de proyección.

3.2.4.1.1 MÉTODO ARITMÉTICO DE CRECIMIENTO POBLACIONAL

Esencialmente consiste en agregar a la población actual de último censo realizado un número fijo de habitantes para cada periodo en el futuro. El crecimiento por períodos debe ser agregado puede obtenerse de los últimos censos practicados a la localidad.

$$Pf = Pi + (Cp \times Ty) \qquad \text{Ecuación (35)}$$

Donde:

Pi = Población del último censo realizado. *Nº personas*

Ty = Período de tiempo, para el cual se realizará la proyección. *Años*

Cp = Promedio anual de crecimiento de población. *Personas/año*

Pf = Población futura. *Nº personas*

El valor Cp, puede calcularse de la siguiente manera

$$Cp = \left(\frac{Pi - Pp}{\Delta y} \right) \qquad \text{Ecuación (36)}$$

Donde

Pp = Población del penúltimo censo realizado. *Nº personas*

Δy = Intervalo de tiempo trascurrido entre los dos censos. *Años*

3.2.4.1.2 MÉTODO GEOMÉTRICO DE CRECIMIENTO POBLACIONAL

Este método corresponde a la hipótesis de que la población aumenta constantemente en una cifra proporcional a su importancia numérica cambiante. La población que aumenta en proporción geométrica obedece la siguiente fórmula.

$$Pf = Pi \times \left(\frac{R}{100} + 1 \right)^{ty} \qquad \text{Ecuación (37)}$$

Donde:

Pi = Población del último censo utilizado. *Nº personas*

ty = Período de tiempo, para el cual se realizará la proyección. *Años*

Pf = Población final. *Nº personas*

R = Índice de crecimiento. *Porcentualmente %*

3.2.4.1.3 MÉTODO DE EXTRAPOLACIÓN PARABÓLICA

El método de extrapolación más usado que emplea los resultados de tres censos o más, es la extrapolación por parábolas de segundo grado. Esta puede calcularse de los resultados de tres censos y se define por fórmula

$$Pf = a + b \times Ty + c \times Ty^2 \qquad \text{Ecuación (38)}$$

Donde

Ty = Es el intervalo cronológico en años, medido desde cualquier fecha. *Años*

Pf = Es la población final proyectada. *Nº personas*

a, b y c = Pueden calcularse resolviendo un sistema de ecuaciones con los resultados de los tres censos involucrados en el proceso. *Adimensional*

3.2.4.1.4 MÉTODO DE LA ECUACIÓN COMPENSADORA

Esta ecuación es fundamental para realizar proyecciones de población en un determinado sector, ya que toma en consideración factores como: inmigración, emigración, natalidad y mortalidad, siendo estos los principales indicadores de la variación poblacional registrada en un determinado período de tiempo y vine dada por la siguiente ecuación.

$$Pf = Po + (N - D) + (\text{Im} - Em) \qquad \text{Ecuación (39)}$$

Donde:

Pf = Población Final. *Nº personas*

D = Defunciones durante el periodo de tiempo seleccionado. *Muertes /año*

Em = Emigraciones durante el periodo de tiempo seleccionado. *Emigraciones/año*

Im =Inmigraciones durante el periodo de tiempo seleccionado. *Inmigraciones/año*

N =Taza de natalidad durante el periodo de tiempo seleccionado. *Nacimientos/año*

Po = Población del último censo seleccionado. *Nº personas*

3.3 REDES DE DISTRIBUCIÓN

Para el diseño de la red es imprescindible, haber definido la fuente de abastecimiento y la ubicación tentativa del estanque de almacenamiento. La importancia en esta determinación radica en poder asegurar a la población el suministro eficiente y continuo de aguas en cantidad y presión, adecuadas durante todo el período de diseño.

3.3.1 TIPOS DE REDES

Dependiendo de la topografía, de la vialidad y de la ubicación de las fuentes de abastecimiento y del estanque, puede determinarse el tipo de red de distribución.

3.3.1.1 TIPO RAMIFICADO

Son redes de distribución constituidas por un ramal troncal y una serie de ramificaciones o ramales que pueden constituir pequeñas mallas, o constituidos por ramales ciegos. Este tipo de redes utilizado cuando la topografía es tal que dificulta o no permite la conexión entre ramales. También puede originarse por el desarrollo lineal a lo largo de una vía principal o carretera, donde el diseño más conveniente puede ser una arteria central con una serie de ramificaciones para dar servicio a unas calles que han crecido convergiendo a ella.

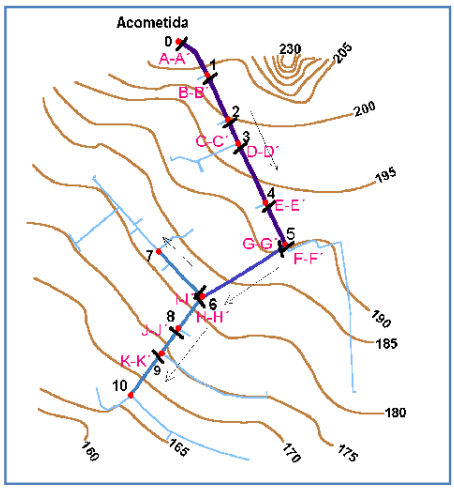


Fig. (3.3). Esquema de una red ramificada

3.3.1.2 TIPO MALLADO

Son aquellas redes constituidas por tuberías interconectadas formando mallas. Este tipo de red de distribución es el más conveniente y tratará siempre de lograrse mediante la interconexión de tuberías, a fin de crear un circuito cerrado más eficiente y permanente. En el dimensionado de una red mallada se trata de encontrar los gastos de circulación de cada tramo para lo cual nos apoyamos en algunas hipótesis estimativas de los gastos en los nodos.

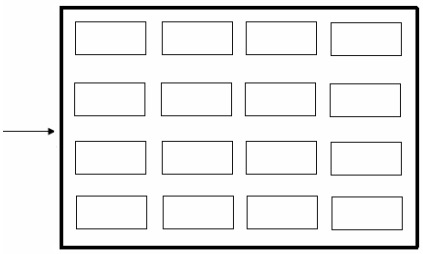


Fig. (3.4) Esquema mallado externo.

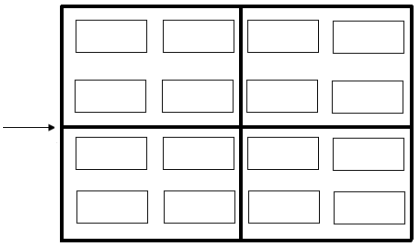


Fig. (3.5) Esquema mallado interno.

Cuando por razones topográficas las presiones de servicio en el sistema de distribución sean muy altas, resulta conveniente dividir la zona en varias redes

(por ejemplo: alta media y baja), las cuales pueden interconectarse mediante válvulas reguladoras o reductoras de presión; mediante tanquillas rompecarga, o bien separadas con estanques de almacenamiento independientes.

3.4 SELECCIÓN DEL TIPO DE DISTRIBUCIÓN

De acuerdo a condiciones topográficas, la ubicación de la fuente respecto a la red y al estanque motivará diversas formas de suministro de agua a la red de abastecimiento, planteándose varias posibilidades o alternativas, a saber:

- **Sistema por gravedad:** Cuando la fuente de abastecimiento está a una elevación tal que suministre el agua bajo la acción misma de la gravedad.
- **Bombeo directo con almacenamiento:** En este sistema la presión necesaria que debe suministrarse al líquido se obtiene mediante el uso de bombas y motores. El exceso de agua bombeada bajo las horas de bajo consumo es almacenada para suplirlas en horas de máximo consumo.
- **Bombeo contra la red:** En este caso, las bombas forzan el agua directamente en la tubería de distribución. Este sistema obliga a tener unidades de reserva que funcionen en el caso de desperfectos de las unidades en servicio. La combinación de capacidades y potencia es complicada y la operación del sistema minuciosa.

Se puede observar el esquema de los tipos de distribución en el anexo A Fig. (A-2) (A-3) (A-4), respectivamente.

3.5 ESTANQUES DE ALMACENAMIENTO

Los estanques de almacenamiento juegan un papel importante en el diseño de un sistema de distribución de agua, tanto desde el punto de vista económico,

así como su importancia en el funcionamiento hidráulico del sistema y en el mantenimiento de un servicio eficiente.

Un estanque de almacenamiento cumple tres propósitos fundamentales:

- Compensar las variaciones de los consumos que producen durante el día.
- Mantener las presiones de servicio en la red de distribución.
- Mantener almacenada cierta cantidad de agua para atender situaciones de emergencia tales como incendios e interrupciones por daños de tuberías de aducción o de estaciones de bombeo.

Al estudiar las redes de distribución vimos como dependiendo de la topografía se hace indispensable separar las zonas para mantener las presiones en cada red, dentro de limites admisibles.

Esta separación de redes puede hacerse mediante estanques o mediante válvulas reguladoras de presión. En el caso de los primeros y cuando se trata de situaciones de bombeo habrá necesidad de contemplar los requerimientos para una situación como esa, donde la eficiencia del servicio está sujeta a períodos de bombeo y almacenamiento, para suministrarla en horas de descanso de los equipos.

Estas consideraciones nos llevan a determinar los aspectos más importantes para el diseño de los estanques de almacenamiento como son:

- Capacidad del estanque:
- Ubicación.
- Tipos de estanque.

3.5.1. TIPOS DE ESTANQUES

De acuerdo con su posición relativa en la superficie, los estanques pueden ser: superficiales, semienterrados y enterrados. Ver figura (3.7).

En los superficiales la falta de cota puede obligar a la construcción de estanques de pequeño diámetro en relación con su altura (Standpipé) o tanques elevados, que son recipientes para almacenamiento soportados por columnas calculadas al efecto.

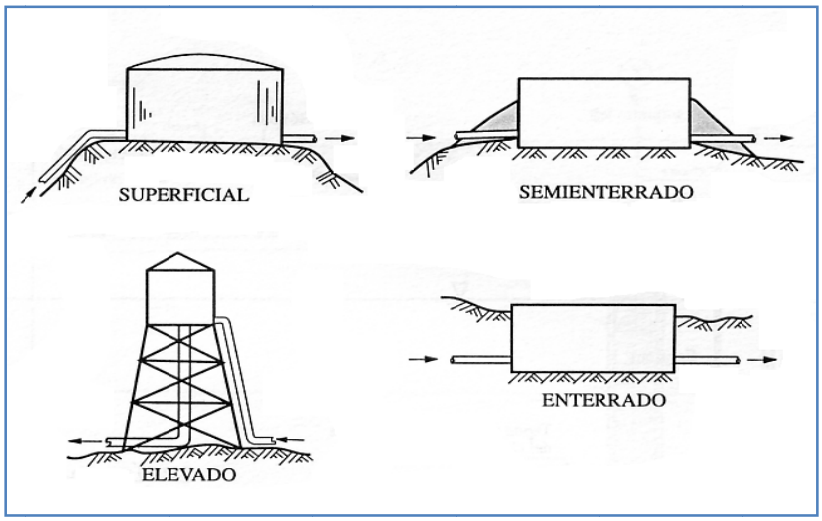


Fig. (3.6). Esquema de tipos de estanques.

Por su forma los estanques superficiales, semienterrados o enterrados suelen ser cilíndricos o rectangulares. Los tanques elevados pueden tener diversas formas, las cuales, en general, buscan lograr la estructura más apropiada en almacenamiento.

Los materiales de construcción más frecuentes son: el concreto y el acero. En Venezuela, los más usados en la actualidad son el concreto postensado y de forma cilíndrica. El uso de los diferentes tipos de estanques depende en gran medida de las condiciones topográficas y de ubicaciones la red de distribución

3.5.1.1 CONEXIONES EN LOS ESTANQUES

Los estanques requieren elementos complementarios que les permiten cumplir con sus funciones generales o especificas. Los elementos básicos son: las tuberías de entrada y salida, la limpieza o desagüe, el rebose, las ventilaciones y el medidor principal. Adicionalmente, se requieren otros elementos tales como: medidores de nivel, bocas de visitas, escaleras interiores y exteriores, etc. Eventualmente pueden requerirse válvulas de altitud, a fin de impedir reboses en los estanques.

3.5.1.2. TUBERÍA DE LLEGADA

Su capacidad corresponde al gasto medio de alimentación y deberá estar provista de una válvula de paso de diámetro adecuado, ubicada en una tanquilla antes de la entrada al estanque. Normalmente, se le coloca a esta válvula un control automático que la cierre cuando el estanque se llena evitando así desperdicios (válvulas de altitud). Cuando el estanque tenga dos o más celdas, la alimentación a cada celda se hará con un diámetro adecuado al gasto y se instalará una válvula de paso para cada celda.

3.5.1.3. TUBERÍA DE SALIDA

Su capacidad corresponderá a la máxima salida determinada en el cálculo de las redes. Como en el caso anterior, se deberán instalar válvulas de paso para cada celda, para poderlas aislar.

Las tuberías de entrada y de salida deberán estar colocadas en extremos opuestos del estanque para evitar que el agua entrante, tras un corto recorrido, salga inmediatamente. De esa manera no existirán en el estanque zonas muertas y

se ayudará a la decantación de algún material en suspensión que pueda traer el agua.

3.5.1.4. LIMPIEZA O DESAGUES

Deberán tener capacidad tal que permita desaguar el tanque en un tiempo razonable y deben partir de sumideros construidos en el fondo del tanques. El fondo del tanque debe tener una pendiente mínima de uno por ciento hacia el sumidero o los sumideros.

3.5.1.5 REBOSE

Permite la eliminación eventual de excedentes, sin provocar desbordamientos o presiones sobre la tapa del tanque. Su capacidad será igual a la del máximo gasto de entrada y no deberá tener válvula de paso, permitiéndose su descarga en cualquier momento.

3.5.1.6 VENTILACIONES

Sirven para mantener una buena circulación del aire en el tanque y deberán tomar en consideración las recomendaciones establecidas al hablar de la calidad del agua. En ciertos casos para evitar el colapso del techo del tanque, sus dimensiones deberán ser verificadas para evitar presiones negativas en el estanque, ante un eventual vaciado rápido.

3.5.1.7 MEDIDOR PRINCIPAL

Permite controlar las cantidades suministradas a la red. Su ubicación dependerá de los requerimientos impuestos por las características del medidor. A continuación, se presentan breves consideraciones sobre dichos elementos.

3.5.2 CAPACIDAD DEL ESTANQUE

El estanque, como parte primordial de ese complejo que constituyen los sistemas de abastecimiento de agua, deben permitir que la demanda máxima que se produce en los consumos sea satisfechas a cabalidad, al igual que cualquier variación de los consumos registrados para 24 horas del día. Por tanto la capacidad requerida para compensar esas variaciones en los consumos estará basada en la curva representativa de las demandas durante 24 horas el día y en la condición de la conducción de agua al estanque, de forma tal que se produzca un equilibrio entre los caudales de llegada y salida que garanticen un servicio continuo y eficiente.

3.5.3 RESERVA PARA EMERGENCIA POR INCENDIOS

En redes de distribución se asignaron gastos de incendios de 10, 16 ó 32 lts/seg, de acuerdo a la importancia y densidad de la zona a servir.

Las normas generalmente asumen un tiempo de duración del incendio entre 2 y 4 horas, con lo cual se tiene una capacidad adicional que deberá suplir el estanque.

Las normas del Ministerio de Sanidad y Asistencia Social para acueductos rurales, establece en su articulo 64: "El volumen adicional para combatir incendios será el que resulte de considerar un incendio de duración de dos horas para gastos de los hidrantes entre 5 y 10 lts/seg, dependiendo de las características de las edificaciones"

3.5.4 PROVISIÓN DE RESERVA PARA CUBRIR INTERRUPCIONES POR DAÑOS EN LA ADUCCIÓN O EN LAS BOMBAS.

Ante alguna eventualidad que en la línea de aducción puedan ocurrir daños que mantendrían una situación de déficit en el suministro de agua mientras se hacen las reparaciones pertinentes, es aconsejable un volumen adicional que de oportunidad a restablecer la conducción de agua hasta el estanque. En tal caso puede estimarse un período de interrupción de 4 horas y el gasto medio de consumo para la determinación de esa capacidad.

3.5.5 UBICACIÓN DEL ESTANQUE

La ubicación del estanque está determinada principalmente por la necesidad y conveniencia de mantener las presiones en la red dentro de los límites de servicio. Estas presiones en la red están limitadas por Normas, dentro de rangos que puedan garantizar para las condiciones más desfavorables a una dinámica mínima y una máxima, no superior a un determinado valor que haría impráctica su utilización en las instalaciones domiciliarias.

Las Normas INOS, Normas para el diseño y abastecimiento de agua, establecen:

"Las presiones mínimas en el sistema de distribución durante las demandas máximas horarias y sin gasto de incendio, deben ser las siguientes:

- En barrios con ranchos o casas pobres que se surtirán de fuentes publicas……...…….. 5 m.
- En barrios de casas pobres de segunda categoría, es decir, aquellas de gente pobre, que se estiman no usarán mas de una pluma de agua…….. 15 m.

- Áreas residenciales con edificios de primera categoría de 3 o menos pisos……...….. 25 m.
- En áreas residenciales con edificios de 4 a 6 pisos…….…… 35 m.

Pluma de agua: "Unidad fontanera española, exportada también a la isla de Cuba (Habana). Ha servido para distribuir y aforar las aguas. La provisión de agua por 24 horas dependía del diámetro del tubo, es decir, que podía ser de 1100 m ³, 2000 m ³ o mayor cantidad."

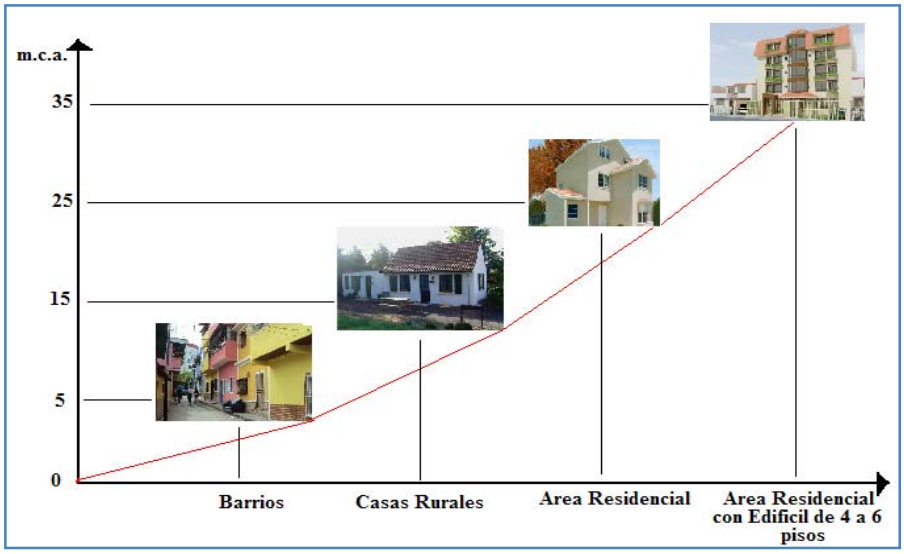


Fig. (3.7) Presiones mínimas de distribución & Demanda máxima horaria

3.6 SISTEMAS DE BOMBEO

Se dice que una bomba tiene una succión negativa cuando del fluido a succionar se encuentra por encima del eje de la bomba. Una succión es positiva cuando el nivel del fluido a succionar se encuentra por debajo del eje de la bomba.

Siempre que se pueda es conveniente colocar una succión negativa, ya que además de mantener la bomba llena de fluido suministra una determinada

energía a dicho fluido disminuyendo la lectura dinámica que la bomba debe vencer.

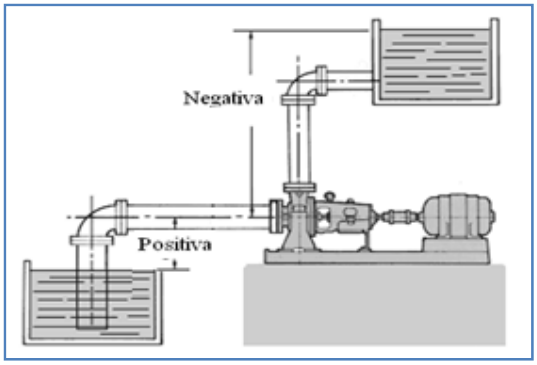


Fig. (3.8) Sistema de succión positiva y negativa

3.6.1 BOMBAS

Son maquinas generadoras que aumenta la energía del fluido al pasar por el rotor.

Las principales formas de accionamiento de las bombas son:

- Motores eléctricos (forma más usual).
- Motores de combustión interna (Diesel muy utilizado en sistemas de riego y bombas de red de incendios).
- Turbinas (en su gran mayoría, turbinas a vapor).

3.6.2 CLASIFICACIÓN DE LAS BOMBAS

No existe una terminología homogénea sobre las bombas, pues existen varios criterios para designarlas, para nuestros efectos, las clasificaremos en dos grandes categorías:

- Bombas Volumétricas o de desplazamiento positivo.
- Bombas Centrifugas (también llamadas turbo-bombas)

3.6.2.1 BOMBAS DE DESPLAZAMIENTO POSITIVO

Este tipo de maquinas tiene por característica de funcionamiento la transferencia directa de energía mecánica entregada por una fuente motriz de energía potencial (energía de presión). Esta transferencia se obtiene por el movimiento de una pieza mecánica de la bomba, la que obliga al fluido a realizar el mismo movimiento que este produce. El liquido, sucesivamente llena los depósitos y después es expulsado de estos espacios con un volumen determinado hacia el interior de la bomba, dando origen al nombre de bombas volumétricas.

La variación en los tipos de estos órganos mecánicos (pistones, diafragmas, engranajes, tornillos, etc.), es la clasificación de las bombas volumétricas o de desplazamiento positivo.

Clasificación de las bombas de desplazamiento positivo**:**

a) Bombas de pistón o alternadas,

b) Bombas rotativas

3.6.2.2 BOMBAS CENTRÍFUGAS

Este tipo de bomba tiene por principio de funcionamiento la transferencia de energía mecánica hacia el fluido bombeado en forma de energía cinética. A su vez, esta energía cinética es transformada en energía potencial (energía de presión) siendo ésta su característica principal. El movimiento rotatorio de un rodete inserto en una carcasa (cuerpo de la bomba) es el órgano funcional responsable por tal transformación.

Clasificación de las bombas centrífugas:

Las bombas centrífugas son generalmente clasificadas por su configuración mecánica general. Las características más importantes, las que incluyen virtualmente a todas las bombas centrífugas, son las siguientes:

Basado en el número de rotores o rodetes:

a) De una etapa: Bomba de un solo rotor, para servicio de baja presión de descarga.

b) De dos etapas: Bomba de dos rotores en serie, para servicio de media presión de descarga.

c) De multietapas: Bomba de tres o más rotores en serie, para servicio de alta presión de descarga. Resulta importante aclarar que el número de rotores o rodetes, y no el número de volutas que tengan estos, determina el número de etapas

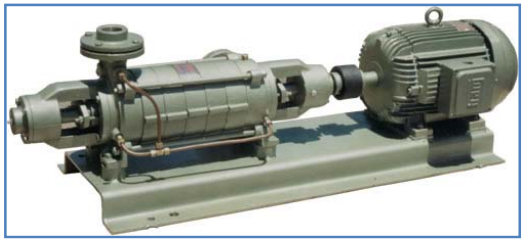


Fig. (3.9) Bomba Centrifuga Multietapa.

Basado en la succión del rotor o rodete:

a) De succión simple: El rodete tiene una sola cavidad de succión por donde ingresa el fluido, su diseño es simple pero el rodete está sujeto a importante empuje axial que puede causar desbalance.

b) De doble succión: El rodete tiene cavidades de succión de ambos lados por lo cual está hidráulicamente balanceado aunque susceptible a flujos no equilibrados si la cañería externa no fue correctamente diseñada. En una bomba

de dos o más rodetes el diseño del rodete de primera etapa determina si la bomba es considerada de simple o doble succión

Componentes de las bombas centrífugas multietapa y sus características principales se pondrán detallar en el anexo A Fig. (A-5)

3.6.2.3 BOMBAS VERTICALES

También se les llama turbo bombas o bombas de tipo pozo profundo; en realidad son bombas centrifugas cuyo eje es vertical y sobre el cual se apoya un determinado número de impulsores que elevan el agua por etapas.

Es importante recordar que el tamaño del equipo de bombeo es pequeño pues limitado por el diámetro del pozo, el cual varía normalmente entre 90 y 410 mm.

Dado que el eje de la bomba es vertical se utilizan dos tipos de arreglos de equipos de bombeo.

- El arreglo superficial: Donde el cuerpo de la bomba se encuentra sumergido mientras el cuerpo motor permanece en la superficie
- El arreglo Electro-sumergido: Donde el equipo bomba motor permanecen sumergidos.

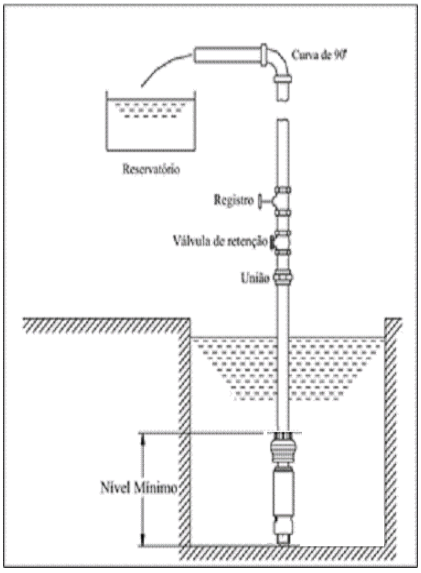


Fig. (3.10) Arreglo Electro-sumergido

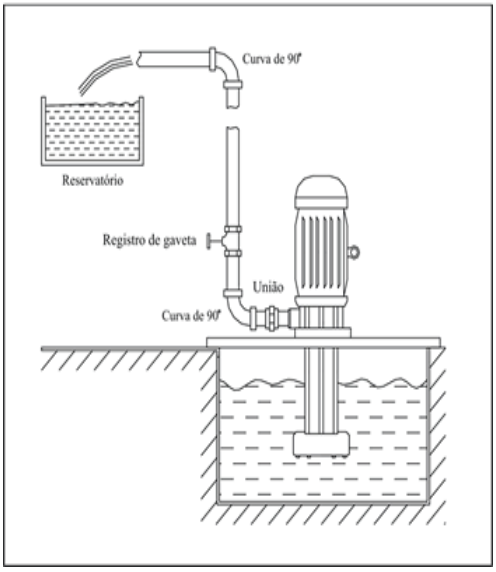


Fig. (3.11) Arreglo Superficial

Siendo las bombas axiales capaces de transportar grandes caudales pero a menores alturas que las bombas radiales se hace necesario instalar varios impulsores en serie a fin de satisfacer las condiciones de carga.

Tipo de Lubricación:

El eje puede tener una buena lubricación por agua o por aceite. Cuando la lubricación es por aceite el eje está dentro de un tubo protector que retiene el aceite. La lubricación por aceite no es aconsejable sanitariamente por la posibilidad de la contaminación del agua, por presión excesiva sobre los sellos provocando filtraciones de aceite hacia la fuente de abastecimiento. La lubricación por agua resulta más aconsejable bajo el punto de vista sanitario, prefiriéndose cuando se tiene sumergencia total de los impulsores que garantizan lubricación inicial efectiva.

3.6.3 ALTURA NETA DE SUCCIÓN POSITIVA (NPSH).

3.6.3.1 NPSH REQUERIDO

Es la altura mínima absoluta que se requiere en la succión de la bomba para garantizar un funcionamiento satisfactorio de la maquina, evitando la posibilidad de vaporización del líquido en su interior y de la subsiguiente cavitación. Como es conocido, los líquidos hierven a relaciones de temperatura especifica, reducciones de presión a algún valor de estado causará vaporización.

El valor de NPSH siempre se expresa en unidades absolutas y para su determinación se utilizan ensayos sobre modelos en laboratorios especializados, con diversos arreglos de los equipos de prueba y medición, además es un valor característico de cada bomba, dependiendo del tamaño, forma y tipo de impulsores y para calcularlo el fabricante se basa en la velocidad de rotación, la superficie de admisión o del ojo del impulsor en una bomba centrifuga, el tipo y número de alabes en el impulsor, etc.

$$hc\max = \frac{p_1 - pv}{\gamma} - h_{fs} - NPSHr \qquad \text{Ecuación (40)}$$

Donde

P_1= Presión absoluta en el tanque

Pv= Presión de vapor

hfs= Pérdidas en la sección.

hcmax= Altura de colocación máxima

γ = Gravedad especifica del fluido

3.6.3.2 NPSH DISPONIBLE

Depende de la localización y el diseño del sistema de succión y puede ser determinado a través del cálculo hidráulico, el NPSH disponible, expresa la altura sobre el punto de vaporización del fluido, entrando a la succión de la bomba.

Para el buen funcionamiento del equipo de bombeo, deberá mantenerse a la entrada de la bomba y en cualquier punto de ella, una presión absoluta superior a la del vapor para la temperatura del agua bombeada. La energía disponible a la entrada deberá ser, por tanto, mayor que el NPSH requerido, a fin de que no produzca cavitación.

NPSH disponible〉 NPSH requerido

La ecuación que determina la altura neta de succión positiva es la siguiente:

$$NPSHd = \frac{p_1 - pv}{\gamma} - hc\max - hfs \qquad \text{Ecuación (41).}$$

Donde

P_1= Presión absoluta en el estanque.

Pv= Presión de vapor.

hfs= Pérdidas en la sección.

hcmax= Altura de colocación máxima.

γ = Gravedad especifica del fluido

Cuando una bomba centrifuga no cuenta con suficiente (NPSHd) en la instalación en que va a funcionar, se reducirá su capacidad a una menor que la de diseño. Dicho en otra forma, en el punto de capacidad requerida la bomba producirá menos carga que la calculada.

3.7 GOLPE DE ARIETE

Fenómeno que se produce en una tubería, cuando por algún motivo se producen modificaciones temporales de la cantidad de movimiento del fluido. Como el fenómeno está asociado al tiempo también se conoce como régimen transitorio en tuberías a presión. Donde se localice el fenómeno se manifiesta como una brusca depresión y/o sobrepresión que genera ondas elásticas que se propagan a todo el resto del sistema y que se adicionan a las presiones estacionarias.

Los problemas que frecuentemente se presentan en sistemas de conducción y que deben ser evitados para una operación confiable, tienen que ver con la cavitación, vaciado y el llenado de tuberías, arranque y/o parada incontrolada de bombas y cierre o abertura incontrolada de válvulas.

Debido a la complejidad de las ecuaciones descriptivas y a los múltiples factores que intervienen en el golpe de ariete, solo se aplicaran sin efectuar ninguna demostración.

En la mayoría de los casos el accionamiento de válvulas es fácilmente controlada. El golpe de ariete normalmente esta relacionado con el arranque y parada de los grupos de bombeo. En caso crítico se relaciona con la falla de suministro eléctrico a la estación. Debemos recordar que mientras mayor sea el momento de inercia el conjunto moto-bomba, más lentamente se detendrá y menor será el efecto del transitorio.

En los puntos altos de instalación puede el fluido alcanzar la presión de vapor, produciéndose la separación de la columna liquida. La cavidad evoluciona

con el tiempo, y cuando desaparece, el impacto de las dos columnas puede ir acompañada de sobrepresiones considerables.

En las operaciones de llenado y en los tramos de pendiente acusada en el agua alcanza velocidades extremas y como el aire ocupa todo el interior se verá obligado a circular en sentido contrario, lo cual produce estrangulamientos y las sobrepresiones correspondientes.

Los Métodos Tradicionales de cálculo con $\mu = 0$ son los siguientes:

- Método Práctico (Allieve, Mendiluce, Michau)
- Método Grafico (Ray S. Quick´s, Bergeron. Parmakian)

Procedimiento para determinar el golpe de ariete en:

Válvulas:

1. Se determina el periodo del sistema
2. Se compara con el tiempo de cierre y/o abertura de la válvula.
3. Se concluye si es lento o rápido.
4. Si es rápido se utiliza el modelo matemático de Allieve y si es lento el modelo matemático de Michau.

Bombas:

1. Se determina el periodo del sistema
2. Se compara con el tiempo de detención de la columna líquida.
3. Se concluye si es lento o es rápido
4. Si es rápido se utiliza el modelo matemático de Allieve y de ser lento el de Mendilluce.

Formulas para el cálculo generado por la sobrepresión del golpe de ariete.

$$h = \frac{p}{\gamma} + z \qquad \text{Ecuación (42)}$$

Donde

h= Altura piezometrica.

$$Ho = h + \frac{V^2}{2.g} \qquad \text{Ecuación (43)}$$

Donde

Ho= Altura total

Finalmente se obtiene las presiones máximas (Hmax) y mínimas (Hmin).

$$H_{max} = Ho + Ha \qquad \text{Ecuación (44)}$$

$$H_{min} = Ho - Ha \qquad \text{Ecuación (45)}$$

Velocidad de propagación de la onda viene dada por la siguiente ecuación de Joukovsky.

$$a = \sqrt{\frac{\frac{E}{\rho}}{1+\frac{E*D_{in}*c}{K*e}}} \qquad \text{Ecuación (46)}$$

Donde:

K= Módulo de Elasticidad del Fluido.

D= Diámetro de la tubería.

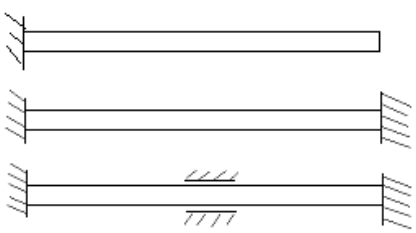
E= Módulo de Young`s para el material de la tubería

e= Espesor de la tubería.

c= Módulo de Fijación.

ρ= Densidad del Fluido

El módulo de Fijación viene expresado en función de μ relación de Poisson.



$$c = \frac{5}{4} - \mu$$

$$c = 1 - \mu^2$$

$$c = 1 - \frac{\mu}{2}$$

Fig. (3.12) Fuente: Parmakian, J., (1955), Waterhammer analysis.

El período de propagación de la onda es el tiempo que ésta tarda en recorrer la tubería.

$$\tau = \frac{2.L}{a}$$ Ecuación (47)

Método de Allieve

$$Ha = \frac{a.V_0}{g}$$ Ecuación (48)

Donde:

g = Gravedad

Método de Michau

$$Ha = \frac{2.L.V_0}{g.t_c}$$ Ecuación (49)

Donde:

tc = Tiempo de cierre

Método de Mendiluce

$$t_c = C + \frac{K.L.V_0}{g.H_m}$$ Ecuación (50)

Método de Bergeron

$$H - Ho = F\left(t - \frac{x}{a}\right) + f\left(t + \frac{x}{a}\right)$$ Ecuación (51)

$$V - Vo = \frac{-g}{a}\left(F\left(t - \frac{x}{a}\right) - f\left(t + \frac{x}{a}\right)\right) \qquad \text{Ecuación (52)}$$

Las gráficas de Parmakian nos permiten relacionar los parámetros de funcionamiento nominal de la bomba con las sobrepresiones y depresiones causadas en la tubería de impulsión conectada a la bomba en el punto de conexión y en el punto medio de la misma. Suponiendo que no existe válvula de retención a la salida de la bomba.

3.8 CAVITACIÓN

El complejo fenómeno denominado cavitación se produce cuando por efectos de la viscosidad (pérdidas de carga por fricción) el flujo en una tubería a presión alcanza la presión de vapor del líquido a la temperatura de operación. Luego se generan cavidades saturadas de vapor que sometidas a los gradientes de presión que prevalecen en esa región del movimiento, estas burbujas de vapor, por su baja densidad, pueden adquirir una considerable velocidad, y se condensarán cuando se vean transferidas a zonas de mayor presión. Aquéllas que entren en contacto con un contorno de la tubería o con una de las partes de algún dispositivo que en ellas se encuentre instalado, determinarán vibraciones, ruidos y esfuerzos de impactos de gran magnitud, que afectan el comportamiento de las obras civiles y/o de los componentes mecánicos.

En general, el proceso de deterioro no es instantáneo sino progresivo, diferenciándose un período inicial donde el material se fatiga debido a las continuas implosiones de las burbujas de vapor, hasta que comienza la destrucción propiamente dicha. A partir de este momento, el fenómeno junto con sus consecuencias se acelera, ya que debido al surgimiento de nuevas irregularidades,

se multiplicarán los puntos potenciales creadores de bajas presiones y por ende se ampliará la zona de influencia destructiva del fenómeno.

La cavitación es capaz de acabar con superficies hechas con los materiales más resistentes, tales como el acero, el concreto, y las fibras epóxicas. Por tales motivos, este complejo fenómeno constituye una limitación importante en la definición altimétrica de las tuberías, y en la selección de las válvulas, medidores de flujo, piezas especiales y unidades de bombeo.

La cavitación en una bomba puede ser detectada por el ruido que se produce dentro de la carcasa, así como la formación de profundas perforaciones y erosión general sobre el lado inferior de los vanos cerca de la entrada del impulsor.

La cavitación normalmente ocurre en el impulsor de una bomba centrífuga, y los daños causados por la misma pueden inutilizar el impulsor en tan solo unas cuantas semanas de operación continua.

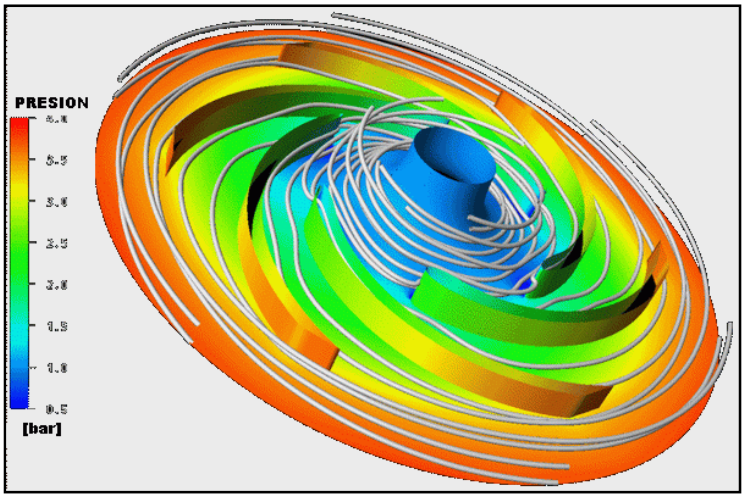


Fig. (3.13) Distribución de presiones en el rodete de una bomba centrifuga

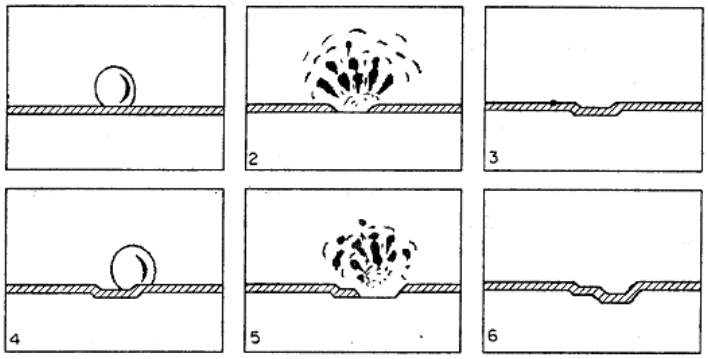


Fig. (3.14) Proceso de erosión en los alabes de la bomba

Aunque el término cavitación se aplica a la formación de burbujas de vapor, también se usa para referenciar algunas manifestaciones de la actividad de dichas burbujas, tales como:

- Erosión y picaduras en la superficie del metal.
- Caída de la capacidad de altura debido a la turbulencia.
- Limitaciones de flujo debido al bloqueo del pasaje del flujo.
- Ruidos o traqueteos causados por la formación de las burbujas de vapor.

3.8.1 EFECTO MECÁNICO

Con las implosiones decrece el diámetro de las burbujas. Las partículas fluidas se desplazan hacia el centro de estas burbujas y chocan entre si en virtud de la bifurcación de sus trayectorias. Estos choques provocan sobre presiones, que se propagan en todas direcciones, afectando, principalmente, los poros y ranuras de las superficies metálicas por lo que en poco tiempo pueden ocasionar daños considerables a la maquina. Estos hechos resaltan la importancia del buen acabado de las superficies internas de la bomba.

3.8.2 EFECTO QUÍMICO

Con las implosiones de las burbujas se liberan iones de oxigeno que atacan las superficies metálicas.

3.8.3 CAUSAS

- ✓ Aumento de la altura de succión.
- ✓ Disminución de la presión atmosférica.
- ✓ Aumento de la temperatura del líquido.
- ✓ Excesiva pérdida de carga en la succión.
- ✓ Capacidad mayor a la de mayor eficiencia.
- ✓ Velocidades (rpm) superiores a las especificadas.

3.8.4 CONSECUENCIAS

- ✓ Ruidos y vibraciones, debido a los choques bruscos de las burbujas de vapor.
- ✓ Disminución de la carga y eficiencia.
- ✓ Desgaste del impulsor.
- ✓ La energía necesaria para producir la aceleración del agua, hasta alcanzar la velocidad requerida para llenar súbitamente los espacios vacíos, constituyen una reducción del rendimiento.

3.9 MOTORES ELÉCTRICOS

El elemento más utilizado para el accionamiento de bombas centrífugas en estaciones de bombeo es el motor eléctrico de corriente alterna trifásico. Este transforma la energía eléctrica en energía mecánica, la transmite al eje de la

bomba mediante un par o torque, que luego la bomba lo transforma en energía hidráulica.

Los motores eléctricos trifásicos de corriente alterna más comunes para esta aplicación pueden ser de dos tipos:

- Sincrónicos:
  - ✓ Rotor liso o cilíndrico
  - ✓ Rotor de polos salientes
- Asincrónicos (inducción):
  - ✓ Rotor tipo jaula de ardilla (corto-circuito)
  - ✓ Rotor bobinado o de anillos

3.9.1 MOTOR ELÉCTRICO DE INDUCCIÓN ROTOR JAULA DE ARDILLA.

El principio de funcionamiento de este tipo de motores se basa fundamentalmente en tres principios:

- La Ley de Inducción Electromagnética de Faraday: relativa a la tensión inducida en un conductor por la acción de corte de líneas de fuerza de un campo magnético (campo magnético rotante).
- La Ley de Ohm: relativa a la corriente inducida que circula por las barras del rotor.
- La Ley de Laplace: relativa a la fuerza inducida en un conductor eléctrico que transporta corriente y está dentro de la acción de un campo magnético.
- Par Motor (electromagnético): relativo al movimiento de rotación.

El diagrama de flujo de potencia de un motor trifásico de inducción es el siguiente:

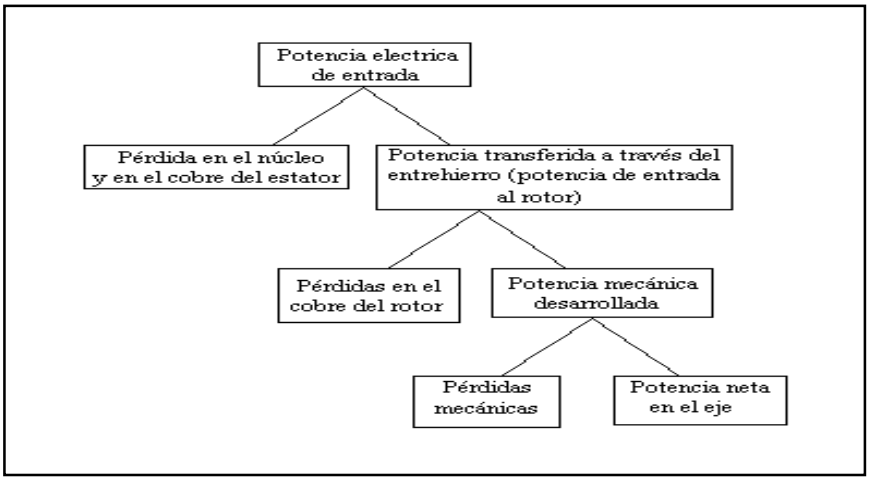


Figura (3.15) Esquema del diagrama de flujo de motor trifásico inducción

La potencia eléctrica requerida por cada motor se rige por la siguiente relación:

$$Pe = \sqrt{3} \cdot V_L \cdot I_L \cdot \cos\phi \qquad \text{Ecuación (53)}$$

Donde

Pe: potencia eléctrica

V_L: tensión de línea

I_L: corriente de línea

Cosϕ: factor de potencia

La curva de la gráfica (3.18) representa un comportamiento típico del factor de potencia de motores trifásicos de inducción:

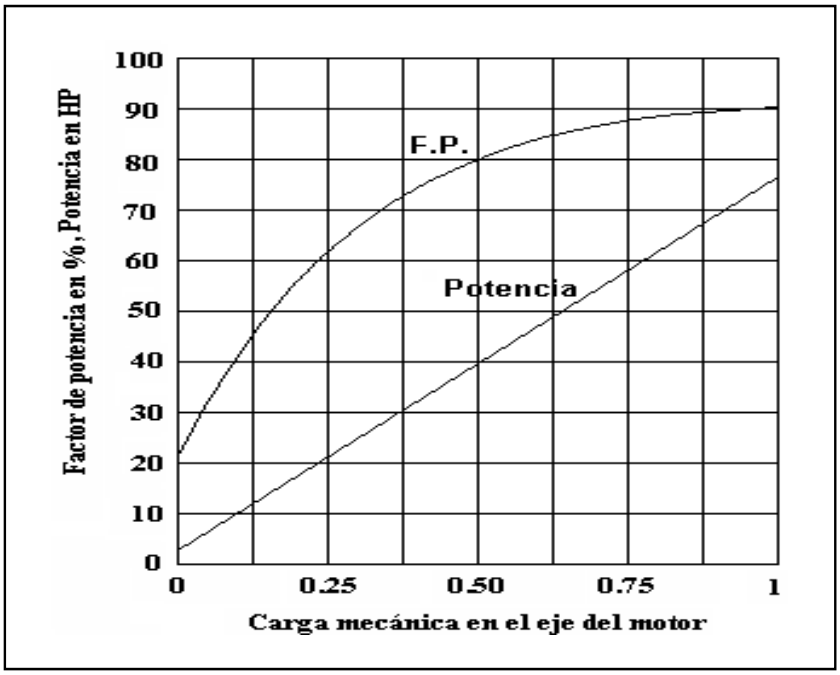


Figura (3.16). Factor de potencia

En el caso de sistemas de bombeo, el cálculo de la potencia que debe entregar el motor a la bomba se realiza mediante la siguiente relación:

$$Po = \frac{P_b}{\eta_{mec}} \qquad \text{Ecuación (54)}$$

Donde:

Po: potencia neta en el eje del motor

P_b: potencia requerida en el eje de la bomba

η_{mec}: rendimiento mecánico de la transmisión

La relación entre la potencia neta en el eje del motor y la potencia eléctrica requerida por éste, se denomina rendimiento total del motor, e incluye todas las pérdidas mencionadas. Este rendimiento del motor es igual a:

$$\eta_{mot} = \frac{Po}{Pe}$$ Ecuación (55)

Donde: Po: potencia neta en el eje del motor
Pe: potencia eléctrica exigida por el motor

3.10 VALVULAS

Son dispositivos que se instalan en las tuberías como complementos, muchas veces indispensables, para la adecuada operación y mantenimiento de los respectivos sistemas de conducción. Las válvulas están conformadas de la siguiente manera:

El cuerpo: debe ofrecer la adecuada resistencia a las presiones no solo del fluido, sino de los componentes internos.

El obturador: es el elemento móvil, que tiene como función primordial abrir, restringir o bloquear la sección de paso del fluido.

Mecanismo de accionamiento: pueden ser manuales, hidráulicos y eléctricos.

De acuerdo con su función, las válvulas pueden agruparse en las tres categorías siguientes:

- Válvulas de paso
- Válvulas de regulación
- Válvulas de expulsión y admisión de aire

Las primeras tienen como objetivo permitir o interrumpir la totalidad del flujo en la tubería, mientras que la segunda cumple con la función de regular el gasto, la dirección del flujo, la presión o los niveles de superficie libre en los estanques que puedan estar intercalados en la línea. Para esos fines deben operar libres de problemas en posiciones intermedias del elemento obturador. A continuación se comentan las válvulas de uso frecuente en aducciones.

3.10.1 VÁLVULAS DE COMPUERTA Y DE MARIPOSA

Se utilizan especialmente como válvulas de paso. En las compuertas ver Fig. (3.17), el órgano obturador está constituido por una placa circular que se desliza a través de ranuras o guías y en completa apertura, determina menores pérdidas localizadas de energía que las de mariposa, cuyo obturador es de forma lenticular, interpuesto al movimiento y que gira según un eje normal al de la tubería. En ambos tipos, pero especialmente en las de compuerta, la operación en posiciones intermedias está muchas veces acompañada de vibraciones inaceptables y da origen a problemas de cavitación. Por estas razones no son las más adecuadas como dispositivos de regulación.

En aducciones, las válvulas de paso se utilizan para aislar tramos del conducto donde existen equipos, dispositivos y estructuras que requerirán de un mantenimiento más o menos periódico y en las conexiones de descarga para el vaciado de la tubería.

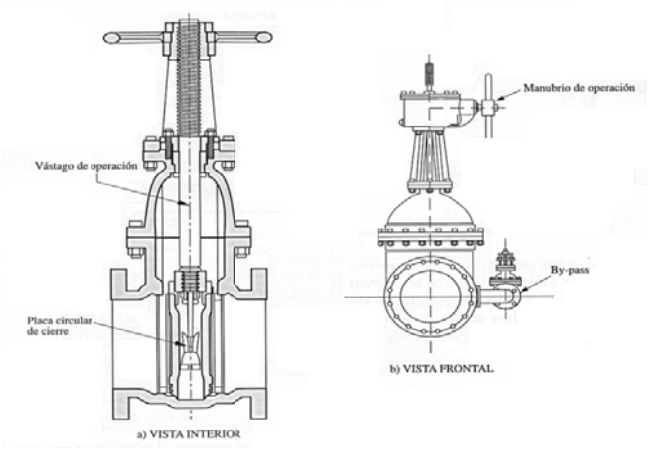


Fig. (3.17). Válvula de compuerta típica, de operación manual.

3.10.2 VÁLVULAS DE RETENCIÓN

Estas válvulas se utilizan para el control direccional del flujo (no admiten flujo sino en una dirección y se conocen como válvulas "check"). Uno de los tipos más comunes es la siguiente Figura.

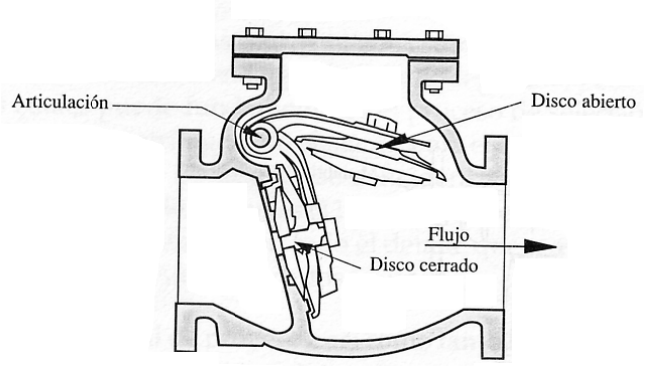


Fig. (3.18). Válvulas de retención típica.

Está integrado por una compuerta circular, articulada al cuerpo de la válvula mediante un eje normal al de la tubería. En operación normal, el elemento de cierre se mantiene abierto por la acción hidrodinámica del flujo. Una vez que se interrumpe el movimiento, la compuerta se cierra por el efecto de su

peso o auxiliada por un contrapeso. Las válvulas de retención se utilizan, por ejemplo para impedir el flujo de retorno a una estación de bombeo o el vaciado de estanques en la línea.

3.10.3 VÁLVULAS DE GLOBO

Este tipo de válvulas está constituido por un elemento de clausura circular, el cual cierra contra un asiento de igual geometría, contenido en el cuerpo de la válvula. El elemento citado es solidario a un vástago de desplazamiento, generalmente vertical. El recorrido del flujo a través del dispositivo cambia su dirección en 90°, para luego retornar al alineamiento general como en la Fig. (3.19)

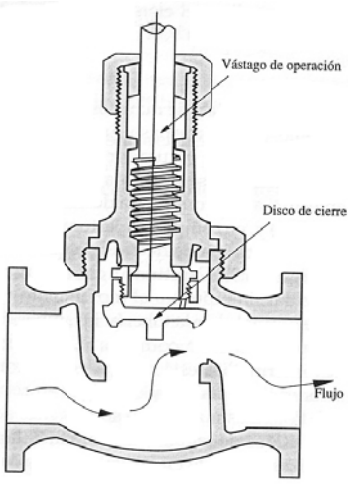


Fig. (3.19) Válvula de globo típica de operación manual.

Las válvulas de globo se utilizan con frecuencia como elementos de regulación bien sea del gasto o de la presión, y son normalmente empleadas como válvulas reductoras de presión o para mantener presiones constantes aguas abajo, independiente de la presión de operación aguas arriba o viceversa. Son empleadas también estas válvulas como control de niveles (válvulas de altitud), es

decir, que cierran automáticamente al llegar la altura de agua en un estanque a una determinada elevación.

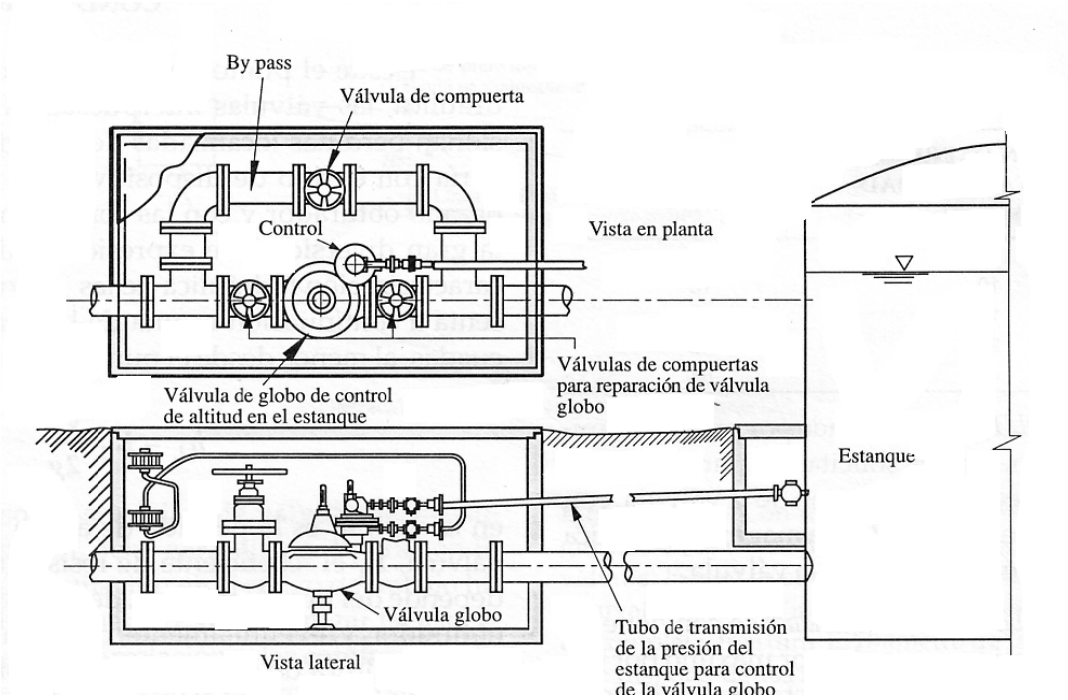


Fig. (3.20). Instalación típica de una válvula de control de nivel en un estanque.

3.10.4 VÁLVULAS DE ESFERA Y DE CONO

En estas válvulas el órgano obturador está constituido por un elemento rotatorio en forma de esfera o de cono truncado provisto de una perforación cilíndrica del mismo diámetro del conducto. En posición de completa apertura la superficie de paso es igual a la de la propia tubería y ofrecen una resistencia mínima al movimiento del agua. Estas válvulas, aunque costosas, se utilizan con cierta frecuencia como dispositivos de regulación y de accionamiento controlado.

3.10.5 VENTOSAS

Las líneas por gravedad tienen la tendencia de acumular aire en los puntos altos. Cuando se tienen presiones altas, el aire tiende a disolverse y continúa en la tubería hasta que es expulsado, pero en los puntos altos, de relativa baja presión, el aire no se disuelve creando bolsas que reducen el área útil de la tubería.

La acumulación del aire en los puntos altos provoca una reducción del área de flujo del agua, y consecuentemente se produce un aumento de las perdidas y una disminución del gasto, está acumulación de aire puede ser ocasionalmente desplazada a lo largo de la tubería y provocar golpes repentinos e intermitentes similares a los de golpes de ariete.

A fin de prevenir este fenómeno deben utilizarse válvulas automáticas, que ubicadas en todos los puntos altos permitan la expulsión del aire acumulado y la circulación del gasto deseado.

La colocación de ventosas o válvulas de expulsión de aire en tales puntos constituirá un factor de seguridad que garantizará la sección útil para la circulación del gasto deseado.

La función de las válvulas de aireación es expulsar y/o introducir aire de las conducciones.

a) Expulsión de aire: El aire localizado en el interior de la conducción debe ser eliminado para facilitar el flujo del líquido ya que de lo contrario éste circulará con dificultad pudiendo llegar incluso al colapso total de la tubería y su rotura. Eliminando el aire de la conducción se evitará además un consumo excesivo de energía motivado por la necesidad de sobre trabajo de las bombas. Por último, se conseguirá proteger al sistema de golpes de ariete.

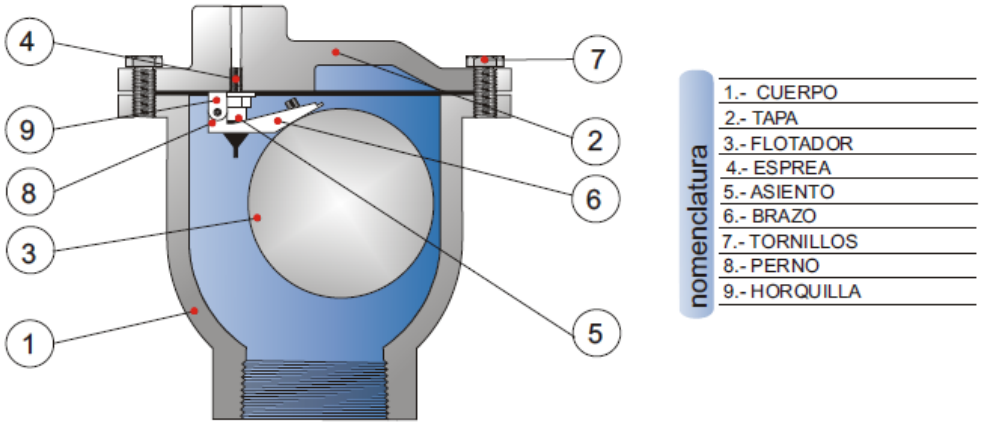


Fig. (3.21) Partes de una válvula de expulsión de aire.

b) Admisión de aire: Se debe disponer de diferentes puntos de admisión de aire en una conducción para proteger a ésta de roturas parciales o totales cuando la presión interna caiga por debajo de un predeterminado nivel atmosférico, rompiendo por tanto el vacío.

c) Las válvulas de admisión y expulsión de aire: Están provistas de un flotador interno y un orificio de venteo del mismo diámetro que el de su entrada para expulsar y admitir las cantidades suficientes de aire al llenar o vaciar un sistema de bombeo.

Cuando un sistema está por ser llenado, el aire que está dentro será sustituido por el líquido a transportar. Al irse llenando el sistema, las válvulas colocadas en los puntos altos se irán cerrando, cuando el nivel del liquido suba el flotador, por quedar totalmente llena la línea, el asiento de la válvula y quedara totalmente cerrado.

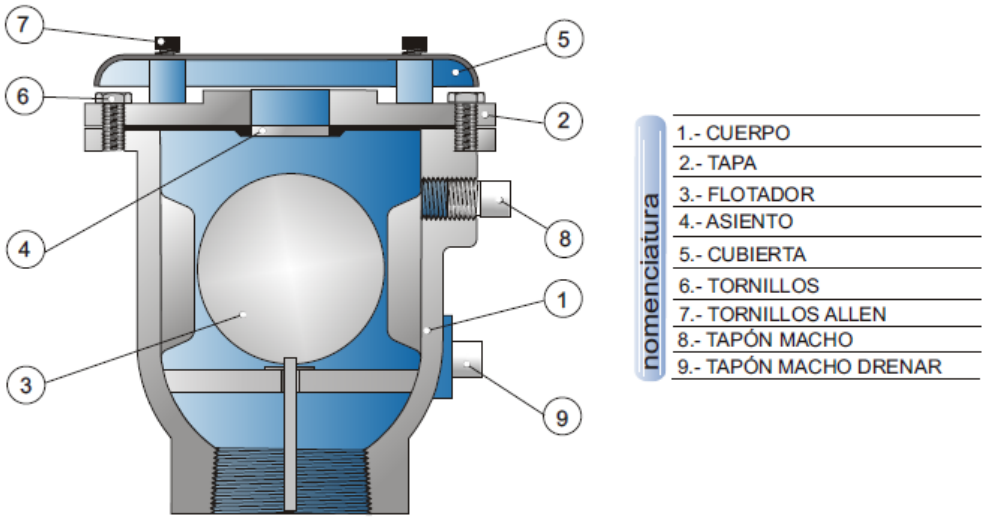


Fig. (3.22) Partes de una válvula de admisión y expulsión de aire.

La válvula de admisión y expulsión de aire se deberá elegir de un diámetro mínimo capaz de admitir y expulsarlo de un sistema a través de su orificio de venteo, sin exceder de una presión diferencial permisible.

Para seleccionar el diámetro mínimo capaz de expulsar aire, aplíquese la siguiente fórmula para convertir el caudal a pies cúbicos de aire por segundo.

$$PCAS = \frac{Q}{28.32} \qquad \text{Ecuación (56)}$$

Donde

PCAS = Pies cúbicos de aire por segundo.

Q = Caudal en litros por segundo

Con el resultado arrojado en la fórmula anterior se va a la gráfica y se deberá elegir el diámetro sin exceder de una presión diferencial de trabajo, para sistema por bombeo de 5 psi (B) y sistemas por gravedad de 2 psi (A).

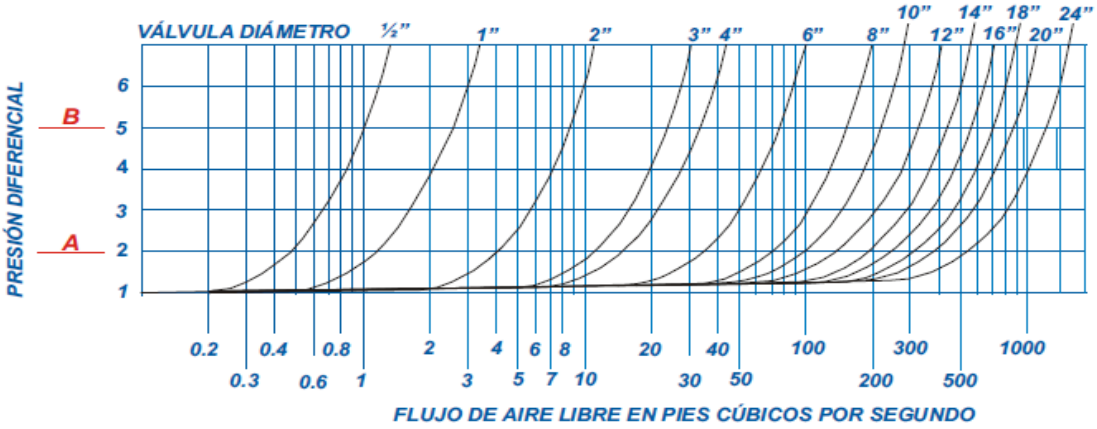


Fig. (3.23) Grafico para la selección de diámetro de la ventosa.

3.10.6 VÁLVULA COMBINADA REDUCTORA SOSTENEDORA DE PRESIÓN

La válvula combinada reductora de reductora y sostenedora de presión efectúa automáticamente dos funciones independientes. Mantiene presiones constantes aguas abajo sin importar la fluctuación de la demanda y sostiene la presión aguas arriba a un mínimo determinado. En el anexo B se aprecia el catalogo de la válvula modelo 92-01 Marca CLA-VAL.

Fig. (3.24) Válvula combinada Reductora y sostenedora de presión

3.10.7 VÁLVULA DE ALIVIO Y ANTICIPADORA DE GOLPE DE ARIETE.

Esta válvula anticipadora de golpe de ariete es indispensable para la protección de bombas, equipos de de bombeo y todas las líneas donde se aplique

una presión peligrosa en régimen transitorios ocasionados por cambios repentinos en la velocidad del flujo dentro de la línea. En el anexo B se aprecia el catalogo de la válvula modelo 52-01 Marca CLA-VAL.

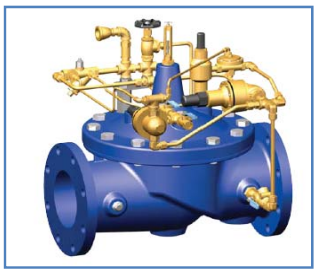


Fig. (3.25) Válvula de alivio y anticipadora de golpe de ariete.

3.10.8 CRITERIOS PARA SELECCIONAR UNA VÁLVULA

La selección de una válvula incluye varios factores, y es preferible tener como referencia un sistema que facilite la selección. Se deben tener en consideración las siguientes características básicas:

- Función y operación a realizar.
- Fácil reparación y mantenimiento.
- Material adecuado.
- Caudal.
- Rango de Presiones.

Es muy importante siempre seleccionar la válvula adecuada a la necesidad del sistema hidráulico, para ello deben conocerse muy a fondo tanto la sección que cada una de ellas puede realizar, como también la naturaleza del fluido y las presiones de trabajo, de modo de seleccionar las válvulas no solamente del material adecuado, sino también del espesor y robustez adecuada de sus componentes.

CAPÍTULO IV

MARCO METODOLÓGICO

En el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable participan múltiples variables, que influyen de manera directa en el buen desarrollo del mismo, por tal motivo se tiene especial interés en considerar estas variables para lograr un diseño optimo.

Cuando se plantea el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable para el Sector Los Lirios, nos encontramos que ya está en funcionamiento un sistema que abastece dicha población, pero que ha sobrepasado su capacidad original, es por esto que se toma especial cuidado en el existente, para la realización del nuevo diseño.

4.1 NIVEL DE LA METODOLOGÍA

La metodología que se plantea para la elaboración del proyecto es de carácter descriptivo y explicativo.

4.2 DIVISIÓN DE LA METODOLOGÍA

Para llevar a cabo este proyecto se planteó dividirlo en seis etapas interrelacionadas y dependientes una de la otra directamente.

4.2.1 INFORMACIÓN TEÓRICA

Se refiere a la recopilación de toda la información teórica, técnica y las normativas relacionadas con los sistemas de abastecimiento de agua potable.

4.2.2 CARACTERÍSTICAS DEL SECTOR EN ESTUDIO

Se levantó toda la información necesaria para el desarrollo del proyecto de carácter físico:

- Ubicación geográfica del sector.
- Ubicación de los sub-sectores a ser abastecidos por el futuro sistema.
- Ubicación Topográfica de todos los sub-sectores.
- Reconocimiento del tipo de consumidor que existe en la zona.

4.2.3 EVALUACIÓN DEL SISTEMA ACTUAL DEL SECTOR LOS LIRIOS

Con la colaboración de la empresa HIDROCAPITAL, los operadores encargados del sistema y los Consejos Comunales conformados en el sector se levantó la información de las características operacionales y físicas del sistema actual, así como las impresiones de la comunidad en cuanto al sistema de abastecimiento y los ciclos de servicio de la manera siguiente:

- Características de la fuente (pozo)
- Equipos de bombeo en operación.
- Estanque existente en la zona.
- Tipos de tubería y características físicas de las mismas.
- Válvulas para operar el sistema.
- Maniobras realizadas en el sistema.
- Tipo de distribución.
- Características físico-químicas del agua
- Censo de la población actual de Los Lirios

Con esta información recogida en el sitio y las características físico-químicas del agua aportada por el pozo, se estimó la rugosidad interna de la tubería de aducción y distribución. Toda esta información fue cargada en el programa WaterGEMS para la simulación del sistema actual y compararla con las impresiones tomadas por las personas que operan y se abastecen del sistema.

4.2.4 DISEÑO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE

Con la información recopilada y levantada en el sector, se inicio el diseño del nuevo sistema de distribución de agua potable.

- Se realizó un plano general del sistema con la identificación de cada sub-sector y trazado de las tuberías con especificaciones de diámetros calculados en el nuevo diseño.

- Se identificó cada uno de los nodos y puntos del sistema de manera que fuese fácil su ubicación, se utilizó un criterio de letras y números en los cuales las letras poseen las iníciales de cada sector y los números la progresión del sector.

- Se estimó el período de tiempo a proyectar en base a la vida útil de los componentes del sistema y la economía del mismo.

- Se proyectó la población al periodo de tiempo estimado en base a datos recogidos por la Gobernación de Miranda.

- Se estimó el caudal más conveniente a ser distribuido por vivienda actualmente, bajo las condiciones actuales de la fuente de agua y bajo las normativas del INOS, para sistemas de acueductos rurales.

- Se determinaron los caudales demandados por cada sector y proyectados por año hasta el período de diseño.

- Se determinó un año crítico, para ser cubierto por la fuente existente y se sugiere conseguir una nueva para restablecer los consumos de agua habituales por sector.

- Se dividió el sector en dos sistemas comprendidos por una Red Alta y una Red Baja

- Con los caudales demandados por cada sector para el período de diseño establecido, se determinaron las velocidades promedios en base al caudal máximo diario y con ello se definieron los diámetros de las tuberías para cada sector.

- Se realizó un estudio de golpe de ariete en el sistema de distribución por gravedad de cada Red, para determinar las máximas sobrepresiones que pudieran experimentar las tuberías y así realizar una mejor selección de la tubería a utilizar.

- Se calculó las dimensiones de los estanques ubicados en la parte más alta de cada Red, para garantizar buenas presiones en el sistema.

- Se seleccionaron las válvulas y accesorios del sistema en base a las presiones máximas manejadas por el mismo.

- Se ubicaron ventosas automáticas en puntos claves que ayuden a mejorar el vaciado y llenado de las tuberías, así como disminuir los efectos de alguna sobrepresión generada en el sistema.

- Se ubicaron válvulas de sectorización para poder hacer reparaciones o mantenimiento en momentos que el sistema lo amerite.

4.2.5 DISEÑO DEL SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA POTABLE

- Se consiguieron los datos de operación del pozo Los Lirios mediante la empresa HIDROCAPITAL.
- Se estudiaron tres opciones en el sistema de aducción, la primera con un sistema totalmente nuevo, la segunda se buscó el punto de operación del sistema actual hacia ambos estanques y la tercera es mejorando el existente.
- Se determinó mantener la misma ruta de aducción del sistema actual hasta la línea principal de distribución, ya que se consideró la más eficiente y que generaba menos pérdidas al sistema.
- Se calcularon las curvas de ambos sistemas, tomando en cuenta las características de rugosidad en cada caso.
- Se determinó el número de equipos y el tipo de bombeo a utilizar.
- Se seleccionaron los equipos de bombeo en base al caudal y presiones requeridas por el sistema.
- Se calculó la potencia hidráulica y con ello la potencia del motor eléctrico requerido.
- Se realizó el cálculo de golpe de ariete para el sistema de aducción para establecer las sobrepresiones o presiones críticas a las que pueda verse sometido el sistema.
- Se seleccionaron las válvulas y accesorios de la estación en base a las máximas presiones que puede operar el sistema en su caso más crítico.
- Finalmente se cargó el programa de simulación hidráulica WaterGEMS con toda la data necesaria para la corrida hidráulica y calculada en el diseño.

4.2.6 PRESENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN

Se realizaron planos constructivos con el perfil topográfico, detalles de empalmes, ubicación de válvulas y accesorios de cada sub-sector con sus respectivos cómputos métricos, para la construcción del sistema por cada comunidad organizada.

CAPÍTULO V
SITUACIÓN ACTUAL

Cuando se desea conocer el estado actual del funcionamiento y del servicio de un sistema de abastecimiento de agua potable, es imprescindible conocer la opinión de las personas que son beneficiadas por el acueducto y sus operadores, esto es gracias a reuniones con la comunidad, entrevistas a la cooperativa encargada de las maniobras del sistema, para conseguir datos históricos del mismo así como realizar una inspección visual de toda la geografía, componentes actuales y comunidad que abastece el sistema.

5.1 SITUACIÓN ACTUAL DEL SECTOR LOS LIRIOS

Para poder establecer el nuevo diseño requerido por la población es importante conocer el estado actual del sistema y las características del mismo, como lo son su geografía, tipo de población, datos demográficos, tipo de distribución, ciclos de servicio que poseen en la actualidad, sistema de distribución y antigüedad del mismo.

5.2 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL SECTOR

La comunidad del Sector Los Lirios, del Municipio Guaicaipuro. Estado Miranda, se encuentra ubicada a la altura del kilómetro cuarenta y cinco (45 Km) de la autopista Regional del Centro, sentido Caracas-Valencia. El acceso a esta comunidad se realiza por el sector de Paracotos, a la altura del kilómetro cincuenta (50 km) de la misma autopista y el mismo sentido.

Esta comunidad comprende un total de unos 12 sub-sectores con un total aproximado de 600 viviendas, posee unos nueve kilómetros de vía entre sus calles

principales y secundarias, su topografía es variada comprendida entre los 564 m.s.n.m donde se encuentra ubicado el pozo profundo del cual se surte el sector y los 830 m.s.n.m. es el punto más alto de la comunidad del sector Topo de la Cruz.

Fig. (5.1). Foto aérea del sector Los Lirios (año 2003)

5.3 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

El sistema de abastecimiento del Sector Los Lirios depende de la estación de bombeo (E/B) Los Lirios ubicada en las adyacencias de la Quebrada Maitana, la cual cuenta con un sistema de bombeo en serie por dos bombas una vertical de arreglo con motor sumergible y una horizontal de siete etapas, la línea de aducción de la

estación de bombeo es de una tubería de acero de D = 4" que parte de una altura de 564 m.s.n.m. y sube hacia el estanque con una diferencia de cota de 244 m. este estanque el cual se encuentra fuera de servicio ya antes del estanque se encuentra un bypass de la línea de aducción proveniente del la (E/B) Los Lirios y de allí se distribuye por una tubería principal de D = 3" en material H.G. y sus ramificaciones los sectores son todos en un D = 2" en material H.G.

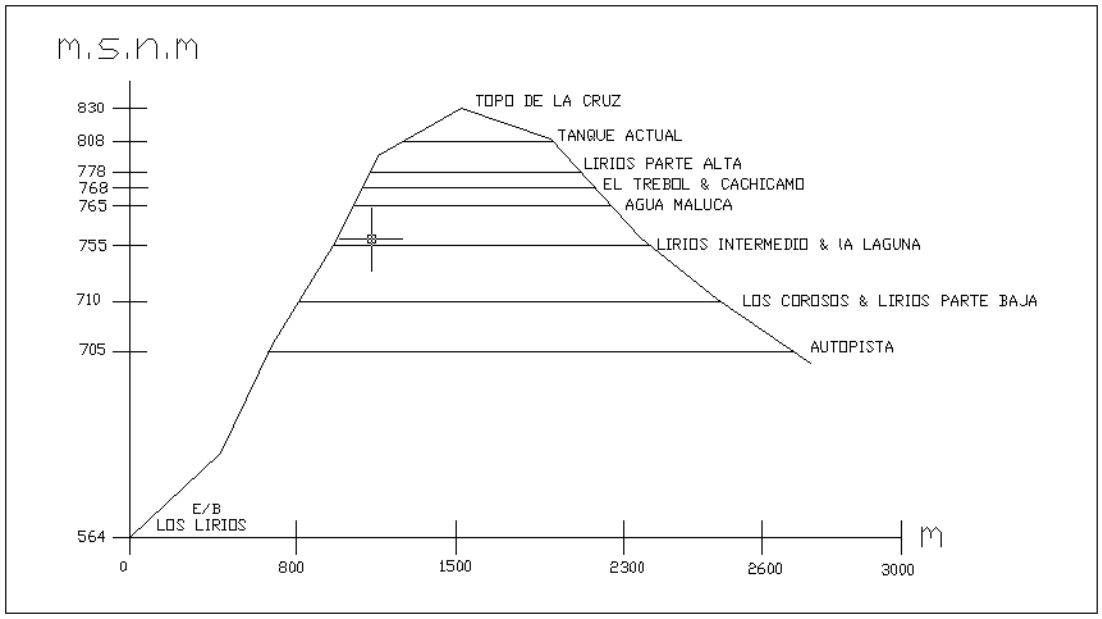


Fig. (5.2). Perfil topográfico del sistema Los Lirios

Cada uno de estos sectores posee dos o tres válvulas de pase rápido los cuales sirven para las maniobras de sectorización en las que se establecen los períodos de servicio de cada subsector, en la actualidad los ciclos de servicio son de 16 días.

La mayoría de la comunidad del Sector Los Lirios es abastecida por el bombeo directo contra la red ya que el estanque principal ubicado a una altura de 808 m.s.n.m de la comunidad quedó inhabilitado hace años porque ya que no cumplía con la demanda de la comunidad, el estanque es utilizado solo en los días que el ciclo de

distribución llega a las zonas altas como lo es Topo de la Cruz, El Trébol y Agua Maluca para aumentar la carga hidráulica en el sistema y así poder llegar a estas zonas con la presión mínima que requiere la comunidad.

El tipo de distribución utilizada es del tipo ramificada a todos los sub sectores mediante la línea principal de la cual se conectan las calles secundarias de los sectores. A continuación se presenta un esquema de la distribución actual del sector Los Lirios.

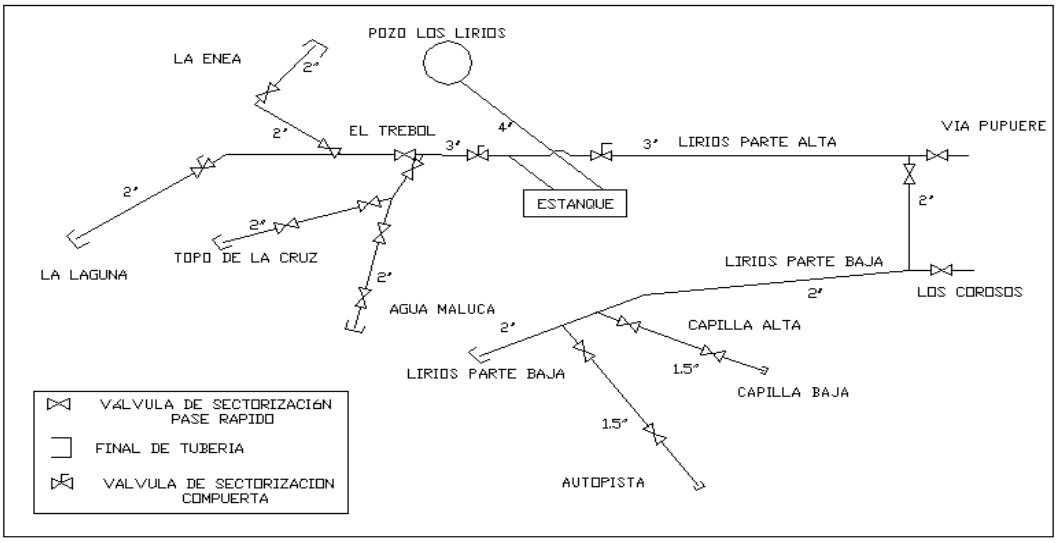


Fig. (5.3). Diagrama de distribución del sector Los Lirios

Dentro de los elementos más destacados del sistema de abastecimiento Los Lirios se cuenta con:

- Línea de aducción: Está definida por una tubería de acero de cuatro pulgadas de diámetro (4") desde la estación de bombeo Los Lirios a 564 m.s.n.m. se proyecta por la montaña en un sistema de soporte en "H" y una longitud de 1500 m hasta el estanque del sector ubicado a 808 m.s.n.m.
- Estanque de almacenamiento: Estanque de tipo rectangular de concreto con medidas 4x9x3 con una capacidad de 100.000 Lts. ubicado en el sub sector

los lirios parte alta específicamente en lo que se conoce la "vía al tanque" a 808 m.s.n.m.

- Estación de bombeo: La estación de bombeo de la cual depende el sector está ubicada en la Quebrada Maitana y depende de un pozo de agua con una profundidad de 30m y un diámetro nominal de ocho pulgadas (8").
- Válvulas de Sectorización del Sistema: Todas las válvulas del sistema son del tipo globo de pase rápido y de compuerta en la línea de distribución principal.

5.3.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS EQUIPOS DE BOMBEO

El Sector Los Lirios cuenta con un pozo profundo, con una longitud de 30 m. el cual opera con dos bombas en serie, una vertical de modelo 5CLC 007 de 4 etapas marca Goulds Pumps. y otra horizontal modelo WK 50 / 5 marca KSB, ambos equipos operan a 3500 rpm. La producción del pozo se encuentra en 8 Lts./s, el sistema opera de manera de bombeo directo contra la red en la mayoría de las zonas. En el anexo B podemos ver las características de las bombas actuales.

El sistema opera desde la bomba vertical ubicada a 30 m de profundidad respecto al nivel de la estación de bombeo, esta transfiere el fluido mediante una tubería de 4" a la superficie de la estación y se deriva en una "Te" a los equipos horizontales de bombeo uno de reserva y otro en operación constante 24 horas, antes de los equipos de bombeo horizontal encontramos una válvula de compuerta y luego a la salida de cada horizontal una válvula Check y una de compuerta ambas ANSI 300, las tuberías del equipo operativo y el de reserva se unen en un "Y" suave, para después de allí salir de la estación de bombeo de manera subterránea unos 200 m y luego sale a la superficie y toma el perfil de la montaña con soportes en "H" para subir a la línea de distribución principal. Como se puede observar en la siguiente figura (5.4)

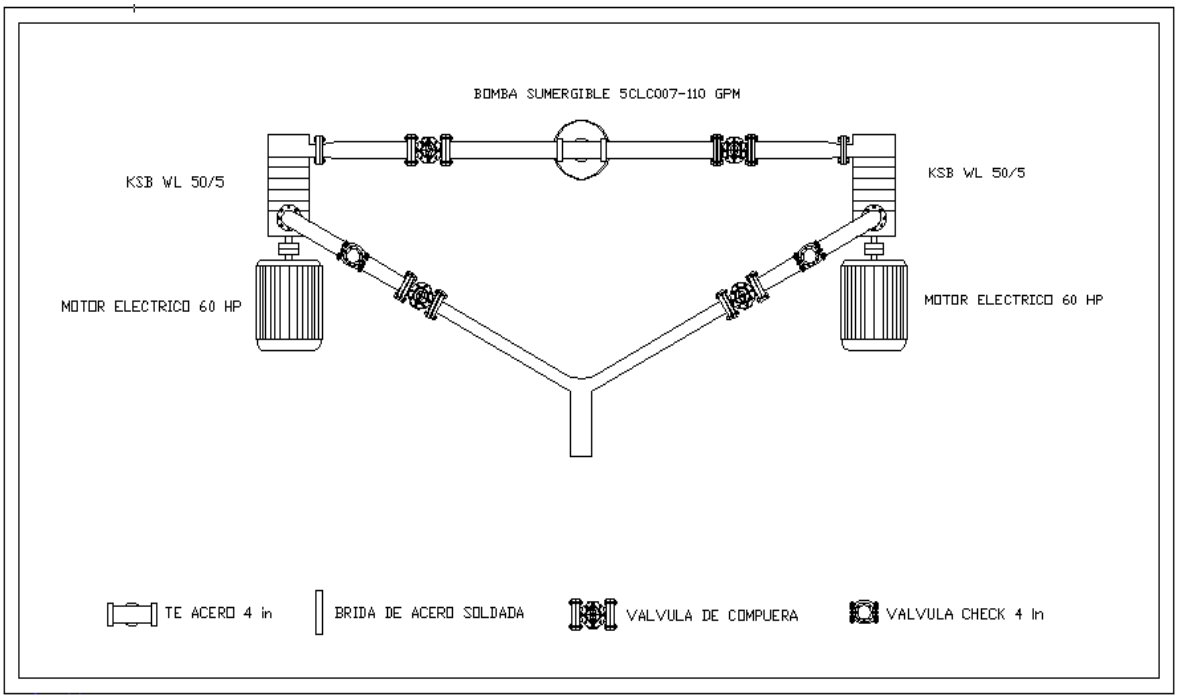


Fig. (5.4) Configuración del sistema de bombeo del pozo Los Lirios

5.3.2 TOPOGRAFÍA DEL SECTOR LOS LIRIOS

Con la instrumentación necesaria para establecer la topografía del Sector Los Lirios se procedió a levantar toda la información referente a longitudes y cotas de cada sub-sector. Dependiendo del nombre del sector se le otorgaron a cada nodo letras y números que lo pudieran identificar rápidamente con el sub-sector al cual pertenece, por ejemplo el nodo PR-10 es el perteneciente a la Principal de los Lirios número diez.

En la siguiente vista aérea del sector se puede observar las distintas calles o sub sectores que conforman el Sector Los Lirios, para así poder tener visión más general del sistema y luego podamos comprender las graficas y tablas siguientes.

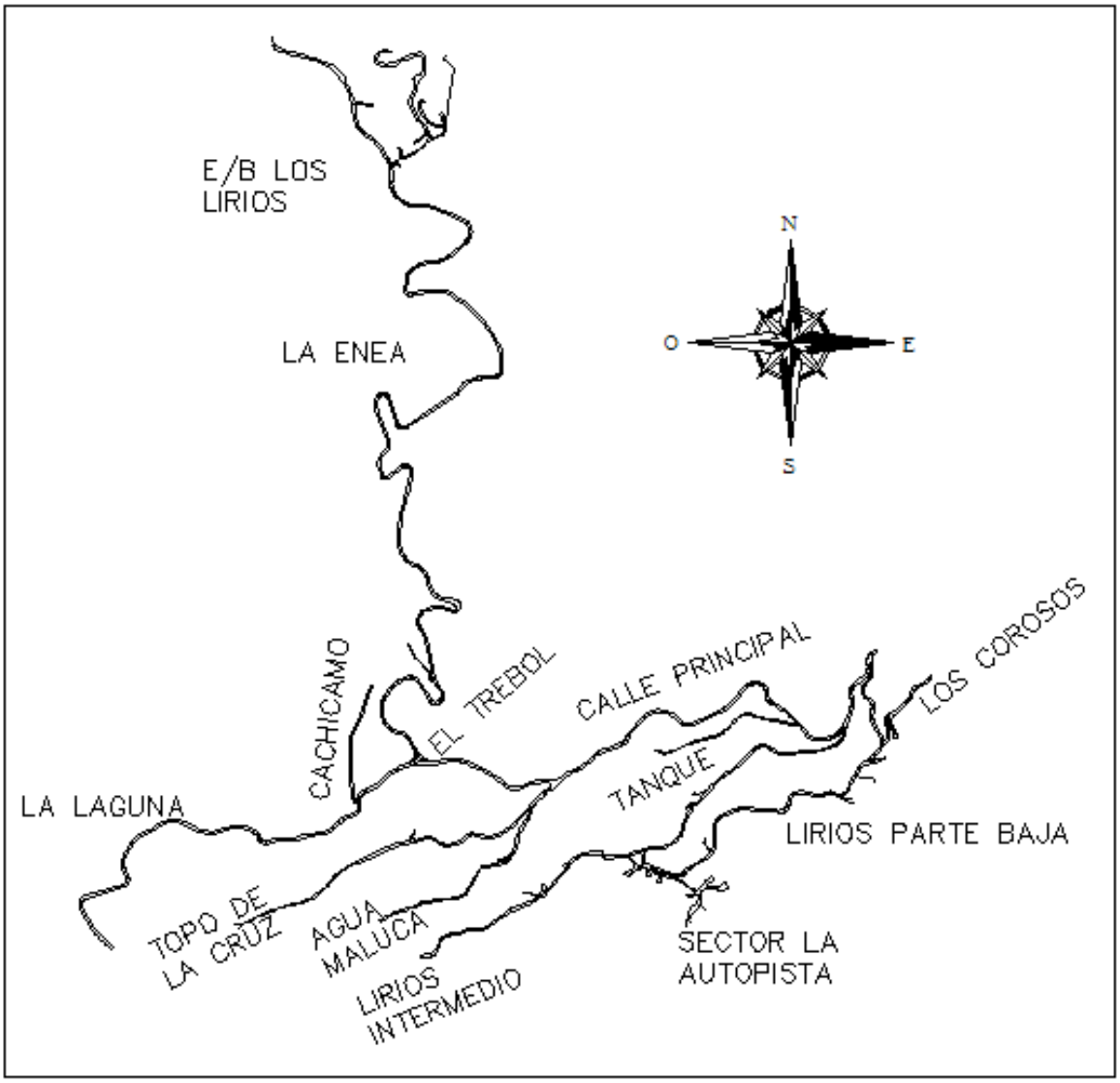


Fig. (5.5) Diagrama de los sectores de la Comunidad de Los Lirios

En las siguientes tablas se muestra las características topográficas de cada sector tomando como parámetros la altura sobre el nivel del mar, diferencia de cota y distancia entre nodos siempre referenciada al primer nodo de la tabla, cada tabla posee su perfil topográfico en la grafica siguiente.

Tabla Distribución de alturas de la Calle Principal de Los Lirios

DISTRIBUCION DE ALTURAS EN EL SECTOR DE ESTUDIO				
NODO	Distancia (m)	Altura m.s.n.m.	Diferencia Cota (m)	Distancia entre Nodos (m)
PR-1	0	757	0	0
PR-2	22	758	1	22
PR-3	142	764	7	120
PR-4	332	768	11	190
PR-5	586	778	21	254
PR-6	811	774	17	225
PR-7	851	770	13	40
PR-8	891	766	9	40
PR-9	931	765	8	40
PR-10	981	762	5	50
PR-11	1031	758	1	50
PR-12	1061	755	-2	30
PR-13	1151	750	-7	90
PR-14	1241	745	-12	90
Calle Principal de Los Lirios				

Tabla (5.1) Calle Principal Los Lirios

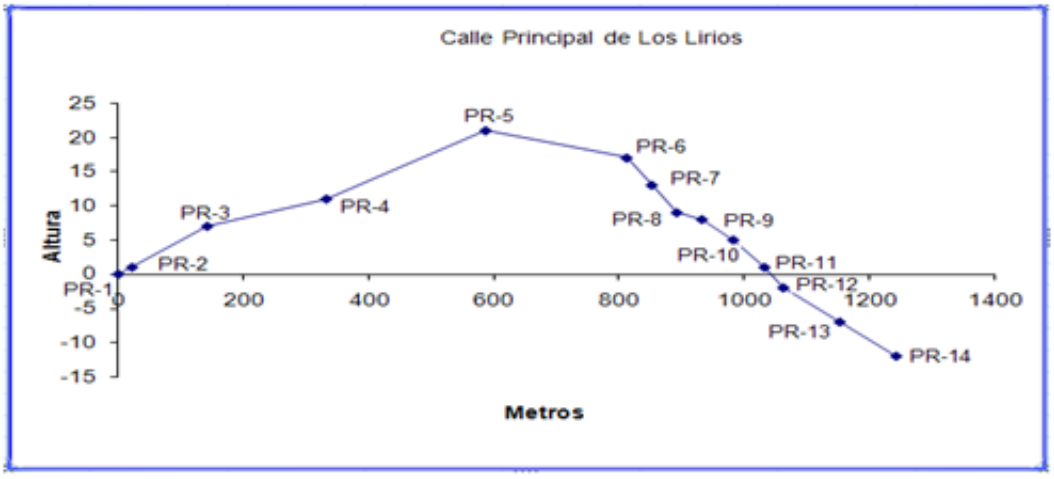


Fig. (5.6) Perfil Topográfico de la Calle Principal de los Lirios

Este sector parte del Nodo PR-2 de la Calle Principal

DISTRIBUCION DE ALTURAS EN EL SECTOR DE ESTUDIO				
NODO	DISTANCIA (m)	Altura m.s.n.m.	Diferencia Cota (m)	Distancia entre Nodos (m)
PR-2	0	758	0	0
E-1	3	758	0	3
E-2	553	742	-16	550
E-3	833	713	-45	280
E-4	1943	606	-152	1110
E-5	2413	564	-194	470
Enea				

Tabla (5.2) Sector la Enea

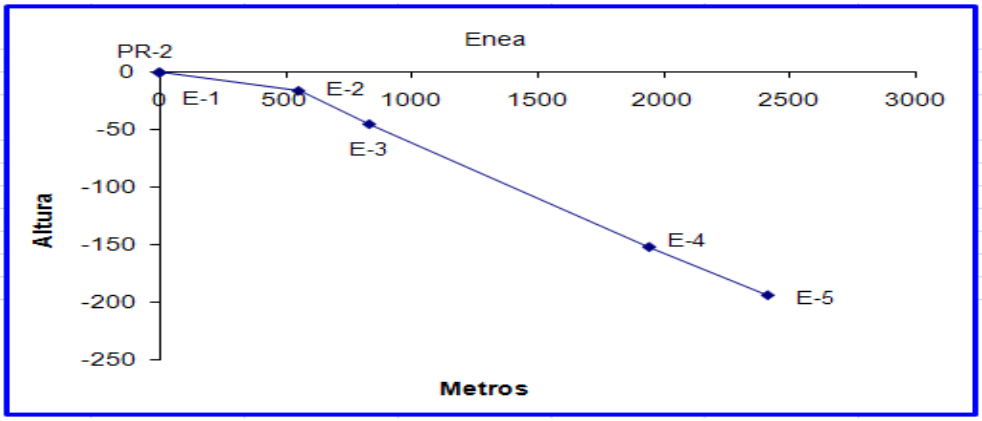


Fig. (5.7) Perfil Topográfico del Sector la Enea

Este sector parte del Nodo PR-1 de la Calle Principal

DISTRIBUCION DE ALTURAS EN EL SECTOR DE ESTUDIO				
NODO	DISTANCIA (m)	Altura m.s.n.m.	Diferencia Cota (m)	Distancia entre Nodos (m)
PR-1	0	757	0	0
L-1	130	755	-2	130
L-2	485	750	-7	355
L-3	820	746	-11	335
La Laguna				

Tabla (5.3) Sector La Laguna

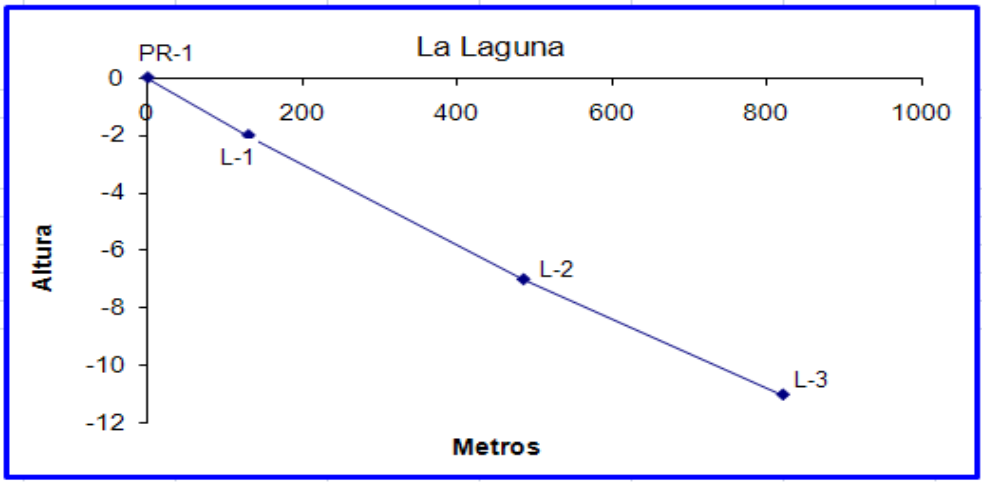


Fig. (5.8) Perfil Topográfico del Sector La Laguna

Este sector parte del Nodo L-1 del sector La Laguna

DISTRIBUCION DE ALTURAS EN EL SECTOR DE ESTUDIO				
NODO	DISTANCIA (m)	Altura m.s.n.m.	Diferencia Cota (m)	Distancia entre Nodos (m)
L-1	0	755	0	0
CH-1	140	741	-14	140
CH-2	280	730	-25	140
Cachicamo				

Tabla (5.4) Sector Cachicamo

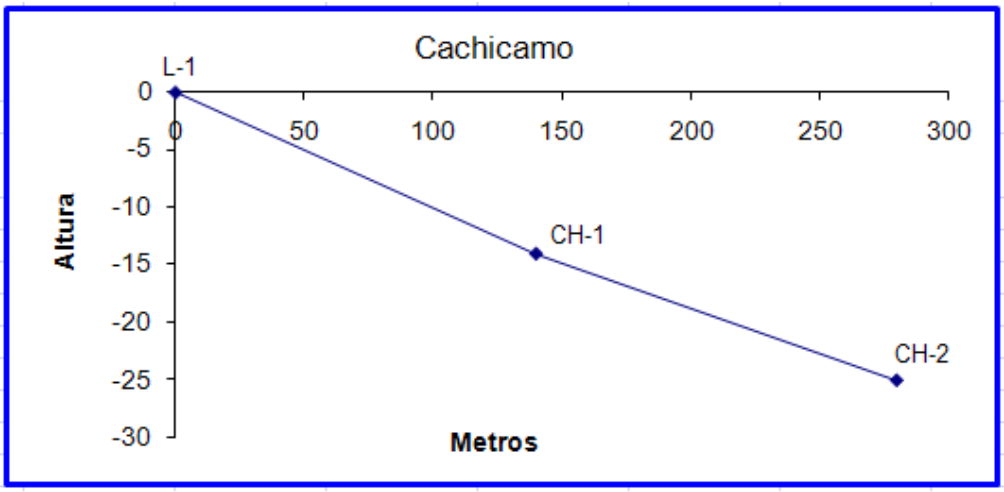


Fig. (5.9) Perfil Topográfico del Sector Cachicamo

Este sector parte del Nodo PR-4 de la Calle Principal

DISTRIBUCION DE ALTURAS EN EL SECTOR DE ESTUDIO				
NODO	DISTANCIA (m)	Altura m.s.n.m.	Diferencia Cota (m)	Distancia entre Nodos (m)
PR-4	0	768	0	0
TC-1	70	765	-3	70
TC-2	345	802	34	275
TC-3	509	792	24	164
TC-4	766	830	62	257
Topo de La Cruz				

Tabla (5.5) Topo de la Cruz

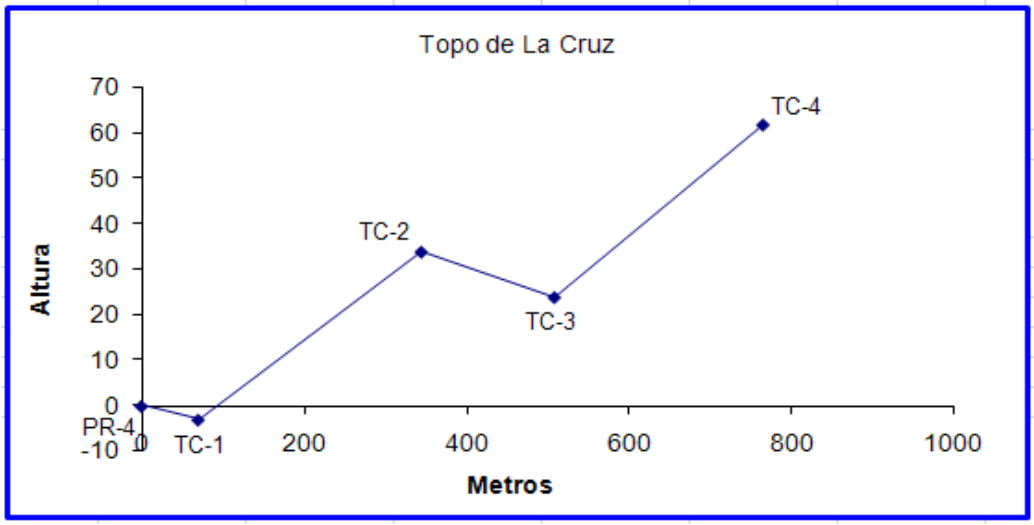


Fig. (5.10) Perfil Topográfico del Sector Topo de la Cruz

Este sector parte del Nodo TC-1 del sector Topo de la Cruz

DISTRIBUCION DE ALTURAS EN EL SECTOR DE ESTUDIO				
NODO	DISTANCIA (m)	Altura m.s.n.m.	Diferencia Cota (m)	Distancia entre Nodos (m)
TC-1	0	765	0	0
AM-1	173	749	-16	173
AM-2	339	731	-34	166
Agua Maluca				

Tabla (5.6) Agua Maluca

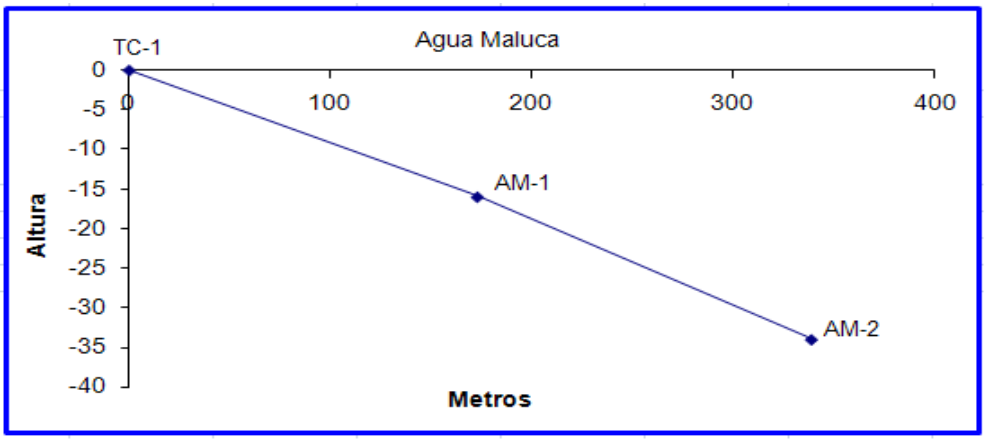


Fig. (5.11) Perfil Topográfico del Sector Agua Maluca

Este sector parte del Nodo PR-9 de la Calle Principal

DISTRIBUCION DE ALTURAS EN EL SECTOR DE ESTUDIO				
NODO	DISTANCIA (m)	Altura m.s.n.m.	Diferencia Cota (m)	Distancia entre Nodos (m)
PR-9	0	765	0	0
VT-1	112	788	23	112
VT-2	256	795	33	144
VT-3	261	808	43	5
Vía el Tanque				

Tabla (5.7) Vía el Tanque

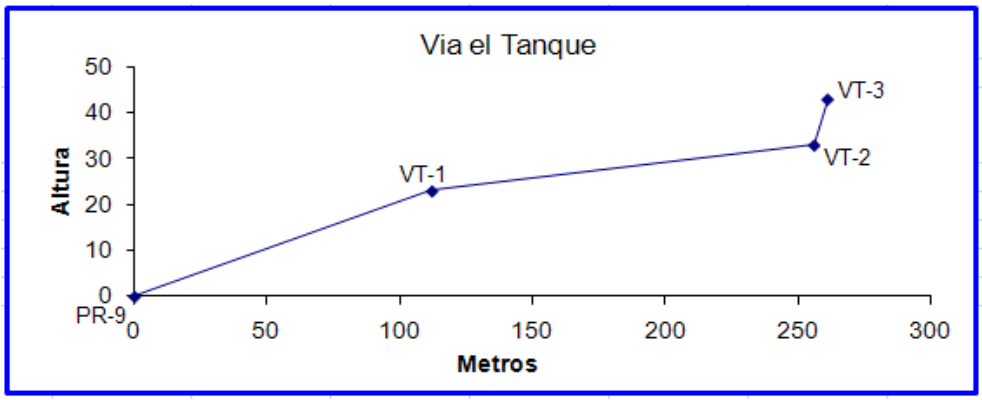


Fig. (5.12) Perfil Topográfico del Sector Vía el Tanque

Este sector parte del Nodo PR-12 de la Calle Principal

DISTRIBUCION DE ALTURAS EN EL SECTOR DE ESTUDIO				
NODO	DISTANCIA (m)	Altura m.s.n.m	Diferencia Cota (m)	Distancia entre Nodos (m)
PR-12	0	755	0	0
I-1	222	739	-16	222
I-2	414	723	-32	192
I-3	557	708	-47	143
I-4	1017	705	-50	460
I-5	1177	710	-45	160
Lirios Intermedio				

Tabla (5.8) Lirios Intermedio

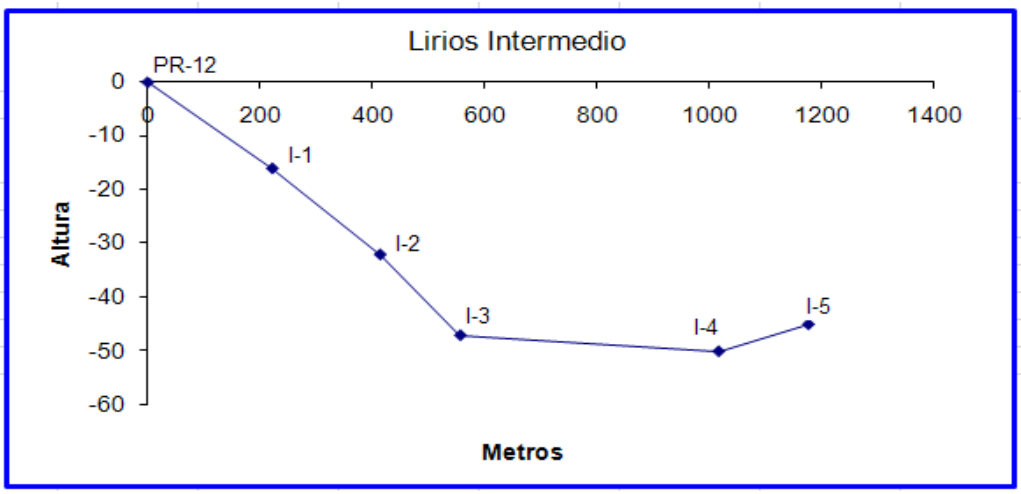


Fig. (5.13) Perfil Topográfico del Sector Lirios Intermedio

Este sector parte del Nodo PR-14 de la Calle Principal

DISTRIBUCION DE ALTURAS EN EL SECTOR DE ESTUDIO				
NODO	DISTANCIA (m)	Altura m.s.n.m	Diferencia Cota (m)	Distancia entre Nodos (m)
PR-14	0	745	0	0
B-1	185	710	-48	185
B-2	603	706	-52	418
B-3	826	708	-50	223
Lirios Parte Baja				

Tabla (5.9) Lirios Parte Baja

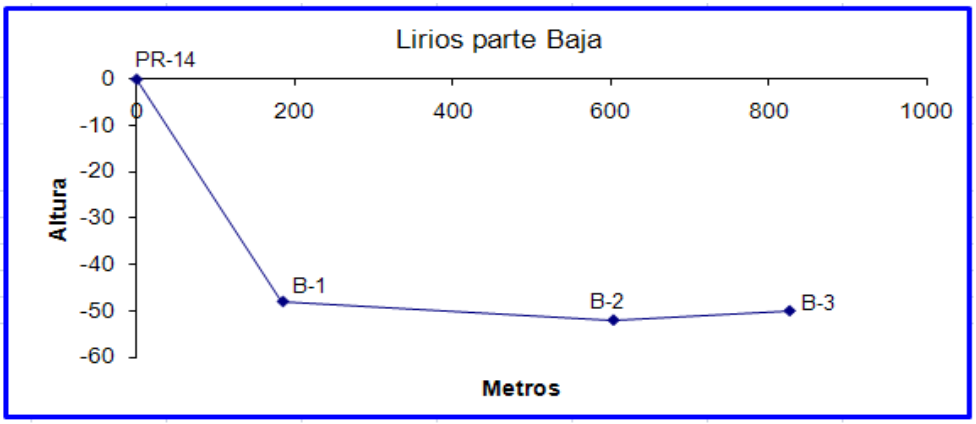


Fig. (5.14) Perfil Topográfico del Sector Lirios Parte Baja

Este sector parte del Nodo B-1 del Sector Los Lirios Parte Baja

DISTRIBUCION DE ALTURAS EN EL SECTOR DE ESTUDIO				
NODO	DISTANCIA (m)	Altura m.s.n.m	Diferencia Cota (m)	Distancia entre Nodos (m)
B-1	0	710	0	0
C-1	195	708	-2	195
C-2	465	690	-20	270
C-3	563	698	-12	98
C-4	806	663	-47	243
Los Corosos				

Tabla (5.10) Los Corosos

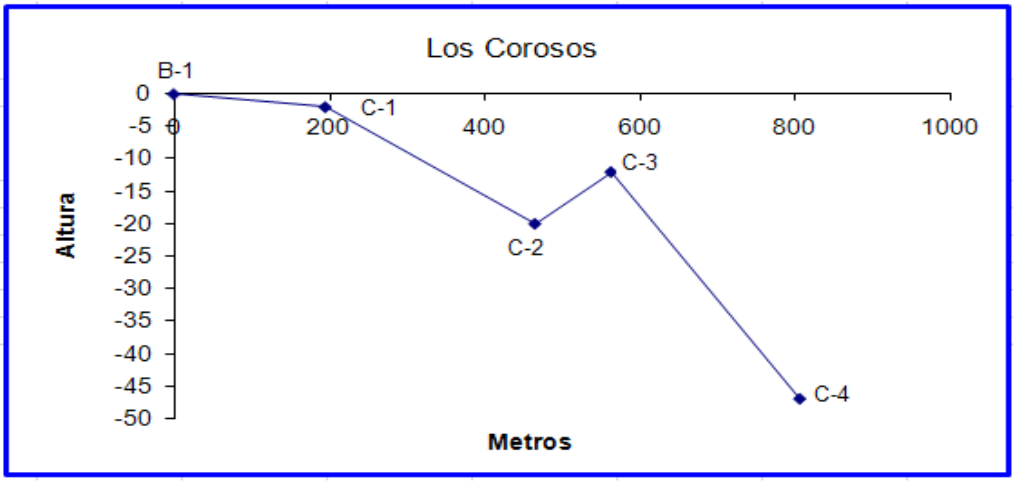


Fig. (5.15) Perfil Topográfico del Sector Los Corosos

Este sector parte del Nodo B-3 del Sector Los Lirios Parte Baja

DISTRIBUCION DE ALTURAS EN EL SECTOR DE ESTUDIO				
NODO	DISTANCIA (m)	Altura m.s.n.m	Diferencia Cota (m)	Distancia entre Nodos (m)
B-3	0	708	0	0
A-1	115	693	-15	115
A-2	265	678	-30	150
Sector Autopista				

Tabla (5.11) Sector Autopista

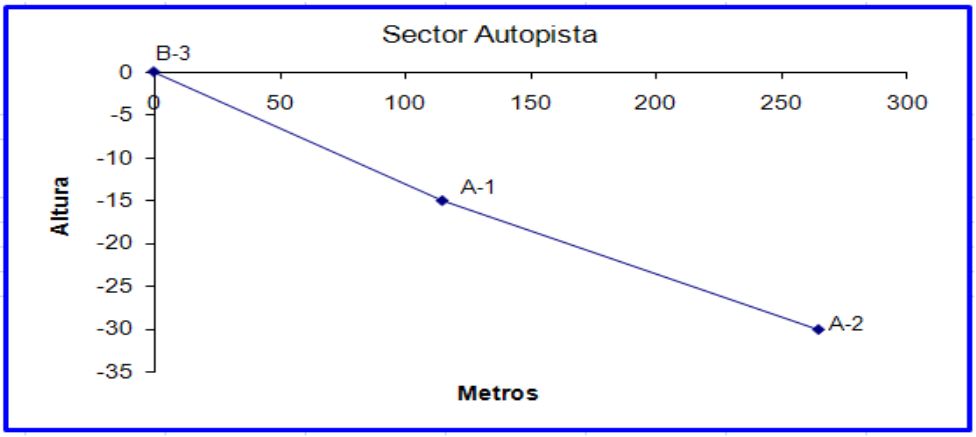


Fig. (5.16) Perfil Topográfico del Sector Autopista

5.3.3 DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN

Debido a que no se pudieron obtener cifras de Instituto Nacional de Estadística (INE) sobre la población del Sector en estudio, ya que no aparecía reflejada en los censos, el más cercano que se consiguió en su página web fue del Sector Paracotos, por tal motivo se procedió hacer el censo personalmente con ayuda de la comunidad.

En reunió con los Consejos Comunal, donde asistió la Gerencia y Sub-Gerencia del Sistema Panamericano, la Cooperativa de Acueductos Rurales que es la encargada de las reparaciones y todas las maniobras que se realizan en el Sector.

Allí pudimos entrevistarnos con las personas de diferentes comunidades y localizar los voceros y representantes de distintos Consejos Comunales que conforman el Sector Los Lirios.

Partiendo de reuniones con los distintos Consejos Comunales que conforman el Sector Los Lirios, se les pidió la colaboración para el proyecto de suministrar información referente a la número de habitantes, calles que conforman dichos consejos comunales y el número de viviendas para poder establecer un censo lo más cercano posible a la realidad.

El Sector Los Lirios está conformado por los siguientes consejos comunales.

1. Consejo Comunal El Trébol.
2. Consejo Comunal Lirios Parte Alta.
3. Consejo Comunal Lirios Parte Baja.
4. Consejo Comunal Agua Maluca.
5. Consejo Comunal Los Corosos.

Solo se pudieron obtener los censos actuales de los Consejos Comunales El Trébol, Lirios Parte Baja con la información de las calles o sub-sectores que lo conforman, por medio del departamento de Servicio Comunitario de HIDROCAPITAL se obtuvo el censo actual del sector Los Corosos. Por otra parte se realizó el conteo de casas por sub-sectores o calles para así establecer el consumo promedio diario de cada casa.

El procedimiento realizado para la construcción de la siguiente tabla (5.12) fue establecer un número de habitantes promedio por vivienda, basándonos en el conteo de las casas de cada sub-sector que conforma cada Consejo Comunal y el censo realizado por ellos.

Para el Consejo Comunal El Trébol se obtuvo el dato de 752 personas entre niños y adultos y se obtuvo un conteo realizado en campo de 154 viviendas entre los Sectores La Laguna, Cachicamo, Topo de la Cruz, La Enea y el Trébol, esto nos da un Promedio de 4.88 Personas/Casa.

Para el Consejo Comunal Los Lirios Parte Baja se obtuvo un dato de 200 familias y 189 casas con un total de habitantes de 936 personas. Entre los sectores que conforman el Consejo Comunal están: Lirios Parte Baja, Sector Autopista, Los Lirios Intermedio en su parte baja, estos datos nos dan un promedio de 4.95 Personas/Casa.

Para el censo aportado por el servicio comunitario de HIDROCAPITAL del sector Los Corosos, se realizo el conteo de planilla y el número de habitantes del sector se obtuvieron los siguientes datos: número de planillas o casa 116, número de planillas o casas ausentes en el censo 53, para un total de 268 personas contabilizadas. De estas cifras podemos notar que el número de personas contabilizadas solo cuenta en el numero de planillas o casas entrevistadas ósea 63 casas, esto nos da un promedio de 4.25 Personas/Casa.

Para los otros sectores no involucrados anteriormente en los censos aportados por los diferentes Consejos Comunales se realizo un conteo de viviendas para establecer la población por cada sub- sector o calle de Los Lirios.

La siguiente tabla muestra el número de viviendas contadas por cada sub-sector o calle como lo son Los Lirios Parte Alta setenta (70) casas, Sector Agua Maluca cuarenta y nueve (49) casas y la parte alta de la calle Los Lirios Intermedio con unas veintiocho (28) casas. Aproximando a cinco (5) el número de habitantes por casa y así tener un factor de seguridad en nuestros cálculos y basándonos en los censos anteriormente mencionados.

CONSEJO COMUNAL	SUB-SECTORES	Nº VIVIENDAS	PERSONAS POR SECTOR
EL TREBOL	Cachicamo	25	125
	La Laguna	43	215
	Trébol	20	100
	Topo de la Cruz	31	155
	Enea	35	175
AGUA MALUCA	Agua Maluca	49	245
LIRIOS PARTE ALTA	Lirios Parte Alta	50	250
	Vía el Tanque	20	100
LIRIOS PARTE BAJA	Lirios Intermedio	112	560
	Lirios Parte Baja	49	245
	Autopista	56	280
LOS COROSOS	Los Corosos	116	580
TOTAL		606	3030

Tabla (5.12) Censo del Sector Los Lirios por calles o Sub-sectores

5.3.4 PROBLEMÁTICA DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE EN EL SECTOR LOS LIRIOS

En entrevistas realizadas con personas de la comunidad y la cooperativa del Sector los Lirios se pudieron obtener las siguientes impresiones del funcionamiento actual del servicio de agua potable.

- El agua no llega con suficiente presión a las viviendas.
- Los ciclos de servicio son demasiado largos
- Debido al crecimiento acelerado de viviendas en los diferentes sub-sectores o calles, la comunidad se han visto en la necesidad de hacer tomas ilegales a las tuberías existentes y hacer ramificaciones de tomas domiciliarias a otras viviendas cercanas.
- El sistema de abastecimiento es obsoleto.
- El sistema de abastecimiento posee más de cuarenta años instalados y no se han hecho mejoras para solventar la problemática.
- A las zonas altas no le llega el servicio eficientemente.
- Para abastecer la población se necesitan hacer muchas maniobras en el sistema de distribución para "garantizar" el servicio.

Habiendo recogido estas impresiones del sistema de distribución Los Lirios y que muchas personas coincidieron que necesitaban un nuevo sistema de distribución, que pudiera abarcar toda la población y disminuyera los ciclos de servicio del sistema que ya estaba obsoleto para la cantidad de personas que habitan el sector y para el cual fue desarrollado inicialmente, exigen se les solucione su problemática en cuanto a dicho servicio.

Para esto nos basamos en los equipos existentes en la estación de bombeo, el tiempo promedio recogido por las personas que data las instalaciones del sistema y hacemos un estudio del por que de esta situación que padece el sector Los Lirios.

5.3.5 ESTIMACIÓN DE LA RUGOSIDAD ACTUAL DE LAS TUBERÍAS.

El envejecimiento de las tuberías es uno de los factores que determinan la eficiencia de su operación, esto es a menor grado de envejecimiento mayor es la desviación de las características del sistema para cual fue diseñada.

La rugosidad esta vinculada directamente con la fricción y ésta a su vez con la energía, por lo que el índice de envejecimiento determina de cierto modo lo necesario que pudiera ser la sustitución de las tuberías del sistema siempre y cuando no satisfagan las condiciones de operatividad del diseño inicial.

El coeficiente de envejecimiento de la formula de Colebrook y White a ser utilizado está en la tabla (3.2) su selección dependerá del análisis físico-químico realizado al agua manejada por la estación de bombeo Los Lirios, proveniente del pozo profundo.

La red de tuberías actuales del sector presenta dos tipos de tuberías y la rugosidad para estos materiales en su condición nueva es:

- Tuberías de Hiero Galvanizado H.G: $\varepsilon = 0.015$ mm.
- Tuberías de Acero: $\varepsilon = 0.046$ mm.

Como la rugosidad de las tuberías aumenta al pasar de los años utilizamos la ecuación de Colebrook-White que permiten estimar la rugosidad actual.

$$\varepsilon_t = \varepsilon + \alpha * t$$

Por parte de la empresa HIDROCAPITAL se realizó un análisis Físico-Químico y un análisis Microbiológico que podemos observar con mas detalle en el anexo B. Los resultados del análisis Fisicoquímico más relevantes son los siguientes.

PARAMETRO	POZO LOS LIRIOS
Ph	7,1
Dureza Total ($CaCO_3$)	840 mg/L
Sulfatos (SO^{-2}_4)	188 mg/L
Cloruros (Cl^-)	14,1 mg/L
Calcio (Ca^{+2})	141 mg/L
Hierro Total (Fe)	<0,009 mg/L
Minerales Disueltos	536 mg/L

Tabla (5.13) Resumen Análisis del Agua (E/B)

Al comparar estos resultados con la tabla (3.2) de coeficiente de la formula de Coolebrook y White se considero que el agua manejada por la estación de bombeo Los Lirios proveniente de pozo es del Tipo 1.

Tipo 1: Aguas poco mineralizadas, no agresivas, con poco contenido de minerales y de materia orgánica. Con un rango de valores entre $0.005 < \alpha < 0.055$ mm/año.

De esta consideración se puede establecer que los valores de rugosidad actual para las dos clases de tuberías, debido a que el servicio del sistema tiene alrededor de los 40 años y que hay ciclos de servicio largos que promueven mas la corrosión interna de la tubería se elige el valor mas crítico para este rango de valores de α.

Sustituyendo en la ecuación anterior con un tiempo de 40 años y un valor de α de 0.055 tenemos.

Para el acero:

$$\varepsilon_t = 0.046 + 0.055 * 40 = 2.246\ mm$$

Para el Hierro Galvanizado H.G.:

$$\varepsilon_t = 0.15 + 0.055 * 40 = 2.350\ mm$$

De los resultados anteriores, sabemos que existe una disminución del diámetro interno de las tuberías y un aumento de la rugosidad, por lo tanto esto origina que la fricción del sistema aumente y todo esto trae como consecuencia perdida de presión en las líneas de aducción y distribución. Ahora podemos establecer el comportamiento de la situación actual del sistema con todas las características físicas del mismo y así poder determinar el punto de trabajo actual del grupo de bombeo de la estación y las condiciones de distribución a los sectores.

5.4 EVALUACIÓN HIDRÁULICA DEL SECTOR LOS LIRIOS

Las condiciones actuales del sector Los Lirios se simularon para comprobar el estado actual del sistema de distribución y comprobar los tiempos de llenado en los sectores, asi como las maniobras empleadas en el sistema, así como también ver las presiones, velocidades y caudales manejados en los diferentes sectores.

Esta simulación se puede lograr gracias a la herramienta otorgada por HIDROCAPITAL un programa elaborado por Heastad Methods “WaterGEMS”, con este se reduce los tiempos de cálculo notablemente, permitiendo obtener resultados en diferentes situaciones y maniobras realizadas en el sistema, después de haber cargado el programa con toda la data necesaria en cuando a características de tuberías, caudal manejado topografía del sistema y caudal demandado por cada sub-sector.

5.4.1 PARÁMETROS CARGADOS AL PROGRAMA

5.4.2 BOMBAS

Se establecieron los parámetros operacionales de las bombas tanto la sumergible como la horizontal, trabajando en serie con un caudal de operación 8 L/s. como se puede ver en las siguientes figuras las graficas de las bombas.

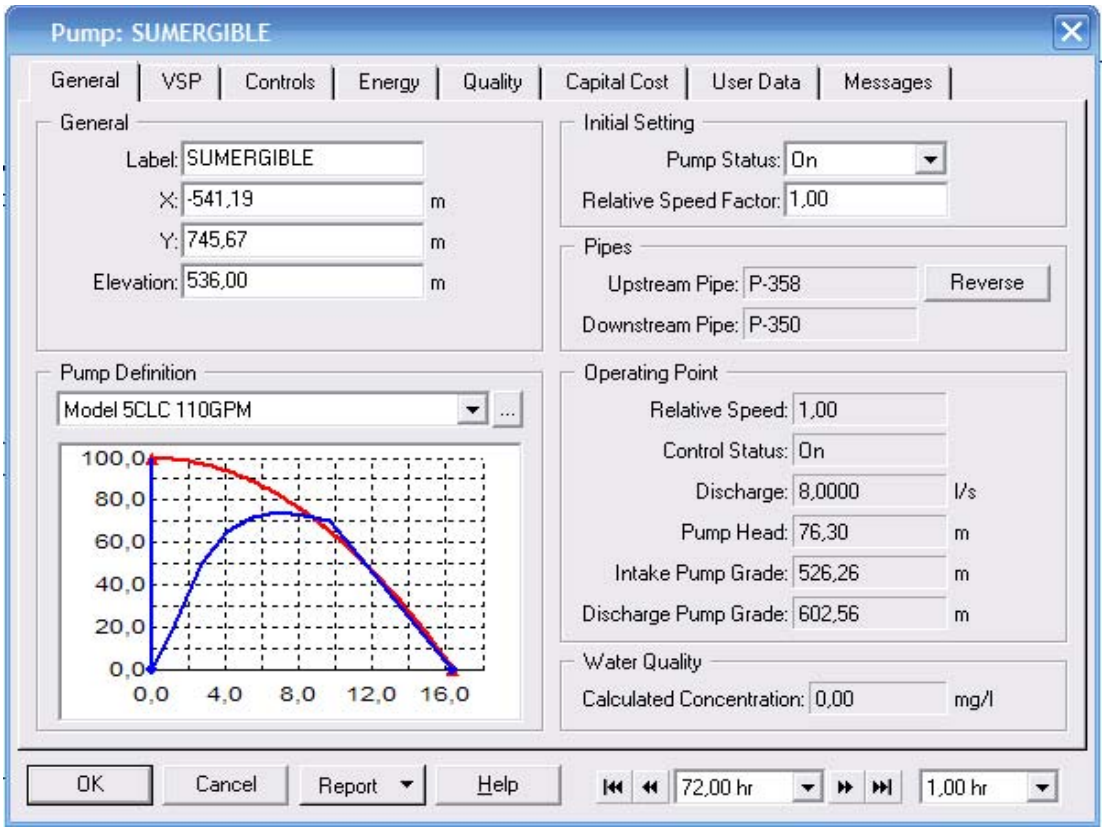


Fig. (5.17) Configuración de la Bomba Sumergible

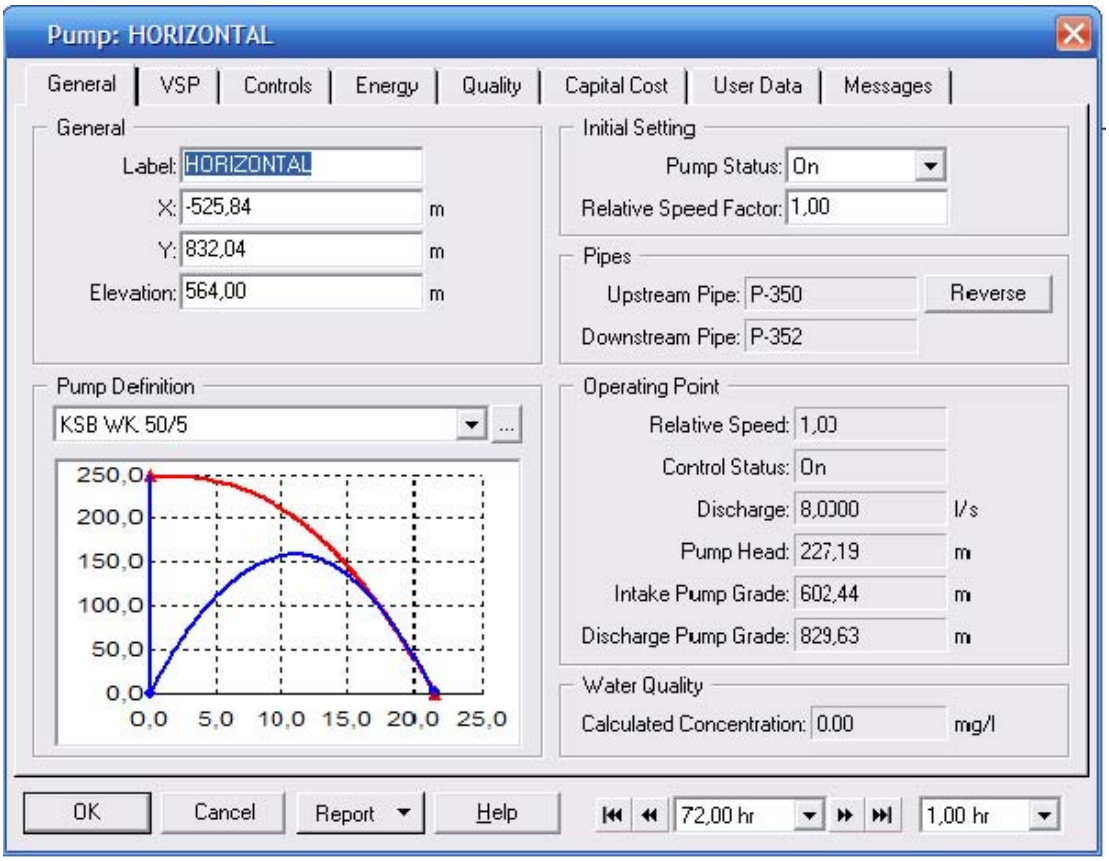


Fig. (5.18) Configuración de la Bomba Horizontal

5.4.3 TUBERÍAS

Con la ayuda del personal de HIDROCAPITAL encargado de las maniobras de la zona, nos orientamos de como es el trazado de las tuberías actuales, en el sector sus respectivos diámetros y válvulas de sectorización, con ello y la topografía vista anteriormente podemos estimar con bastante exactitud la longitud de las tuberías y la ubicación de accesorios. Aquí se incluyo el dato de rugosidad de las tuberías del sistema calculado anteriormente.

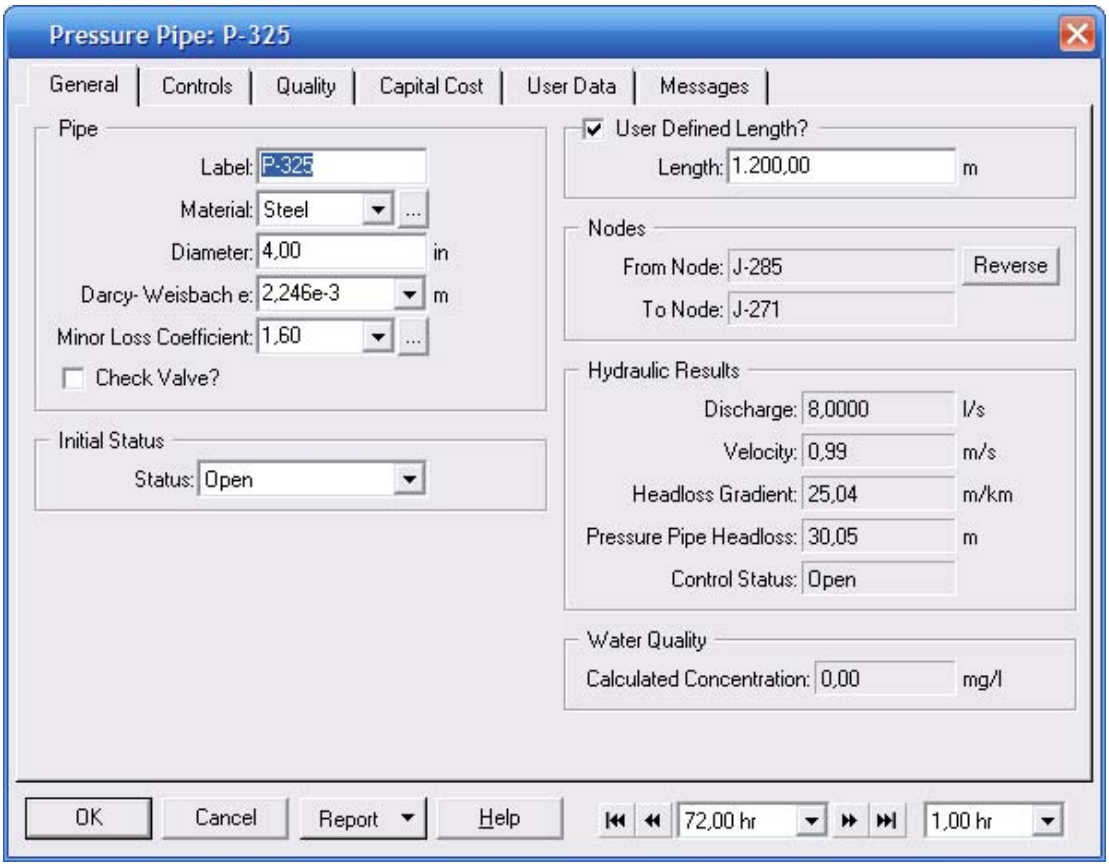


Fig. (5.19). Ejemplo configuración tubería aducción principal

Se utilizo el trazado de tuberías de los sectores La Laguna Fig (5.8), Cachicamo Fig (5.9), La Enea Fig (5.7), Topo de la Cruz Fig (5.10), Agua Maluca Fig (5.11), Lirios Parte Baja Fig (5.14), Sector Autopista Fig (5.16) y La topografía de la Calle Principal de Los Lirios Fig (5.1).

5.4.4 CAUDAL

Partiendo del censo recogido por los consejos comunales y realizados en el sector el conteo de casas, estimamos el caudal demandado actualmente por la población del sector Los Lirios y partiendo de la condición de que el sector no posee

medidores de caudal lo cual por la Norma INOS, en el área rural como hemos determinado la zona, debe abastecerse con caudal de 400Lts/dia/persona.

SECTOR	Nº DE VIVIENDAS	CONSUMO MEDIO (Lts/Dia)	CONSUMO MEDIO DIARIO (Lts/s)	LONGITUD DEL SECTOR (m)	DIAMETRO DE LA TUBERIA (in)
Cachicamo	25	50000	0,58	280,00	2,00
La Laguna	43	86000	1,00	820,00	2,50
Trébol	20	40000	0,46	50,00	2,00
Topo de la Cruz	31	62000	0,72	766,00	2,00
Enea	35	70000	0,81	2413,00	2,00
Agua Maluca	49	98000	1,13	339,00	2,00
Lirios Parte Alta	50	100000	1,16	1241,00	3,00
Vía el Tanque	20	40000	0,46	261,00	1,5
Lirios Intermedio	112	224000	2,59	1177,00	2,00
Lirios Parte Baja	49	98000	1,13	826,00	2,00
Autopista	56	112000	1,30	265,00	2,00
Los Corosos	116	232000	2,69	806,00	2,00
Total	***606***	***1212000***	***14,03***	***9244,00***	***N/A***

Tabla(5.14) Población, demanda y tuberías de distribución por sector

5.4.5 UBICACION Y DESCRIPCION DE LOS NODOS DE CONSUMO

Se configuró una estructura que simula las conexiones domiciliarias de cada vivienda, para la corrida hidráulica, de modo tal que se garantizara una presión mínima en cada vivienda de al menos cinco metros como se muestra en la siguiente figura.

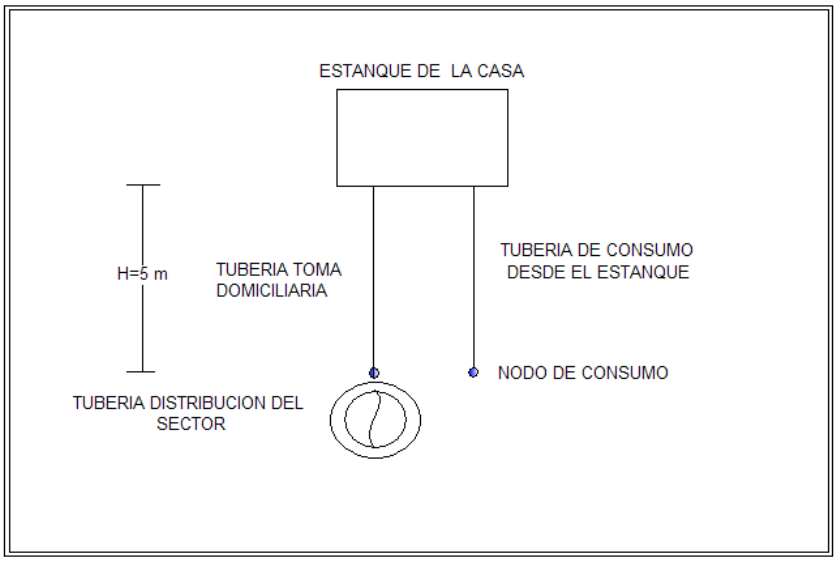


Fig (5.20) Esquema de las tomas domiciliarias

Se ubica el estanque por encima de la cota de la tubería unos cinco metros en vertical para garantizar un presión mínima que garantiza el flujo de fluido hacia el estanque, estos se dimensionaron dependiendo el consumo de cada sector en promedio se utilizó un estanque para la simulación de 8 casas con una capacidad de 16 m^3, del estanque se extiende un nodo de consumo relacionado con el mismo número de casas simuladas.

Los nodos de consumo están calculados con el consumo mínimo en área rural sin servicio de medidor 2000 Lts/dia/casa es decir unos 0.0231 Lts/s/casa.

Los nodos de consumo viene afectados en una relación de porcentaje desde un 40% consumo mínimo, 250% consumo pico horario y 125% como consumo máximo diario como se muestra en la siguiente tabla.

Hora	Factor de Demanda	Hora	Factor de Demanda
1	0,40	13	1,25
2	0,40	14	1,25
3	0,50	15	1,30
4	0,70	16	1,50
5	1,30	17	1,40
6	2,00	18	1,20
7	2,50	19	1,00
8	1,70	20	0,70
9	1,50	21	0,50
10	1,40	22	0,45
11	1,30	23	0,40
12	1,25	24	0,40

Tabla (5.15) Consumo horario en relación al porcentaje del Qm

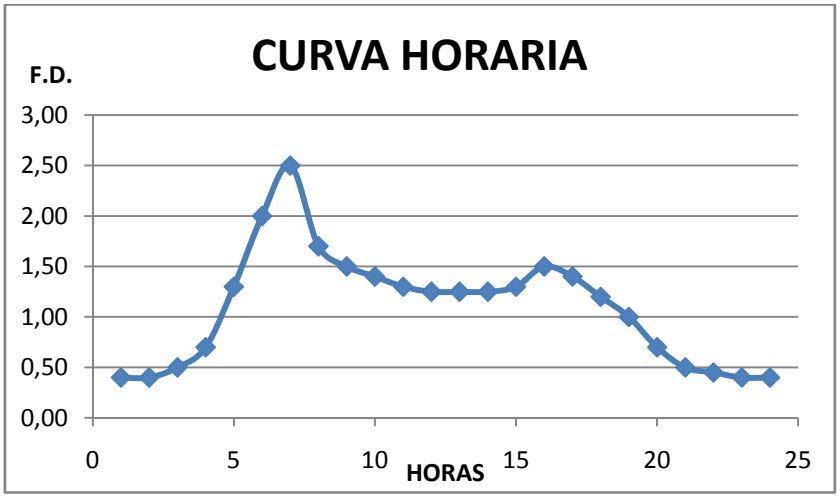


Fig. (5.21) Distribución de Caudales en Relación a los Porcentajes

Para realizar el diseño de la corrida hidráulica más práctico se tomó un promedio de 4 a 6 nodos de consumo por sector configurados de la manera de la Fig. (5.20)

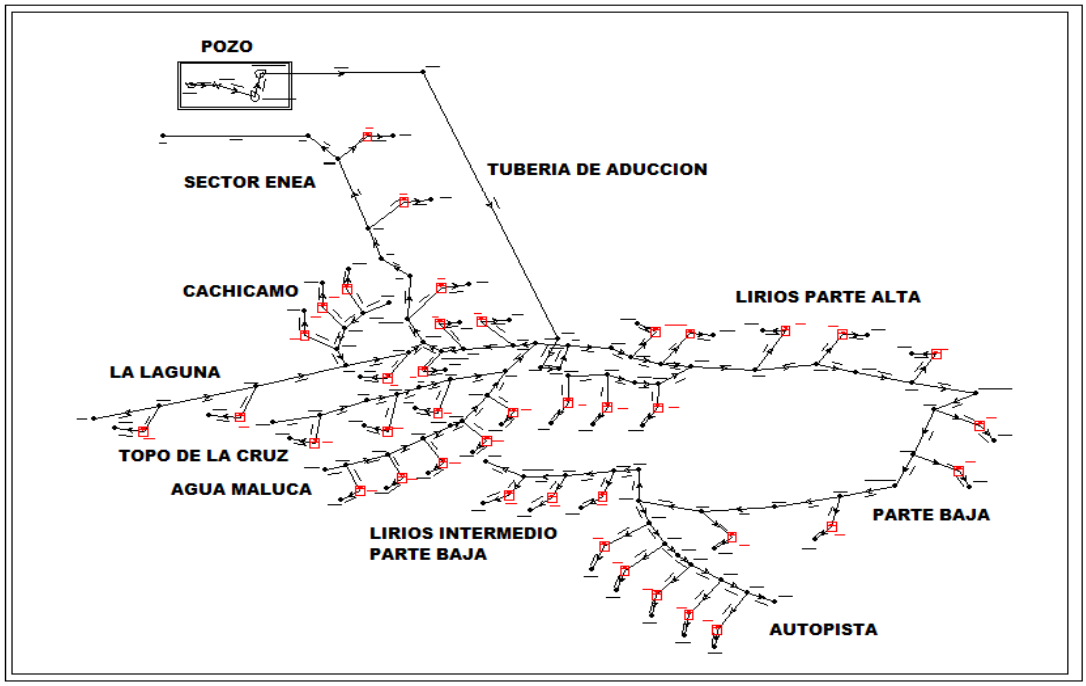


Fig. (5.22) Esquema de la corrida hidráulica de la situación actual Los Lirios

5.4.6 RESULTADOS DE LA CORRIDA HIDRÁULICA

Aquí podremos observar gráficamente y numéricamente lo ocurrido en el Sector Los Lirios y el porqué de los ciclos de servicio tan largos. A continuación se presentarán los resultados de presiones en los nodos principales de cada sub-sector o calle, así el caudal aportado, velocidades y presiones en las tuberías de cada sub sector. Cabe destacar que Las tablas del comportamiento del Lado Este y el Oeste que a continuación aparecen, son mediciones tomadas cuando ya el sector ha sido saturado.

SECTOR	CONSUMO MEDIO DIARIO (Lts/s)	CAUDAL APORTADO (Lts/s)	PRESION EN EL NODO (mca)	VELOCIDAD PROMEDIO (m/s)
Lirios Parte Alta	1,16	1,30	9,00	0,40
Vía Tanque	0,46	1,51	5,00	1,33
Lirios Intermedio	2,59	0,85	3 y 5	0,40
Lirios Parte Baja	1,13	0,80	5,00	0,40
Autopista	1,30	0,90	2 y 5	0,80
Total	***6,64***	***5,36***	***N/A***	***N/A***

Tabla (5.16) Comportamiento del lado Este de Los Lirios

Gracias a las características del sistema actual pudimos corroborar que los tiempo de llenado de los sectores son muy lentos, en las siguientes gráficas podemos observar el tiempo de llenado completo en dos sectores opuestos como lo es Sector Autopista y Lirios Parte Alta.

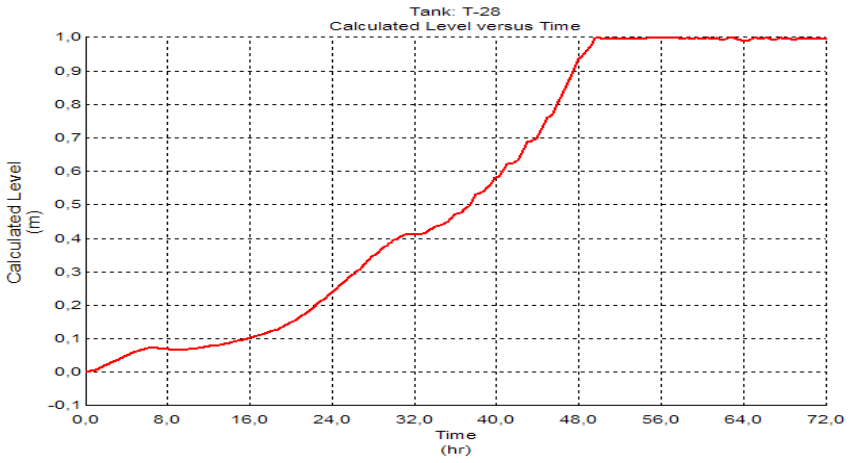


Fig. (5.23) Tiempo de Llenado del Sector Autopista

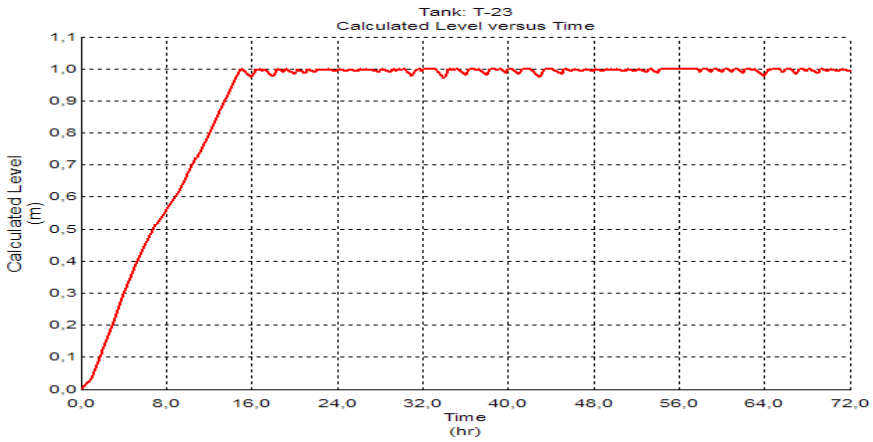


Fig. (5.24) Tiempo de Llenado de los Lirios Parte Alta

Este primer estudio fue en relación al lado Este del sector donde se abastecen los sectores mas bajos y con mayor densidad de población, por tal motivo hay un tiempo de llenado de todo este sector en aproximadamente unos 9 dias Esta simulación no consideró las pérdidas por extensiones al sistema a nuevas casas ó tomas ilegales de cada sector, es lo que modifica sustancialmente los tiempos de llenado en los diferentes sectores.

Otro aspecto que se pudo evidenciar que gracias a las grandes pérdidas que arroja este sistema es el caudal manejado en el sistema es de unos 5.36 Lts/s en relación a los 8Lts/s que produce el pozo.

Ahora evidenciemos el lado Oeste del sector Los Lirios comprendido por las zonas mas altas y evidenciemos su comportamiento.

SECTOR	CONSUMO MEDIO DIARIO (Lts/s)	CAUDAL APORTADO (Lts/s)	PRESION EN EL NODO (mca)	VELOCIDAD PROMEDIO (m/s)
Cachicamo	0,58	0,68	1,90	0,60
La Laguna	1,00	0,32	4,80	0,20
Trebol	0,46	0,90	18,00	1,27
Topo de la Cruz	0,72	0,10	12,00	0,20
Enea	0,81	1,15	10,00	0,56
Agua Maluca	1,13	1,70	13,00	0,85
Total	***4,70***	***4,85***	***N/A***	***N/A***

Tabla (5.17) Comportamiento de lado Oeste del Sector Los Lirios

Como podemos observar, este lado maneja un caudal aceptable para esta zona, pero velocidades muy bajas en las tuberías y en algunos sectores el servicio no llega como lo es el sector La Laguna que posee poco caudal y bajas presiones. Este sector en la actualidad posee un tiempo de llenado de 3 días, sectorizando en tres partes el mismo sector mediante válvulas de pase rápido.

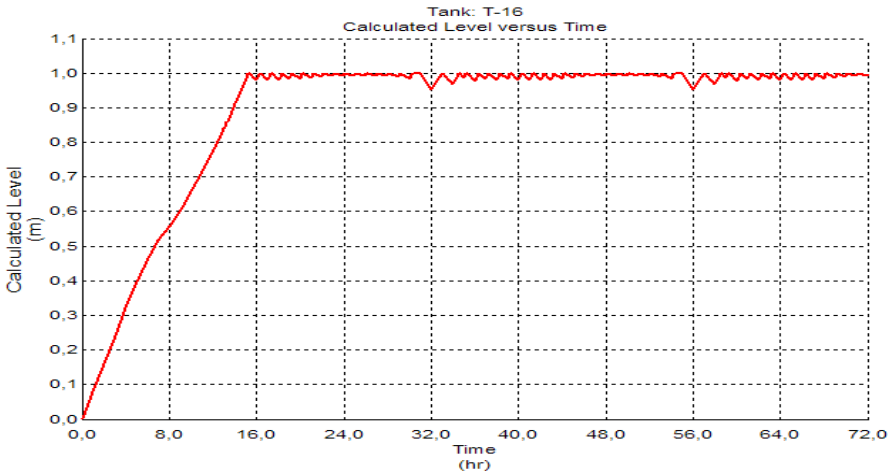


Fig. (5.25) Tiempo de llenado del Sector Topo de la Cruz

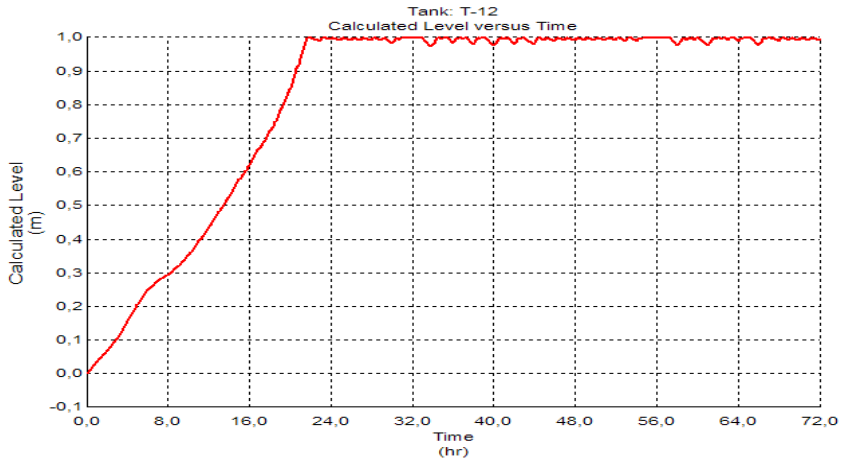


Fig. (5.26) Tiempo de llenado del Sector Agua Maluca

Se pudieron obtener muy buenos aproximaciones a la realidad del sistema de mediante la corrida hidráulica del programa WaterGEMS, tomando en cuenta muchos aspectos físicos y técnicos de la situación actual. Ahora conociendo el problema que presenta cada sector de Los Lirios nos vemos en la necesidad de plantear mejoras a la comunidad y en una primera etapa disminuir el ciclos de servicio tan largos que afectan al buen desenvolvimiento de las actividades diarias de las familias que allí residen.

En el anexo B podemos observar los ciclos de servicio en los cuales se maneja el sector Los Lirios cuando comenzó a realizarse este proyecto para su mejora, ahora en el siguiente capítulo plantearemos las nuevas propuestas para mejorar sustancialmente la calidad de vida de los habitantes del Los Lirios.

CAPÍTULO VI
DISEÑO DEL SISTEMA

El periodo de diseño elegido fue de 25 años, tomando en consideración unos cinco años en los cuales se estima este concluido el proyecto totalmente, es necesario determinar la población para dicho periodo para poder hacer el dimensionamiento correcto de tuberías dependiendo del caudal demandado por cada sector y estimar el caudal necesario por la fuente.

6.1 PROYECIÓN DE LA POBLACIÓN DE LOS LIRIOS

Partiendo del censo realizado en el capitulo V y expresado en la tabla (5.12) que se realizo en conjunto con los consejos comunales, se estimo la población del Sector Los Lirios por cada Sub Sector o Calle que lo conforman basándonos en los registros de la Gobernación de Miranda los datos mas recientes los encontramos en el documento "Caracterización del Municipio Guaicaipuro" posee una taza de crecimiento geométrico anual de 1.94% siendo el municipio del Estado Miranda con mayor crecimiento anual. Debido a que el Sector Los Lirios pertenece al Municipio Guaicaipuro nos guiamos por este dato para proyectar la población.

6.1.1 ESTUDIO DEL CONSUMO MEDIO A PROYECTAR

Debido a que la población actual demanda una cantidad de agua que no puede ser abastecida con la fuente por lo tanto se estudiaron otras dotaciones de agua como podemos ver en las siguientes tablas (6.2) (6.3) (6.4) basándonos en el siguiente enunciado.

Normas del Instituto Nacional de Obras Sanitarias para el Sector Urbano

Norma para el diseño de los abastecimientos de agua señala lo siguiente:

"Cuando sea necesario proyectar un sistema de abastecimiento de agua para una cuidad y no se tengan datos confiables sobre el consumo se sugiere como consumos mínimos permisibles para objeto de diseño lo indicado en la siguiente tabla."

POBLACION	Servicio con Medidores (Lts/pers/día)	Servicio sin Medidores (Lts/pers/día)
Hasta 20.000 habitantes…	200	400
De 20 a 50.000 habitantes.	250	500
50.000 habitantes	300	600

Tabla (6.1) Consumo mínimos permisibles bajo norma INOS

Ya que el sector en estudio no sobrepasa los 20.000 habitantes tomamos en primer rango de valores para estudiar nuevas dotaciones.

Los Corosos Nº Casas 116 con un consumo de 400 Lts/pers/dia estableciendo un número de personas de 5 por casas lo arrojado por el promedio de los Sub-Sectores, tenemos un caudal medio diario por casa de 2000 Lts/casa/dia, entonces para este sector el caudal medio demandado ser de.

$$Q_m = 116 * 2000 = 232000 \ \frac{Lts}{dia}$$

$$Q_m = \frac{232000}{86400} = 2.68 \ \frac{Lts}{s}$$

Este procedimiento se repitió para cada sub-sector con los consumos de 300 Lts/pers/día y el mínimo establecido por la norma INOS de 200 Lts/pers/día, lo que arroja para cada una de las casas del sector unos 1500 y 1000 Lts/casa/día respectivamente.

CARACTERÍSTICAS POBLACIONALES DE LOS LIRIOS 2010		2000 (Lts/Día) x VIVIENDA 2010	
SUB-SECTORES	**Nº DE VIVIENDAS**	**CONSUMO MEDIO (Lts/Dia)**	**CONSUMO MEDIO (Lts/s)**
Cachicamo	25	50000	0,58
La Laguna	43	86000	1,00
Trébol	20	40000	0,46
Topo de la Cruz	31	62000	0,72
Enea	35	70000	0,81
Agua Maluca	49	98000	1,13
Lirios Parte Alta	50	100000	1,16
Vía Tanque	20	40000	0,46
Lirios Intermedio	112	224000	2,59
Lirios Parte Baja	49	98000	1,13
Autopista	56	112000	1,30
Los Corosos	116	232000	2,69
Total	***606***	***1212000***	***14,03***

Tabla (6.2) Los Lirios con un consumo medio de 2000 Lts/casa/día

CARACTERÍSTICAS POBLACIONALES DE LOS LIRIOS		1500(Lts/Día) x VIVIENDA 2010	
SUB-SECTORES	**Nº DE VIVIENDAS**	**CONSUMO MEDIO (Lts/Día)**	**CONSUMO MEDIO (Lts/s)**
Cachicamo	25	37500	0,43
La Laguna	43	64500	0,75
Trébol	20	30000	0,35
Topo de la Cruz	31	46500	0,54
Enea	35	52500	0,61
Agua Maluca	49	73500	0,85
Lirios Parte Alta	50	75000	0,87
Vía Tanque	20	30000	0,35
Lirios Intermedio	112	168000	1,94
Lirios Parte Baja	49	73500	0,85
Autopista	56	84000	0,97
Los Corosos	116	174000	2,01
Total	***606***	***909000***	***10,52***

Tabla (6.3) Los Lirios con un consumo medio de 1500 Lts/casa/día

Con los consumos arrojados por las tablas anteriores (6.2), (6.3) de 14.03 y 10.52 Lts/s respectivamente no es posible abastecer a la población actualmente ya que la fuente produce unos 8 Lts/s, esto sin tomar en consideración las variaciones que llegan hasta un 250% del caudal medio.

CARACTERÍSTICAS POBLACIONALES DE LOS LIRIOS		1000 (Lts/Día) x VIVIENDA 2010	
SUB-SECTORES	**Nº DE VIVIENDAS**	**CONSUMO MEDIO (Lts/Día)**	**CONSUMO MEDIO (Lts/s)**
Cachicamo	25	25000	0,29
La Laguna	43	43000	0,50
Trébol	20	20000	0,23
Topo de la Cruz	31	31000	0,36
Enea	35	35000	0,41
Agua Maluca	49	49000	0,57
Lirios Parte Alta	50	50000	0,58
Vía Tanque	20	20000	0,23
Lirios Intermedio	112	112000	1,30
Lirios Parte Baja	49	49000	0,57
Autopista	56	56000	0,65
Los Corosos	116	116000	1,34
Total	***606***	***606000***	***7,01***

Tabla (6.4) Los Lirios con un consumo medio de 1000 Lts/casa/día

Como podemos apreciar este seria el consumo mas recomendado para el sector Los Lirios, de 1000 Lts/casa/dia lo que nos hace incorporar al diseño del sistema de abastecimiento los medidores de caudal domiciliarios para estar bajo la norma INOS.

6.1.2 PROYECCIÓN DE LA POBLACION POR SECTORES

Ya estableciendo los consumos diarios por vivienda en el sector de Los Lirios proyectamos la población para diferentes años y así ir comprobando hasta que año aproximadamente el caudal del pozo es capaz de cumplir con los consumos medio de cada sector habiendo efectuado la regulación anterior de consumo.

Utilizando la ecuación (37) de crecimiento geométrico ahora proyectamos la población por cada sub sector.

$$P_f = P_i * \left(\frac{R}{100} + 1\right)^{ty}$$

En donde P_f es la población proyectada, P_i es la población inicial, R es la taza de crecimiento poblacional de 1.94% y ty es el lapso de tiempo a proyectar. Se realizo la proyección año por año has llegar a los veinticinco (25) años de diseño, hasta el año dos mil treinta y cinco (2035)

El Procedimiento de cálculo para las proyecciones fue el siguiente, tomando en consideración el sector La Laguna.

Pi = 43 casas = 43 x 5 = 215 personas en este sector.

R = 1.94 %

Ty = 7

$$P_f = 215 * \left(\frac{1.94}{100} + 1\right)^{7} = 246$$

La población proyectada es de 246 personas para el año 2017, para observar la variación del caudal demandado con el tiempo por motivo del aumento de la población, multiplicamos el número de personas por la dotación de 200 Lts/pers/dia.

$$Q_m = 246 * 200 = 49200 \frac{Lts}{dia}$$

Este caudal es el que demandara el sector de la Laguna para el año 2017, llevando el caudal a litros por segundo obtenemos.

$$Q_{Laguna} = \frac{49200}{24 * 3600} = 0.569\ Lts/s$$

En la siguiente tabla se observa que la disminución del caudal a 1000 lts por vivienda diaria, solo se podía abastecer a la población hasta el año 2017 como máximo esto tomando en consideración ciclos de servicio aceptables para la población, ya que hasta ese año se mantiene un caudal de 8 Lts/s demandado por la comunidad.

SECTOR LOS LIRIOS	Nº DE VIVIENDAS (2010)	PERSONAS POR SECTOR (2010)	CAUDAL Lts / seg (2010)	PERSONAS POR SECTOR (2017)	CAUDAL Lts / seg (2017)
Cachicamo	25	125	0,289	143	0,331
La Laguna	43	215	0,498	246	0,569
Trébol	20	100	0,231	114	0,265
Topo de la Cruz	31	155	0,359	177	0,410
Enea	35	175	0,405	200	0,463
Agua Maluca	49	245	0,567	280	0,649
Lirios Parte Alta	50	250	0,579	286	0,662
Vía el Tanque	20	100	0,231	114	0,265
Lirios Intermedio	112	560	1,296	641	1,483
Lirios Parte Baja	49	245	0,567	280	0,649
Autopista	56	280	0,648	320	0,741
Los Corosos	116	580	1,343	663	1,536
TOTAL	**606**	**3030**	**7,014**	**3466**	**8,024**

Tabla (6.5) Proyección de la población Los Lirios por sectores 2010-2017

Este periodo de tiempo es el máximo establecido por las condiciones del pozo para la búsqueda o desarrollo de otra fuente de abastecimiento que pueda cubrir la demanda para la población futura de los Lirios ya que de no ser así se alargarían los ciclos de servicio nuevamente para la población. El diseño se plantea para el año 2035 con un consumo medio de 1000 Lts diarios por vivienda con una capacidad de almacenamiento de 2000 Lts.

SECTOR LOS LIRIOS	PERSONAS POR SECTOR (2025)	CAUDAL Lts / seg (2025)	PERSONAS POR SECTOR (2030)	CAUDAL Lts / seg (2030)	PERSONAS POR SECTOR (2035)	CAUDAL Lts / seg (2035)	Nº DE VIVIENDAS (2035)
Cachicamo	167	0,386	184	0,425	202	0,468	40
La Laguna	287	0,664	316	0,731	348	0,805	70
Trébol	133	0,309	147	0,340	162	0,374	32
Topo de la Cruz	207	0,479	228	0,527	251	0,580	50
Enea	233	0,540	257	0,595	283	0,655	57
Agua Maluca	327	0,757	360	0,833	396	0,917	79
Lirios Parte Alta	334	0,772	367	0,850	404	0,936	81
Vía el Tanque	133	0,309	147	0,340	162	0,374	32
Lirios Intermedio	747	1,729	822	1,904	905	2,096	181
Lirios Parte Baja	327	0,757	360	0,833	396	0,917	79
Autopista	374	0,865	411	0,952	453	1,048	91
Los Corosos	774	1,791	852	1,972	938	2,171	188
TOTAL	**4042**	**9,357**	**4450**	**10,300**	**4898**	**11,339**	**980**

Tabla (6.6) Proyección de la población Los Lirios por sectores 2025-2035

Estos caudales son los demandados por las viviendas de cada sector, se debe considerar las dotaciones que se le debe suministrar al supermercado, licorería, iglesia y al centro médico que están presentes en el sector Los Lirios.

Basándonos en la Norma Sanitaria para Proyecto, Construcción, Reparación, Reforma y Mantenimiento de Edificaciones de la Gaceta Oficial Nº 4.044 Extraordinario del 8 de septiembre de 1988. Se consideran los siguientes artículos para establecer las dotaciones anteriormente mencionadas.

Artículo 110: Las dotaciones de agua para edificaciones destinadas a instituciones de uso público o particular, se determinarán de acuerdo con lo que se indica a continuación.

- Centro de asistencia con consulta externa……500 litros/día/consultorio
- Iglesias……..…0,5 litros/día/m² área pública neta.

Artículo 111: Las dotaciones de agua para edificaciones destinadas a comercios, se determinarán de acuerdo con lo que se indica a continuación.

- Supermercados, casas de abastos, locales comerciales de mercancías secas.....……..….20 litros/día/m² de área de ventas.
- Bares, cervecerías, fuentes de soda y similares…… ……...……60 litros/día/m² de área útil de local.

"Cuando la dotación de agua calculada resulte menor de 500 Lts/día deberá asignarse esta cantidad como mínimo."

Los Lirios Parte Baja:

- Iglesia ó Capilla.

  Dotación diaria = Área x dotación

  Dotación diaria =200 m^2 x 0.5 litros/día/m² = 100 Litros/día.

  Dotación diaria < 500 Lts/día, se le asigna un valor de 1000 Lts/día
- Dispensario con consulta externa.

  Dotación diaria = Consultorios x dotación

  Dotación diaria = 4 x 500 litros/día/consultorio = 2000 Litros/día.

Los Lirios Parte Alta:

- Licorería:

  Dotación diaria = Área x dotación

  Dotación diaria =40 m^2 x 60 litros/día/m² = 2400 Litros/día.

El Trébol:

- Supermercado:

  Dotación diaria = Área x dotación

  Dotación diaria =100 m^2 x 20 litros/día/m² = 2000 Litros/día.

El caudal demandado por los sectores donde se ubican estos servicios será el siguiente:

Lirios Parte Baja:

Dotación de la Iglesia y Dispensario: 3000 Lts/día

Dotación de la Iglesia y Dispensario: 0,035 Lts/s

Caudal demandado por las viviendas: 0.917 Lts/s

Total: 0.952 Lts/s

Lirios Parte Alta:

Dotación de la Licorería: 2400 Lts/día

Dotación de la Licorería: 0,028 Lts/s

Caudal demandado por las viviendas: 0.936 Lts/s

Total: 0.964 Lts/s

El Trébol:

Dotación del Supermercado: 2000 Lts/día

Dotación del Supermercado: 0,023 Lts/s

Caudal demandado por las viviendas: 0,374 Lts/s

Total: 0,397 Lts/s

SECTOR LOS LIRIOS	**CAUDAL Lts / seg (2035)**
Cachicamo	0,468
La Laguna	0,805
Trebol	0,397
Topo de la Cruz	0,580
Enea	0,655
Agua Maluca	0,917
Lirios Parte Alta	0,964
Via el Tanque	0,374
Lirios Intermedio	2,096
Lirios Parte Baja	0,952
Autopista	1,048
Los Corosos	2,171
TOTAL	**11,425**

Tabla (6.7) Caudales medios demandados por la población 2035

6.2 SELECCIÓN DE TUBERÍAS Y ACCESORIOS EN LA DISTRIBUCIÓN

Con los caudales anteriormente determinados en la tabla (6.7) para el año 2035 procedemos a la selección de los diámetros, tipos de tuberías ubicación de válvulas y accesorios.

6.2.1 DETERMINACIÓN DE LOS DIÁMETROS DE LOS SECTORES.

El criterio para la determinación de los diámetros a ser instalados en los sectores se realizo tomando en cuenta la problemática actual que posee toda la población en estudio, en el cual mayor densidad de población se ubica en las partes bajas del sistema de distribución y el consecuencia existe la mayor demanda del servicio, ya que las mayoría de las ramificaciones en el sector se hace en un solo diámetro de tubería lo que genera que en las partes altas como lo son, Lirios Intermedio en sus cotas más altas, los Lirios parte Alta, La Laguna parte alta y Agua Maluca no llegue el servicio con eficiencia ya que el fluido trasportado se desplaza en las partes alta por canal lo que hace necesario la cantidad de maniobras en el sistema desde los sectores mas bajos hasta los de mayor cota para poder garantizar las presiones mínimas necesarias para que exista flujo del fluido hacia las viviendas. El sector se dividió en dos partes una Red Baja y una Red Alta en la cual se ubicaran estanques de agua en sus partes altas para garantizar un buen servicio en todas las zonas.

- La Red Baja está conformada por los sectores:
    1) Lirios Parte Alta
    2) Vía el Tanque.
    3) Lirios Intermedio
    4) Lirios Parte Baja
    5) Los Corosos
    6) Sector Autopista.

Para el periodo de diseño este sector proyecta alrededor de unas 652 casas con un promedio de 5 personas por vivienda para una demanda media de esta red de 7.64 Lts/s. como podemos observar de la tabla (6.7)

- La Red Alta está conformada por los sectores:
    1) El Trébol
    2) La Laguna
    3) Agua Maluca
    4) La Enea
    5) Cachicamo
    6) Topo de la Cruz

Para el periodo de diseño este sector proyecta alrededor de unas 328 casas con un promedio de 5 personas por vivienda para una demanda media de esta red de 3.82 Lts/s. como podemos observar de la tabla (6.7)

El criterio de selección de diámetros se realizo con el caudal máximo horario de 250% del caudal medio demandado (Qm) para el año 2035, mediante la ecuación de continuidad y con velocidades que no excedieran los 2 m/s. Cada sector se dividió como mínimo en dos partes para establecer caudales distintos y diferentes diámetros, todos con una velocidad promedio de 1 m/s y el siguiente cambio se realiza tomando el caudal máximo diario del sector dividiéndolo entre dos para obtener el nuevo diámetro. Ejemplo del procedimiento usado en el sector Los Corosos.

Caudal Proyectado para el año 2035

Qm Demandado en el sector $2.171 \frac{Lts}{s} / 1000 \frac{Lts}{m^3} = 0.00217 \frac{m^3}{s}$

Qd = Qm x Factor de Demanda máxima diaria

Qd = 0.00217 x 2.5 = $0.00543 \frac{m^3}{s}$

Para la selección del diámetro utilizamos la ecuación (7) que se deriva de la ecuación de continuidad.

$$Q = V * A$$

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

Sustituyendo la ecuación del área interna de la tubería en la ecuación de continuidad y despejando el diámetro encontramos la ecuación.

$$D = \sqrt{\frac{4 * Qd}{V * \pi}}$$

Entonces para el sector Los Corosos tenemos el primer diámetro con un Qd = 0.00544 m^3/s y V = 1 m/s.

$$D = \sqrt{\frac{4 * 0.00543}{1 * \pi}} = 0.083\ m$$

$$D = 0.083\ m * 39.37 \frac{in}{m} = 3.27\ in$$

Este diámetro no es comercial así que elegimos uno de 3 in y calculamos la nueva velocidad.

$$V = \frac{4 * Qd}{\pi * D^2} = \frac{4 * 0.00544}{\pi * (3/39.37)^2} = 1.19 \frac{m}{s}.$$

El segundo tramo con un Qd = 0.00543 * (0.5) = 0.00272 m^3/s y V = 1 m/s. El factor de (0.5) viene referido ya que existe una distribución homogénea en la

población de este sector y el cambio de diámetro se realizara aproximadamente a la mitad de la longitud.

$$D = \sqrt{\frac{4 * 0.00272}{1 * \pi}} = 0.0589\ m$$

$$D = 0.0589\ m * 39.37 \frac{in}{m} = 2.3\ in$$

Ya que este diámetro no es comercial aproximamos a 2 in y obtenemos la nueva velocidad.

$$V = \frac{4 * Qd}{\pi * D^2} = \frac{4 * 0.0027}{\pi * (2/39.37)^2} = 1.34 \frac{m}{s}.$$

Ya que la línea de distribución principal que sale de los estanques manejan todo el caudal de cada Red estos diámetros se calcularan con la sumatoria de los caudales máximo diarios de cada red, a partir de esta línea principal se harán las derivaciones como se muestra en los siguientes esquemas.

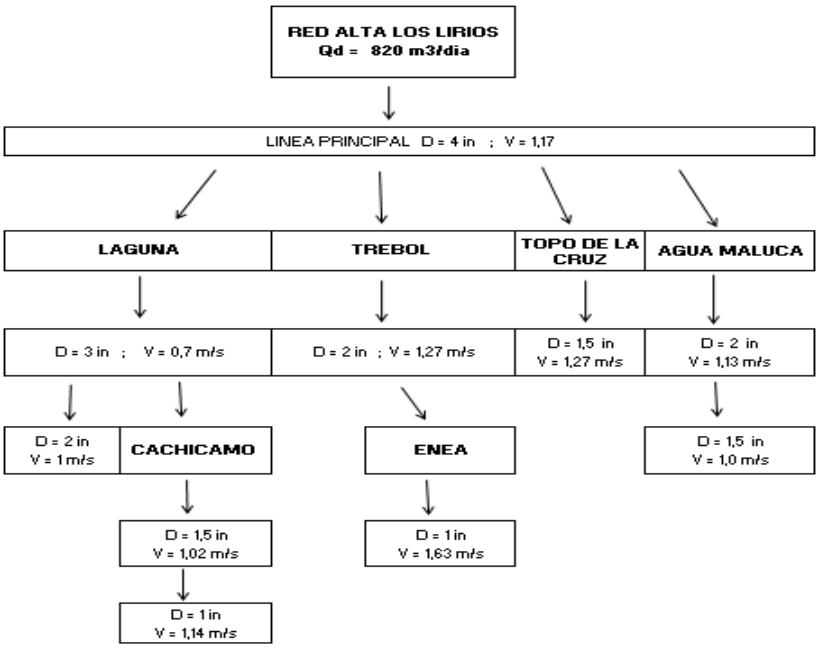


Fig. (6.1) Esquema de Diámetros de la Red Alta de Los Lirios

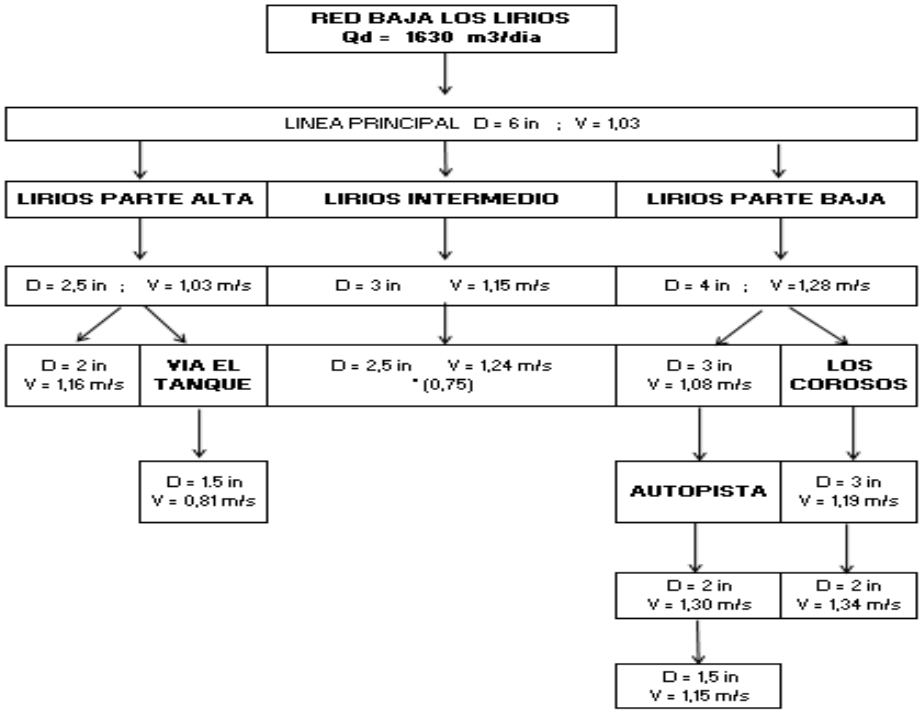


Fig. (6.2) Esquema de Diámetros de la Red Baja de Los Lirios

En la última derivación de los Lirios Intermedio se tomo un cambio de diámetro aproximadamente a la mitad del sector y debido a que este sector posee una mayor densidad poblacional en su parte más baja se tomo el factor de 0.75 para hacer el cambio de diámetro a la zona más baja.

6.2.2 SELECCIÓN DEL TIPO DE TUBERÍA

Las tuberías que emplearemos en todos los sectores para la distribución por gravedad desde los estanques serán en material de P.E.A.D estas tuberías de polietileno de alta densidad ofrecen mayores alternativas de diseño garantizando una larga vida útil, economía de instalación y equipos, minimizando los costos de mantenimiento, cuando las condiciones de operación está dentro de las capacidades de temperatura y presión del material. En el anexo A podemos observar los diferentes diámetros y rango de presiones ofrecidos por el fabricante en tuberías P.E.A.D

Para garantizar que la tubería no falle por presiones en la distribución analizaremos cada ramal considerando las presiones estáticas, sobrepresiones y evaluando la colocación de valvular reguladoras de presión para garantizar las presiones de servicio que por norma INOS deben estar entre un rango de 15 m.c.a. a 80 m.c.a.

6.2.2.1 ESTUDIO DE DISTRIBUCIÓN EN LA RED ALTA.

Se considerara un factor de seguridad de dos (2) sobre la presión estática de trabajo para cubrir los efectos de sobrepresiones que estará sometida la tubería y los ciclos de llenado y vaciado que generaran fatiga al material, debido a los periodos de servicio que estará sometida.

6.2.2.1.1 SECTOR TOPO DE LA CRUZ

Para el sector Topo de la Cruz que posee una diferencia de cota de 62 metros desde el nodo TC-4 (830 m.s.n.m.) donde se encuentra ubicado el tanque de la Red Alta hasta el nodo PR-4 (768 m.s.n.m.) de la vía principal de Los Lirios. En el nodo TC-2 (802 m.s.n.m.) se realiza una ramificación a 1.5 in de la tubería principal de distribución de la Red Alta de 4 in.

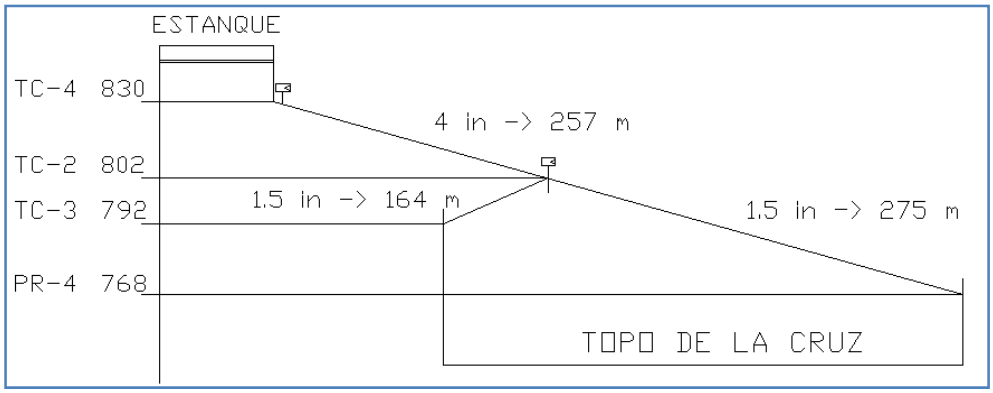


Fig. (6.3) Diagrama de distribución de Topo de la Cruz

Esta diferencia de cota en el sector nos da una presión de servicio en la parte alta de la distribución en Topo de la Cruz de 28 m.c.a. que viene dada por la diferencia de cota entre el nodo TC-4 y TC-2, en los dos extremos de la tubería en el nodo TC-3 38 m.c.a. y el nodo TC-1 62 m.c.a. lo cual está dentro de las presiones de servicio.

Tipo de tubería seleccionada para Topo de la Cruz

La presión máxima estática es 88 psi.

Tipo de tubería seleccionada para Topo de la Cruz

DN = 1.5 in en P.E.A.D. 100 modelo SRD 15.5 de 160 psi

Diámetro externo 48.26 mm.

Espesor de pared de 3.12 mm.

6.2.2.1.1.1 VÁLVULA COMBINADA REDUCTORA Y SOSTENEDORA DE PRESIÓN EN LA LÍNEA PRINCIPAL DE DISTRIBUCIÓN DE TOPO DE LA CRUZ

La manera de garantizar esta presiones en el sector durante todo el periodo de servicio y no se vea afectado por las horas en las cuales la demanda es máxima, es mediante la colocación de una válvula reguladora de presión ubicada aguas arriba del nodo TC-1 de la tubería de 4 in a una altura de (765 m.s.n.m.) de la distribución principal para que la columna de agua arriba de la válvula se mantenga constante.

Datos: Presión de entrada = 65 m.c.a ó 92.4 psig.
Presión de salida = 30 m.c.a ó 42.67 psig.

Caudal manejado por la válvula será demandado por los sectores Agua Maluca, Trébol, Enea, La Laguna, Cachicamo para el periodo de diseño de 6.460*1.25 = 8.075 Lts/s

Basados en a las presiones de trabajo y el caudal manejado por la válvula, elegimos la válvula combinada reductora y sostenedora de presión CLA-VAL modelo 92-01 tipo globo 4 in ANSI 150 con bridas.

Según la grafica de cavitación del fabricante CLA-VAL en el anexo B la válvula no entra en la zona de cavitación por el rango de presiones de operación.

6.2.2.1.2 SECTOR AGUA MALUCA

Para el sector Agua Maluca se deriva del la tubería principal de distribución de la Red Alta de 4 in en el nodo TC-1 (765 m.s.n.m.) hasta el nodo AM-2 (731 m.s.n.m.) esto nos da una presión estática en el nodo TC-1 de 32 m.c.a gracias a

la válvula reguladora de presión tenemos una presión estática en el punto AM-1 de 48 m.c.a. y en el punto mas bajo del sector el punto AM-2 de 66 m.c.a.

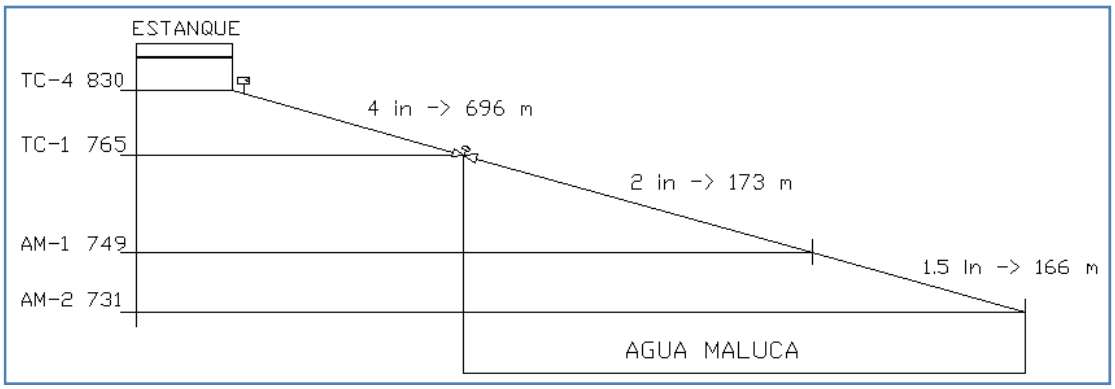


Fig. (6.4) Diagrama de distribución de Agua Maluca

Tipo de tubería seleccionada para Agua Maluca

La presión máxima estática es 68.3 psi.

DN = 2 in en P.E.A.D. 100 modelo SRD 17 de 150 psi

Diámetro externo 60.33 mm.

Espesor de pared de 3.56 mm.

La presión máxima estática es 93.8 psi.

DN = 1.5 in en P.E.A.D. 100 modelo SRD 13.5 de 185 psi

Diámetro externo 48.26 mm.

Espesor de pared de 3.58 mm.

6.2.2.1.3 SECTOR EL TRÉBOL Y LA ENEA

Para el sector El Trébol y La Enea que se encuentran en el mismo ramal de distribución que parte del nodo PR-2 (758 m.s.n.m.) de la línea principal de distribución y se proyecta 833 m hasta el nodo E-3 (713 m.s.n.m.) donde culmina el sector El Trébol y comienza El sector La Enea que se extiende en tubería de 2 in

unos 1200 metros en P.E.A.D luego se realiza un cambio de diámetro a tubería de 1 in hasta el final del sector P.E.A.D hasta el nodo E-5 (564 m.s.n.m.)

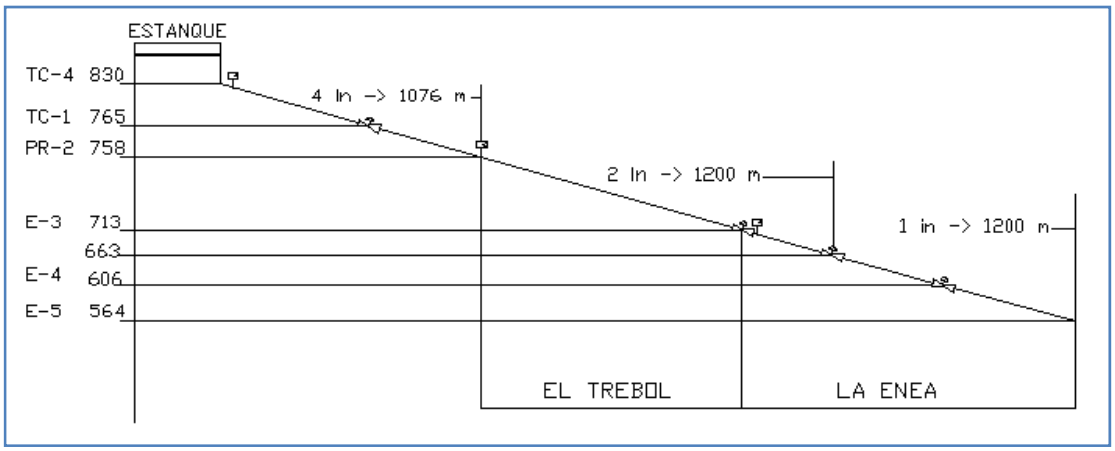


Fig. (6.5) Diagrama de distribución de El Trébol y La Enea

En el Nodo PR-2 (758 m.s.n.m.) tenemos una presión estática de 40 m.c.a. y a que este ramal posee una diferencia de cota tan amplia de unos 194 m tendremos que ubicar valvular reguladoras de presión a lo largo de todo el sector para garantizar las presiones de servicio de máximo de 80 m.c.a.

Tipo de tubería seleccionada para El Trébol & La Enea.

La presión máxima estática es 113.8 psi.

DN = 2 in en P.E.A.D. 100 modelo SRD 11 de 235 psi

Diámetro externo 60.33 mm.

Espesor de pared de 5.49 mm.

La presión máxima estática es 113.8 psi.

DN = 1 in en P.E.A.D. 100 modelo SRD 11 de 235 psi

Diámetro externo 33.40 mm.

Espesor de pared de 3.5 mm.

6.2.2.1.3.1 VÁLVULA COMBINADA REDUCTORA Y SOSTENEDORA DE PRESION EN EL SECTOR LA ENEA

Las válvulas reguladoras de presión en sector El Trébol y La Enea parten aguas arriba del punto E-3 a 718 m.s.n.m. donde tendremos una presión estática de 80 m.c.a. desde aquí necesitaremos instalar reguladoras de presiones cada 50 metros en diferencia de cota para proteger a la tubería de un exceso de presión y estar bajo las normas de INOS de presiones de consumo domiciliario.

Datos: Presión de entrada = 80 m.c.a ó 113.8 psig
Presión de salida = 30 m.c.a ó 42.67 psig.

Caudal manejado por la válvula será demandado por el sector la Enea de 1.310*1.25 = 1.634 Lts/s

Basados en a las presiones de trabajo y el caudal manejado por la válvula, elegimos la válvula combinada reductora y sostenedora de presión CLA-VAL modelo 92-01 tipo globo 2 in ANSI 150.

Según la grafica de cavitación del fabricante CLA-VAL en el anexo B la válvula no entra en la zona de cavitación por el rango de presiones de operación.

Considerando la presión de descarga de 30 m.c.a. y ubicando la segunda reguladora entre el nodo E-3 (713 m.s.n.m.) y el nodo E-4 (606 m.s.n.m.) a una altura de 663 m.s.n.m. y la tercera reguladora roscada de 1 ¼ in el nodo E-4. Operando a misma presión de descarga se garantiza un buen funcionamiento de la válvula sin cavitación.

6.2.2.1.4 SECTOR LA LAGUNA

El Sector La Laguna se extiende a partir del último punto de la tubería de Distribución Principal en el nodo PR-1 (757 m.s.n.m.) hasta el nodo L-2 (750 m.s.n.m.) con diámetro de 3 in luego hasta el final del sector el punto L-3 (746 m.s.n.m.). La presión estática manejada por el nodo PR-1 de 41 m.c.a y a la final del sector 52 m.c.a.

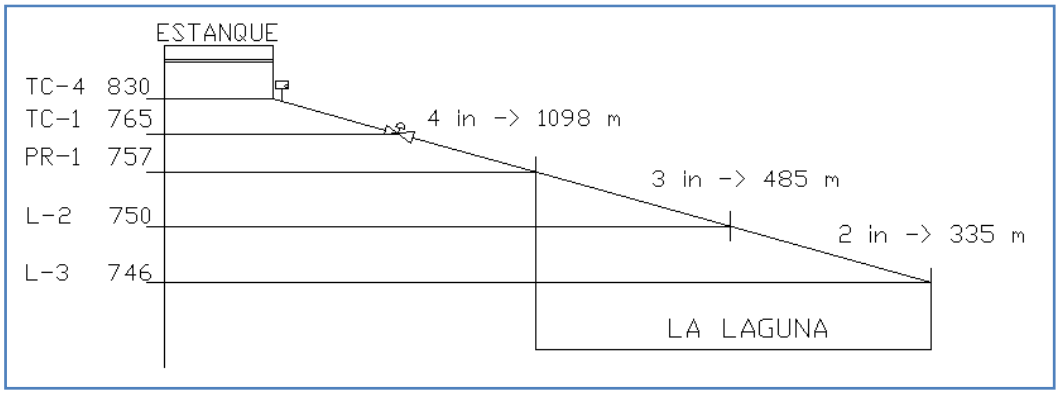


Fig. (6.6) Diagrama de distribución el sector La Laguna

Tipo de tubería seleccionada para el sector La Laguna.

La presión máxima estática es 68.3 psi.

DN = 3 in en P.E.A.D. 100 modelo SRD 17 de 150 psi

Diámetro externo 88.90 mm.

Espesor de pared de 5.23 mm.

La presión máxima estática es 74 psi.

DN = 2 in en P.E.A.D. 100 modelo SRD 17 de 150 psi

Diámetro externo 60.33 mm.

Espesor de pared de 3.56 mm.

6.2.2.1.6 SECTOR CACHICAMO

El Sector Cachicamo parte del nodo L-1(755 m.s.n.m.) del sector la Laguna y finaliza en nudo CH-2(730 m.s.n.m.) este sector posee una presión estática de entrada 43 m.c.a y en su extremo mas bajo de 68 m.c.a gracias a la reguladora de presión ubicada a 768 m.s.n.m. en la tubería de distribución de 4 in que parte del estanque de la Red Alta.

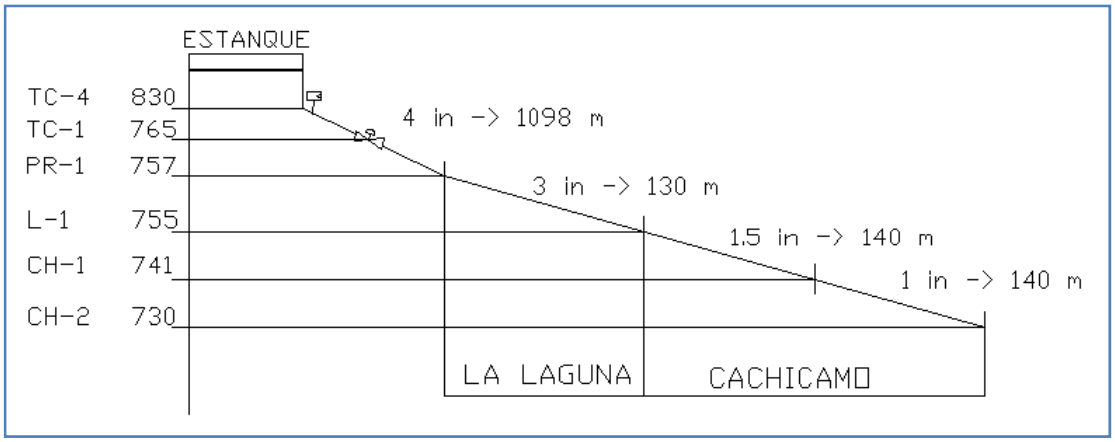


Fig. (6.7) Diagrama de distribución del Sector Cachicamo

Tipo de tubería seleccionada para el sector Cachicamo

La presión máxima estática es 74 psi.

DN = 1.5 in en P.E.A.D. 100 modelo SRD 15.5 de 160 psi

Diámetro externo 48.26 mm.

Espesor de pared de 3.12 mm.

La presión máxima estática es 81 psi.

DN = 1 in en P.E.A.D. 80 modelo SRD 11 de 160 psi

Diámetro externo 33.40 mm.

Espesor de pared de 3.05 mm.

6.2.2.1.6 UBIACIÓN Y SELECCION DE VENTOSAS AUTOMATICAS EN LA RED ALTA

La ubicación de las ventosas automáticas que facilitaran el llenado y vaciado de las tuberías debido a los ciclos de servicio y mitigar los efectos de las sobrepresiones que se pudieran generar en el sistema de distribución a los diferentes sub-sectores.

$$PCAS = \frac{Q}{28.32} \qquad \text{Ecuación (53)}$$

Donde
PCAS = Pies cúbicos de aire por segundo.
Q = Caudal en litros por segundo

Este criterio es dado por los fabricantes de ventosas automáticas, y la norma de INOS enuncia "El diámetro de la ventosa debe ser de un 1/3 del diámetro de la tubería a donde se considera la instalación"

Ya que estas ventosas manejaran todo el caudal de operación del sistema se dimensionaran con el caudal máximo horario en su caso más desfavorable.

Q = 9.5 Lts/s

$$PCAS = \frac{9.5}{28.32} = 0.335\ \frac{Ft^3\ aire}{s}$$

Según la Fig. 3.25 en el capítulo III el diámetro mínimo de las ventosas debe ser de ½ in. Y según norma INOS debe ser 1 in. Ubicaremos ventosas automáticas de admisión y expulsión de aire en la salida del estanque de la Red Alta, en el nodo TC-2 de Topo de la Cruz ya que existe un cambio de pendiente positiva a negativa y aguas arriba del nodo PR-2 para facilitar el llenado y vaciado de los sub-sectores La

Laguna, Enea, El Trébol y Cachicamo en estos puntos seleccionamos una ventosa automática de 1 in.

El sector La Enea debido a su considerable diferencia de cota y su gran distancia se consideraron la colocación de una ventosa automática de 1 in en el nodo E-3 para facilitar el llenado y vaciado de la tubería en sus ciclos de servicio.

6.2.2.1.7 ANÁLISIS DEL GOLPE DE ARIETE EN LA RED ALTA ESTANQUE-DISTRIBUCION

El estudio del golpe de ariete se analizo para la tubería principal de distribución en su condición más desfavorable.

El análisis de la Tubería Principal Red Alta se realizara aguas arriba y aguas abajo de la válvula combinada reductora y sostenedora de presión considerando todos los ramales de distribución a los sub sectores cerrados, para el caso aguas arriba de la válvula.

Datos:

DN: 4 in

Diámetro interno: 100 mm

Modulo de elasticidad del material (P.E.A.D.): 8.15 x 10^7 $\left(\frac{Kgf}{m^2}\right)$

Modulo de elasticidad volumétrico del agua: 2.20 x 10^8 $\left(\frac{Kgf}{m^2}\right)$

Coeficiente de Poisson del material: μ =0.46

e = 10 mm (asumido)

ρ = 996.075 $\left(\frac{Kg}{m^3}\right)$ a 24.4ºC

c = 1- $\mu/2$ Por estar la tubería enterrada.

A través de la formula de Joukovsky encontramos la Celeridad de la onda:

$$a = \sqrt{\frac{\frac{E_v}{\rho}}{1 + \left(\frac{E_v}{E} * \frac{D}{e} * c\right)}}$$

El numerador de la formula se mantiene contante, es la velocidad de la onda elástica en el fluido que para el caso de agua a 24.4 ºC se puede aproximar así.

$$\sqrt{\frac{E_v}{\rho}} = \sqrt{\frac{2.2 * 10^8 \frac{kgf}{m^2} * 9.8 \frac{N}{kgf}}{996.075 \frac{kg}{m^3}}} = 1471.22 \frac{m}{s}$$

$$a = \frac{1471.22 \frac{m}{s}}{\sqrt{1 + \left(\frac{2.20 * 10^8 \frac{kgf}{m^2}}{8.15 * 10^7 \frac{kgf}{m^2}} * \frac{0.100\, m}{0.01\, m} * 0.77\right)}} = 313 \frac{m}{s}$$

Establecemos el periodo de la onda: $\tau = \frac{2.L}{a}$

Aguas arriba de la válvula reguladora de presión, con una longitud desde el estanque hasta la válvula de 696 m.

$$\tau = \frac{2 * 696\, m}{313\, m/s} = 4.45\, s.$$

Este tiempo permite establecer los criterios para calcular la sobre presión en la tubería dependiendo del tiempo de cierre de la válvula.

- Cierre instantáneo: Tc = 0 s.

Utilizamos la formula de Allieve con la velocidad del fluido en su condición máxima de V = 1.17.

$$Ha = \frac{a * V}{g} = \frac{313\ \frac{m}{s} * 1.17 \frac{m}{s}}{9.8 \frac{m}{s^2}} = 37.36\ m.c.a$$

- Cierre lento: Tc > τ; Tc = 6 s.

Utilizamos la formula de Michaud con la velocidad del fluido en su condición máxima de V = 1.17.

$$Ha = \frac{2 * L * V}{g * Tc} = \frac{2 * 696\ m * 1.17 \frac{m}{s}}{9.8 \frac{m}{s^2} * 6} = 27.69\ m.c.a.$$

Por consiguiente la presión que debe soportar la tubería en caso de golpe de ariete será:

- Allieve:

  Hmax = Ho + Ha = 65 m.c.a + 37.36 m.c.a = 102.36 m.c.a = 145 psi

- Michaud:

  Hmax = Ho + Ha = 65 m.c.a + 27.69 m.c.a = 92.69m.c.a = 131.83 psi

Estos resultados nos indica que la tubería de 4 in de P.E.A.D que utilizaremos en la descarga del estanque de la Red Alta debe ser capaz de soportar una presión máxima de 145 psi, para lo cual elige una tubería con un factor de seguridad de 1.5 referente a la presión máxima de trabajo.

La presión máxima 145 psi.

DN = 4 in en P.E.A.D. 100 modelo SRD 11 de 235 psi

Diámetro externo 114.30 mm.

Espesor de pared de 10.39 mm.

Para el tramo siguiente a la reguladora de presión, suponemos todas las descargas a los diferentes sectores como lo es El Trébol, La Enea y Agua Maluca cerrados y estudiamos el caso con el cierre de la válvula al final de la tubería de 4 in en la entrada del sector La Laguna.

La celeridad es igual al tramo anterior a = 313 m/s.

Establecemos el periodo de la onda: $\tau = \frac{2.L}{a}$

La longitud desde la válvula sostenedora y reguladora de presión hasta la válvula ubicada en el nodo PR-1 es de 402 m. el periodo lo establecemos como si la válvula reguladora fuese el primer punto donde se refleja la onda para y así conseguir el periodo de la onda en este tramo.

$$\tau = \frac{2 * 402\ m}{313\ m/s} = 2.56\ s.$$

Este tiempo permite establecer los criterios para calcular la sobre presión en la tubería dependiendo del tiempo de cierre de la válvula.

- Cierre instantáneo: Tc = 0 s.

Para un cierre instantáneo se utiliza la formula de Allieve por tal motivo esta sobrepresión permanece constante al caso anterior Ha = 37.36 m.c.a

- Cierre lento: Tc > τ; Tc = 4 s.

Utilizamos la formula de Michaud con la velocidad del fluido en su condición máxima de V = 1.17.

$$Ha = \frac{2 * L * V}{g * Tc} = \frac{2 * 402\ m * 1.17 \frac{m}{s}}{9.8 \frac{m}{s^2} * 4} = 24\ m.c.a.$$

Por consiguiente la presión que debe soportar la tubería en caso de golpe de ariete será:

- Allieve:

  Hmax = Ho + Ha = 41 m.c.a + 37.36 m.c.a = 78 m.c.a = 110 psi

- Michaud:

  Hmax = Ho + Ha = 41 m.c.a + 24 m.c.a = 65 m.c.a = 92.5 psi

Dado este resultado podemos seleccionar el segundo tramo de la tubería principal de distribución de la Red Alta, con el criterio de un espesor mayor al estipulado en el cálculo de sobrepresión y un factor de seguridad de 1.5 referente a la presión máxima de trabajo.

La presión máxima 110 psi.

DN = 4 in en P.E.A.D. 100 modelo SRD 15.5 de 160 psi

Diámetro externo 114.30 mm.

Espesor de pared de 7.37 mm.

6.2.2.1.8 CÁLCULO DEL ESTANQUE UBICADO EN LA RED ALTA

Considerando una futura habilitación de una fuente con una producción mínima de 12 Lts/s más la producción actual de 8 Lts/s. el sector estaría manejando un caudal de 20 Lts/s.

Considerando el caudal medio de consumo para el 2035 de la Red Alta, para calcular la capacidad del estanque.

Caudal medio de la Red Alta = 3.821 Lts/s
Caudal de bombeo = 8 Lts/s
Tiempo de bombeo 24 horas.

Considerando la variación horaria de consumo manejada por el sistema panamericano y aplicada al sector Los Lirios Red Alta de la siguiente manera como se expresa en la tabla (6.8) y la Figura (6.8) siguiente.

HORA	FACTOR DE DEMANDA	Qm (Lts/s)
12:00 a.m.	0,40	1,53
01:00 a.m.	0,40	1,53
02:00 a.m.	0,50	1,91
03:00 a.m.	0,70	2,67
04:00 a.m.	1,30	4,97
05:00 a.m.	2,00	7,64
06:00 a.m.	2,50	9,55
07:00 a.m.	1,70	6,50
08:00 a.m.	1,50	5,73
09:00 a.m.	1,40	5,35
10:00 a.m.	1,30	4,97
11:00 a.m.	1,25	4,78
12:00 p.m.	1,25	4,78
01:00 p.m.	1,25	4,78
02:00 p.m.	1,30	4,97
03:00 p.m.	1,50	5,73
04:00 p.m.	1,40	5,35
05:00 p.m.	1,20	4,59
06:00 p.m.	1,00	3,82
07:00 p.m.	0,70	2,67
08:00 p.m.	0,50	1,91
09:00 p.m.	0,45	1,72
10:00 p.m.	0,40	1,53
11:00 p.m.	0,40	1,53
12:00 a.m.	0,40	1,53

Tabla (6.8) Variación horaria de consumo de Red Alta de Los Lirios

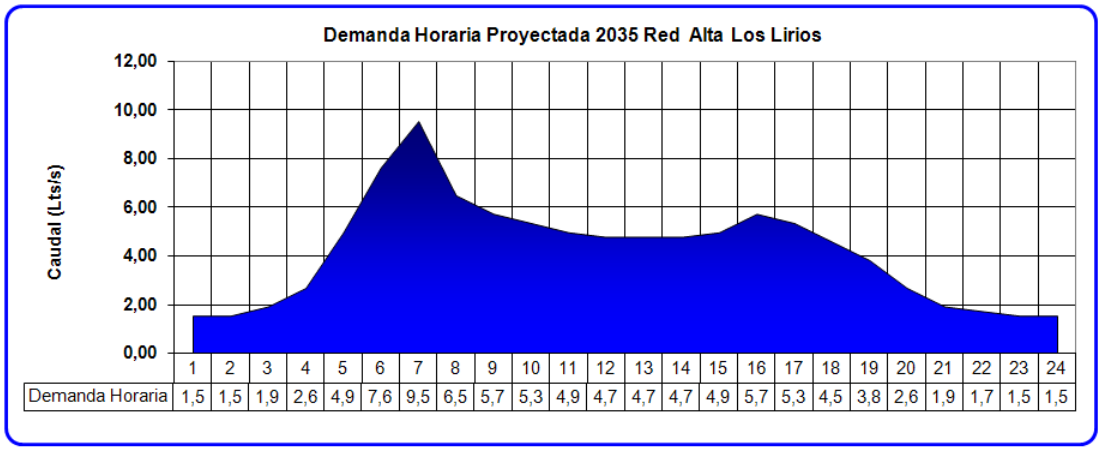


Fig. (6.8) Representación gráfica de la variación horaria de la Red Alta

La capacidad del estanque se obtiene de acuerdo a la siguiente tabla:

HORA	CONSUMO m^3	BOMBEO m^3	ACUMULADO m^3	DEFICIT m^3
12:00 a.m.	0	28,8	28,800	
01:00 a.m.	5,50	28,8	23,298	
02:00 a.m.	6,88	28,8	21,922	
03:00 a.m.	9,63	28,8	19,171	
04:00 a.m.	17,88	28,8	10,918	
05:00 a.m.	27,51	28,8	1,289	
06:00 a.m.	34,39	28,8		-5,589
07:00 a.m.	23,38	28,8	5,415	
08:00 a.m.	20,63	28,8	8,167	
09:00 a.m.	19,26	28,8	9,542	
10:00 a.m.	17,88	28,8	10,918	
11:00 a.m.	17,19	28,8	11,606	
12:00 p.m.	17,19	28,8	11,606	
01:00 p.m.	17,19	28,8	11,606	
02:00 p.m.	17,88	28,8	10,918	
03:00 p.m.	20,63	28,8	8,167	
04:00 p.m.	19,26	28,8	9,542	
05:00 p.m.	16,51	28,8	12,293	
06:00 p.m.	13,76	28,8	15,044	
07:00 p.m.	9,63	28,8	19,171	
08:00 p.m.	6,88	28,8	21,922	
09:00 p.m.	6,19	28,8	22,610	
10:00 p.m.	5,50	28,8	23,298	
11:00 p.m.	5,50	28,8	23,298	
12:00 a.m.	5,50	28,8	23,298	
TOTAL	**361,77**	**720,00**	**363,82**	**-5,589**

Tabla (6.9) Comparativa entre el caudal bombeado y el requerido de la Red Alta

En base a la tabla anterior se evidencia que el sector posee una demanda diaria de 361.77 m^3 y el bombeo continuo nos da un suministro diario de 720 m^3 lo que nos da una capacidad de almacenamiento en este periodo de 363,82 m^3 que restado al déficit originado en el consumo pico horario de 5.589 tenemos 358,231 m^3.

Consideraremos una capacidad adicional por consumo de incendio en la Red Alta que por normativa INOS establece una duración de 4 horas con gastos de 10, 16, 32 Lts/s dependiendo de las características de las edificaciones.

Debido a las características de una zona rural consideramos un gasto de 10 Lts/s durante 4 horas para encontrar el volumen adicional del estanque.

Reserva por incendio = 10 x 4 x 3600 = 144.000 Lts ó 144 m^3

6.2.2.1.8.1 DIMENSIONES DEL NUEVO ESTANQUE RED ALTA

El estanque será del tipo rectangular elaborado en base a concreto armado y dividido en dos compartimientos de manera de reducir los costos de construcción.

Para considerar un espesor de paredes no muy grandes se utiliza una altura de h = 3.5 m.

Para esta altura encontramos un área de:

$$A = \frac{Capacidad}{Altura} = \frac{502.231\ m^3}{3.5} = 143.49\ m^2$$

Ahora dividiendo el área en dos partes tenemos: A = 71.74 m^2

De manera de distribuir lo mas uniforme posibles las fuerzas ejercidas por las paredes de cada compartimiento se extrae la raíz cuadrada del área determinando así las dimensiones del estanque.

$$L = \sqrt{A} = \sqrt{71.74\ m^2} = 8.47$$

Este Longitud seria el largo del estanque y dividiendo dicha longitud entre dos encontramos en ancho del estanque.

Ancho = 4.23

Este dimensionamiento, cabe destacar, es referido al volumen útil del estanque sin contemplar las paredes del mismo.

6.2.2.2 ESTUDIO DE DISTRIBUCIÓN EN LA RED BAJA.

Se considerara un factor de seguridad de dos (2) sobre la presión estática de trabajo para cubrir los efectos de sobrepresiones que estará sometida la tubería y los ciclos de llenado y vaciado que generaran fatiga al material, debido a los periodos de servicio que estará sometida.

6.2.2.2.1 SECTOR LIRIOS PARTE ALTA

El sector Los Lirios Parte Alta se abastece de dos puntos en la línea principal de distribución, una que parte desde el estanque Red Baja desde el nodo VT-3 (808 m.s.n.m.) de 6 in a 1.5 in y otro desde el nodo PR-6 (774 m.s.n.m.) de 6 in a 2.5 in y se encuentran en el nodo PA-1 (765 m.s.n.m.) en una Tee para continuar en una tubería de 2 in hasta el final del sector Parte Alta PA-3 (745 m.s.n.m.)

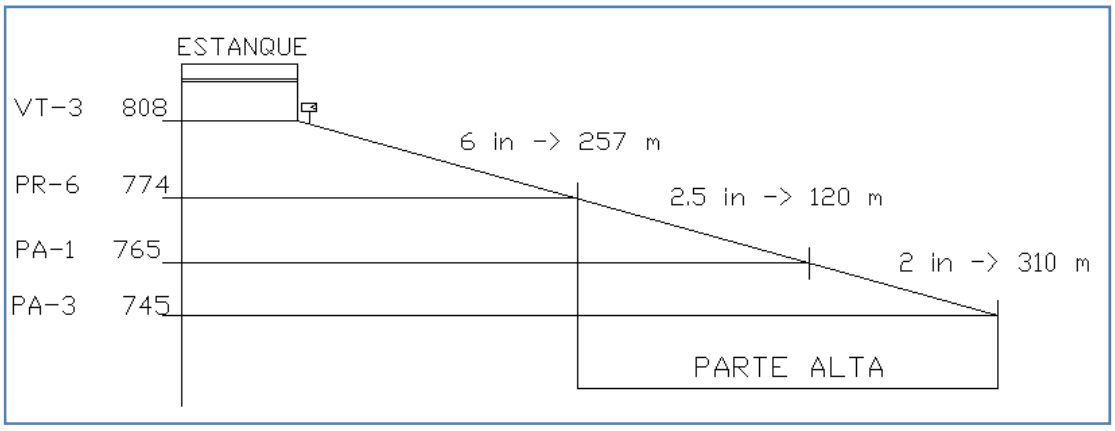


Fig. (6.9) Diagrama de distribución de Los Lirios Parte Alta

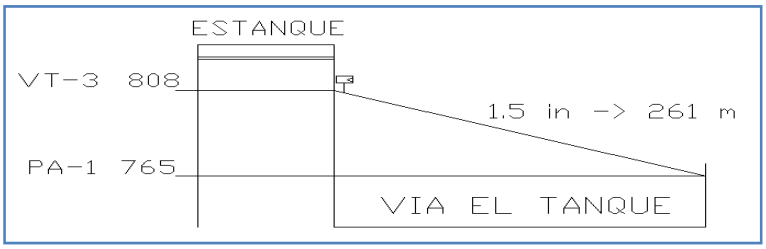


Fig. (6.10) Diagrama de distribución sector Vía el Tanque

Tipo de tubería seleccionada para el Vía el Tanque

La presión máxima estática es 61.2 psi.

DN = 1.5 in en P.E.A.D. 100 modelo SRD 15.5 de 160 psi

Diámetro externo 48.26 mm.

Espesor de pared de 3.12 mm.

Tipo de tubería seleccionada para Los Lirios Parte Alta

La presión máxima estática es 61.2 psi.

DN = 2.5 in en P.E.A.D. 100 modelo SRD 21 de 120 psi

Espesor de pared de 3 mm.

La presión máxima estática es 89.6 psi.

DN = 2 in en P.E.A.D. 80 modelo SRD 15.5 de 160 psi

Diámetro externo 60.33 mm.

Espesor de pared de 3.89 mm.

6.2.2.2.2 SECTOR LOS LIRIOS PARTE BAJA Y AUTOPISTA

El sector Los Lirios Parte Baja y el Sector Autopista parte de una ramificación de la tubería principal de 6 in, en el nodo PR-14 (745 m.s.n.m.) en una tubería de 4 in en P.E.A.D que se extiende hasta el nodo B-1 (710 m.s.n.m.) donde se ramifica en un Tee, en dos tuberías de 3 in una hacia el sector Los Corosos y otra hasta el nodo B-3 (708 m.s.n.m.) de aquí se extiende el sector autopista en tubería de 2 in hasta el nodo

A-1 (693 m.s.n.m) donde se reduce el diámetro a 1.5 in hasta el extremo de la tubería del sector autopista en el nodo A-2 (678 m.s.n.m.).

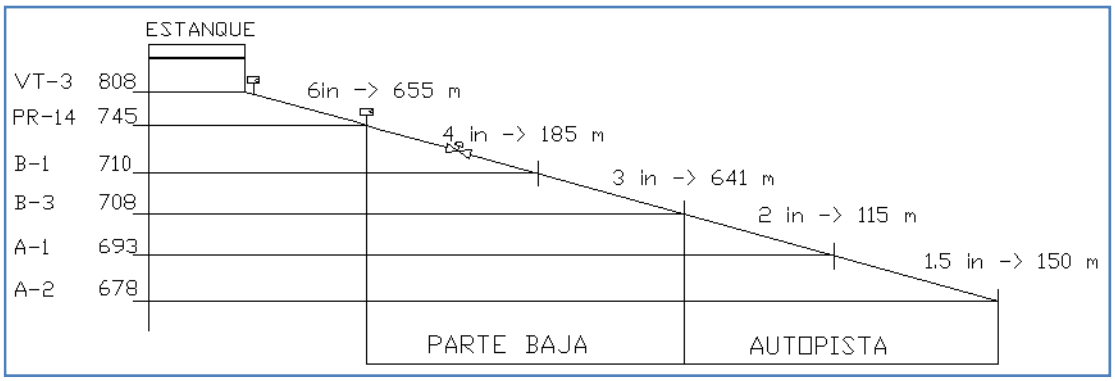


Fig. (6.11) Diagrama de distribución sector Lirios Parte Baja y Autopista

El nodo PR-14 tenemos una presión estática de 63 m.c.a. ya que al final de la tubería de 4 in tenemos una presión estática de 98 m.c.a nos vemos en la necesidad de regular esta presión mediante una válvula reguladora de presión entre en nodo PR-14 (745m.s.n.m.) y el nodo B-1 a una altura (730 m.s.n.m.) lo que arroja una máxima presión estática en la tubería de 4 in de 78 m.c.a y en el nodo B-3 (708 m.s.n.m.) de 52 m.c.a gracias a la reguladora de presión.

Tipo de tubería seleccionada para Los Lirios Parte Baja

La presión máxima estática es 110.9 psi.

DN = 4 in en P.E.A.D. 100 modelo SRD 11 de 235 psi

Diámetro externo 10.39 mm.

Espesor de pared de 3.36 mm.

La presión máxima estática es 73.9 psi.

DN = 3 in en P.E.A.D. 100 modelo SRD 17 de 150 psi

Diámetro externo 88.90 mm.

Espesor de pared de 6.73 mm.

El sector Autopista posee una presión estática al final de la tubería de 2 in en el nodo A-1 (693 m.s.n.m.) de 67 m.c.a y al final de la tubería de 1.5 in en el punto A-2 (678 m.s.n.m.) de 82 m.c.a. aunque esta presión excede la normativa INOS con el factor de seguridad de 2 planteado inicialmente podemos soportar las sobrepresiones generadas en el sector sin ningún problema.

Tipo de tubería seleccionada para el sector Autopista

La presión máxima estática es 95 psi.

DN = 2 in en P.E.A.D. 100 modelo SRD 13.5 de 185 psi

Diámetro externo 60.33 mm.

Espesor de pared de 4.47 mm.

La presión máxima estática es 116.63 psi.

DN = 1.5 in en P.E.A.D. 100 modelo SRD 11 de 235 psi

Diámetro externo 48.26 mm.

Espesor de pared de 4.36 mm.

6.2.2.2.2.1 VÁLVULA COMBINADA REDUCTORA Y SOSTENEDORA DE PRESION EN LOS LIRIOS PARTE BAJA

Esta válvula reguladora de presión sea colocada entre el nodo PR-14 (745 m.s.n.m.) y el nodo B-1 (710 m.s.n.m.) a una altura de 730 m.s.n.m. para garantizar las presiones anteriormente señaladas y la selección de tuberías planteado anteriormente sea valido.

Datos: Presión de entrada = 78 m.c.a. ó 110.9 psig

Presión de salida = 30 m.c.a. ó 42.67 psig

Ya que en este sector posee una presión estática máxima en su punto mas bajo de 93 m.c.a elegiremos una válvula reguladora de presión para el nodo C-3 (690 m.s.n.m).

Tipo de tubería seleccionada para el sector Autopista

La presión máxima estática es 99 psi.

DN = 3 in en P.E.A.D. 100 modelo SRD 13.5 de 185 psi

Diámetro externo 88.90 mm.

Espesor de pared de 6.58 mm.

La presión máxima estática es 81 psi.

DN = 2 in en P.E.A.D. 100 modelo SRD 15.5 de 160 psi

Diámetro externo 60.33 mm.

Espesor de pared de 3.89 mm.

6.2.2.2.3.1 VÁLVULA COMBINADA REDUCTORA Y SOSTENEDORA DE PRESION EN LOS COROSOS

Válvula reguladora ubicada en el punto C-3 a 690 m.s.n.m. para garantizar presiones de servicio dentro de la norma INOS

Datos: Presión de entrada = 70 m.c.a. ó 99.6 psig

Presión de salida = 30 m.c.a. ó 42.67 psig

Caudal manejado por la válvula en el periodo de diseño será en demandado por el sector Los Corosos de 2.17 Lts/s*1.25 = 2.71 Lts/s.

Basados en las presiones de trabajo y el caudal manejado por la válvula, seleccionamos una válvula combinada reductora y sostenedora de presión marca CLA-VAL modelo 92-01 tipo Globo de 2 in ANSI 150

Según la grafica de cavitación del fabricante CLA-VAL en el anexo B la válvula no entra en la zona de cavitación por el rango de presiones de operación.

6.2.2.2.4 SECTOR LIRIOS INTERMEDIO

Parte del nodo PR-12 (755 m.s.n.m.) de la tubería principal de 6 in y se reduce a 3 in hasta el nodo I-3 (708 m.s.n.m.) aquí de se produce un cambio de diámetro a 2.5 in hasta el nodo final I-5 (710 m.s.n.m.)

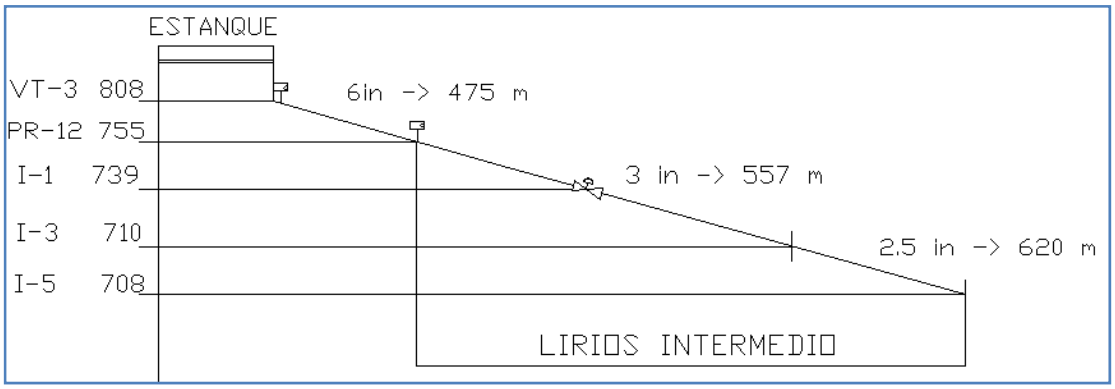


Fig. (6.13) Diagrama de distribución de sector Los Lirios Intermedio

Al inicio de la tubería de 3 in partimos con una presión de de 53 m.c.a y al final de la tubería de 3 in obtenemos una presión estática de 100 m.c.a lo lleva a seleccionar una válvula reguladora de presión en este tramo para cumplir con la norma INOS de presiones de servicio. El punto que ubicaremos la reguladora de presión será en el nodo I-1 (739 m.s.n.m.).

Tipo de tubería seleccionada para el sector Autopista

La presión máxima estática es 96.76 psi.

DN = 3 in en P.E.A.D. 100 modelo SRD 13.5 de 180 psi

Diámetro externo 88.90 mm.

Espesor de pared de 6.58 mm.

La presión máxima estática es 61.86 psi.

DN = 63mm en P.E.A.D. 100 modelo SRD 17 de 150 psi

Espesor de pared de 3.8 mm.

6.2.2.2.4.1 VÁLVULA COMBINADA REDUCTORA Y SOSTENEDORA DE PRESION EN LOS LIRIOS INTERMEDIO

Ubicaremos en el punto I-1 a 739 m.s.n.m una válvula combinada reductora y sostenedora de presión, para garantizar las presiones de servicio en este sector y poder cumplir con la selección de tuberías previas ya que se basaban en las presiones reguladas por esta.

Datos: Presión de entrada = 69 m.c.a. ó 98.14 psig

Presión de salida = 30 m.c.a. ó 42.67 psig

Caudal manejado por la válvula en el periodo de diseño será en demandado por el sector Los Lirios Intermedio de 2.096 Lts/s*1.25 = 2.62 Lts/s.

Basados en las presiones de trabajo y el caudal manejado por la válvula, seleccionamos una válvula combinada reductora y sostenedora de presión marca CLA-VAL modelo 92-01 tipo Globo de 3 in ANSI 150

Según la grafica de cavitación del fabricante CLA-VAL en el anexo B la válvula no entra en la zona de cavitación por el rango de presiones de operación.

6.2.2.2.5 UBIACION Y CÁLCULO DE LA VENTOSA AUTOMÁTICA RED BAJA

La ubicación de las ventosas automáticas que facilitaran el llenado y vaciado de las tuberías debido a los ciclos de servicio y mitigar los efectos de las sobrepresiones que se pudieran generar en el sistema de distribución a los diferentes sub-sectores.

$$PCAS = \frac{Q}{28.32} \qquad \text{Ecuación (53)}$$

Donde

PCAS = Pies cúbicos de aire por segundo.

Q = Caudal en litros por segundo

Este criterio es dado por los fabricantes de ventosas automáticas, y la norma de INOS enuncia "El diámetro de la ventosa debe ser de un 1/3 del diámetro de la tubería a donde se considera la instalación"

Manejan todo el caudal de operación del sistema por tal motivo se dimensionara con el caudal máximo diario Q = 19.01 Lts/s.

$$PCAS = \frac{19.01}{28.32} = 0.671 \ \frac{Ft^3 \ aire}{s}$$

Según la Fig. 3.25 en el capítulo III el diámetro mínimo de las ventosas debe ser de 1 in. Y según norma INOS debe ser 2 in para la tubería principal.

Ubicaremos ventosas automáticas de admisión y expulsión de aire en la salida del estanque de la Red Baja de 2 in y aguas debajo de las válvulas de sectorización en el los nodos PR-12 y PR-14 de los Lirios Intermedio y los Lirios Parte Baja respectivamente ventosas automáticas de 1 in.

6.2.2.2.6 ANÁLISIS DEL GOLPE DE ARIETE EN LA RED BAJA ESTANQUE-DISTRIBUCIÓN

El estudio del golpe de ariete se analizo para la tubería Principal de distribución en su condición más desfavorable.

El análisis de la Tubería Principal Red Baja se realizara en el nodo PR-14 considerando todos los ramales de distribución a los demás sub sectores cerrados.

Datos:

DN: 6 in

Diámetro interno: 150 mm

Modulo de elasticidad del material (P.E.A.D.): 8.15 x 10^7 $\left(\frac{Kgf}{m^2}\right)$

Modulo de elasticidad volumétrico del agua: 2.20 x 10^8 $\left(\frac{Kgf}{m^2}\right)$

Coeficiente de Poisson del material: 0.46

e = 12 mm

ρ = 996.075 $\left(\frac{Kg}{m^3}\right)$

c = 1- $\mu/2$ Por estar la tubería enterrada.

A través de la formula de Joukovsky encontramos la Celeridad de la onda:

$$a = \sqrt{\frac{\frac{E_v}{\rho}}{1 + \left(\frac{E_v}{E} * \frac{D}{e} * c\right)}}$$

El Numerador de la formula se mantiene contante, es la velocidad de la onda elástica en el fluido que para el caso de agua a 24.4 ºC se puede aproximar asi.

Caudal manejado por la válvula en el periodo de diseño será en demandado por el sector Los Corosos, Lirios Parte Baja y el sector Autopista de 8.27 Lts/s*1.25 = 10.33 Lts/s.

Basados en las presiones de trabajo y el caudal manejado por la válvula, seleccionamos una válvula combinada reductora y sostenedora de presión marca CLA-VAL modelo 92-01 tipo Globo de 4 in ANSI 150

Según la grafica de cavitación del fabricante CLA-VAL en el anexo B la válvula no entra en la zona de cavitación por el rango de presiones de operación.

6.2.2.2.3 SECTOR LOS COROSOS

El sector Los Corosos parte de nodo B-1(710 m.s.n.m.) en tubería de 3 in hasta el nodo C-2 (690 m.s.n.m.) donde de hace una reducción del diámetro a 2 in hasta el nodo C-4 (663 m.s.n.m.)

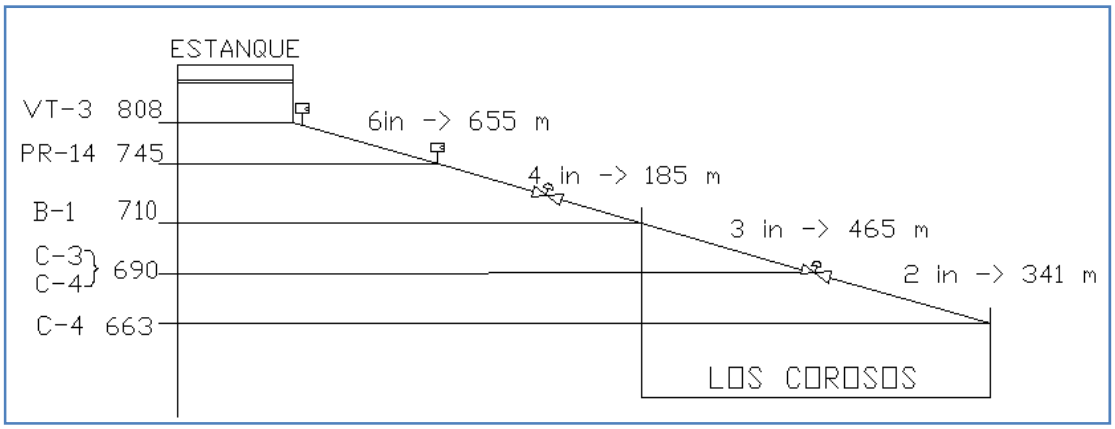


Fig. (6.12) Diagrama de distribución sector Los Corosos

$$\sqrt{\frac{E_v}{\rho}} = \sqrt{\frac{2.2 * 10^8 \frac{kgf}{m^2} * 9.8 \frac{N}{kgf}}{996.075 \frac{kg}{m^3}}} = 1471.22 \frac{m}{s}$$

$$a = \frac{1471.22 \frac{m}{s}}{\sqrt{1 + \left(\frac{2.20 * 10^8 \frac{kgf}{m^2}}{8.15 * 10^7 \frac{kgf}{m^2}} * \frac{0.150\, m}{0.012\, m} * 0.77\right)}} = 283.47 \frac{m}{s}$$

Establecemos el periodo de la onda: $\tau = \frac{2.L}{a}$

Aguas arriba de la válvula de sectorización de Los Lirios Parte Baja hay una longitud de 655 m hasta el estanque.

$$\tau = \frac{2 * 655\, m}{283.47\, m/s} = 4.6\, s.$$

Este tiempo permite establecer los criterios para calcular la sobre presión en la tubería dependiendo del tiempo de cierre de la válvula.

- Cierre instantáneo: Tc = 0 s.

Utilizamos la formula de Allieve con la velocidad del fluido en su condición máxima de V = 1.03.

$$Ha = \frac{a * V}{g} = \frac{283.47 \frac{m}{s} * 1.03 \frac{m}{s}}{9.8 \frac{m}{s^2}} = 29.79\ m.c.a$$

- Cierre lento: Tc > τ; Tc = 6 s.

Utilizamos la formula de Michaud. con la velocidad del fluido en su condición máxima de V = 1.03.

$$Ha = \frac{2 * L * V}{g * Tc} = \frac{2 * 655\ m * 1.03 \frac{m}{s}}{9.8 \frac{m}{s^2} * 6} = 22.94\ m.c.a.$$

Por consiguiente la presión que debe soportar la tubería en caso de golpe de ariete será:

- Allieve:

  Hmax = Ho + Ha = 63 m.c.a + 29.79 m.c.a = 92.79 m.c.a = 131.98 psi

- Michaud:

  Hmax = Ho + Ha = 63 m.c.a + 22.94 m.c.a = 85.94m.c.a = 122.23 psi

Estos resultados nos indica que la tubería de 6 in de P.E.A.D que utilizaremos en la descarga del estanque, debe ser capaz de soportar una presión máxima de 131.98 psi, el criterio de selección que utilizaremos basándonos en la presión máxima de trabajo para la tubería principal de distribución de la Red Baja será con un factor de seguridad de 1.5 referente a la presión máxima de trabajo.

Tipo de tubería seleccionada para distribución principal de la Red Baja

La presión máxima estática es 131.98 psi.

DN = 6 in en P.E.A.D. 100 modelo SRD 13.5 de 185 psi

Diámetro externo 168.28 mm.

Espesor de pared de 12.47 mm.

6.2.2.2.7 CALCULO DEL ESTANQUE UBICADO EN LA RED BAJA

Considerando la incorporación de un nuevo pozo y se independicen las distribuciones a cada Red propuesta, esta Red estaría manejando una fuente de 12 Lts/s.

Considerando el caudal medio de consumo para el 2035 de la Red Baja, para calcular la capacidad del estanque.

Caudal medio de la Red Baja = 7.60 Lts/s

Caudal de bombeo = 12 Lts/s

Tiempo de bombeo 24 horas

Considerando la variación horaria de consumo manejada por el sistema panamericano y aplicada al sector Los Lirios Red Baja de la siguiente manera como se expresa en la tabla (6.10) y la Figura (6.14) siguiente.

HORA	FACTOR DE DEMANDA	Qm (Lts/s)
12:00 a.m.	0,40	3,04
01:00 a.m.	0,40	3,04
02:00 a.m.	0,50	3,80
03:00 a.m.	0,70	5,32
04:00 a.m.	1,30	9,89
05:00 a.m.	2,00	15,21
06:00 a.m.	2,50	19,01
07:00 a.m.	1,70	12,93
08:00 a.m.	1,50	11,41
09:00 a.m.	1,40	10,65
10:00 a.m.	1,30	9,89
11:00 a.m.	1,25	9,51
12:00 p.m.	1,25	9,51
01:00 p.m.	1,25	9,51
02:00 p.m.	1,30	9,89
03:00 p.m.	1,50	11,41
04:00 p.m.	1,40	10,65
05:00 p.m.	1,20	9,12
06:00 p.m.	1,00	7,60
07:00 p.m.	0,70	5,32
08:00 p.m.	0,50	3,80
09:00 p.m.	0,45	3,42
10:00 p.m.	0,40	3,04
11:00 p.m.	0,40	3,04
12:00 a.m.	0,40	3,04

Tabla (6.10) Variación horaria de consumo de Red Baja de Los Lirios

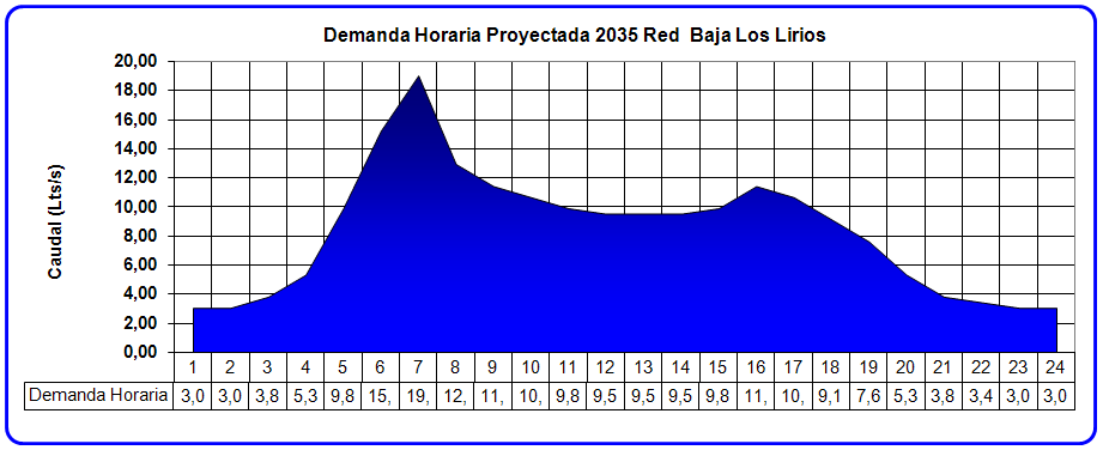


Fig. (6.14) Representación gráfica de la variación horaria de la Red Baja

La capacidad del estanque se obtiene de acuerdo a la siguiente tabla:

HORA	CONSUMO m^3	BOMBEO m^3	ACUMULADO m^3	DEFICIT m^3
12:00 a.m.	0	43,2	43,200	
01:00 a.m.	10,95	43,2	32,250	
02:00 a.m.	13,69	43,2	29,513	
03:00 a.m.	19,16	43,2	24,038	
04:00 a.m.	35,59	43,2	7,613	
05:00 a.m.	54,75	43,2		-11,549
06:00 a.m.	68,44	43,2		-25,236
07:00 a.m.	46,54	43,2		-3,336
08:00 a.m.	41,06	43,2	2,138	
09:00 a.m.	38,32	43,2	4,876	
10:00 a.m.	35,59	43,2	7,613	
11:00 a.m.	34,22	43,2	8,982	
12:00 p.m.	34,22	43,2	8,982	
01:00 p.m.	34,22	43,2	8,982	
02:00 p.m.	35,59	43,2	7,613	
03:00 p.m.	41,06	43,2	2,138	
04:00 p.m.	38,32	43,2	4,876	
05:00 p.m.	32,85	43,2	10,351	
06:00 p.m.	27,37	43,2	15,826	
07:00 p.m.	19,16	43,2	24,038	
08:00 p.m.	13,69	43,2	29,513	
09:00 p.m.	12,32	43,2	30,882	
10:00 p.m.	10,95	43,2	32,250	
11:00 p.m.	10,95	43,2	32,250	
12:00 a.m.	10,95	43,2	32,250	
TOTAL	**719,95**	**1080,00**	**400,175**	**-40,121**

Tabla (6.11) Comparativa entre el caudal bombeado y el requerido de la Red Baja

En base a la tabla anterior se evidencia que el sector posee una demanda diaria de 719.95 m^3 y el bombeo continuo nos da un suministro diario de 1080 m^3 lo que nos da una capacidad de almacenamiento en este periodo de 400.175 m^3 que restado al déficit originado entre las 5 a.m. y 7 a.m. de 40.122 tenemos 360.054 m^3.

Consideraremos una capacidad adicional por consumo de incendio en la Red Alta que por normativa INOS se establece una duración de 4 horas con gastos de 10, 16, 32 Lts/s dependiendo de las características de las edificaciones.

Debido a las características de una zona rural consideramos un gasto de 10 Lts/s durante 4 horas para encontrar el volumen adicional del estanque.

Reserva por incendio = 10 x 4 x 3600 = 144.000 Lts ó 144 m^3

6.2.2.2.7.1 DIMENSIONES DEL NUEVO ESTANQUE RED BAJA

El será del tipo rectangular elaborado en base a concreto armado y dividido en dos compartimientos de manera de reducir los costos de construcción.

Para considerar un espesor de paredes no muy grandes se utiliza una altura de h = 3.5 m.

Para esta altura encontramos un área de:

$$A = \frac{Capacidad}{Altura} = \frac{504.05\ m^3}{3.5} = 144\ m^2$$

Ahora dividiendo el área en dos partes tenemos: A = 72 m^2

De manera de distribuir lo mas uniforme posibles las fuerzas ejercidas por las paredes de cada compartimiento se extrae la raíz cuadrada del área determinando así las dimensiones del estanque.

$$L = \sqrt{A} = \sqrt{72\ m^2} = 8.49\ m$$

Este Longitud seria el largo del estanque y dividiendo dicha longitud entre dos encontramos en ancho del estanque.

Ancho = 4.24 m

Este dimensionamiento cabe destacar, es referido al volumen útil del estanque sin contemplar las paredes del mismo.

6.3 DESARROLLO DEL SISTEMA DE BOMBEO.

En principio se propone nuevas tuberías para el bombeo considerando que ya el sistema posee unos 40 años y la tubería actual en un 80% esta expuesta al aire libre. También se hará un análisis dejando las tuberías actuales utilizando el factor de rugosidad de 2.246 mm y añadiendo un nuevo tramo para el bombeo a la Red Alta.

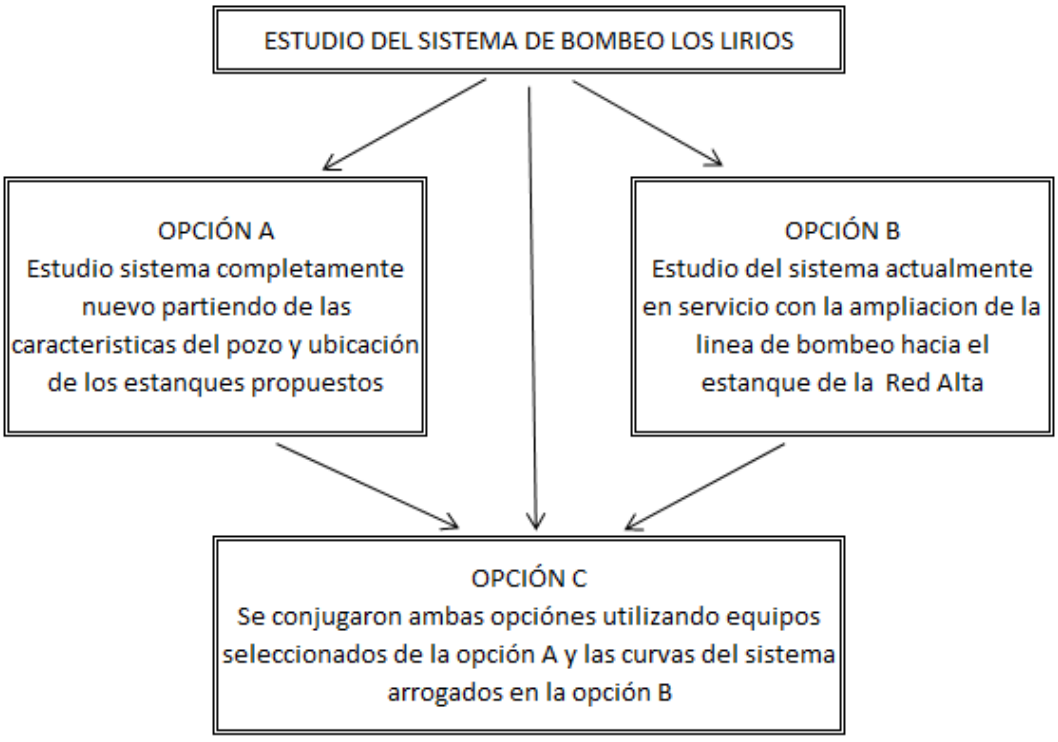


Fig. (6.15) Diagrama del estudio de sistema de bombeo Los Lirios

6.3.1 DESCRIPCION DEL SISTEMA DE BOMBEO (OPCION A)

El sistema de bombeo estará conformado por 3 tramos, Bombeo Principal (BP), Bombeo de la Red Baja (BRB) y Bombeo de la Red Alta (BRA).

Bombeo Principal: Consta una estación de bombeo ubicada a 564 m.s.n.m abastecida, por un pozo profundo ubicado en las adyacencias Quebrada Maitana con una producción de 8 l/s. y dos bombas en serie una sumergible y una horizontal con sus respectivos accesorios.

Este sistema posee una diferencia de cota desde la estación de bombeo hasta el punto de distribución de las redes alta y baja 214 m.s.n.m. y una longitud del trazado de la tubería de 1450 m.

Bombeo de la Red Baja: Parte del nodo de distribución del bombeo principal y termina en un estanque ubicado a 808 m.s.n.m con una capacidad de 504.05 m^3, la diferencia de cota de este tramo es de 30 m. y una longitud de 50 del trazado de la tubería.

Bombeo de la Red Alta: Parte del nodo de distribución Principal y termina en el punto mas alto del sector Topo de la Cruz ubicado a 830 m.s.n.m. donde se ubica un estanque con una capacidad de 502.231 m^3, con una diferencia de cota de 52 m. y longitud del trazado de tubería de 1022 m, tubería nueva

6.3.2 CRITERIOS BASICOS DE DISEÑO

El sistema de bombeo esta diseñado tomando como base la producción mínima anual e histórico del pozo profundo de 8 l/s. y una operación continua de los equipos, la función básica de estos equipos es extraer e impulsar el agua desde el

pozo hacia los estanques de almacenamiento para desde allí abastecer a la población con un sistema de distribución por gravedad. En el anexo B podemos observar una curva de la producción del pozo en el año 2000 como un dato histórico.

Los diámetros de las tuberías nuevas se seleccionan para producir la menor pérdida posible por fricción.

La clase de presión de las válvulas y accesorios se selecciona en función del rango de presiones presentes en cada tramo de tubería.

6.3.3 CARACTERÍSTICAS DEL POZO

Debido a la diferencia de altitud entre el punto que se miden las condiciones estándar (a nivel del mar) y la altitud a la que se encuentra perforado el pozo, se tiene especial cuidado en buscar los valores de las propiedades del agua (fluido a ser bombeado).

PARAMETOS	MAGNITUD	UNIDADES
Caudal	8	l/s
Nivel de Bombeo	13	m
Nivel Estático	12	m
Diámetro Nominal	8	in
Diámetro Interno	7	in
Altura de Descarga	808	m.s.n.m
Diámetro de Descarga	4	in
Longitud de Descarga	1500	m
Colocación Bomba	30	m

Tabla (6.12) Características del pozo Quebrada Maitana

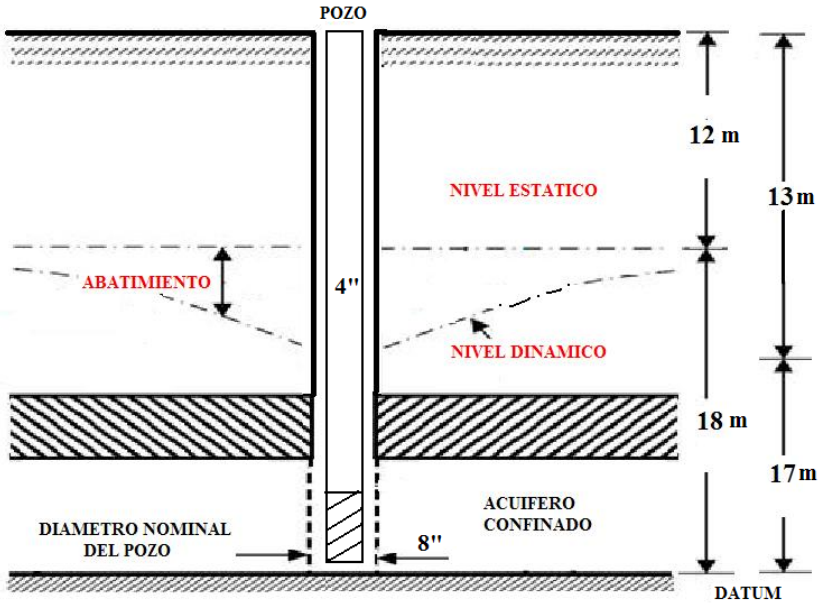


Fig. (6.16) Características físicas del Pozo Los Lirios

Se toma el valor de la temperatura del agua de 24.4 ºC sacado en sitio cuando se realizo la muestra para buscar las propiedades físico-químicas del agua, con referencias bibliográficas del "Cameron Hydraulic Data" y C. Potter "Mecánica de Fluidos"

PROPIEDADES DEL AGUA

PROPIEDAD	SIMBOLO	VALOR	UNIDAD
ALTITUD	H	564	m.s.n.m
TEMPERATURA	T	24,4	ºC
PRESION DE VAPOR	Pv	0,4572	psia
VISCOSIDAD CINEMATICA	v	0,0000009075	m^2/s
VISCOSIDAD DINAMICA	μ	0,0000009050	$N.s/m^3$
DENSIDAD	ρ	996,075	Kg/m^3
GRAVEDAD	g	9,8	m/s^2
GRAVEDAD ESPECIFICA	γ	9761,535	N/m^3

Tabla (6.13) Propiedades del agua en Quebrada Maitana

6.3.4 CURVAS DEL SISTEMA (OPCION A)

Se representa el comportamiento y los requerimientos energéticos para la configuración del sistema pozo-estanque la curva obtenida a partir de la aplicación de la ecuación de Daniel Bernoulli desarrollada en 1738.

$$H = Zb - Za + \frac{Pb - Pa}{\gamma} + \frac{Vb^2 - Va^2}{2 * g} + H_L + H_{LK}$$

$$H_L = \frac{f * L * V^2}{D_{in} * 2 * g} \qquad Pérdidas\ por\ Friccion\ de\ Darcy\ Weisbach$$

$$H_{LK} = K * \frac{V^2}{2 * g} \qquad Pérdidas\ por\ Accesorios$$

Considerando como punto (a) el punto constante en el subsuelo donde se encuentra el nivel de bombeo del pozo a 13 metros por debajo de la estación donde la presión es atmosférica y el nivel permanece contante por lo tanto V_a= 0.

Como punto (b) se tomara el final de tubería para cada sistema de bombeo tanto para la Red Alta como para la Red Baja donde se ubican los estanques.

Para construir la del los sistemas se expresa la ecuaciones anteriores en función del caudal, en los términos que aparece la velocidad elevada al cuadrado se sustituye por la ecuación

$$V^2 = \frac{16 * Q^2}{\pi^2 * {D_{in}}^4}$$

Esta proviene de la ecuación de continuidad donde Q=V.A Sustituyendo esta ecuación en las ecuaciones de perdida por fricción y la ecuación de perdida por accesorios.

$$H_L = \frac{8 * f * L * Q^2}{D_{in}^5 * \pi^2 * g} \qquad H_{LK} = \frac{8 * \sum K * Q^2}{\pi^2 * D_{in}^4 * g}$$

Sustituyendo estas ecuaciones en la ecuación de Daniel Bernoulli tenemos.

$$H = Zb - Za + \frac{Pb - Pa}{\gamma} + \frac{Vb^2 - Va^2}{2 * g} + \frac{8 * f * L * Q^2}{D_{in}^5 * \pi^2 * g} + \frac{8 * \sum K * Q^2}{\pi^2 * D_{in}^4 * g}$$

Simplificando esta ecuación y tomando las consideraciones sobre el sistema planteadas anteriormente y dejando la ecuación en función del caudal tenemos las ecuaciones de los dos tramos.

Ecuación para ambos tramos:

$$H = Zb - Za + \frac{8}{\pi^2 * g} * \left(\frac{Q^2}{D_{in}^4} + \frac{f * l * Q^2}{D_{in}^5} + \frac{\sum K * Q^2}{D_{in}^4}\right)$$

Con los siguientes parámetros de altura, presión, gravedad, longitud de los tramos en estudio, sustituye en la ecuación anterior. El calculo de fricción se realiza mas adelante en detalle y los valores de coeficientes de fricción para los accesorios, codos, te, válvulas etc. Se pueden consultar en el anexo B.

PARAMETRO	DIMENSION	UNIDADES
Zb-> BP & BRB	808	m.s.n.m
Za	552	m.s.n.m
π	3,141592654	Adimensional
g	9,8	m/s^2
D_{in}	0,102	m
f	0,01983	Adimensional
l > BP & BRB	1500	m
ΣK BP & BRB	15,13	Adimensional
Vb	0,979	m/s
Zb-> BP & BRA	830	m.s.n.m
l > BP & BRA	2472	m
ΣK BP & BRB	16,45	Adimensional

Tabla (6.14) Parámetros de operación de los diferentes tramos

La altura dinámica total H se obtiene dándole valores al caudal desde cero, incrementando medio litro por segundo hasta llegar a quince litros por segundo, los resultados se muestran en la siguiente tabla (6.15).

CURVA DEL LOS TRAMOS			
Q (l/s)	Q (m^3/s)	BP & BRB H (m)	BP & BRA H (m)
0	0,0000	256,000	278,000
0,5	0,0005	256,059	278,091
1	0,0010	256,235	278,362
1,5	0,0015	256,529	278,815
2	0,0020	256,941	279,449
2,5	0,0025	257,470	280,263
3	0,0030	258,116	281,259
3,5	0,0035	258,881	282,436
4	0,0040	259,763	283,794
4,5	0,0045	260,762	285,333
5	0,0050	261,879	287,053
5,5	0,0055	263,114	288,955
6	0,0060	264,466	291,037
6,5	0,0065	265,935	293,300
7	0,0070	267,523	295,745
7,5	0,0075	269,228	298,370
8	0,0080	271,050	301,177
8,5	0,0085	272,990	304,164
9	0,0090	275,048	307,333
9,5	0,0095	277,223	310,683
10	0,0100	279,516	314,213
10,5	0,0105	281,926	317,925
11	0,0110	284,454	321,818
11,5	0,0115	287,100	325,892
12	0,0120	289,863	330,147
12,5	0,0125	292,743	334,584
13	0,0130	295,742	339,201
13,5	0,0135	298,857	343,999
14	0,0140	302,091	348,978
14,5	0,0145	305,442	354,139
15	0,0150	308,910	359,480

Tabla (6.15) Datos de H vs L/s de los tramos de sistema

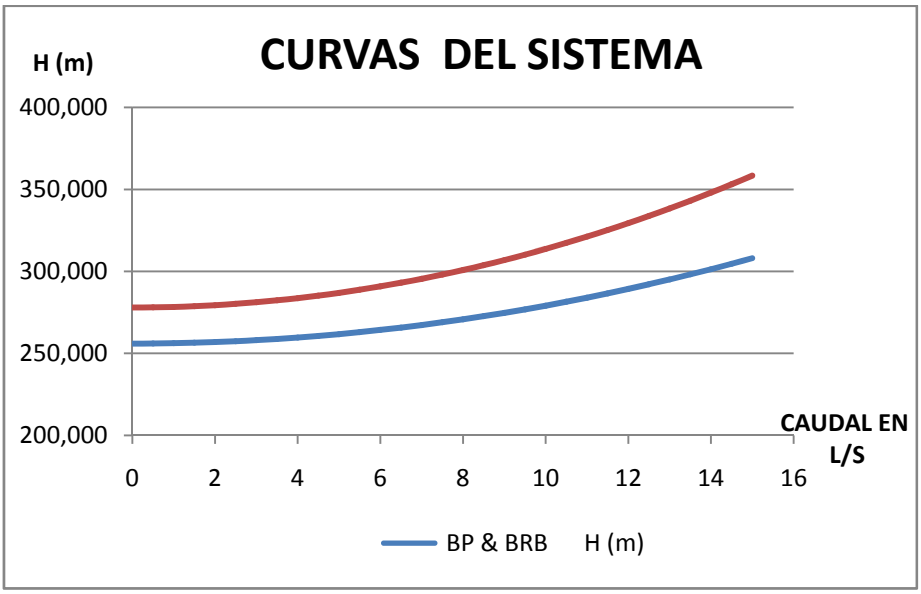


Fig. (6.17) Curvas del sistema (opción a)

6.3.5 CÁLCULO DE DIÁMETRO Y VELOCIDAD BOMBEO-ESTANQUES

Primero buscamos el diámetro más económico por la ecuación (8) de Bresse comprendida entre los valores de $0.7 < K < 1.6$.

$$D = K.\sqrt{Q} \qquad \text{Bresse}$$

Se tomaron tres valores intermedios y equidistantes entre los extremos de las restricciones de K, para así poder conseguir tres diámetros distintos a los cuales se pudieran adaptar a las condiciones del mercado.

POZO		**DIÁMETRO ECONÓMICO 0,7 < K < 1,6**		
l/s	m^3/s	Bresse K=0,925	Bresse K=1,115	Bresse K=1,375
8	0,008	3,3	3,9	4,8

Tabla (6.16). Opciones de diámetros económicos por Bresse

La ecuación de Bresse fue multiplicada por el factor de 39.37 para hacer la conversión de metros a in.

El diámetro que utilizaremos es el aportado por la ecuación de Bresse con un K = 1.115 de 3.9 in, ya que esta medida no es conseguida comercialmente la aproximamos a 4 in de diámetro nominal.

Ahora buscamos la velocidad de descarga del sistema que asumimos será igual para ambos casos.

$$V = \frac{Q}{A} \quad Donde \quad A = \frac{\pi * D_{in}^2}{4} \; ; \quad D_{in} = 4.026\, in \approx 102\, mm \approx 0.102\, m$$

$$A = 0.00817\, m^2; \quad Q = 8\frac{l}{s} \approx 0.008\, \frac{m^3}{s} \approx 28.8\, \frac{m^3}{h}$$

Para estos valores tenemos una velocidad final del fluido de Vb = 0.979 m/s

6.3.6 CÁLCULO DE PÉRDIDA EN EL SISTEMA (OPCIÓN A)

Para conseguir el coeficiente de fricción por la ecuación de C.F. Colebrook del sistema, primeros buscamos el número de Reynolds por la siguiente ecuación.

$$Re = \frac{V * D_{in}}{\nu} \quad \rightarrow \quad \frac{0.979 * 0.102}{0{,}0000009075} = 110036{,}36$$

6.3.6.1 PERDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA (OPCIÓN A)

Asumiendo un factor de fricción inicial de f = 0.2 y sustituyendo el diámetro de la tubería en metros e iterando unas cinco veces buscando cuatro cifras significativas exactas se tiene los siguientes valores de f.

$$f = \frac{1}{\left(-2 * Log\left(\frac{e/D}{3.7} + \frac{2.51}{Re * \sqrt{f}}\right)\right)^2}$$

Sustituyendo los valores encontramos

$$f = \frac{1}{\left(-2 * Log\left(\frac{0.000045/0.102}{3.7} + \frac{2.51}{110036.36 * \sqrt{0.2}}\right)\right)^2}$$

f_1@4" = 0,01760
f_2@4" = 0,02000
f_3@4" = 0,01982
f_4@4" = 0,01983
f_5@4" = 0,01983→ Este es el valor de f que se utilizará para calcular las perdida por fricción en la tubería de 4 in.

Ahora se calcula la perdida por fricción para cada uno de los tramos sustituyendo los datos correspondientes en la ecuación de Darcy Weisbach.

Tramo de BP & BRB

$$H_L = \frac{0.01983 * 1500 * 0.979^2}{0.102 * 2 * 9.8} = 14.14\, m$$

Tramo de BP & BRA

$$H_L = \frac{0.01983 * 2348 * 0.979^2}{0.102 * 2 * 9.8} = 22.32\, m$$

6.3.6.2 CALCULO DE PERDIDA POR ACCSESORIOS (OPCIÓN A)

Asumiendo esta totalmente desarrollado en todas sus secciones y con un régimen turbulento, indicado por Re > 4000

Los valores de K a ser utilizados fueron extraídos del "Cameron Hydraulic Data"

En particular para las reducciones y ampliaciones este libro posee una formula con la cual se obtiene el valor de K.

Contracción gradual basada en la velocidad en pequeñas tuberías.

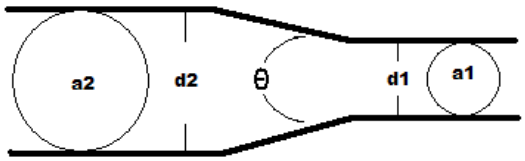


Fig. (6.16) Contracción Gradual

La ecuación que utilizaremos será para contracciones y expansiones con un ángulo menor a 45º.

θ < 45º $\qquad K = 0.8\, Sin\, \frac{\theta}{2} * \left(1 - \frac{d_1^2}{d_2^2}\right)$

Expansión gradual basada en velocidades en pequeñas tuberías

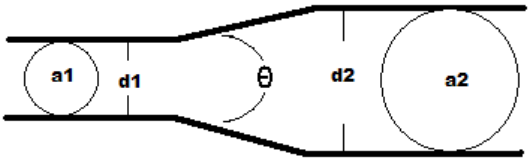


Fig. (6.17) Expansión Gradual

θ < 45º $\qquad K = 2.6\, Sin\, \frac{\theta}{2} * \left(1 - \frac{d_1^2}{d_2^2}\right)^2$

Sustituyendo los diámetros para la entrada a la bomba que por la diferencia de altura del sistema, manejan esas presiones y caudales es la KSB WK 40 ó la KSB WK 50 las cuales posee diámetros de entrada de 65mm y de salida de 50mm y considerando un ángulo de ampliación o reducción de 30º.

Sustituyendo los valores para ambas ecuaciones.

Contracción:

$$K = 0.8\,Sin\,\frac{30}{2} * \left(1 - \frac{65^2}{102^2}\right) = 0.12$$

Expansión:

$$K = 2.6\,Sin\,\frac{30}{2} * \left(1 - \frac{50^2}{102^2}\right)^2 = 0.39$$

Ya tenemos todas las contantes de accesorios y cada tramos del trazado definido, ahora por la formula de la longitud equivalente obtenemos las perdidas por accesorio.

$$L_{eq} = \frac{\sum K\,.\,D}{f}$$

Ecuación sacada del "Cameron Hydraulic Data" capitulo 3 "Friction"

ACCESORIOS	TRAMO BP & BRB	K	LONGITUD EQUIVALENTE
CODOS DE 90º	9	0,51	23,610
CODO DE 45º	3	0,27	4,166
VÁLVULA CHECK	1	1,7	8,744
REDUCCIÓN	1	0,12	0,617
AMPLIACIÓN	1	0,39	2,006
VÁLVULA DE COMPUERTA	3	0,14	2,160
VÁLVULA DE PIE CON FILTRO	1	7,1	36,520
TOTAL		15,13	77,825

Tabla (6.17). Perdidas por accesorios hasta el tramo BRB

ACCESORIOS	TRAMO BP & BRA	K	LONGITUD EQUIVALENTE
CODOS DE 90º	10	0,51	26,233
CODO DE 45º	6	0,27	8,333
VÁLVULA CHECK	1	1,7	8,744
REDUCCIÓN	1	0,12	0,617
AMPLIACIÓN	1	0,39	2,006
VÁLVULA DE COMPUERTA	3	0,14	2,160
VÁLVULA DE PIE CON FILTRO	1	7,1	36,520
TOTAL		16,45	84,614

Tabla (6.18). Perdidas por accesorios hasta el tramo BRA.

6.3.7 NÚMERO DE EQUIPOS EN EL SISTEMA DE BOMBEO

Se plantea un equipo sumergible y dos equipos horizontales que manejen la cada uno la capacidad de diseño, de esta forma se tiene un equipo de reserva para cualquier eventualidad.

6.3.7.1 CONFIGURACIÓN DE LA SUCCIÓN DE LA ESTACIÓN

Estará conformada por una tubería, del pozo, de 4 in de diámetro conectada al equipo sumergible con descarga directa (serie) a los equipos horizontales distribuida en forma de un Te en 4 in de diámetro. La succión de la sumergible debe ir acompañada de una válvula check de pie con su filtro y a la succión de cada horizontal debe ir un caudalímetro, válvula de compuerta con volante de operación vástago ascendente y un punto de presión.

6.3.7.2 CONFIGURACIÓN DE LA DESCARGA DE LA ESTACIÓN

Estará conformada por una descarga en común de ambos equipos en 4 in. que se unen con una "Y" suave. A la descarga de cada equipo debe haber una válvula check, una válvula de compuerta con volante de operación vástago ascendente y su respectivo punto de presión.

6.3.7.2.1 SELECCIÓN DE LOS EQUIPOS (OPCION A)

Ya que el sistema de bombeo es en serie y por ende las curvas de las bombas se suman en serie para alcanzar la altura de bombeo deseada el criterio que utilizaremos será, la bomba sumergible manejara el 30% de la altura total y la horizontal el 70% y así ubicar los equipos en un buen rengo de operación.

6.3.7.2.1.1 EQUIPO SUMERGIBLE

El caudal de operación del equipo debe ser de 8 L/s y debe vencer una altura de bombeo del 30% de la altura total del sistema en su caso mas desfavorable que es el bombeo hacia la Red Alta

Nivel de la bomba sumergible 534 m.s.n.m.

Altura de bombeo Red Alta 830 m.s.n.m.

$$H = (534 - 830) * 0.30 = 88.8\, m.c.a$$

El equipo debe manejar:

Una altura $H \geq 88.8\, m.c.a$

Un Caudal de $Q = 8\, l/s$

Con una eficiencia $\eta \geq 60\%$

Potencia de la bomba y motor:

$$P_B = \frac{\gamma * Q * H}{745.7 * \eta}$$

$\gamma = 9761.535\, N/m^3$ sacado de la tabla (6.13) de Propiedades del agua. Para satisfacer la presión de succión del equipo horizontal y así la altura dinámica manejada por en conjunto de bombas en serie sea mayor para compensar las perdidas manejas por todo el sistema.

$$P_B = \frac{9761.535 * 0.008 * 88.8}{745.7 * 0.75} = 12.39\ Hp$$

El equipo bombeo recomendado es:

Marca: GOULDS PUMPS

Modelo: 5CLC015 110 GPM

Tamaño= 5 41/64 Pulg

3500 R.P.M.

Diámetro de descarga=4 in.

Número de etapas: 9

Asumiendo una eficiencia del motor eléctrico de 85%.

$$P_m = \frac{P_B}{\eta_m} = \frac{12.39\ Hp}{0.85} = 14.5\ Hp$$

Equipo motor eléctrico recomendado es:

Motor: Sumergible Trifásico

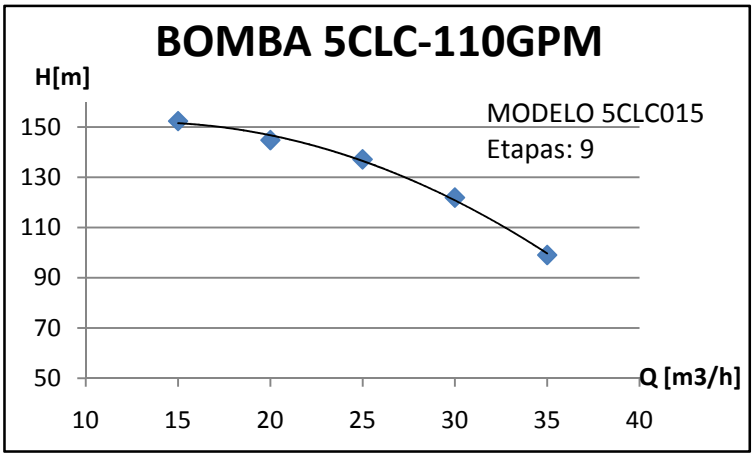
Potencia: 15 HP

Voltaje: 220/440

3500 R.P.M.

Datos de la Bomba Sumergible

BOMBA 5CLC-110GPM	
m^3/h	5CLC015 H (m)
15	152,4
20	144,78
25	137,16
30	121,92
35	99,06



Ecuación de la Bomba: $H = -1.411 * 10^6 Q^2 + 1.027 * 10^4 Q + 133.241$

6.3.7.2.1.2 EQUIPO HORIZONTAL

El caudal de operación es de 8 l/s y debe vencer una diferencia de altura 207.2 m entre la succión y el nivel de descarga de la tubería de llenado del estanque de la Red Alta, ésta altura es la mínima requerida ya que hay que considerar una energía adicional para compensar las pérdidas generadas por fricción.

Nivel de la bomba Horizontal 534 m.s.n.m.

Altura de bombeo Red Alta 830 m.s.n.m.

$$H = (534 - 830) * 0.70 = 207.2\ m.c.a$$

El equipo debe manejar:

Una altura $H \geq 207.2\ m$

Un Caudal de $Q = 8\ l/s$

Con una eficiencia $\eta \geq 60\%$

Potencia de la bomba y motor:

$$P_B = \frac{\gamma * Q * H}{745.7 * \eta}$$

$\gamma = 9761.535\ N/m^3$ sacado de la tabla (6.13) Propiedades del agua.

$$P_B = \frac{9761.535 * 0.008 * 207.2}{745.7 * 0.6} = 36.16\ Hp$$

El equipo recomendado es:

Marca: KSB

Modelo: WK 40/7 Horizontal

Diámetro del impulsor = 150 mm

3500 R.P.M.

Brida de succión= 50 mm

Brida de descarga= 40 mm

Asumiendo una eficiencia del motor eléctrico de 85%.

$$P_m = \frac{P_B}{\eta_m} = \frac{36.2\ Hp}{0.85} = 42.5\ Hp$$

Equipo motor eléctrico recomendado es:

Motor: Trifásico Horizontal

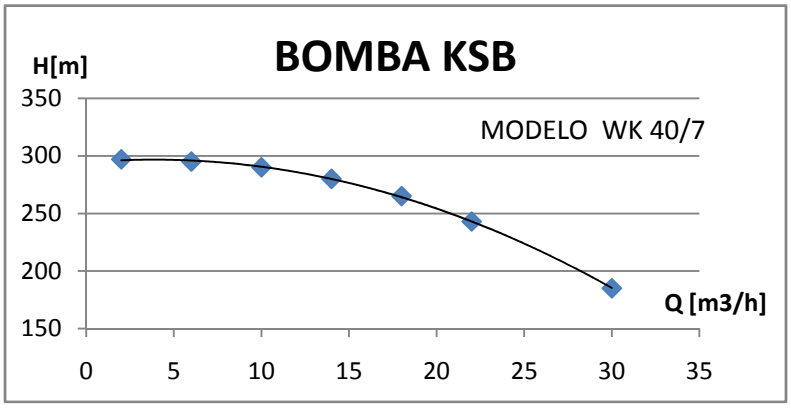
Potencia= 50 Hp

Voltaje 440/220 V

3500 rpm

Datos de la Bomba Horizontal

BOMBA KSB	
m^3/h	WK 40/7 H (m)
2	297
6	295
10	290
14	280
18	265
22	243
30	185



Ecuación de la Bomba: $H = -2.113 * 10^6 Q^2 + 4.519 * 10^3 Q + 294.32$

6.3.8 PUNTO DE TRABAJO DEL SISTEMA (OPCIÓN A)

El método como se encontraron las curvas de las dos bombas utilizadas fue por la función regress de MathCad colocando los valores del caudal en m^3/s con sus alturas correspondientes, el procedimiento lo podemos observar en el anexo A.

En la siguiente tabla (6.19) se presentan las ecuaciones de las bombas sumergible, horizontal, la ecuación del sistema de bombas en serie y las curvas del sistema de la BRB y BRA.

Ecuaciones de las Curvas del Sistema	
Tramo BP & BRB	$H = 256 + 235157.17 * Q^2$
Tramo BP & BRA	$H = 278 + 362434.97 * Q^2$
Bomba Sumergible	$H = -1.411 * 10^6 Q^2 + 1.027 * 10^4 Q + 133.241$
Bomba Horizontal	$H = -2.113 * 10^6 Q^2 + 4.519 * 10^3 Q + 294.32$
Sistema en Serie	$H = -3.524 * 10^5 Q^2 + 1.479 * 10^3 Q + 427.561$

Tabla (6.19). Ecuaciones del sistema (opción a)

A continuación se presenta la tabla con los valores para la construcción de las curvas del sistema posteriormente la grafica de las curvas en un mismo plano.

DATOS DEL SISTEMA DE BOMBEO				
Q (l/s)	Q (m^3/s)	SERIE	BP & BRB H (m)	BP & BRA H (m)
0	0,000	427,561	256,000	278,000
0,5	0,0005	434,075	256,059	278,091
1	0,0010	438,826	256,235	278,362
1,5	0,0015	441,816	256,529	278,815
2	0,0020	443,043	256,941	279,449
2,5	0,0025	442,509	257,470	280,263
3	0,0030	440,212	258,116	281,259
3,5	0,0035	436,154	258,881	282,436
4	0,0040	430,333	259,763	283,794
4,5	0,0045	422,751	260,762	285,333
5	0,0050	413,406	261,879	287,053
5,5	0,0055	402,300	263,114	288,955
6	0,0060	389,431	264,466	291,037
6,5	0,0065	374,801	265,935	293,300
7	0,0070	358,408	267,523	295,745
7,5	0,0075	340,254	269,228	298,370
8	0,0080	320,337	271,050	301,177
8,5	0,0085	298,659	272,990	304,164
9	0,0090	275,218	275,048	307,333
9,5	0,0095	250,016	277,223	310,683
10	0,0100	223,051	279,516	314,213
10,5	0,0105	194,325	281,926	317,925
11	0,0110	163,836	284,454	321,818
11,5	0,0115	131,586	287,100	325,892
12	0,0120	97,573	289,863	330,147

Tabla (6.20). Datos de las ecuaciones del sistema (opción a)

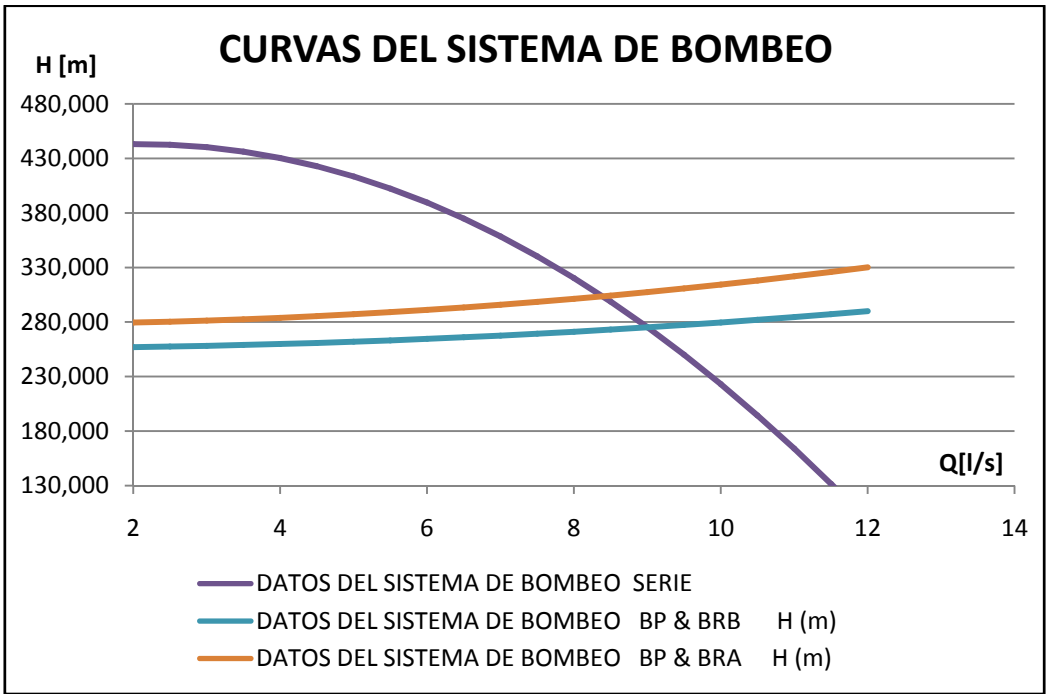


Fig. (6.19) Curvas del sistema de Bombeo (opción a)

El cálculo del punto de operación de realizo igualando ambas ecuaciones de sistema de bombeo en serie con la de los diferentes tramos, con la ayuda de la herramienta de MathCad y la función Given, Find. Estos cálculos lo podemos ver más en detalle en el anexo A.

PUNTOS DE OPERACIÓN		
PARAMETROS	SISTEMA DE BOMBEO EN SERIE CONTRA BP&BRB	SISTEMA DE BOMBEO EN SERIE CONTRA BP&BRA
ALTURA (m)	275	303.455
CAUDAL (L/s)	8.384	8.99
POTENCIA (Hp)	39	36
EFICIENCIA η (%)	53	51

Tabla (6.21). Puntos de Operación (opción a)

6.3.9 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE BOMBEO (OPCIÓN B)

En esta opción se plantea solo la incorporación de un nuevo tramo de tubería, del Bombeo de la Red Alta (BRA) con unos 1022 m de longitud y una diferencia de cota de 52 m. Cabe destacar que las características del pozo de la tabla (6.12) y propiedades del agua de la tabla (6.13) se mantienen constantes en esta opción.

El sistema de bombeo compuesto BP & BRB será calculado de igual manera de la opción A en el cálculo de las curvas del sistema solo variando los parámetros de fricción añadiendo los valores de rugosidad por envejecimiento de la tubería estimados en la evaluación del sistema actual capitulo V.

El sistema bombeo compuesto por BP & BRA será estudiado tomando en cuenta la rugosidad acumulada por el sistema en los años de servicio en el BP e incorporación de una nueva tubería de acero en BRA, por tal motivo se desarrollaran ambas curvas del sistema tomando en consideración los parámetros de operación de cada tramo y luego se sumaran las curvas en serie para así poder establecer punto de operación de la bomba más exacto cuando el servicio se encuentre este sistema hacia BRA.

Aquí se pretende estudiar si los equipos actuales colocados en la estación pueden satisfacer el nuevo tramo y establecer los puntos de operación del sistema.

6.3.9.1 CURVAS DEL SISTEMA (OPCIÓN B)

Partiendo de la ecuación desarrollada por Daniel Bernoulli e incorporando las perdidas por fricción de Darcy Weisbach y las perdidas por accesorios, igual al procedimiento descrito en la opción A obtenemos la ecuación general para los sistemas.

$$H = Zb - Za + \frac{Pb - Pa}{\gamma} + \frac{Vb^2 - Va^2}{2 * g} + \frac{8 * f * L * Q^2}{D_{in}^5 * \pi^2 * g} + \frac{8 * \sum K * Q^2}{\pi^2 * D_{in}^4 * g}$$

Ahora se tomaran las condiciones en las cuales trabajan los diferentes sistemas para sustituirlos en la ecuación anterior especialmente el sistema de BP & BRA.

6.3.9.1.1 CALCULO DE PERDIDA EN EL SISTEMA (OPCIÓN B)

El nuevo coeficiente de fricción se calcula con una tubería de 4 in en acero en todos los tramos los tramos existentes se calcula el nuevo diámetro interno con el factor de rugosidad actual, para tener una mejor aproximación del numero de Reynolds real.

$$D_e = D_{in} - (2 * e) \quad \rightarrow \quad D_e = 0.102 - (2 * 0.002246) = 0.0975$$

$$Re = \frac{V * D_e}{\nu} \quad \rightarrow \quad \frac{0.979 * 0.0975}{0{,}0000009075} = 105181{,}82$$

Este parámetro es el mismo para todos los tramos de tubería existente ya que el diámetro disminuye gracias al incremento de la rugosidad interna.

Para el nuevo tramo tubería a incorporar utilizamos

$$Re = \frac{V * D_{in}}{\nu} \quad \rightarrow \quad \frac{0.979 * 0.102}{0{,}0000009075} = 110036{,}36$$

6.3.9.1.2 PERDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA (OPCIÓN B)

Calcularemos la fricción para las tuberías actuales y la nueva propuesta por la ecuación de Colebrook. Valor de inicialización de f =0.2.

$$f = \frac{1}{\left(-2 * Log\left(\frac{e/D}{3.7} + \frac{2.51}{Re * \sqrt{f}}\right)\right)^2}$$

Sustituyendo los valores para los tramos BP y BRB de Re y e obtenemos.

$$f = \frac{1}{\left(-2 * Log\left(\frac{0.002246/0.102}{3.7} + \frac{2.51}{105158.82 * \sqrt{0.2}}\right)\right)^2}$$

$f_1@4" = 0{,}05066$
$f_2@4" = 0{,}05083$
$f_3@4" = 0{,}05083$→ Este es el valor de f que se utilizará para calcular las perdidas por fricción en la tubería de 4 in colocadas actualmente en el sistema.

Para la tubería nueva del tramo BRA se utilizara el calculado en la opción A de Re = 110036,36 y f = 0.01983

6.3.9.1.3 CÁLCULO DE PÉRDIDAS POR ACCESORIOS (OPCIÓN B)

A continuación se presenta las tablas de pérdida por accesorios en el tramo BP y BRA ya que el bombeo directo hacia la Red Baja los accesorios se mantienen contantes en este tramo como lo muestra la tabla (6.17)

ACCESORIOS	TRAMO BP	K	LONGITUD EQUIVALENTE
CODOS DE 90º	5	0,51	13,116
CODO DE 45º	3	0,27	4,166
VALVULA CHECK	1	1,7	8,744
REDUCCION	1	0,12	0,617
AMPLIACION	1	0,39	2,006
VALVULA DE COMPUERTA	2	0,14	1,440
VALVULA DE PIE CON FILTRO	1	7,1	36,520
TOTAL		12,95	66,611

Tabla (6.22) Perdidas por accesorios del tramo BP (opción b)

ACCESORIOS	TRAMO BRA	K	LONGITUD EQUIVALENTE
CODOS DE 90º	5	0,51	13,116
CODO DE 45º	3	0,27	4,166
VALVULA CHECK	1	1,7	8,744
VALVULA DE COMPUERTA	1	0,14	0,720
VALVULA DE PIE CON FILTRO	0	7,1	0,000
TOTAL		5,2	26,747

Tabla (6.23) Perdidas por accesorios del tramo BRA (opción b)

Considerando estas pedidas y el factor de fricción en cada tramo de tubería establecemos los parámetros para la desarrollar las ecuaciones de las curvas de cada tramo en estudio.

Simplificando esta ecuación y tomando las consideraciones sobre el sistema planteadas en esta opción y dejando la ecuación en función del caudal tenemos

$$H = Zb - Za + \frac{8}{\pi^2 * g} * \left(\frac{Q^2}{D_{in}^4} + \frac{f * l * Q^2}{D_{in}^5} + \frac{\sum K * Q^2}{D_{in}^4} \right)$$

Sustituyendo los siguientes parámetros en la ecuación anterior obtenemos la ecuación del sistema.

PARAMETRO	DIMENSION	UNIDADES
Zb- BP & BRB	808	m.s.n.m
Za	552	m.s.n.m
π	3,141592654	Adimensional
g	9,8	m/s^2
D_{in}	0,102	m
f	0,05085	Adimensional
l > BP & BRB	1500	m
ΣK BP & BRB	15,13	Adimensional

Tabla (6.24) Parámetros BP & BRB (opción b)

Ecuación del tramo BP & BRB:

$$H = 256 + 583732.37 * Q^2$$

PARAMETRO	DIMENSION	UNIDADES
Zb- BP	778	m.s.n.m
Za	552	m.s.n.m
π	3,141592654	Adimensional
g	9,8	m/s^2
D_{in}	0,102	m
f	0,05085	Adimensional
l > BP	1450	m
ΣK BP	12,95	Adimensional

Tabla (6.25) Parámetros BP (opción b)

Ecuación del tramo BP:

$$H = 226 + 563011.61 * Q^2$$

PARAMETRO	DIMENSION	UNIDADES
Zb- BP & BRB	830	m.s.n.m
Za	778	m.s.n.m
π	3,141592654	Adimensional
g	9,8	m/s^2
D_{in}	0,102	m
f	0,01983	Adimensional
l > BRA	1022	m
ΣK BRA	5,2	Adimensional
Vb	0,979	m/s

Tabla (6.26) Parámetros BRA (opción b)

Ecuación del tramo BRA:

$$H = 52 + 138137.62 * Q^2$$

La ecuación de los sistema de BP y BRA se suman para formar la ecuación del Ecuación del tramo BP&BRA

$$H = 278 + 701149.23 * Q^2$$

Para la construcción de las curvas del sistema se fue variando el caudal desde cero litros hasta los quince litros por segundo.

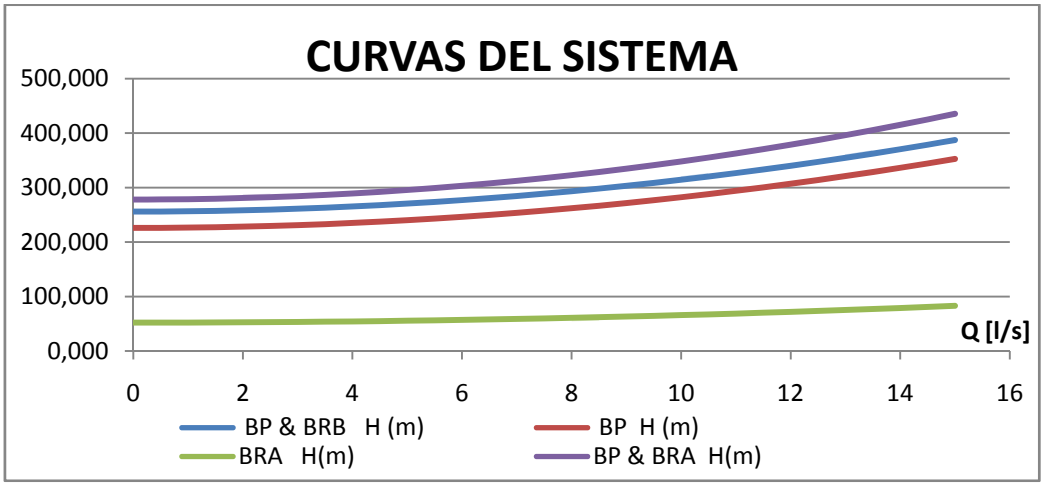


Fig. (6.20) Curvas del sistema (opción b)

6.3.9.2 NÚMERO DE EQUIPOS EN EL SISTEMA DE BOMBEO (OPCIÓN B)

Se plantea un equipo sumergible y dos equipos horizontales que manejen la cada uno la capacidad de diseño.

6.3.9.3 SELECCIÓN DE LOS EQUIPOS (OPCIÓN B)

En esta opción solo se busca el comportamiento de los equipos actuales de la estación de bombeo y sus puntos de operación hacia los estanques de la Red Alta y la Red Baja.

6.3.9.3.1 EQUIPO SUMERGIBLE

El caudal de operación del equipo debe ser de 8 L/s y debe vencer una diferencia de altura entre el nivel de bombeo máximo y la succión del equipo horizontal de 30 m garantizando una presión mínima de succión el equipo horizontal de 5 m implica:

Nivel de la bomba sumergible: 534 m.s.n.m.
El equipo debe manejar:

Una altura $H \geq 35\ m$
Un Caudal de $Q = 8\ l/s$
Con una eficiencia $\eta \geq 60\%$

Potencia de la bomba y motor:

$$P_B = \frac{\gamma * Q * H}{745.7 * \eta}$$

$\gamma = 9761.535\ N/m^3$ sacado de la tabla (6.13) de Propiedades del agua. Para satisfacer la presión de succión del equipo horizontal y así la altura dinámica

manejada por en conjunto de bombas en serie sea mayor para compensar las perdidas manejas por todo el sistema.

$$P_B = \frac{9761.535 * 0.008 * 35}{745.7 * 0.6} = 6.10\ Hp$$

El equipo bombeo utilizado es:

Marca: GOULDS PUMPS

Modelo: 5CLC007 110 GPM

Tamaño= 5 41/64 Pulg

3500 R.P.M.

Diámetro de descarga = 4 in.

Número de etapas: 4

Asumiendo una eficiencia del motor eléctrico de 85%.

$$P_m = \frac{P_B}{\eta_m} = \frac{6.10\ Hp}{0.85} = 7.2\ Hp$$

Motor eléctrico es:

Motor: Sumergible Trifásico

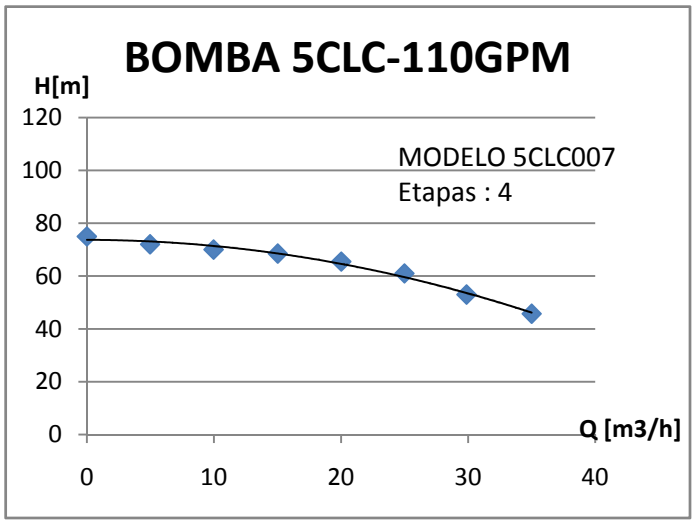
Potencia= 7 ½ Hp

Voltaje 440/220 V

3500 R.P.M.

Datos de la Bomba Sumergible

BOMBA 5CLC-110GPM	
m^3/h	5CLC007 H (m)
0	75
5	72
10	70
15	68,5
20	65,5
25	61
30	53
35	45,7



Ecuación de la Bomba: $H = -4.515 * 10^5 Q^2 + 2.101 * 10^3 Q + 67.753$

6.3.9.3.2 EQUIPO HORIZONTAL

El caudal de operación es de 8 l/s y debe vencer una diferencia de altura de máxima de 266 m entre la succión y el nivel de descarga de la tubería de llenado del estanque, ésta altura es la mínima requerida ya que hay que considerar una energía adicional para compensar las pérdidas generadas por fricción.

El equipo debe manejar:

Una altura $H \geq 266\ m$
Un Caudal de $Q = 8\ l/s$
Con una eficiencia $\eta \geq 60\%$

Potencia de la bomba y motor:

$$P_B = \frac{\gamma * Q * H}{745.7 * \eta}$$

$\gamma = 9761.535\ N/m^3$ sacado de la tabla (6.13) de Propiedades del agua

$$P_B = \frac{9761.535 * 0.008 * 266}{745.7 * 0.6} = 46.4\ Hp$$

El equipo recomendado es:

Marca: KSB

Modelo: WK 50/5 Horizontal

Diámetro del impulsor= 160 mm

3500 R.P.M.

Brida de succión= 65 mm

Brida de descarga= 50 mm

Asumiendo una eficiencia del motor eléctrico de 85%.

$$P_m = \frac{P_B}{\eta_m} = \frac{46.4\ Hp}{0.85} = 54.58\ Hp$$

Equipo motor eléctrico recomendado es:

Motor: Horizontal Trifásico

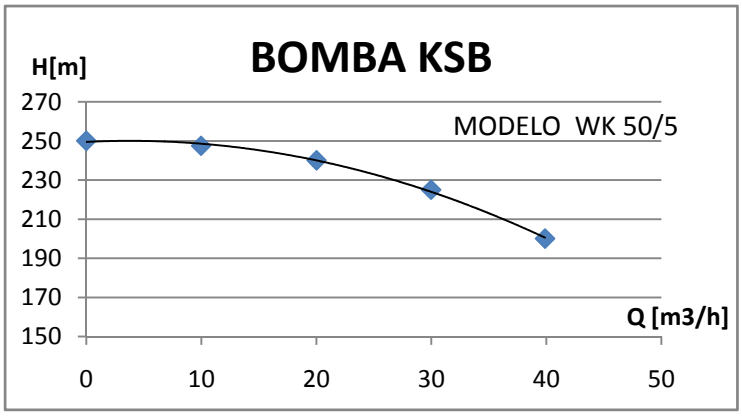
Potencia= 60 Hp

Voltaje 440/220 V

3500 rpm

Datos de la Bomba Horizontal

BOMBA KSB	
m^3/h	WK 50/5 H (m)
0	250
10	247,5
20	240
30	225
40	200



Ecuación de la Bomba: $H = -5.774 * 10^5 Q^2 + 2.341 * 10^3 Q + 245.39$

6.3.10 PUNTO DE TRABAJO DEL SISTEMA (OPCIÓN B)

El método como se encontraron las curvas de las dos bombas utilizadas fue por la función regress de MathCad colocando los valores del caudal en m^3/s con sus alturas correspondientes, el procedimiento lo podemos observar en el anexo A

En la siguiente tabla (6.27) se presentan las ecuaciones de las bombas sumergible, horizontal, la ecuación del sistema de bombas en serie y las curvas del sistema de la BRB y BRA.

Ecuaciones de las Curvas del Sistema	
Tramo BP & BRB	$H = 256 + 583732.37 * Q^2$
Tramo BP & BRA	$H = 278 + 701149.23 * Q^2$
Bomba Sumergible	: $H = -4.515 * 10^5 Q^2 + 2.101 * 10^3 Q + 67.753$
Bomba Horizontal	$H = -5.774 * 10^5 Q^2 + 2.341 * 10^3 Q + 245.39$
Sistema en Serie	$H = -10.289 * 10^5 Q^2 + 3.049 * 10^3 Q + 313.143$

Tabla (6.27). Ecuaciones del sistema (opción b)

En la siguiente figura podemos observar el punto de trabajo del sistema actual.

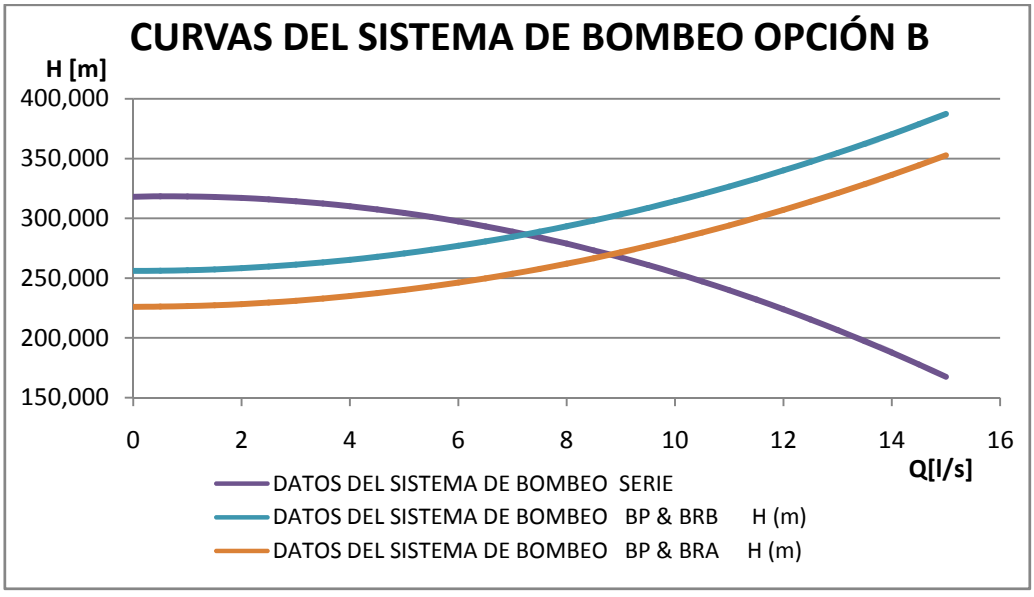


Fig. (6.21) Curvas del sistema de Bombeo (opción b)

El cálculo del punto de operación de realizo de la misma manera que en la opción A igualando ambas ecuaciones de sistema de bombeo en serie con la de los diferentes tramos, también se estudio el sistema de bombeo de la opción A con las curvas del sistema de la opción B y con la ayuda de la herramienta de MathCad y la función Given, Find. El procedimiento lo podemos ver más en detalle en el anexo A.

PUNTOS DE OPERACIÓN		
PARAMETROS	SISTEMA DE BOMBEO EN SERIE CONTRA BP&BRB	SISTEMA DE BOMBEO EN SERIE CONTRA BP&BRA
ALTURA (m)	273.824	295.092
CAUDAL (L/s)	8.707	6.87
POTENCIA (Hp)	40	36
EFICIENCIA η (%)	64	58

Tabla (6.28). Puntos de Operación (opción b)

Como se puede observar en el anexo B el punto de operación de conjunto de bombas en serie esta situado a la izquierda del punto de máxima eficiencia de la bomba horizontal actual, en esta opción la bomba horizontal maneja casi la totalidad de la carga hidráulica que necesita el sistema de bombeo para llegar a la línea de distribución principal por tal motivo se plantea la configuración del bombeo de la opción A para colocar el sistema de bombeo en una zona de eficiencia situado a la derecha de punto de máxima y así aprovechar el máximo caudal del diseño del pozo.

PUNTOS DE OPERACIÓN		
PARAMETROS	SISTEMA DE BOMBEO EN SERIE CONTRA BP&BRB	SISTEMA DE BOMBEO EN SERIE CONTRA BP&BRA
ALTURA (m)	298.145	322.17
CAUDAL (L/s)	8.5	7.95
POTENCIA (Hp)	40	40
EFICIENCIA η (%)	56	54

Tabla (6.29). Puntos de Operación bombeo opción A & curvas del sistema opción B

6.4 ESTUDIO DEL GOLPE DE ARIETE EN EL SISTEMA DE BOMBEO-ESTANQUES

El estudio se realiza para comprobar las máximas presiones a las que estará sometido el sistema de bombeo se estudiara el caso más desfavorable en el sistema que seria con una tubería completamente lisa que proporciona menos perdidas al sistema y una mayor velocidad en el fluido.

El estado crítico de estudios se realizara en el caso de un bombeo a la Red Alta y el origen del golpe de ariete que el más frecuente en sistemas de bombeo es el caso de una falla de energía eléctrica por consiguiente un cambio repentino en el momento de inercia del fluido que genera grandes sobrepresiones a los componentes del mismo por tal motivo este estudio permite hacer una buena selección tuberías y accesorios que se requieren en el sistema.

Datos Necesarios:

DN: 4 in

Diámetro interno: 102 mm (Schedule 40)

Modulo de elasticidad del material (acero): $2.10 \times 10^{10} \left(\frac{Kgf}{m^2}\right)$

Modulo de elasticidad volumétrico del agua: $2.20 \times 10^{8} \left(\frac{Kgf}{m^2}\right)$

Coeficiente de Poisson del material: $\mu = 0.30$

e = 6 mm (Schedule 40)

$\rho = 996.075 \left(\frac{Kg}{m^3}\right)$ a 24.4ºC

$c = 1 - \mu^2$

Por estar la tubería en las de un 80% sobre soportes tipo “H”

A través de la formula de Joukovsky encontramos la Celeridad de la onda:

$$a = \sqrt{\frac{\frac{E_v}{\rho}}{1 + \left(\frac{E_v}{E} * \frac{D}{e} * c\right)}}$$

El Numerador de la formula se mantiene contante, es la velocidad de la onda elástica en el fluido que para el caso de agua a 24.4 ºC se puede aproximar así.

$$\sqrt{\frac{E_v}{\rho}} = \sqrt{\frac{2.2 * 10^8 \frac{kgf}{m^2} * 9.8 \frac{N}{kgf}}{996.075 \frac{kg}{m^3}}} = 1471.22 \frac{m}{s}$$

$$a = \frac{1471.22 \frac{m}{s}}{\sqrt{1 + \left(\frac{2.20 * 10^8 \frac{kgf}{m^2}}{2.10 * 10^{10} \frac{kgf}{m^2}} * \frac{0.102\, m}{0.006\, m} * 0.91\right)}} = 1364.76 \frac{m}{s}$$

Establecemos el periodo de la onda: $\tau = \frac{2.L}{a}$

Desde la estación de bombeo hasta el tanque ubicado en Topo de la Cruz se extienden en tubería de 4 in 2348 m, con una presión estática de en el sistema de 266 m.c.a y una presión dinámica de 322 m.c.a.

$$\tau = \frac{2 * 2472\, m}{1374.76\, m/s} = 3.59\, s.$$

Este tiempo permite establecer los criterios para calcular la sobre presión en la tubería dependiendo del tiempo de cierre de la válvula. El caso más desfavorable pertenece a un cierre instantáneo de la válvula que en este caso sería la válvula de retención Check ubicada a la salida de la bomba.

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{8 * 10^{-3}\ \frac{m^3}{s}}{\frac{\pi * 0.102^2}{4}} = 0.979\ \frac{m}{s}$$

Cierre instantáneo: Tc = 0 s.

Utilizamos la formula de Allieve

$$Ha = \frac{a * V}{g} = \frac{1374.76\ \frac{m}{s} * 0.972\frac{m}{s}}{9.8\frac{m}{s^2}} = 136.35\ m.c.a$$

Por consiguiente la presión que debe soportar la tubería en caso de golpe de ariete será:

Hd = presión de descarga de la bomba

- Allieve:

Hmax = Hd + Ha = 266 m.c.a + 136.35 m.c.a = 402.35 m.c.a = 572.3 psi

6.4.1 CÁLCULO DEL ESPESOR DE LA TUBERÍA

Para el cálculo de espesor se basa de acuerdo al rango de presiones y temperatura a la cual se verá sometida durante su operación. Nuestras

especificaciones se basaran en una tubería de acero al carbono A-53 debido a su facilidad de encontrar en el mercado nacional.

Según la norma ASME B31.1 el espesor requerido en tramos de tubería recta se determina de acuerdo a la ecuación

$$t_m = \frac{PD}{2 * (SE + Py)} + c$$

Donde:

P: Presión máxima de trabajo (Lb/in^2), P = 572.3 psi

D: Diámetro externo de la tubería (in), D = 4.5 in (Schedule 40)

S: Esfuerzo máximo permisible (Lb/in^2), S = 48000 psi (anexo A)

E: Factor de calidad acero al carbono A-53 sin costura E = 1 (anexo A)

y: Coeficiente temperatura y = 0.4 (anexo A)

c: Tolerancia por roscas, resistencia mecánica y corrosión c = 0.065 tubería acero lisos de gran tamaño ASME B1.20.1

Sustituyendo los valores anteriores en la formula obtenemos en espesor mínimo capaz de soportar las sobrepresiones ejercidas por el sistema.

El espesor mínimo que debiera poseer

$$t_m = \frac{572.3 * 4.5}{2 * (48000 * 1 + 572.3 - 0.4)} + 0.065 = 0.0915\ in$$

Considerando un acero Schedule 40 en la tubería de aducción con las siguientes características.

Material = Acero A-53
Diámetro Nominal = 4 in
Diámetro Externo = 4.5 in
Diámetro Interno = 4.026 in
Espesor = 0.237 in
Rugosidad inicial = 0.00015 ft
Esfuerzo Máximo de Tensión: 48000 psi
Esfuerzo a la Sedancia: 30000 psi

6.4.2 VÁLVULA DE ALIVIO Y ANTICIPADORA DE GOLPE DE ARIETE

Debido al tiempo de vida de las tubería de aducción del pozo y las grandes sobrepresiones que pudiese manejar el sistema en momentos críticos como por el ejemplo en la falla del sistema eléctrico que alimenta a los motores de las bombas, nos vemos en la necesidad de calcular una válvula de alivio y anticipadora de golpe de ariete en la estación de bombeo.

Los parámetros con los cuales seleccionaremos esta válvula son caudal de bombeo y presión.

Caudal de bombeo: 8 Lts/s.
Presión dinámica: 295 m.c.a. ó 420 psi

Presión de trabajo de la válvula CLA-VAL modelo 52-01: Se deberá colocar un 10% de la presión dinámica a la salida de la bomba operando hacia el estanque de la Red Baja ósea unos 462 psi para cuando ocurra una depresión en el sistema la válvula en ese instante se anticipe a la sobrepresión que ocurra.

Válvula de Alivio y Anticipadora de Golpe de Ariete
Modelo CLA-VAL 52-01
Tamaño: 2 ½ in.
Tipo Globo
Clase de Presión > ANSI 300
Bridada

El catalogo de la válvula modelo 52-01 lo podemos observar en el anexo B.

CAPÍTULO VII

RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN HIDRÁULICA

Después de haber cargado todo el diseño desarrollado en el Capítulo VI, en el programa de simulación hidráulica WaterGEMS con todas las características necesarias y parámetros como lo son: diámetros de tuberías, longitud de la tubería, estanques, nodos de consumo relacionado por cada sector como con la configuración de la fig. (5.20) del capítulo V, colocación de las bombas en su configuración en serie, cotas en los nodos, dimensionamiento de los estanques de cada Red y la colocación de válvulas combinadas sostenedora y reguladora de presión según el diseño, se procedió a realizar la corrida hidráulica para dos escenarios, el primero cargado con el diseño y la simulación de la población para el 2017 y la producción de la fuente 8 Lts/s. con la finalidad de comprobar la mejora y los ciclos de servicio que arrojaría el diseño con el nuevo sistema de distribución y otro con la demanda futura y la incorporación de un nuevo pozo para abastecer a la población para el año 2035.

La muestra de los resultados se expresará gráficamente con los tiempos de llenado de los diferentes sectores para los años 2017, 2035 y el nivel de cada estanque principal como lo es el de la Red Baja y el de la Red Alta. Ya que los perfiles de presiones en los diferentes subsectores se mantienen contantes por ser un sistema de distribución por gravedad y es su característica principal mantener presiones constantes en el sistema, se mostrará el perfil de presiones máximas y mínimas en cada sector.

Al final se mostrará una tabla comparativa con las velocidades promedio en los diferentes subsectores en los escenarios que contempla el diseño con la mejora actual del sistema de distribución para el 2017 y para el período de diseño en el año 2035, con la incorporación de una nueva fuente de abastecimiento.

7.1 DEMANDA DE LOS NODOS Y DIMENSIÓN DE LOS ESTANQUES DE CONSUMO

Configuración:

- Capacidad de almacenamiento individual: 2000 Lts/vivienda/día
- Consumo medio por vivienda 1000 Lts/día

SECTOR LOS LIRIOS	N° DE VIVIENDAS (2017)	N° ESTANQUES (2017)	CAPACIDAD DEL ESTANQUE	DEMANDA DEL NODO ASOCIADO AL ESTANQUE
Cachicamo	29	4	14,58	0,0844
La Laguna	50	5	20,06	0,1161
Trebol	23	3	15,55	0,0900
Topo de la Cruz	36	5	14,46	0,0837
Enea	41	6	13,61	0,0787
Agua Maluca	57	7	16,33	0,0945
Lirios Parte Alta	58	6	19,44	0,1125
Via el Tanque	23	3	15,55	0,0900
Lirios Intermedio	131	10	26,12	0,1512
Lirios Parte Baja	57	6	19,05	0,1102
Autopista	65	7	18,66	0,1080
Los Corosos	135	10	27,05	0,1566

Tabla (7.1) Configuración de los nodos de consumo para 2017

SECTOR LOS LIRIOS	N° DE VIVIENDAS (2035)	N° ESTANQUES (2035)	CAPACIDAD DEL ESTANQUE	DEMANDA DEL NODO ASOCIADO AL ESTANQUE
Cachicamo	40	4	20,00	0,1157
La Laguna	70	5	28,00	0,1620
Trebol	32	3	21,33	0,1235
Topo de la Cruz	50	5	20,00	0,1157
Enea	57	6	19,00	0,1100
Agua Maluca	79	7	22,57	0,1306
Lirios Parte Alta	81	6	27,00	0,1563
Via el Tanque	32	3	21,33	0,1235
Lirios Intermedio	181	10	36,20	0,2095
Lirios Parte Baja	79	6	26,33	0,1524
Autopista	91	7	26,00	0,1505
Los Corosos	188	10	37,60	0,2176

Tabla (7.2) Configuración de los nodos de consumo para 2035

7.2 RED BAJA

7.2.1 NIVEL DEL ESTANQUE DE LA RED BAJA

Condición Inicial: Estanque lleno con el bombeo directo hacia el estanque y abierto a la distribución hacia los Lirios Parte Alta, Vía el Tanque, Lirios Intermedio.

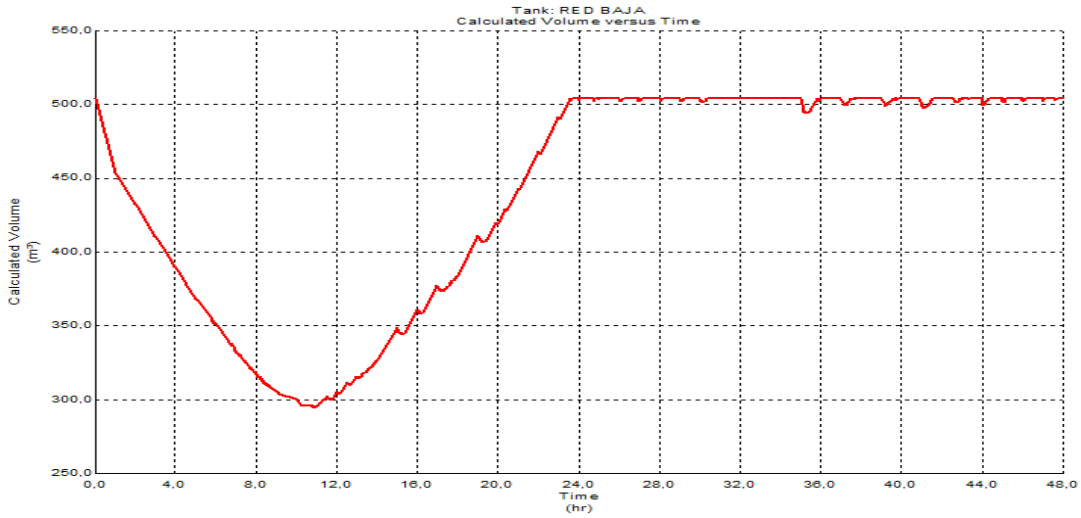


Fig. (7.1) Nivel del estanque Red Baja inicialmente lleno 2017 (0 a 48 hrs)

Condición Inicial: Estanque lleno con el bombeo directo hacia el estanque y abierto a la distribución hacia los Lirios Parte Baja, Los Corosos, Autopista.

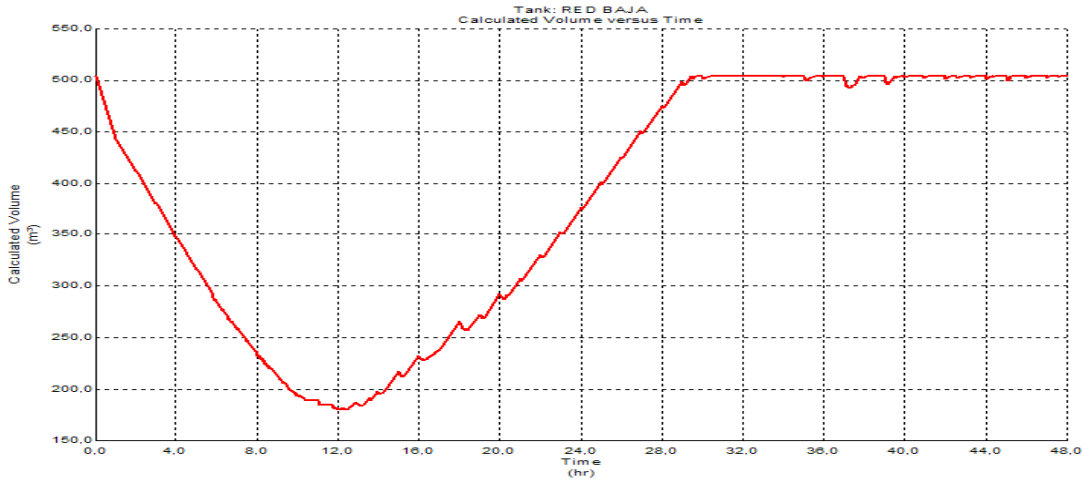


Fig. (7.2) Nivel del estanque Red Baja inicialmente lleno 2017 (48 a 96 hrs)

Condición Inicial: Estanque lleno con el bombeo directo hacia el estanque y abierto a la distribución de toda la Red Baja.

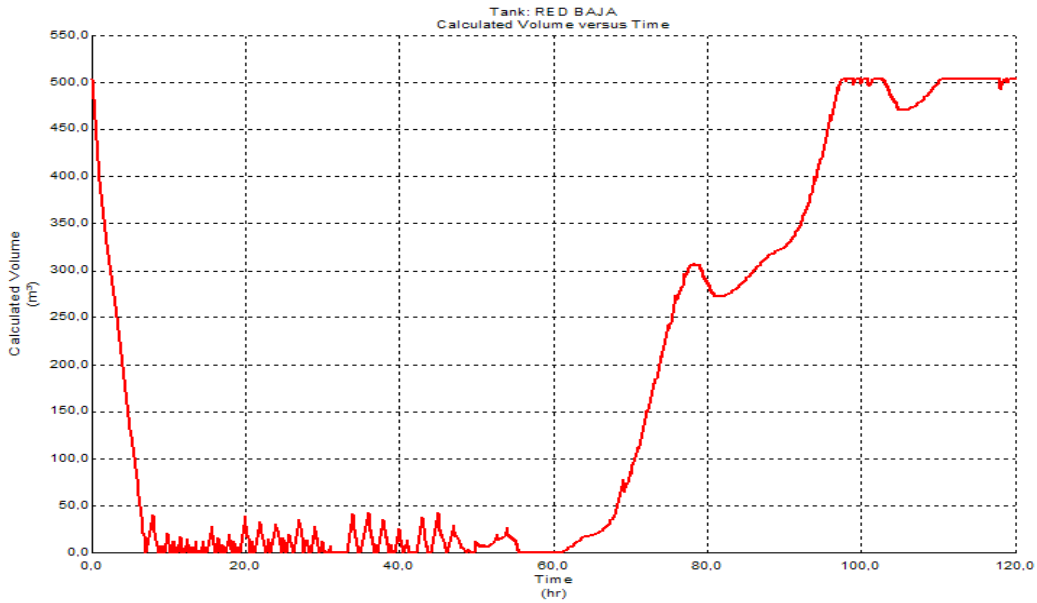


Fig. (7.3) Nivel del estanque Red Baja inicialmente lleno 2035

7.2.2 LÍNEA PRINCIPAL DE DISTRIBUCIÓN DE LA RED BAJA

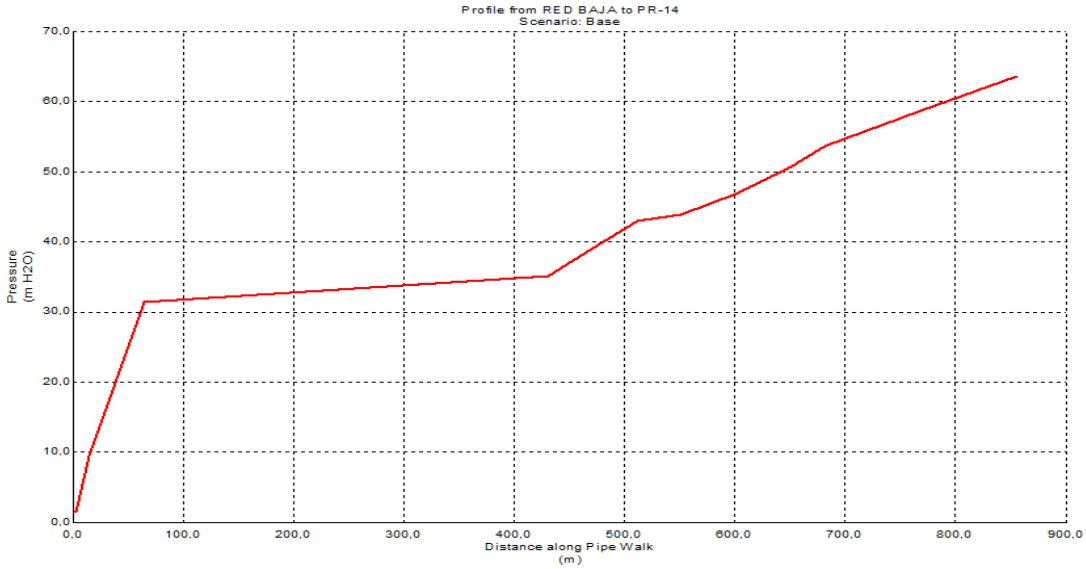


Fig. (7.4) Perfil de presiones & Distribución inactiva-Línea Principal Red Baja

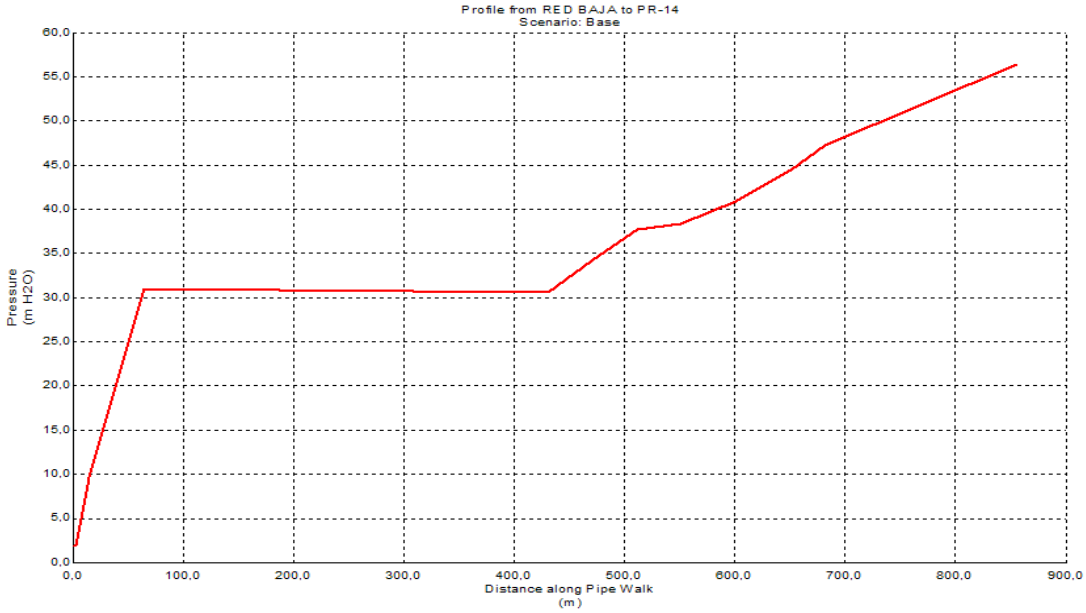


Fig. (7.5) Perfil de presiones & Distribución activa-Línea Principal Red Baja

7.2.3 SECTOR LIRIOS PARTE ALTA

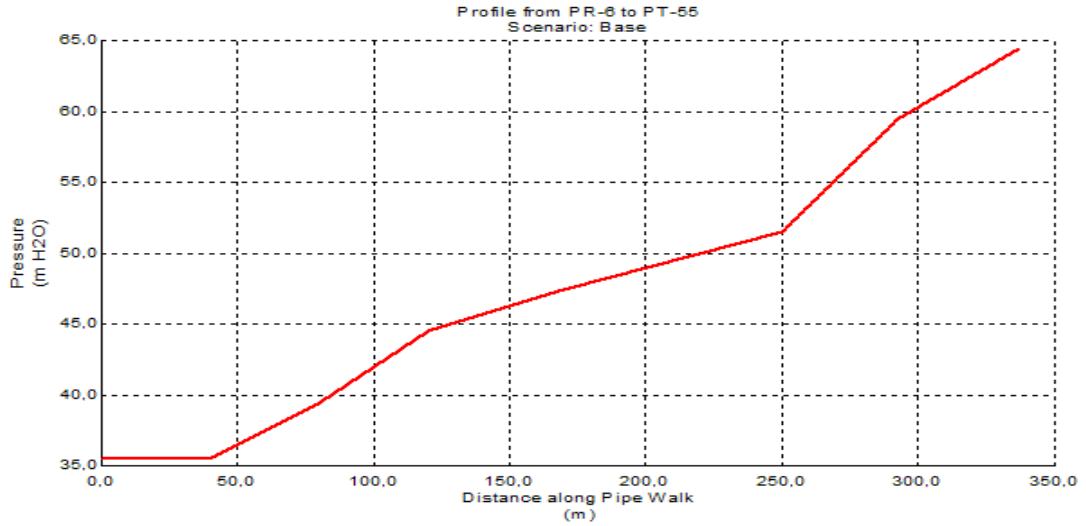


Fig. (7.6) Perfil de presiones & Estanques inactivos-Lirios Parte Alta

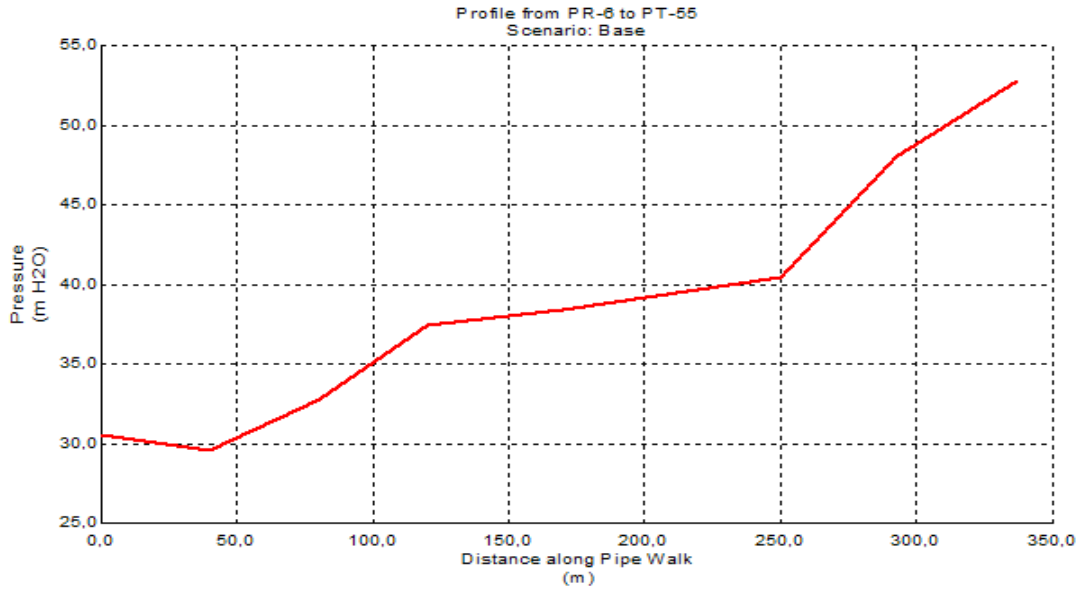


Fig. (7.7) Perfil de presiones & Estanques activos-Lirios Parte Alta

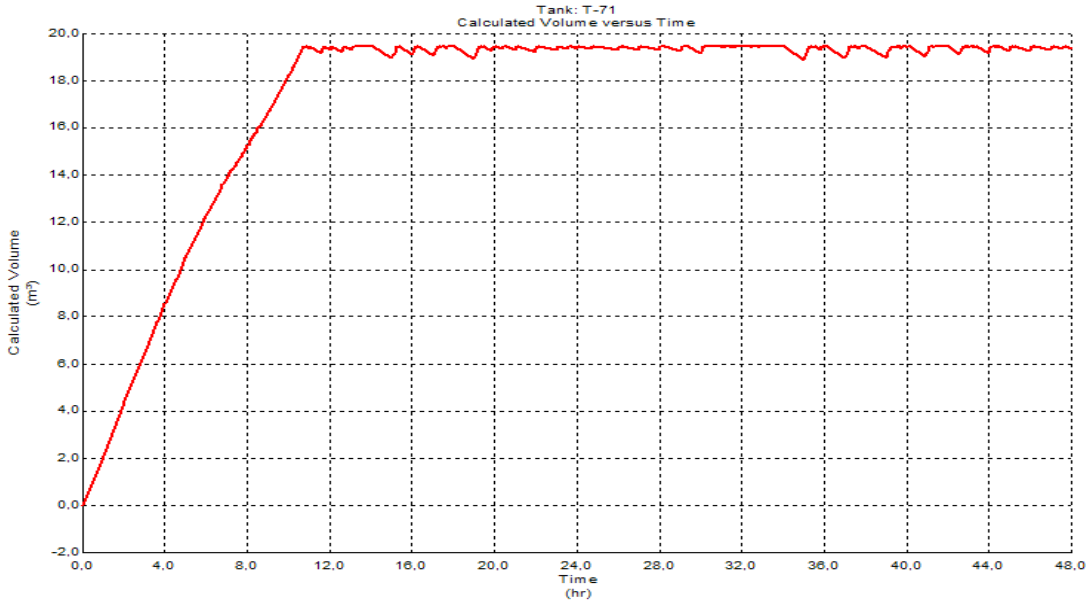


Fig.(7.8) Tiempo de llenado del sector los Lirios parte Alta 2017

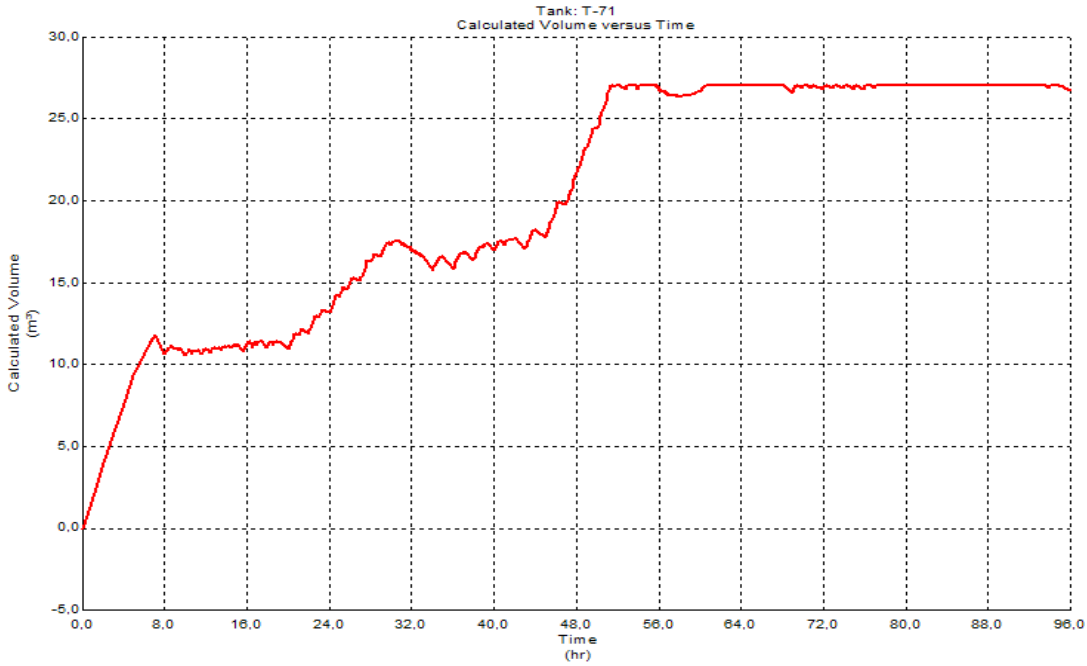


Fig.(7.9) Tiempo de llenado del sector los Lirios parte Alta 2035

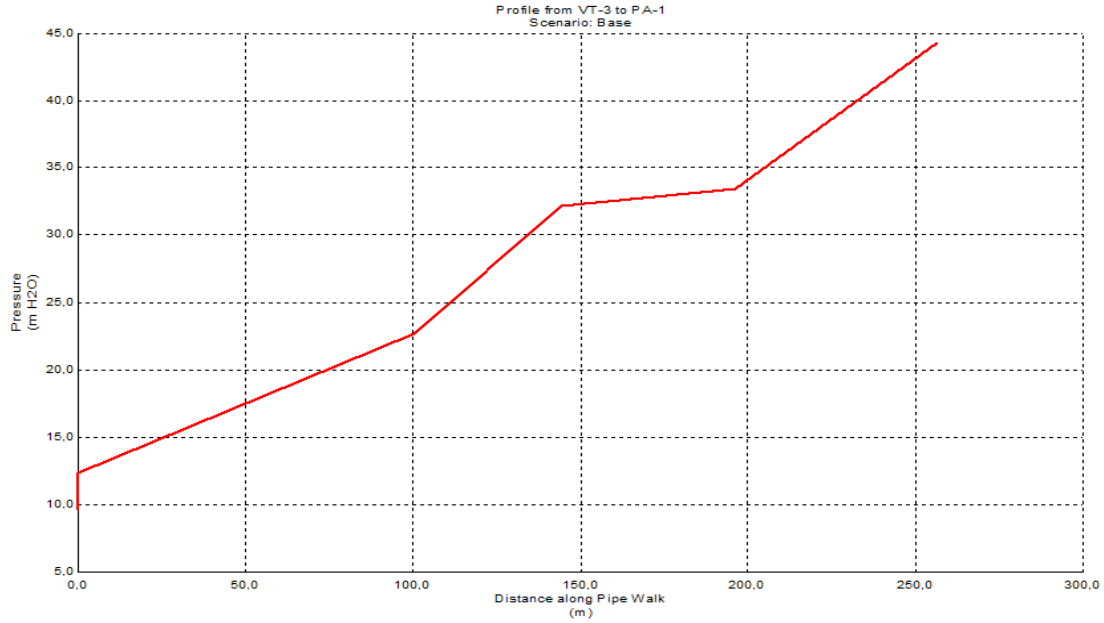


Fig. (7.10) Perfil de presiones & Estanques inactivos-Vía El Tanque

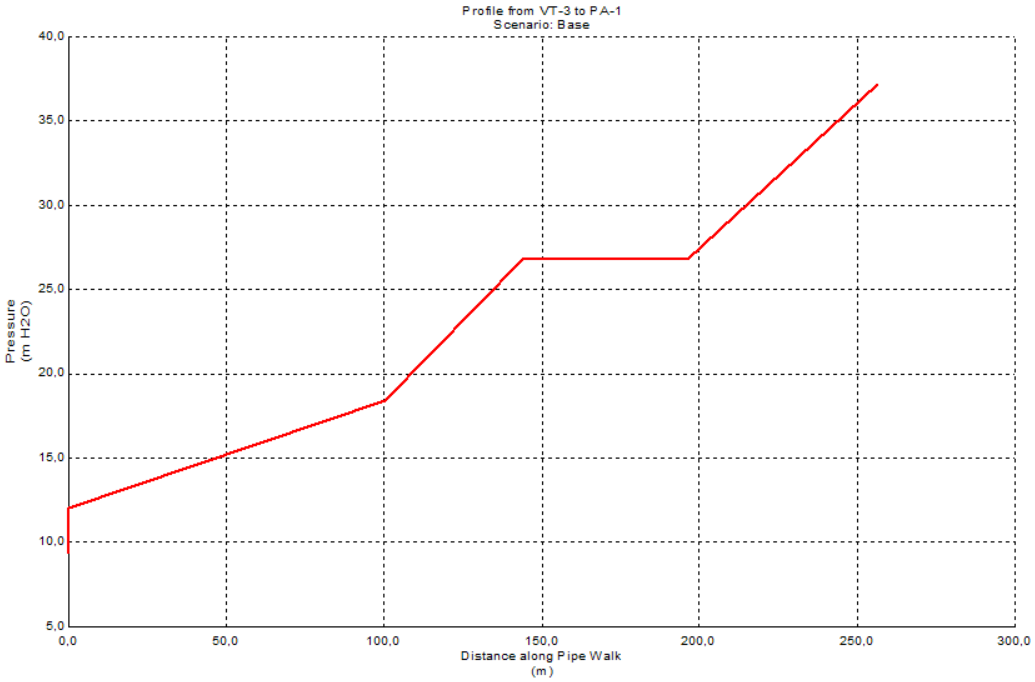


Fig. (7.11) Perfil de presiones & Estanques activos-Vía El Tanque

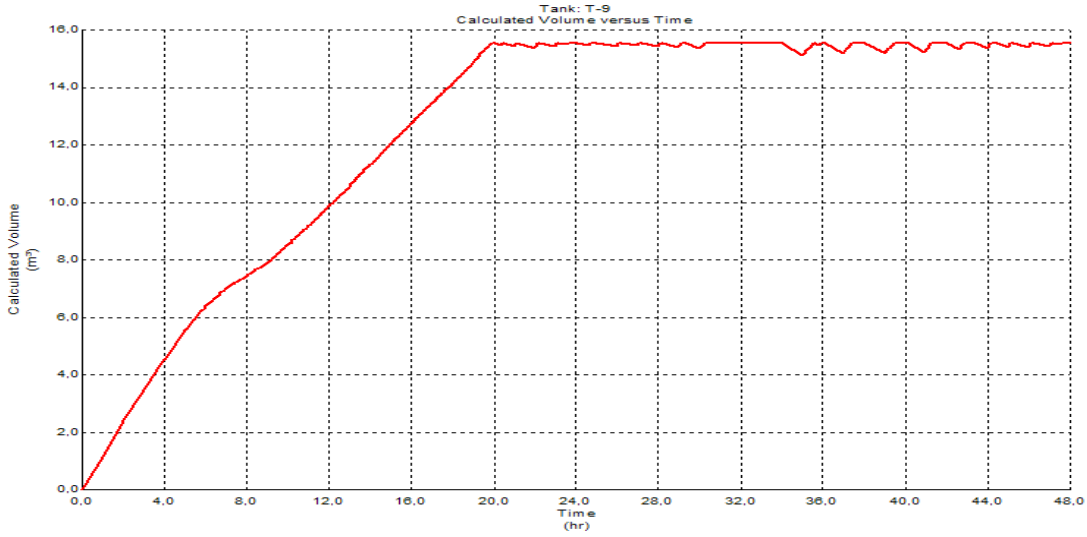


Fig.(7.12) Tiempo de llenado de la Vía El Tanque 2017

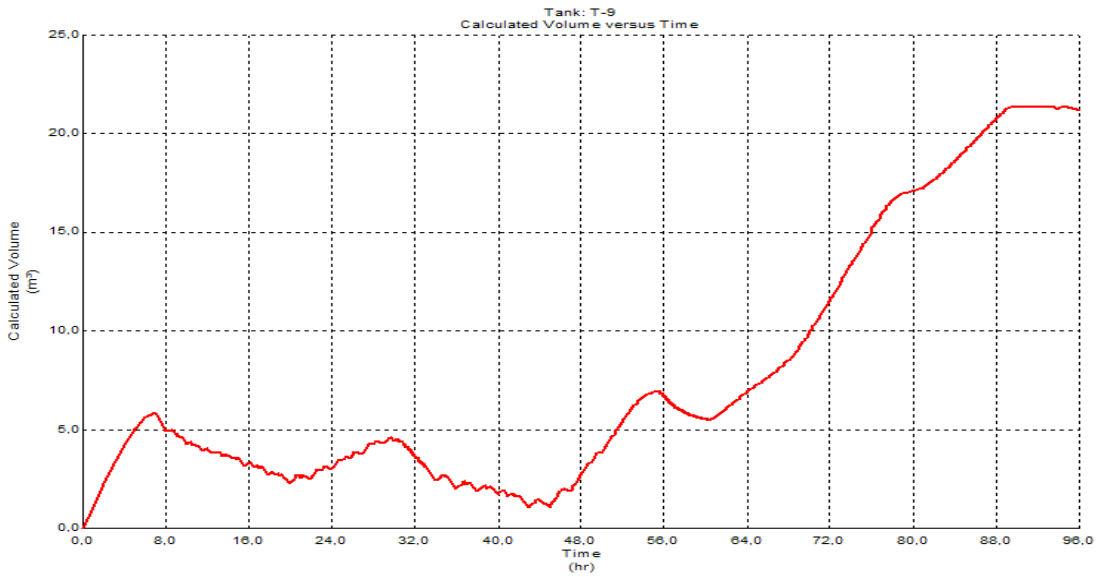


Fig.(7.13) Tiempo de llenado de la Vía El Tanque 2035

7.2.4 LIRIOS INTERMEDIO

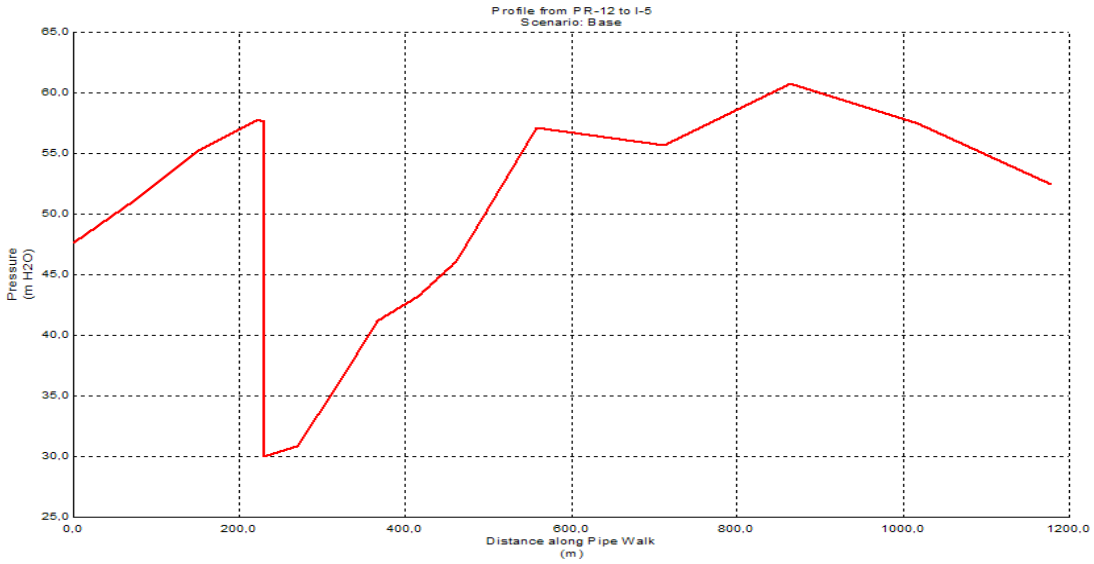


Fig. (7.14) Perfil de presiones & Estanques activos-Lirios Intermedio

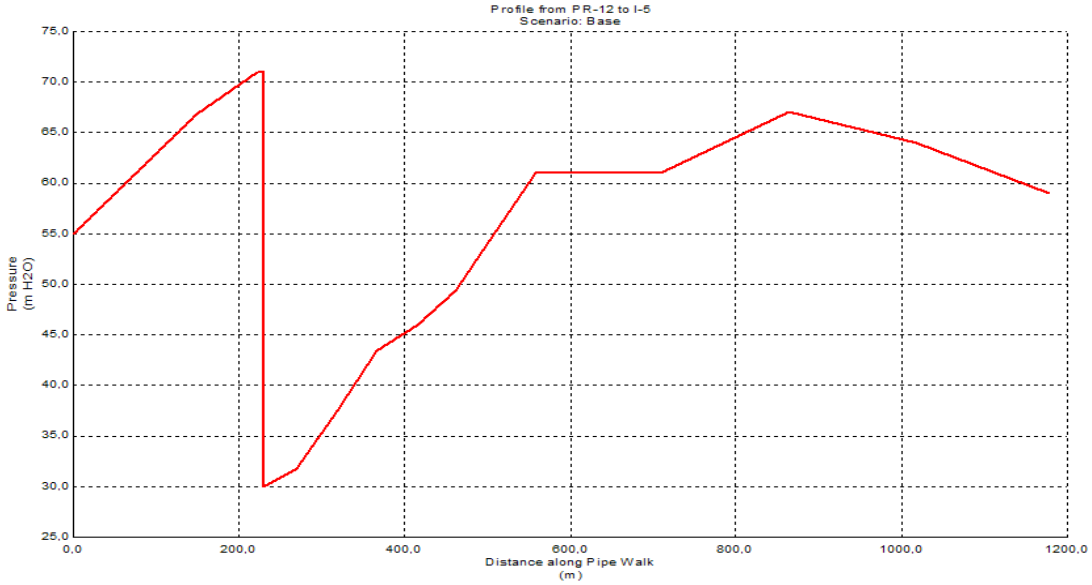


Fig. (7.15) Perfil de presiones & Estanques inactivos-Lirios Intermedio

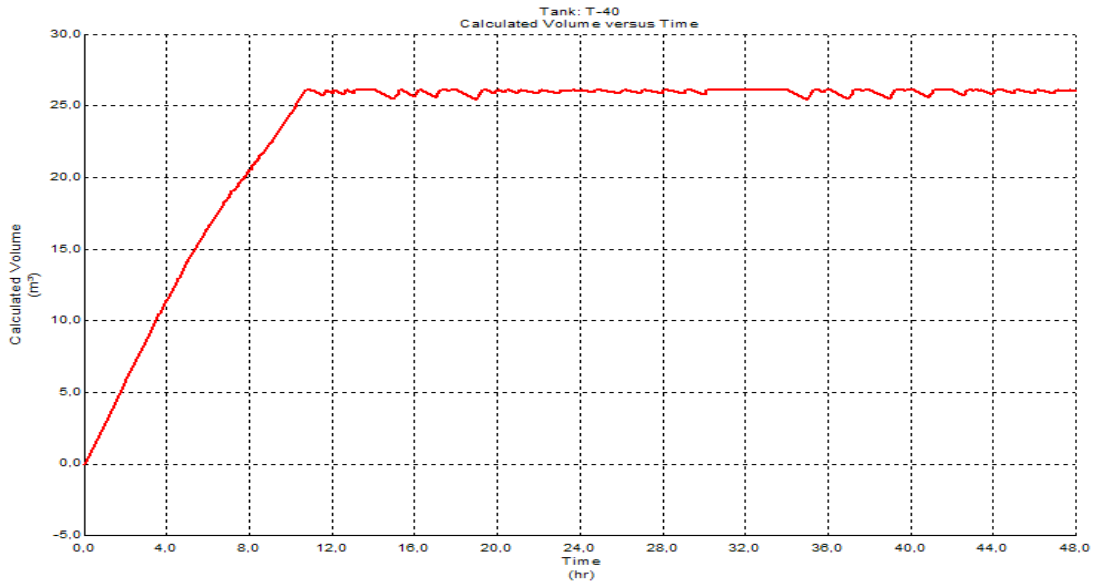


Fig.(7.16) Tiempo de llenado de los Lirios Intermedio 2017

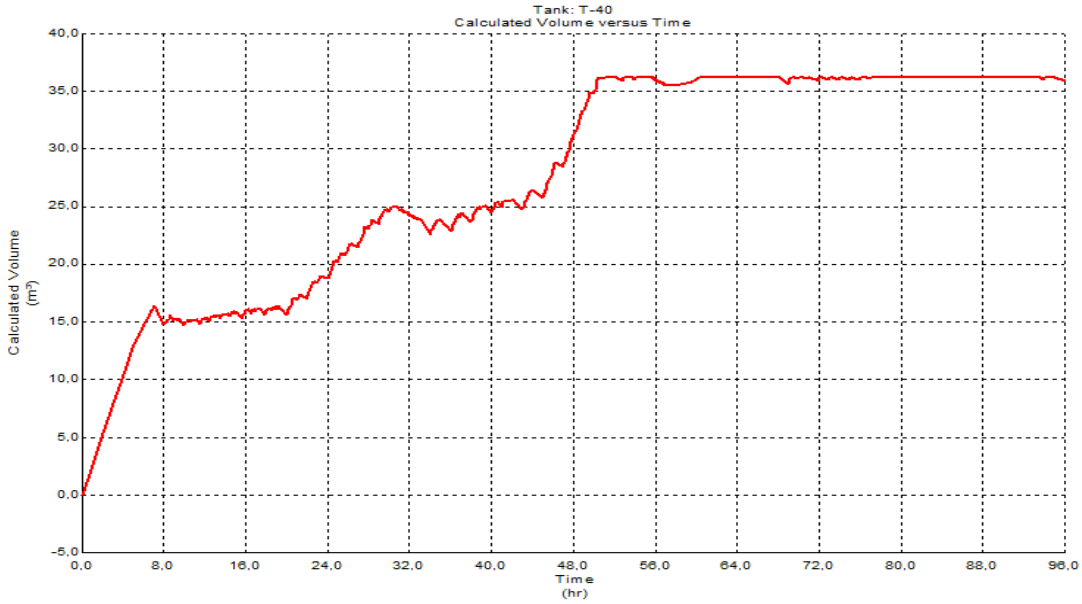


Fig.(7.17) Tiempo de llenado de los Lirios Intermedio 2035

7.2.5 SECTOR LOS LIRIOS PARTE BAJA

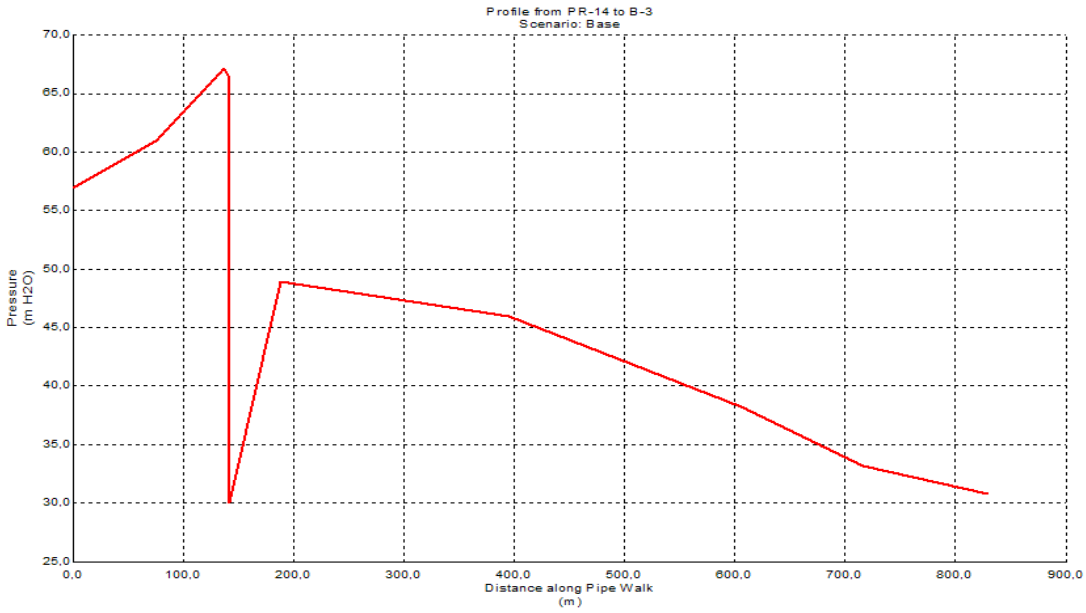


Fig. (7.18) Perfil de presiones & Estanques activos-Lirios Parte Baja

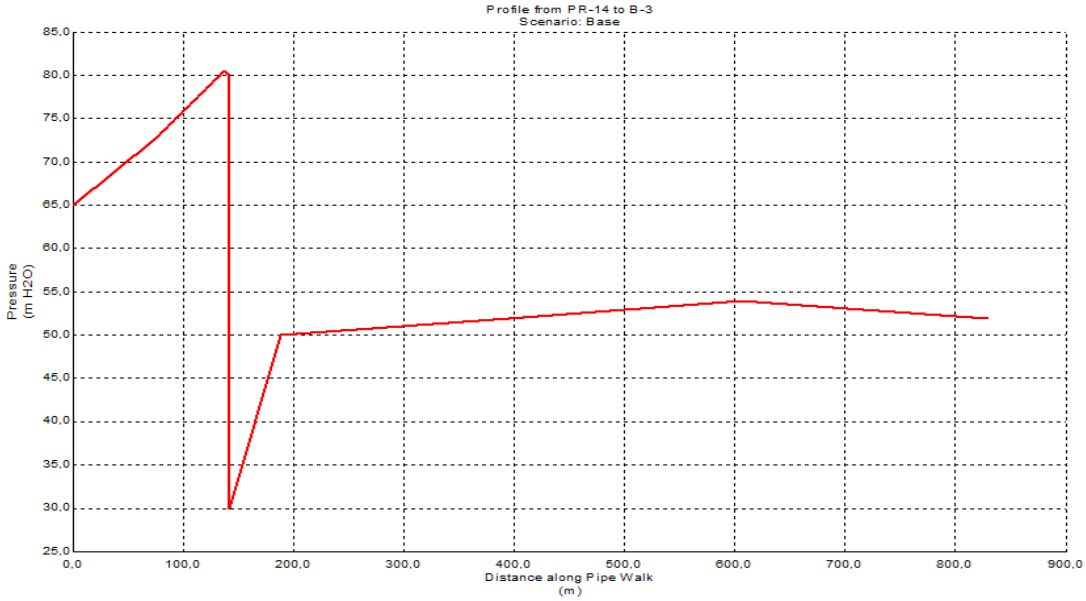


Fig. (7.19) Perfil de presiones & Estanques inactivos-Lirios Parte Baja

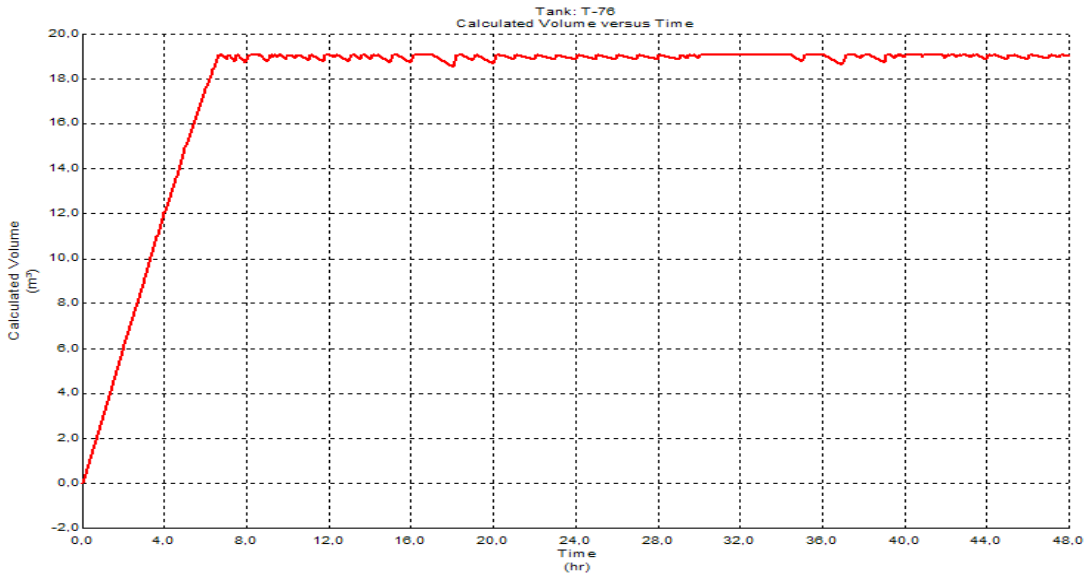


Fig. (7.20) Tiempo de llenado de los Lirios Parte Baja 2017

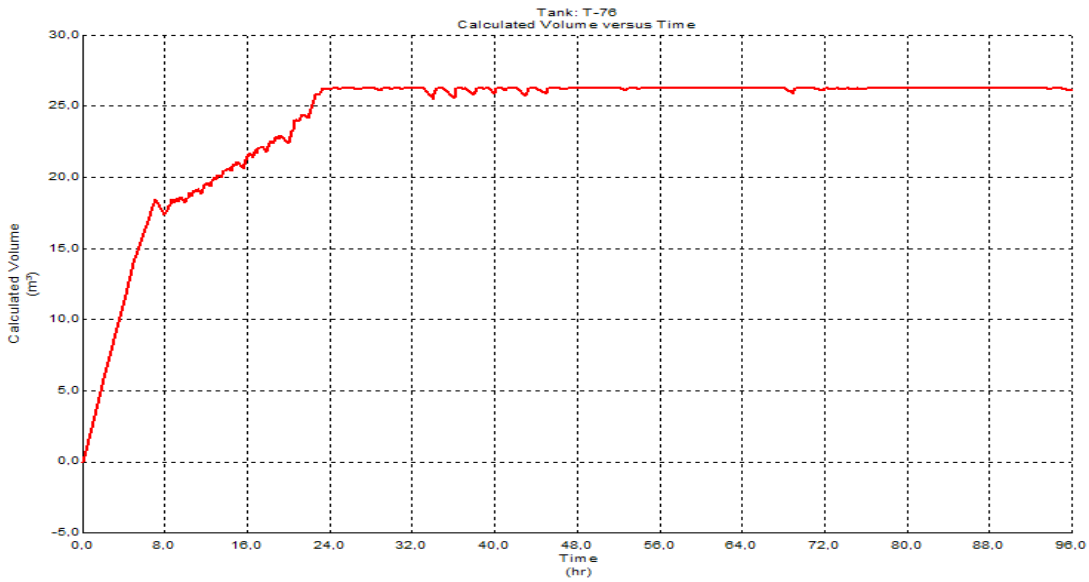


Fig. (7.21) Tiempo de llenado de los Lirios Parte Baja 2035

7.2.6 SECTOR AUTOPISTA

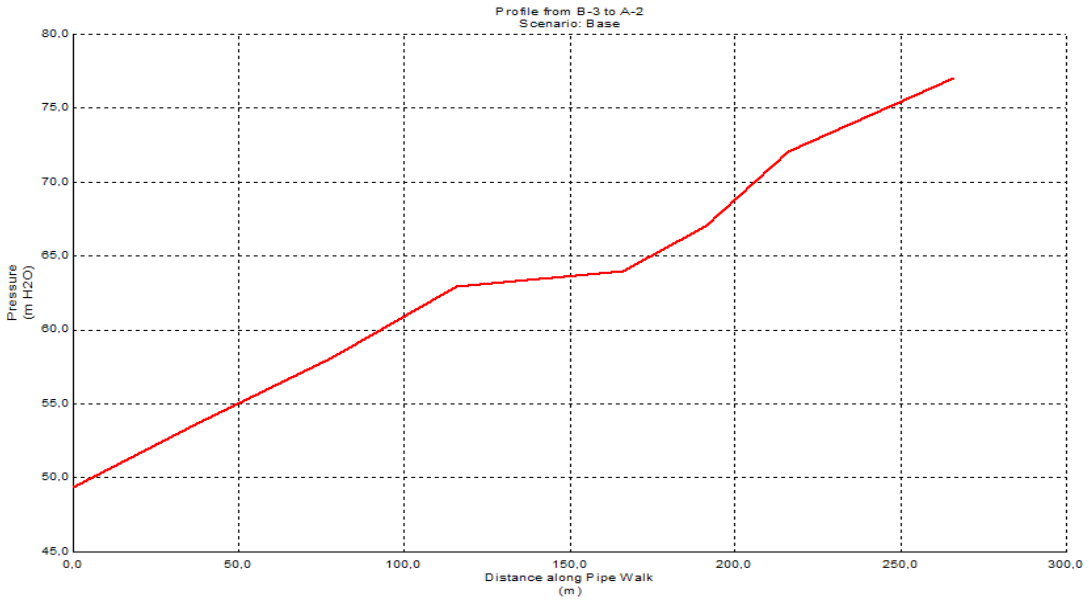


Fig. (7.22) Perfil de presiones & Estanques activos-Autopista

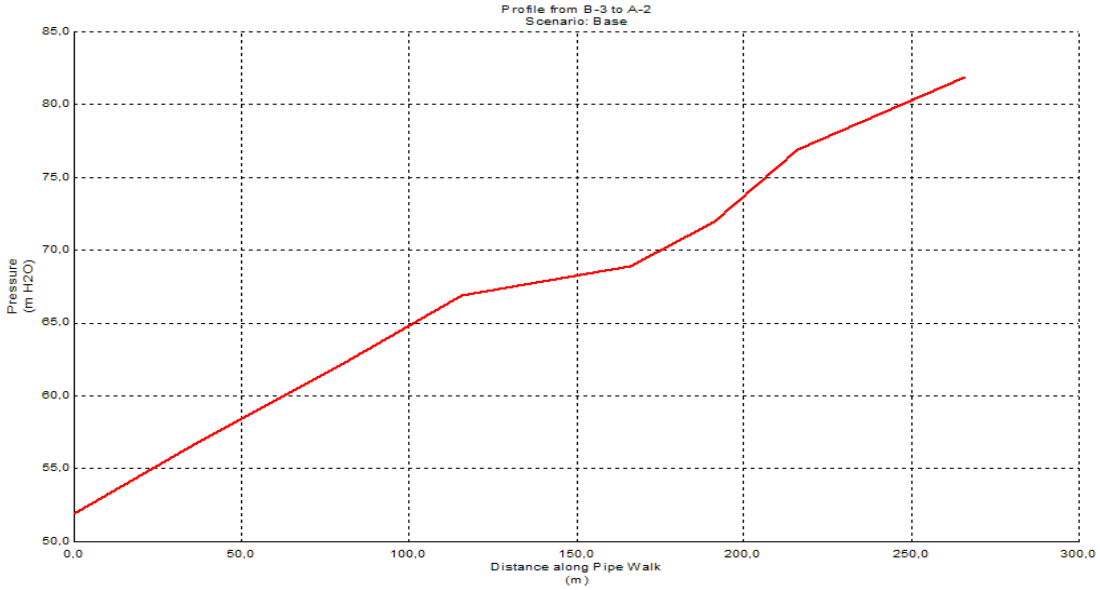


Fig. (7.23) Perfil de presiones & Estanques inactivos-Autopista

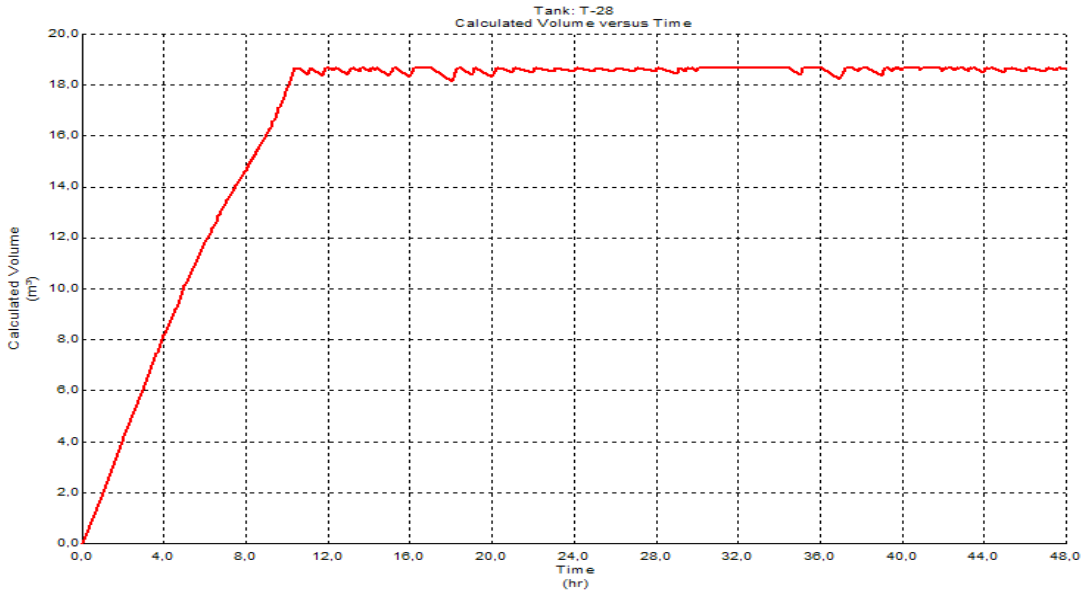


Fig.(7.24) Tiempo de llenado del sector Autopista 2017

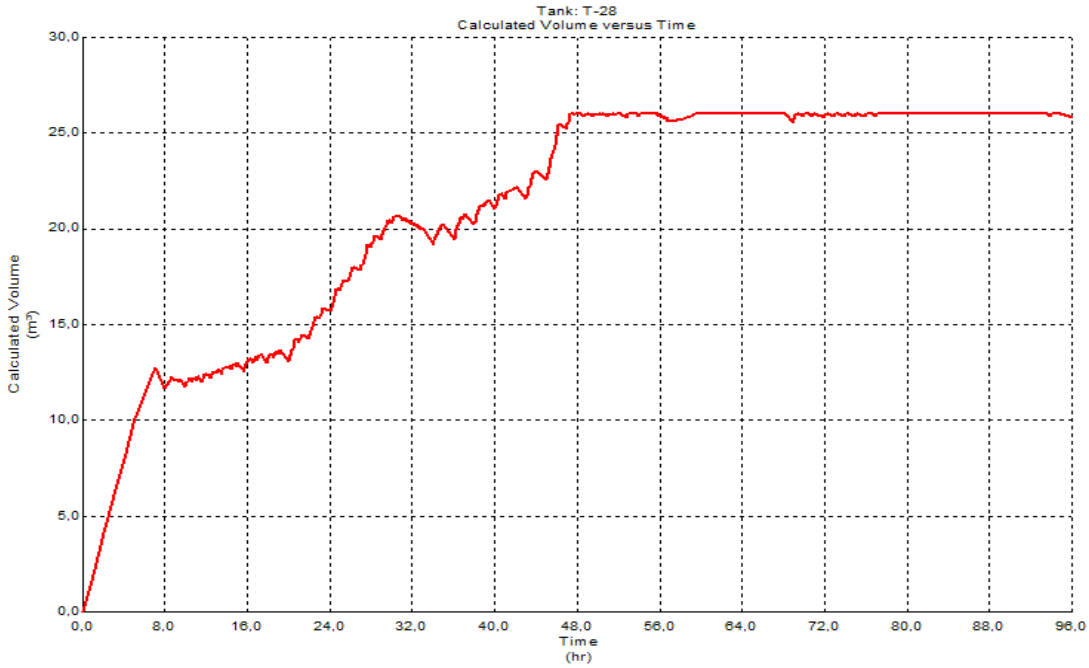


Fig. (7.25) Tiempo de llenado del sector Autopista 2035

7.2.7 SECTOR LOS COROSOS

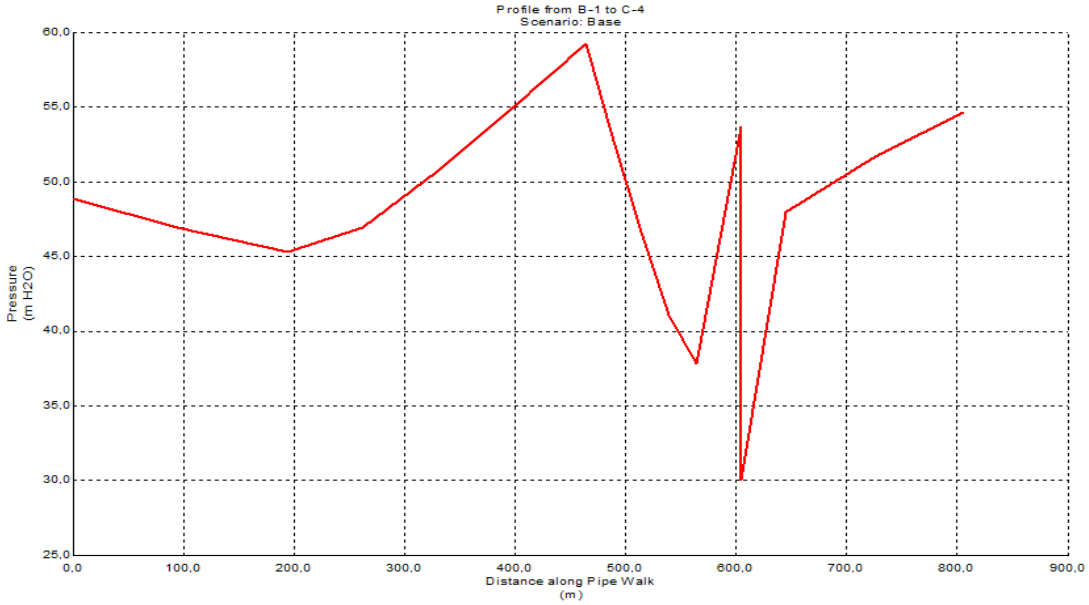


Fig. (7.26) Perfil de presiones & Estanques activos-Corosos

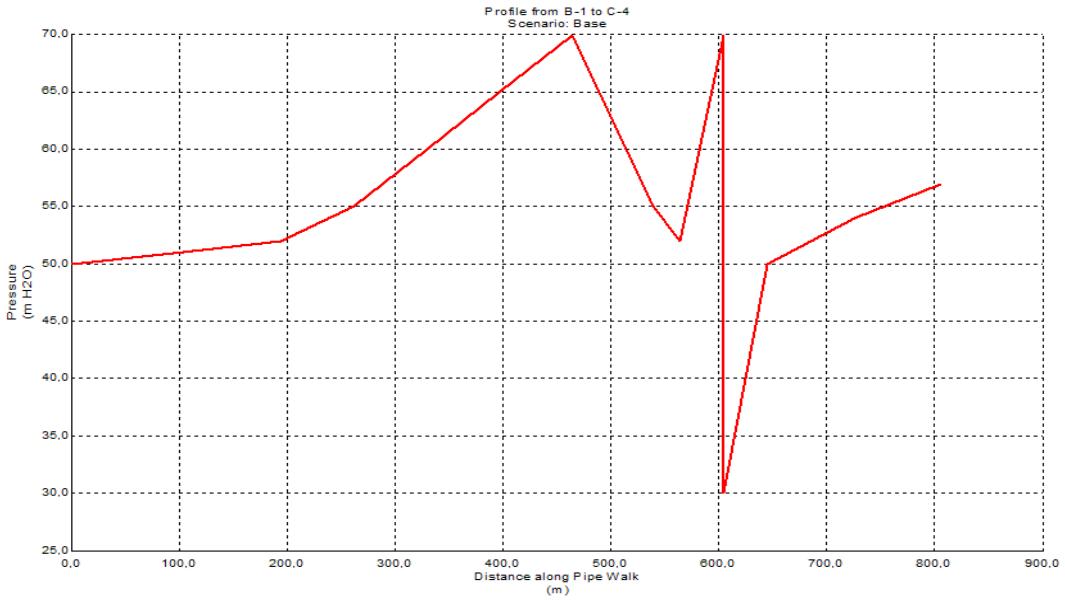


Fig. (7.27) Perfil de presiones & Estanques inactivos-Corosos

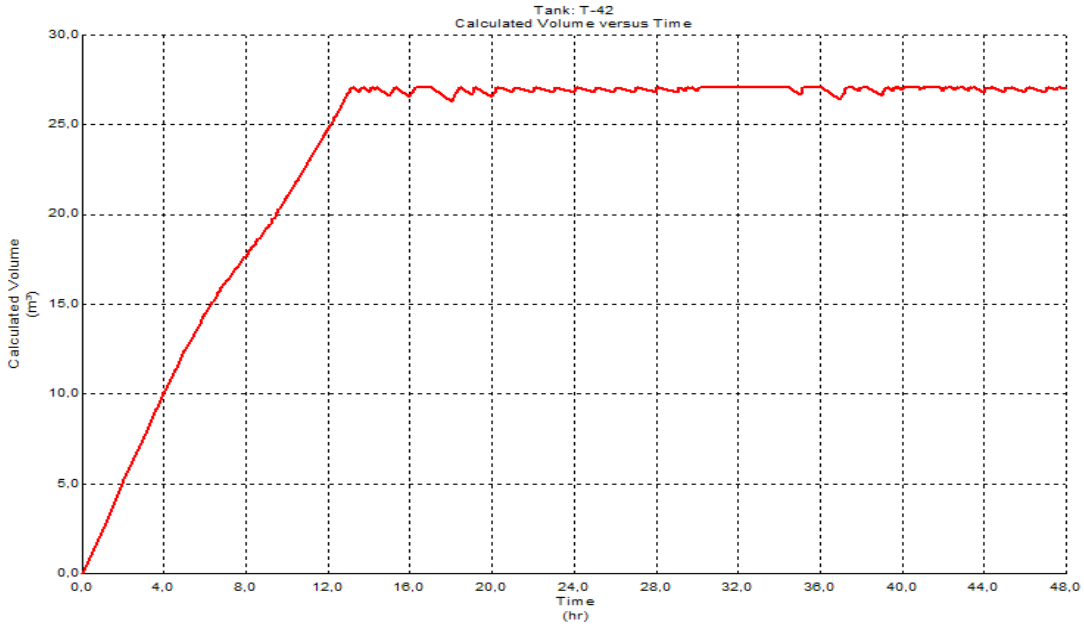


Fig. (7.28) Tiempo de llenado del sector Los Corosos 2017

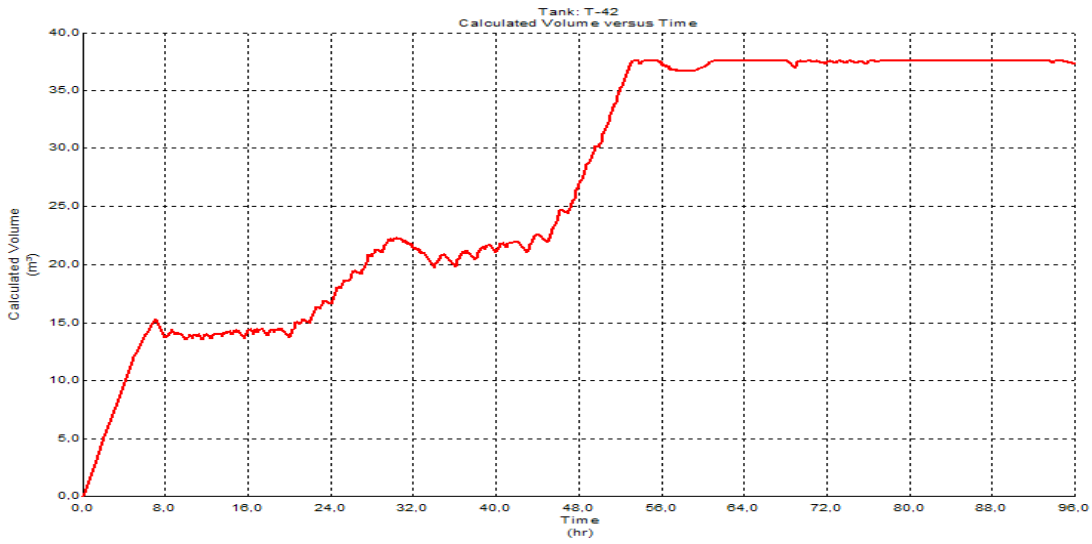


Fig. (7.29) Tiempo de llenado del sector Los Corosos 2035

7.3 RED ALTA

7.3.1 NIVEL DEL ESTANQUE DE LA RED ALTA

- Caso 1

Condición Inicial: Estanque lleno con el bombeo directo hacia el estanque y abierto a la distribución.

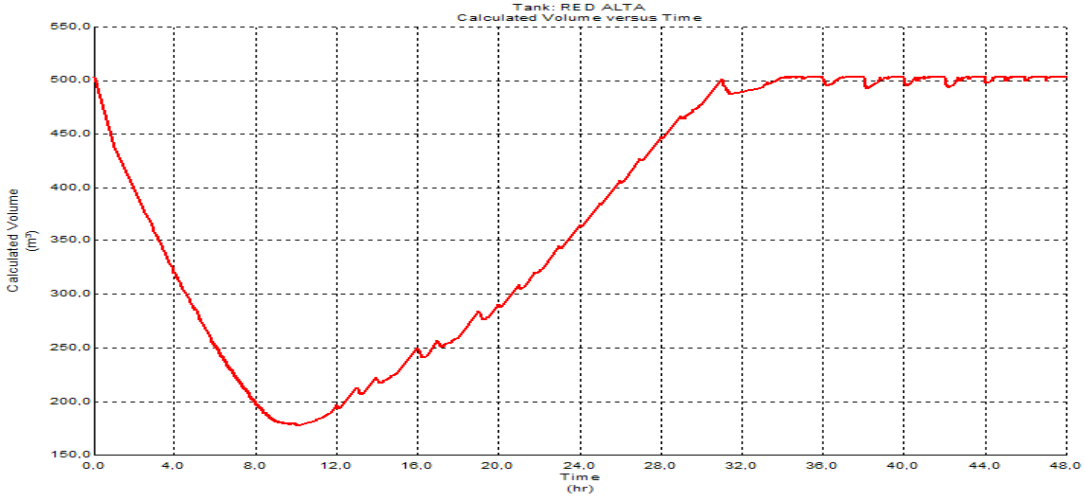


Fig. (7.30) Nivel del estanque Red Alta inicialmente lleno 2017 (96 a 144 hrs)

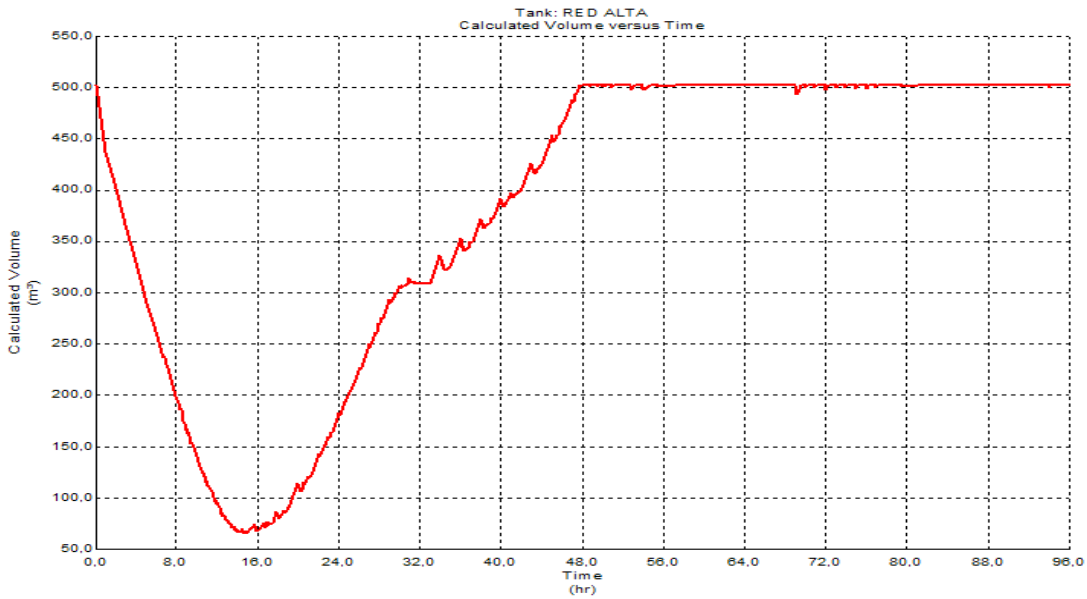


Fig. (7.31) Nivel del estanque Red Alta inicialmente lleno 2035

7.3.2 LÍNEA PRINCIPAL DE DISTRIBUCIÓN DE LA RED ALTA

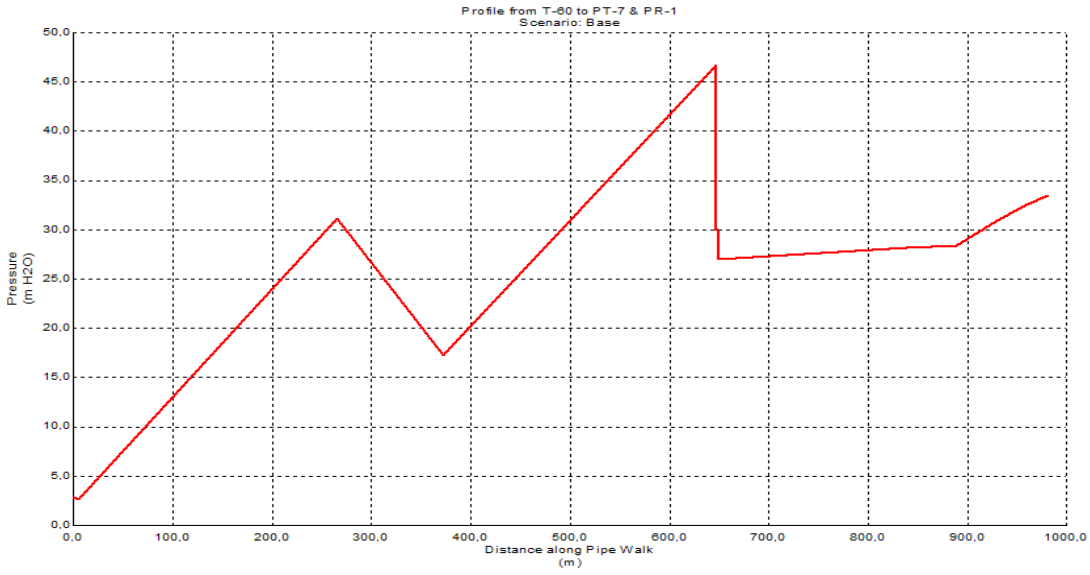


Fig. (7.32) Perfil de presiones & Distribución activa-Línea Principal Red Alta

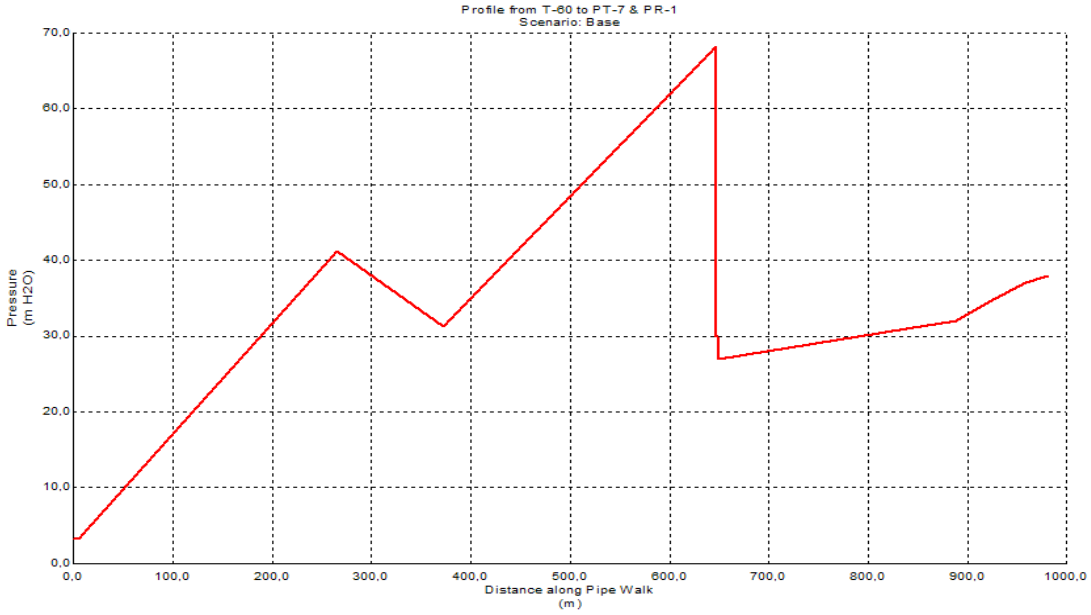


Fig. (7.33) Perfil de presiones & Distribución inactiva-Línea Principal Red Alta

7.3.3 TOPO DE LA CRUZ

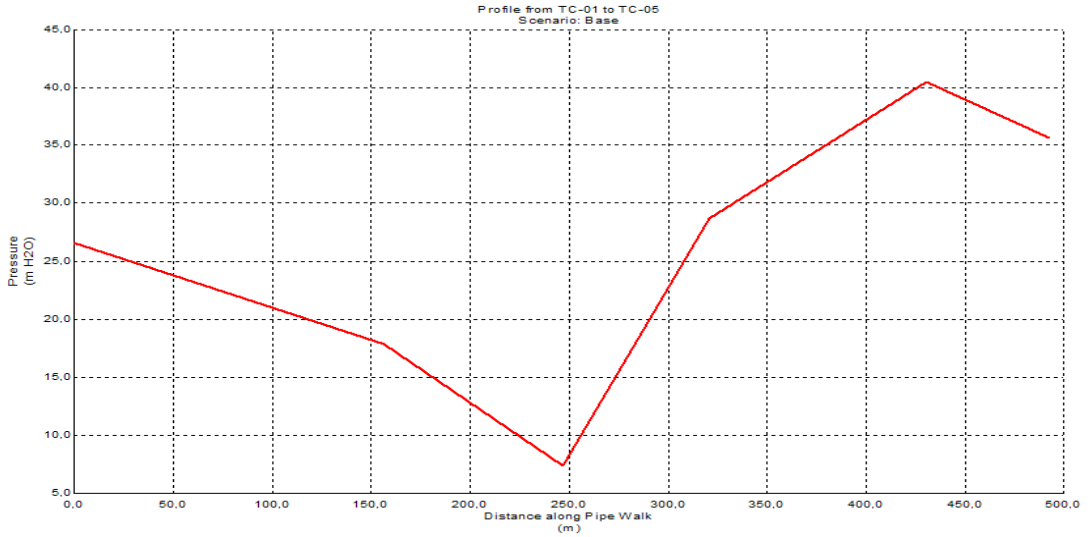


Fig. (7.34) Perfil de presiones & Estanques activos-Topo de la Cruz

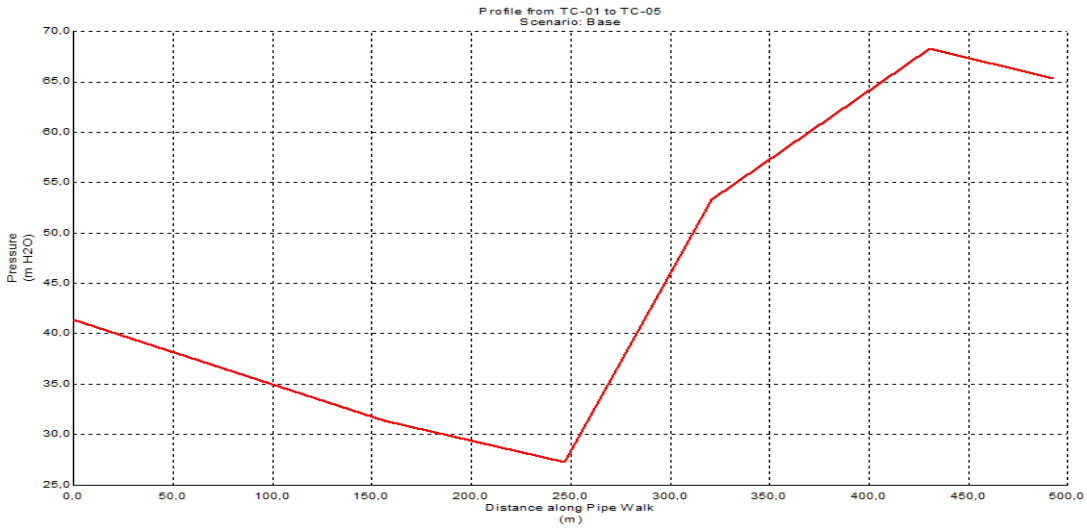


Fig. (7.35) Perfil de presiones & Estanques inactivos-Topo de la Cruz

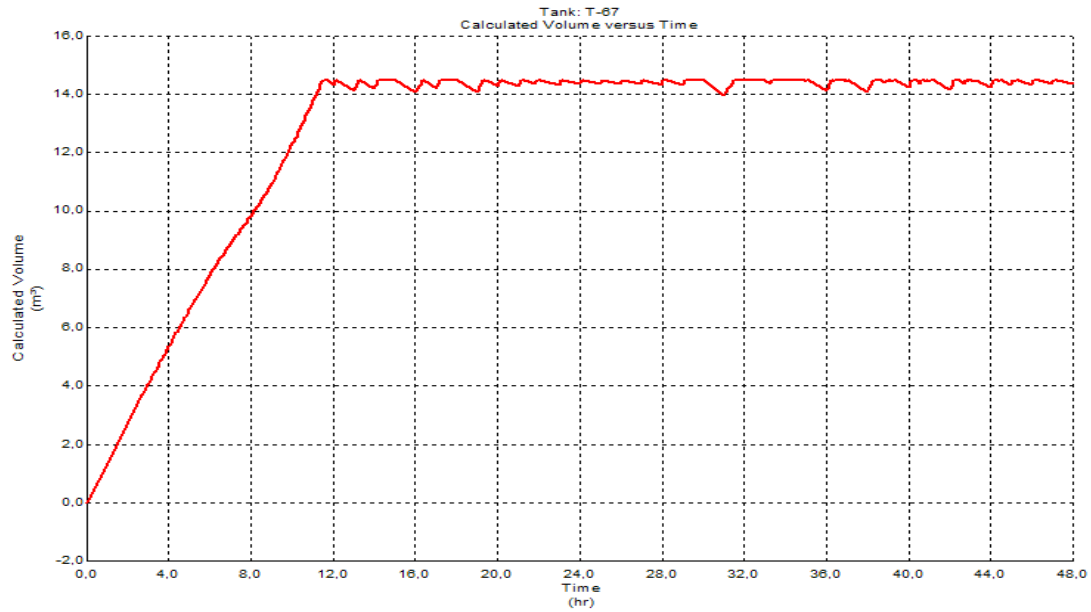


Fig. (7.36) Tiempo de llenado del sector Topo de la Cruz 2017

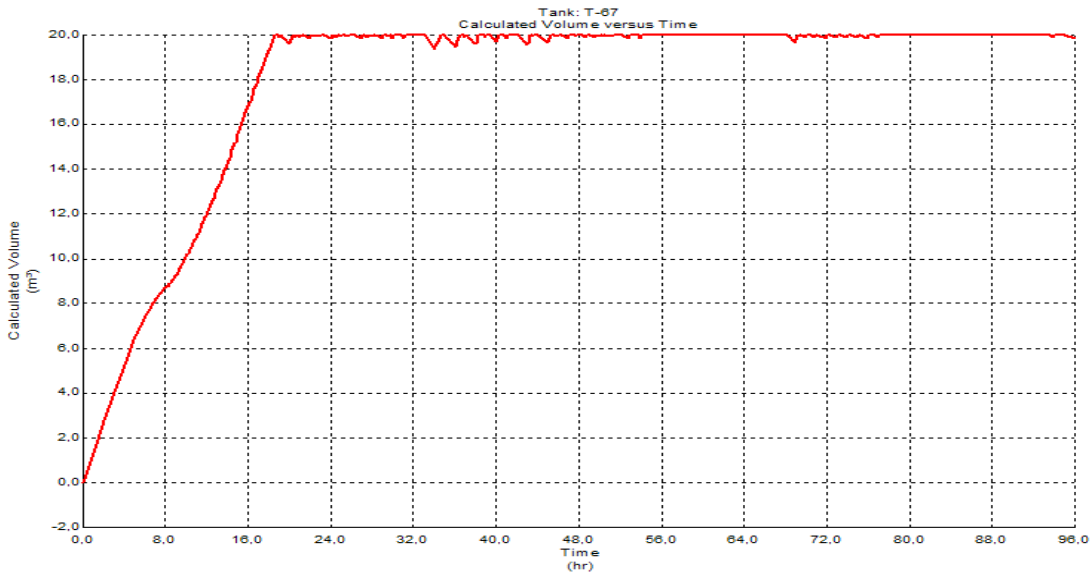


Fig. (7.37) Tiempo de llenado del sector Topo de la Cruz 2035

7.3.4 AGUA MALUCA

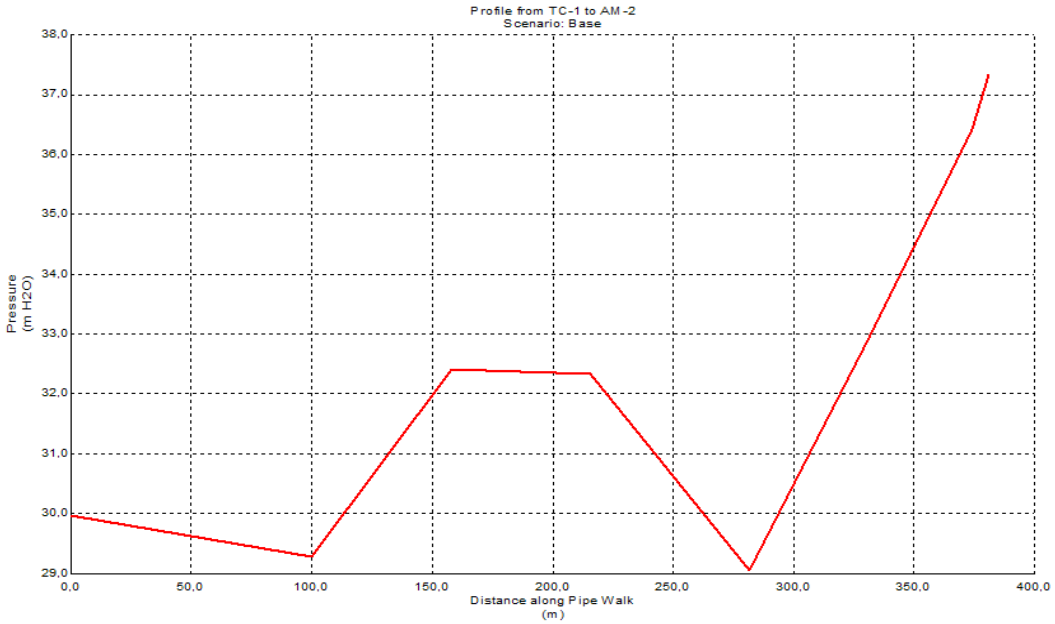


Fig. (7.38) Perfil de presiones & Estanques activos-Agua Maluca

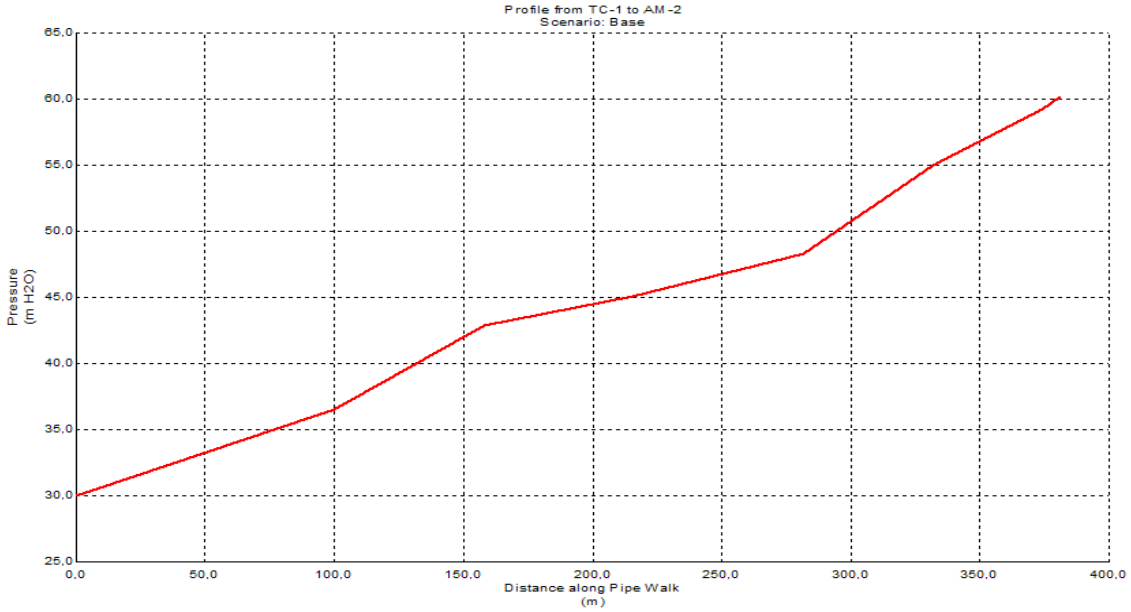


Fig. (7.39) Perfil de presiones & Estanques inactivos-Agua Maluca

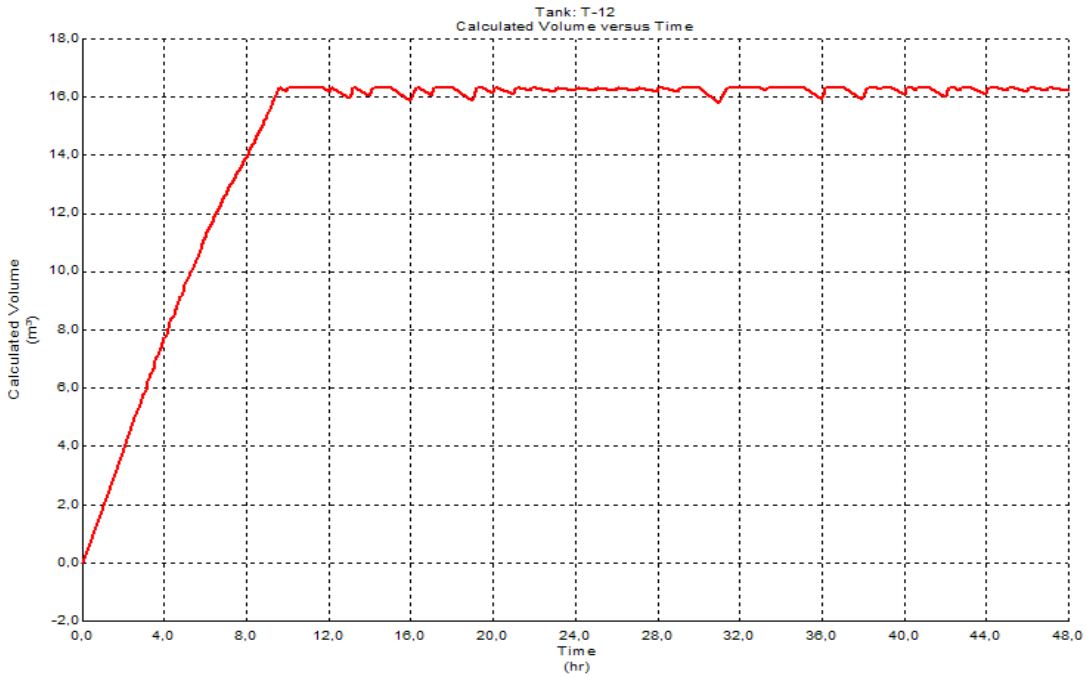


Fig.(7.40) Tiempo de llenado del sector Agua Maluca 2017

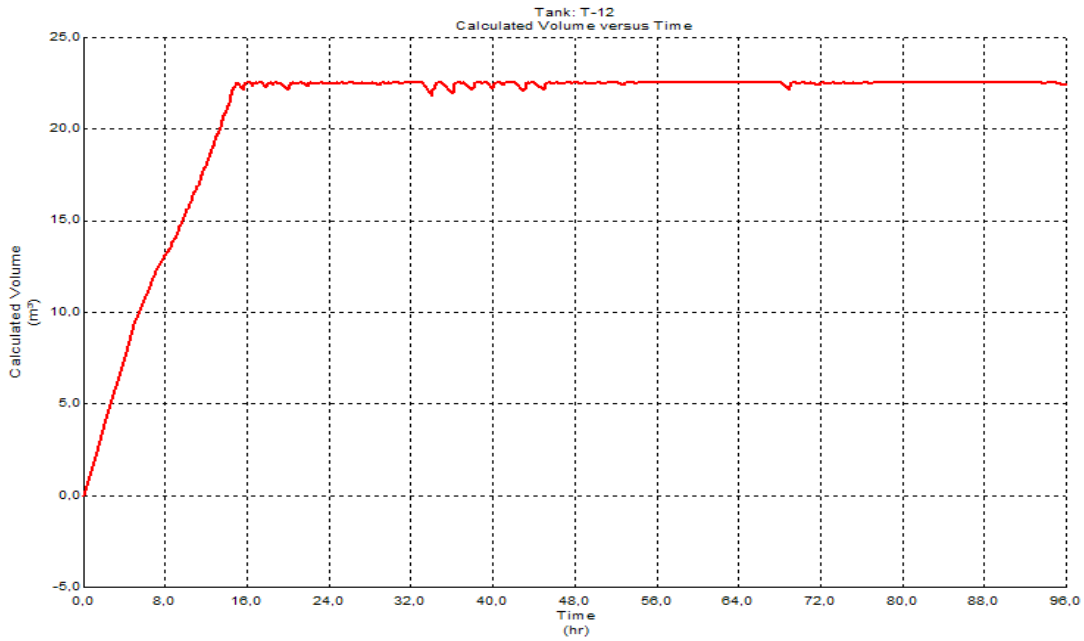


Fig.(7.41) Tiempo de llenado del sector Agua Maluca 2035

7.3.5 TRÉBOL & ENEA

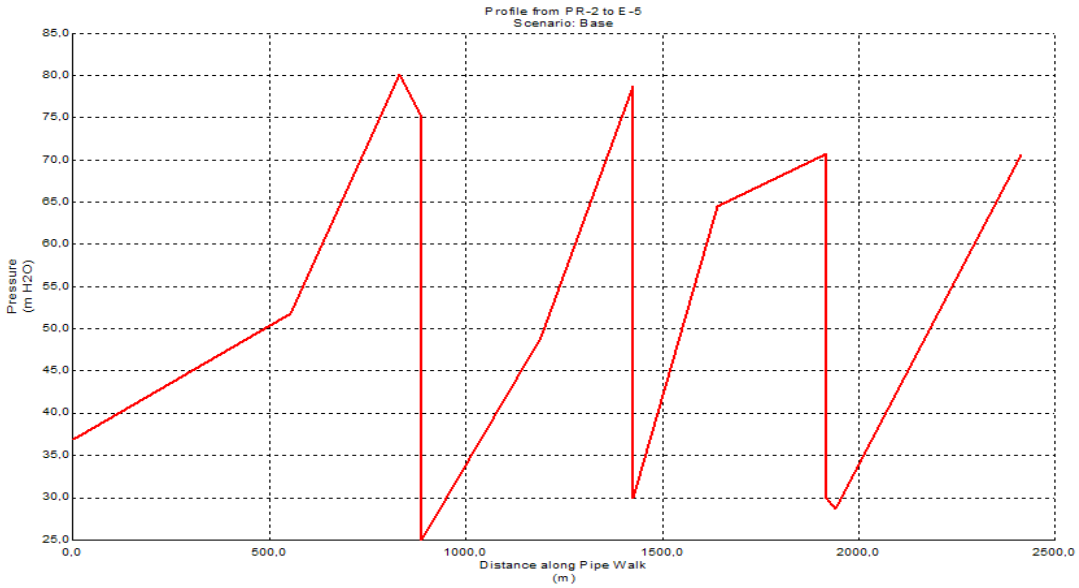


Fig. (7.42) Perfil de presiones & Estanques inactivos-Trébol & Enea

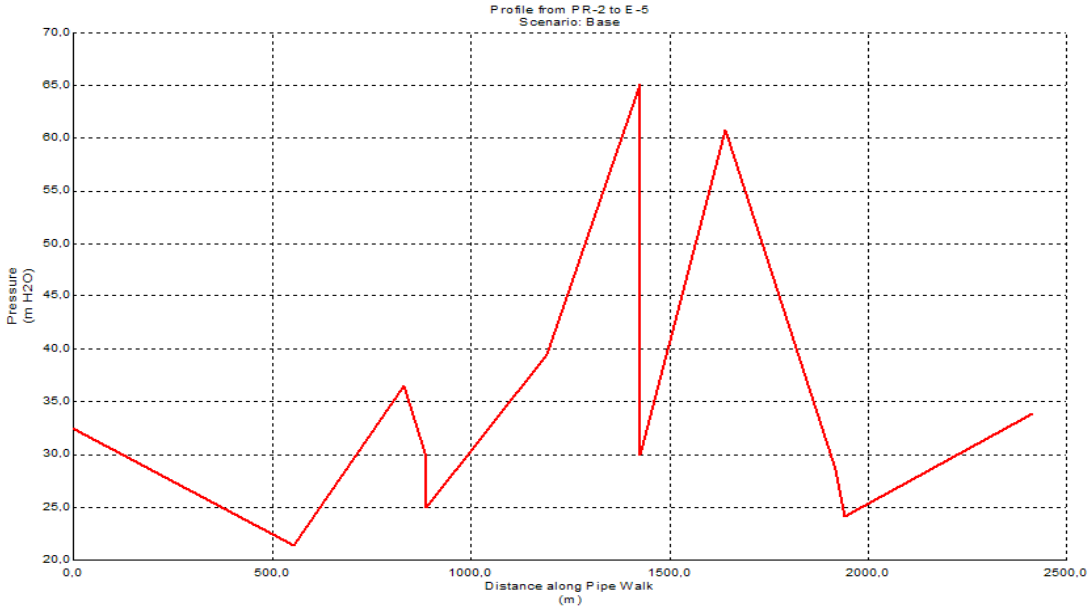


Fig. (7.43) Perfil de presiones & Estanques activos-Trébol & Enea

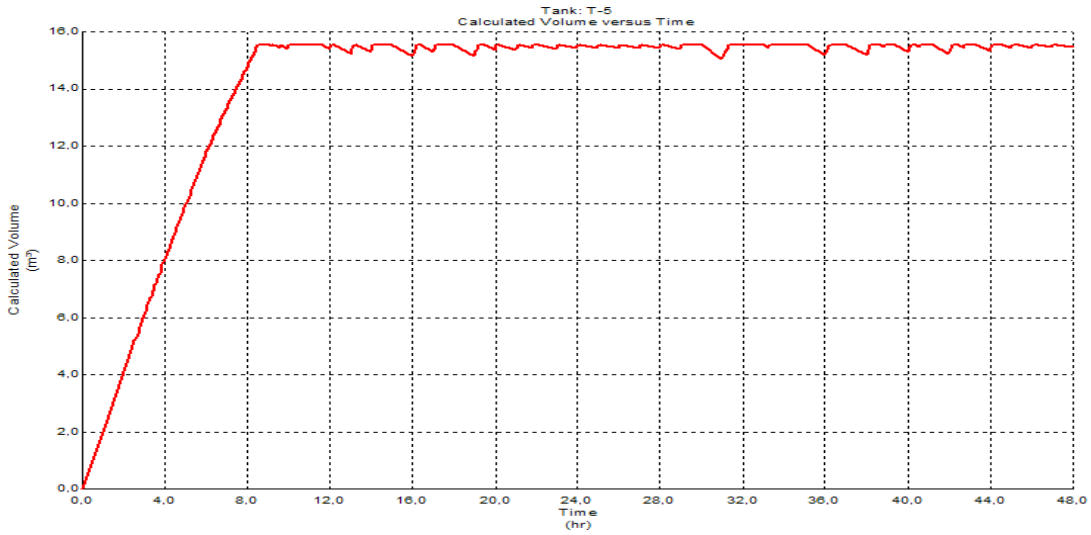


Fig.(7.44) Tiempo de llenado del sector El Trébol 2017

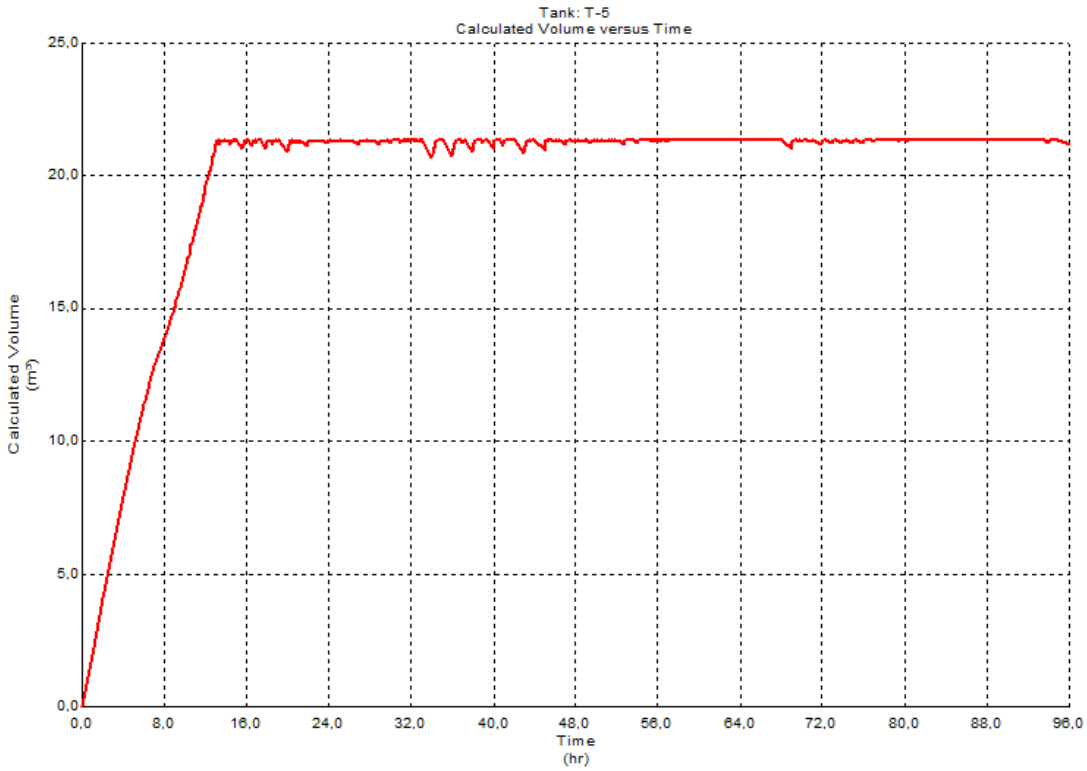


Fig.(7.45) Tiempo de llenado del sector El Trébol 2035

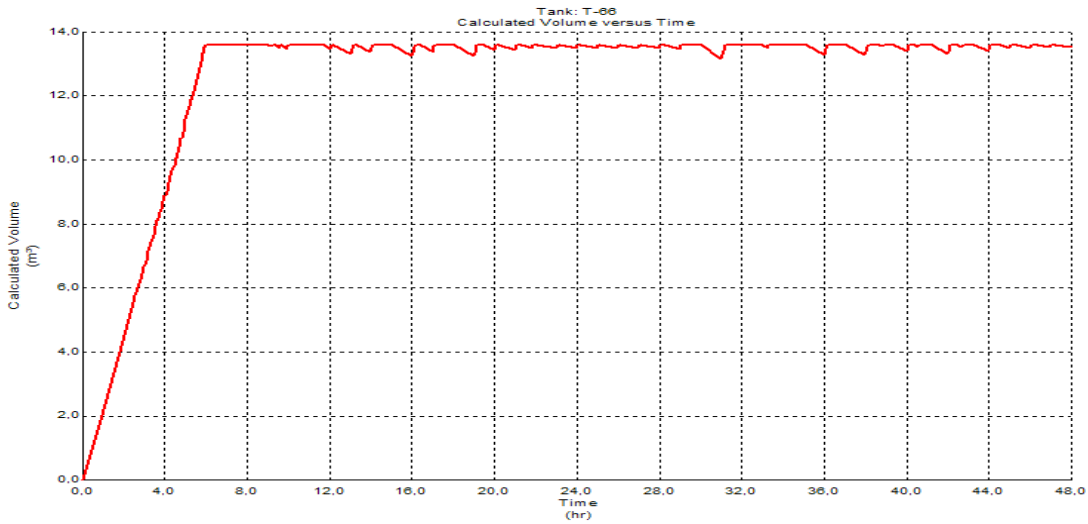


Fig.(7.46) Tiempo de llenado del sector La Enea 2017

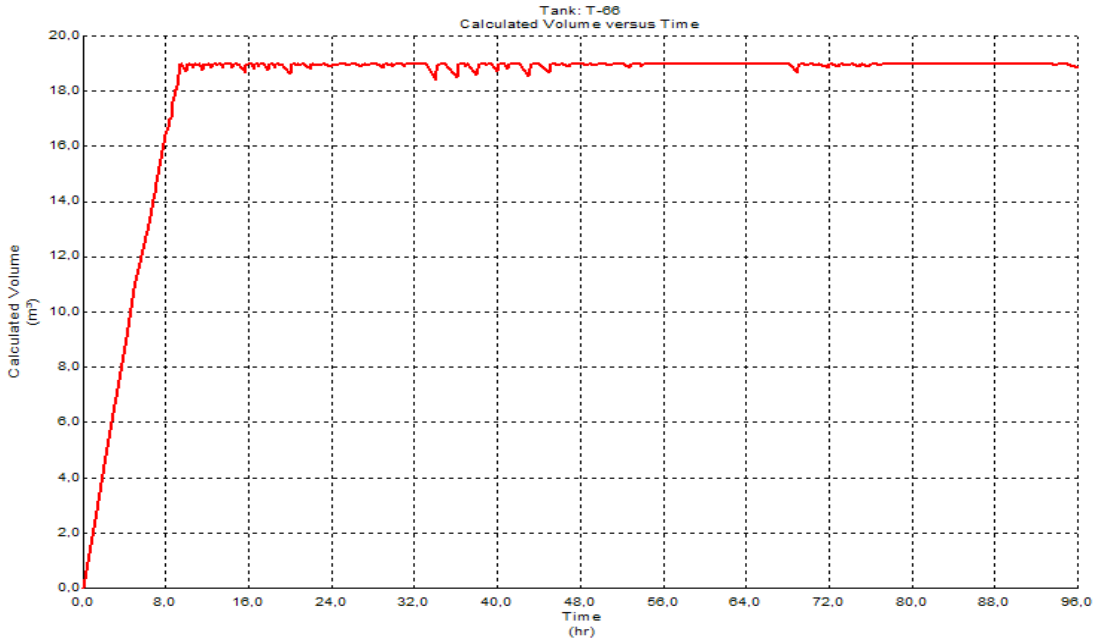


Fig.(7.47) Tiempo de llenado del sector La Enea 2035

7.3.6 LA LAGUNA

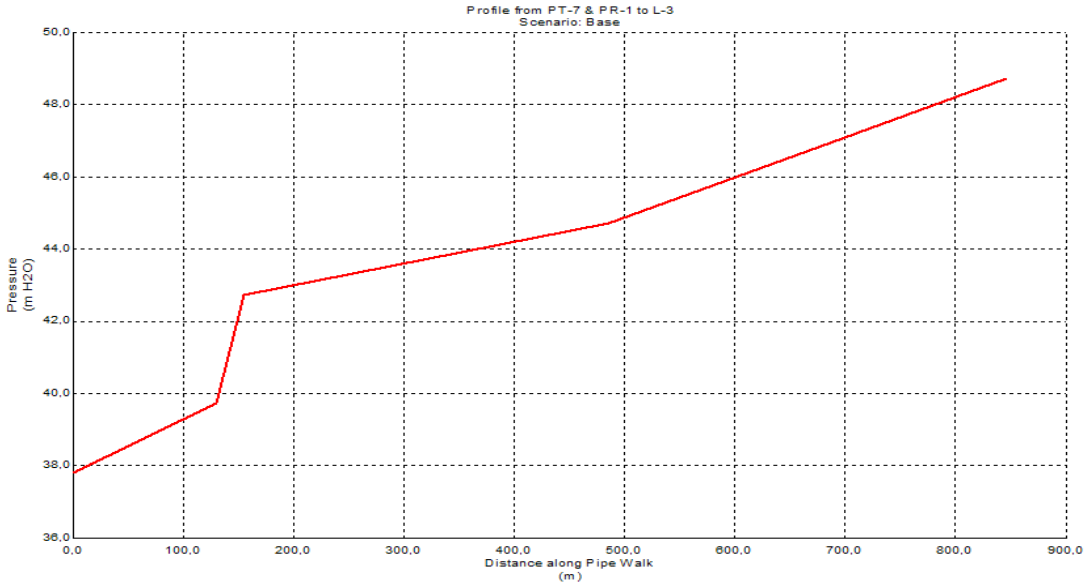


Fig. (7.48) Perfil de presiones & Estanques inactivos-La Laguna

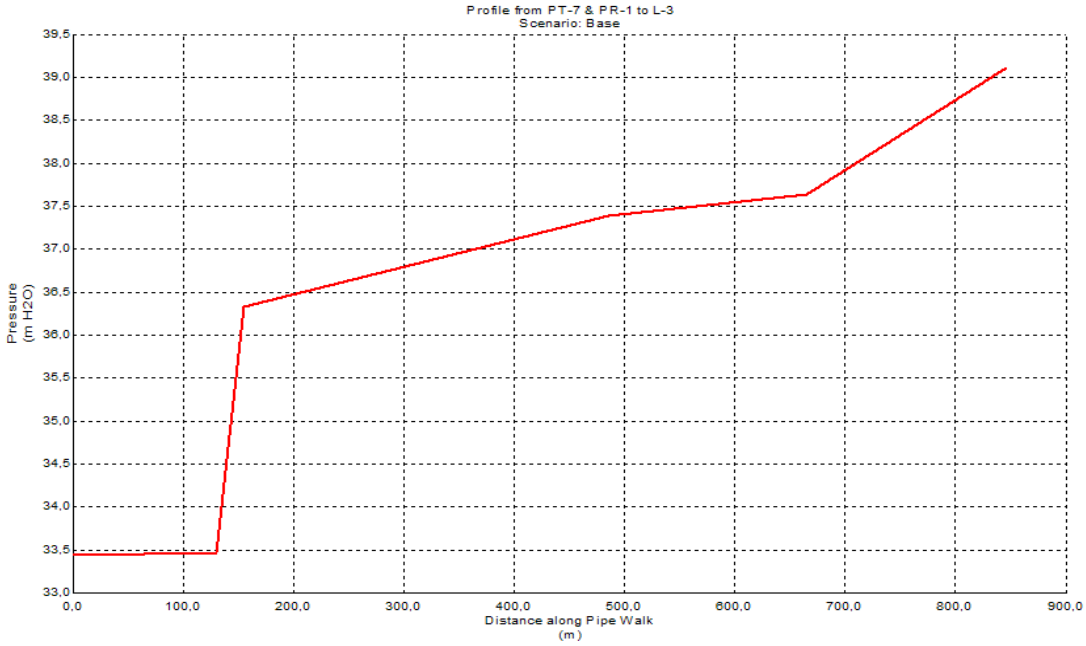


Fig. (7.49) Perfil de presiones & Estanques activos-La Laguna

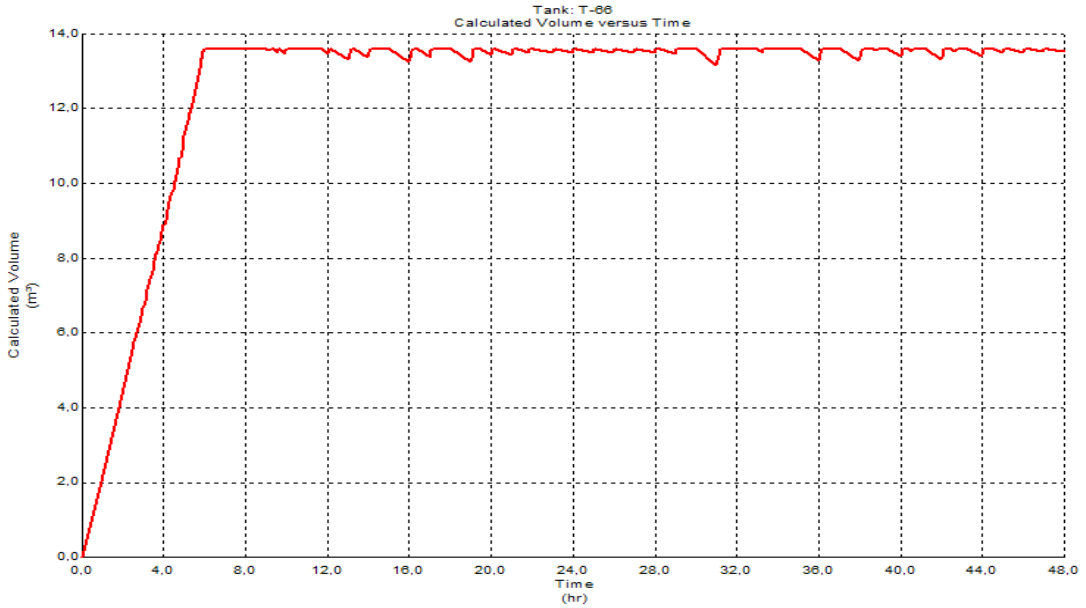


Fig.(7.50) Tiempo de llenado del sector La Laguna 2017

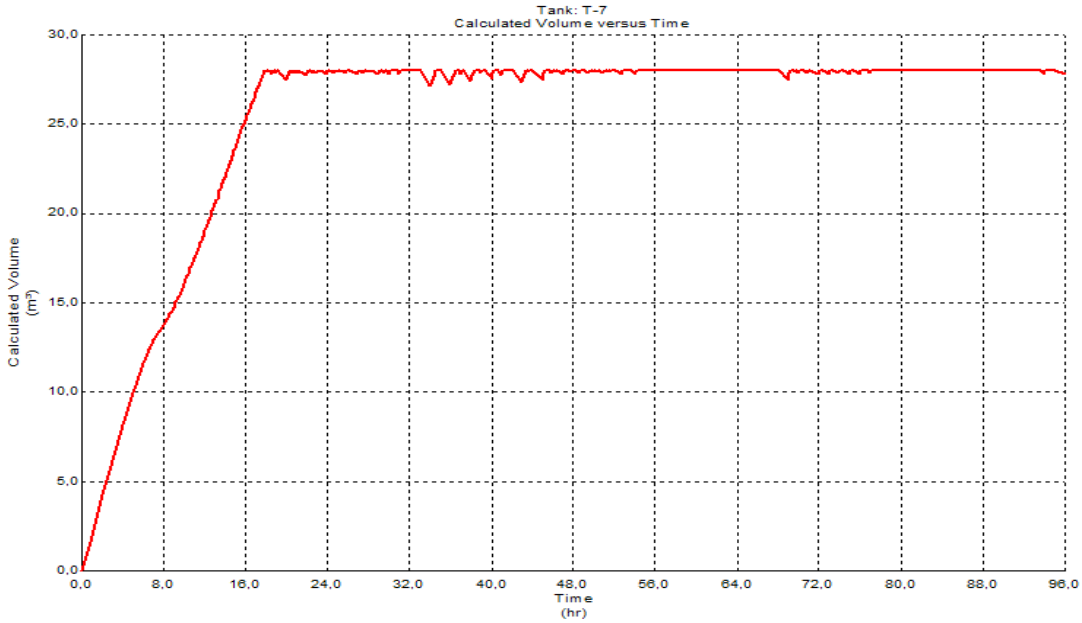


Fig.(7.51) Tiempo de llenado del sector La Laguna 2035

7.3.7 CACHICAMO

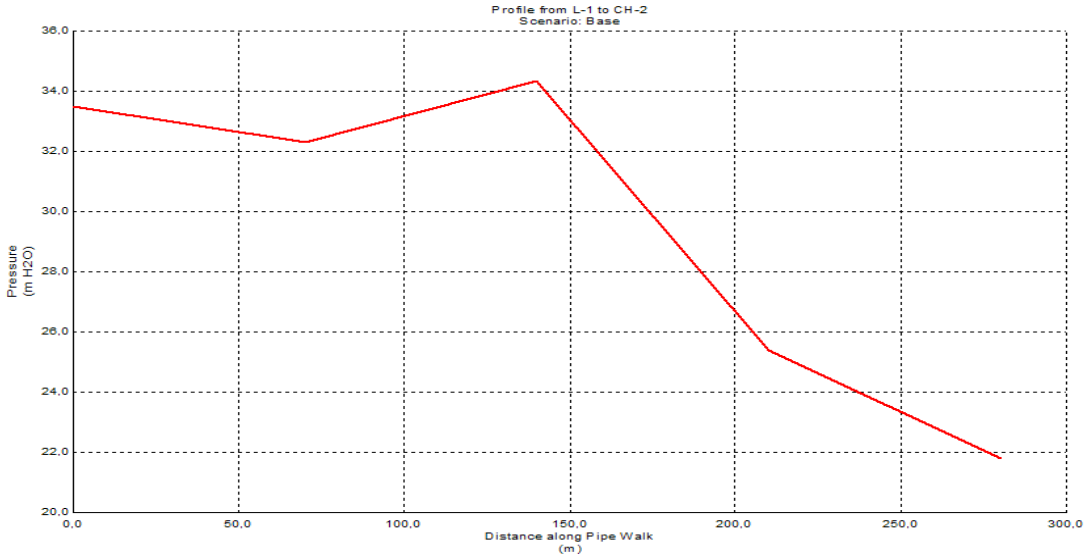


Fig. (7.52) Perfil de presiones & Estanques activos-Cachicamo

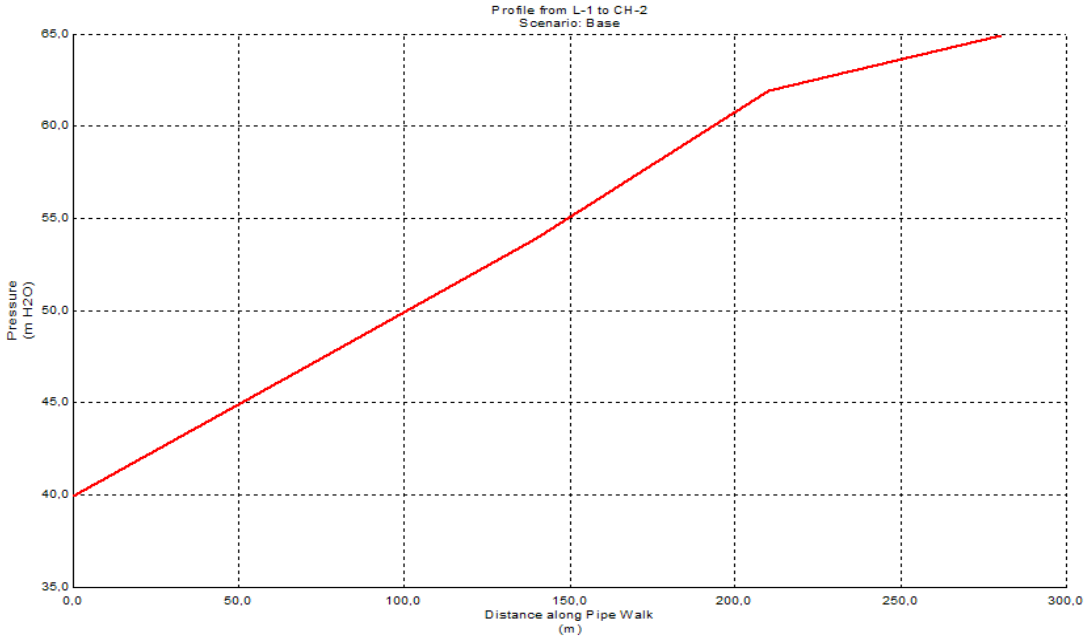


Fig. (7.53) Perfil de presiones & Estanques inactivos-Cachicamo

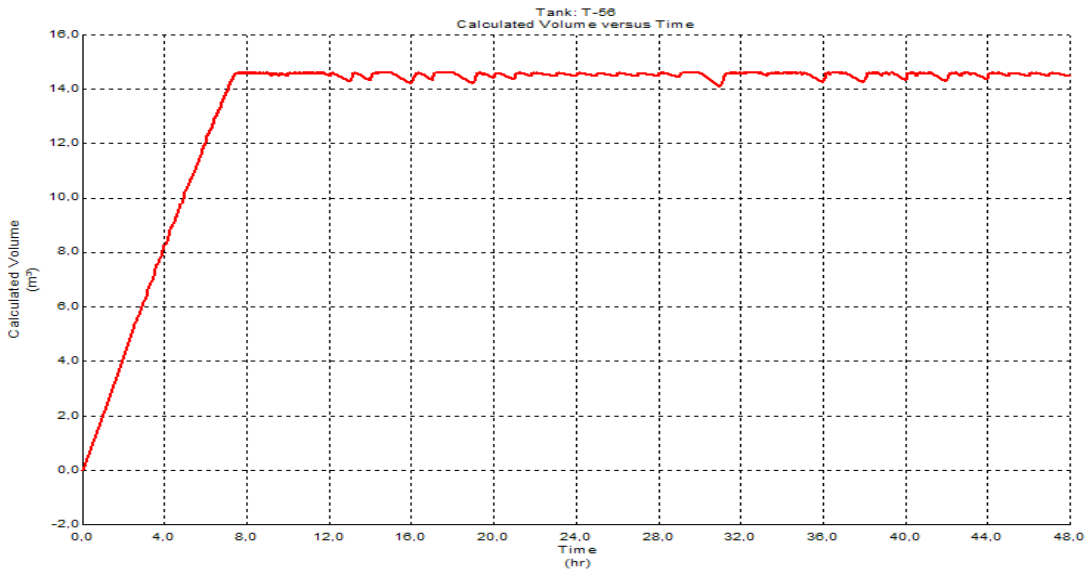


Fig.(7.54) Tiempo de llenado del sector Cachicamo 2017

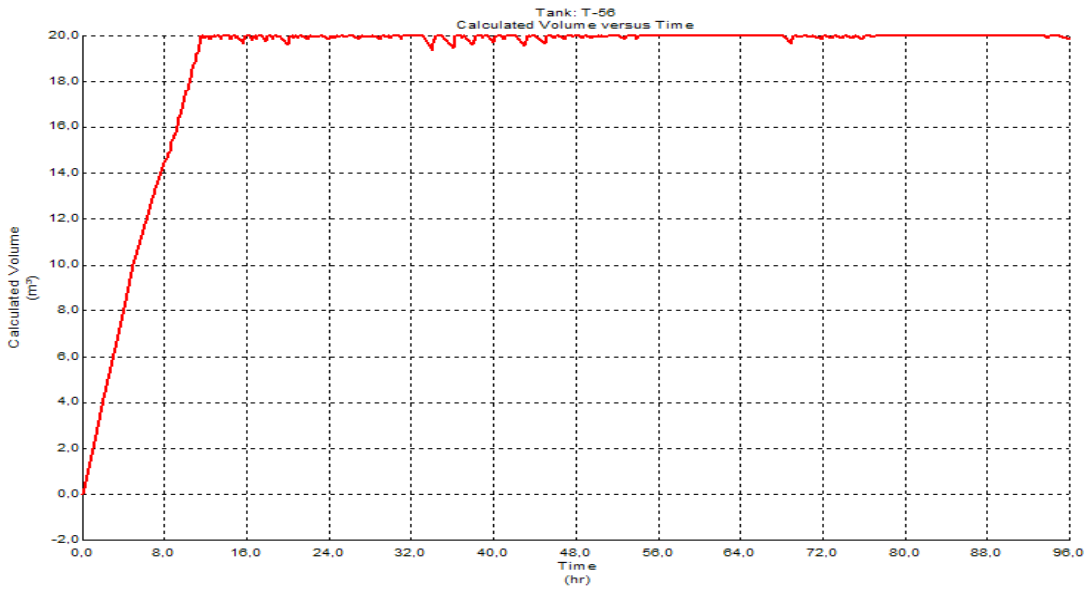


Fig. (7.55) Tiempo de llenado del sector Cachicamo 2035

7.4 VELOCIDADES EN LOS SECTORES PARA LOS DOS ESCENARIOS 2017 / 2035

SECTORES RED ALTA		VELOCIDAD MAXIMA (m/s)	
DISTRIBUCION PRINCIPAL	DIAMETRO (in)	4	
	2017 / 2035	**1,83 / 1,83**	
TOPO DE LA CRUZ	DIAMETRO (in)	1,5	
	2017 / 2035	**1,64 / 1,60**	
AGUA MALUCA	DIAMETRO (in)	2	1,5
	2017 / 2035	**1,8 / 1,8**	**1,66 / 1,66**
TREBOL	DIAMETRO (in)	2	
	2017 / 2035	**1,78 / 1,79**	
ENEA	DIAMETRO (in)	2	1
	2017 / 2035	**1, 30 / 1,30**	**1,30 / 1,21**
CACHICAMO	DIAMETRO (in)	1,5	1
	2017 / 2035	**1,63 / 1,7**	**1,45 / 1,6**
LA LAGUNA	DIAMETRO (in)	3	2
	2017 / 2035	**1,10 / 1,10**	**0,65 / 0,65**

Tabla (7.4) Velocidades en la Red Alta para el 2017 y 2035

SECTORES RED BAJA		VELOCIDAD MAXIMA (m/s)	
DISTRIBUCION PRINCIPAL	DIAMETRO (in)	6	
	2017 / 2035	**1,33 / 1,54**	
PARTE ALTA	DIAMETRO (in)	2,5	2
	2017 / 2035	**1,47 / 1,32**	**1,16 / 1,40**
VIA EL TANQUE	DIAMETRO (in)	1,5	
	2017 / 2035	**0,97 / 1,24**	
LIRIOS INTERMEDIO	DIAMETRO (in)	3	2,5
	2017 / 2035	**1,68 / 1,65**	**0,80 / 0,80**
PARTE BAJA	DIAMETRO (in)	4	3
	2017 / 2035	**1,84 / 1,90**	**1,81 / 1,42**
AUTOPISTA	DIAMETRO (in)	2	1,5
	2017 / 2035	**1,91 / 1,91**	**1,74 / 1,74**
COROSOS	DIAMETRO (in)	3	2
	2017 / 2035	**1,49 / 1,49**	**1,85 / 1,85**

Tabla (7.3) Velocidades en la Red Baja para el 2017 y 2035

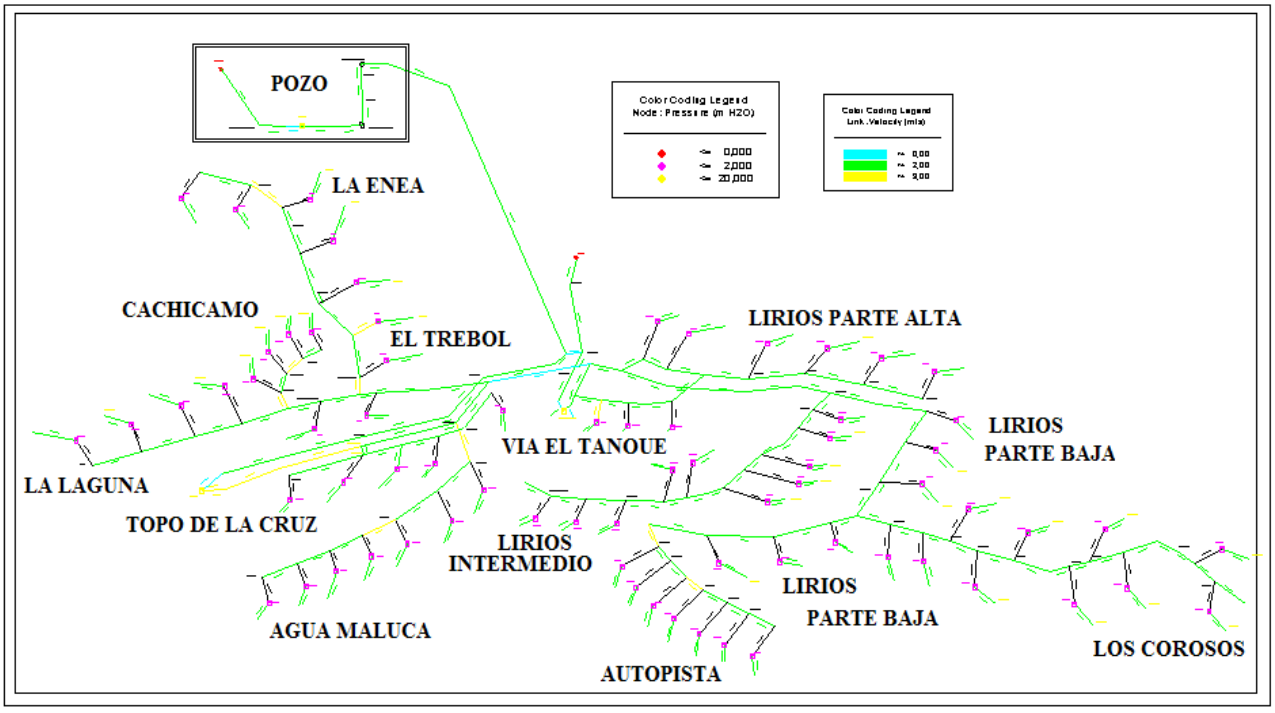


Fig. (7.56) Configuración de la simulación hidráulica en WaterGEMS para el 2035

CAPÍTULO VIII

CÓMPUTOS MÉTRICOS

La realización de los cómputos métricos que a continuación mostraremos vienen bajo las normativas y formatos de HIDROCAPITAL, en donde se describen las actividades de las obras a realizar, para la ejecución del proyecto por los diferentes subsectores estudiados en el nuevo diseño de abastecimiento del Sector Los Lirios, que incluye movimientos de tierra, colocación de tuberías y accesorios, obras de concreto y pavimento, instalación de válvulas y señalización de la vía, en los días estimados que dure los trabajos.

Por otra parte también se realiza un listado de suministros para la colocación de la tubería como lo son: válvulas, accesorios, bridas en PEAD y acero.

Para el cálculo de los cómputos métricos se contó con partidas vigentes de la empresa HIDROCAPITAL, para el período 2010. Se solicitaron presupuestos a empresas especializadas en tuberías de PEAD y sus accesorios como es: Revinca y Sergeca, en válvulas a las empresas CLA-VAL y Fimaca, y para accesorios menores a diferentes ferreterías.

Solo faltan los cómputos métricos para la realización de los estanques en la Red Baja y la Red Alta, que por responsabilidad no nos atrevimos a estimar ya que depende del Área de Proyecto de HIDROCAPITAL, de la sede de Caracas, que cuenta con Ingenieros Geólogos y Civiles especialistas en estas obras.

HIDROCAPITAL
Una herramienta de la revolución

CÓMPUTOS MÉTRICOS
TUBERIA PRINCIPAL RED ALTA

ITEM	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UND	CTD	P.U.	P.T.
		ACTIVIDADES DE OBRAS				
	13	**REPLANTEO**				
1	132	Replanteo auxiliar	Km	1,07	5.484,37	5.873,76
	2	**MOVIMIENTO DE TIERRA**				
	21	**EXCAVACIÓN**				
2	S/C INOS	Excavación y demolición con maquina zanjadora	m	1.071,00	40,00	42.840,00
3	212-141	Excavación de zanjas en tierra entre 0-1,5 m (mano)	m^3	3,00	156,00	468,00
4	S/C INOS	Transporte de Zanjadora	und	2,00	2.000,00	4.000,00
	22	**RELLENO**				
5	221-11	Relleno compactado con tierra material de la excavación al 95% de compactación	m^3	64,26	37,26	2.394,33
6	222-22	Relleno con material de préstamo arena al 95% de compactación	m^3	12,85	474,79	6.102,00
7	227-22	Relleno compactado con material de préstamo tierra al 95% de compactación.	m^3	21,42	184,59	3.953,92
8	222-23	Relleno con material de préstamo piedra picada	m^3	10,71	186,96	2.002,34
	23	**BOTE**				
9	232-4	Bote sin arreglo entre 10 - 20 Km. incluye carga, transporte y descarga.	m^3	12,85	42,34	544,15
	3	**COLOCACIÓN DE TUBERÍAS Y ACCESORIOS. INCLUYE TRANSPORTE DE TUBERÍA HASTA 15 Km.**				
	31	**TUBERÍAS PREFABRICADAS**				
	311	**TUBERÍA P.V.C Y OTROS PLÁSTICOS**				
10	316-0421	Colocación de tubería y accesorios de PEAD Ø 4"	m	1.071,00	17,94	19.213,74
	4	**OBRAS DE CONCRETO Y PAVIMENTOS**				
	44	**RECONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTOS**				
11	441-23	PAVIMENTO DE CONCRETO (PREMEZCLADO), Rcc=210 Kg/cm²	m^3	21,42	1.240,09	26.562,73
	443	**PAVIMENTOS DE ASFALTO EN CALIENTE**				
12	443-0	RECONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO MEZCLA ASFÁLTICA CALIENTE (INCLUYE SUMINISTRO, TRANSPORTE, COLOCACIÓN, IMPRIMACIÓN O RIEGO)	Ton	24,63	479,98	11.823,35
	864-1	**INSTALACIÓN DE VÁLVULAS**				
13	864-5	Transporte y montaje de válvulas de 4"	Pza.	2,00	1.154,38	2.308,76
	89	**SEÑALIZACIÓN DE VÍAS**				
	891	**DIURNA**				
14	891-2	Señalización diurna (suministro contratista, conos, avisos metálicos y planchas de acero, etc.)	día	12,00	54,65	655,80
	892	**NOCTURNA**				
15	892-1	Señalización nocturna (excluye cinta de seguridad y plancha de acero)	día	12,00	28,98	347,76
		TOTAL ACTIVIDADES DE OBRA				**129.090,64**
		SUMINISTROS				
ITEM	**CÓDIGO**	**DESCRIPCIÓN**	**UND**	**CTD**	**P.U.**	**P.T.**
16	S/C INOS	Tubería PEAD 100 DN= 4 in (110mm) SDR 11 - 235 psi	m	839,00	74,36	62.388,04
17	S/C INOS	Tubería PEAD 100 DN= 4 in (110mm) SDR 15,5 - 160 psi	m	402,00	51,09	20.538,18
18	S/C INOS	Válvula Combinada reductora y sostenedora de presión tipo globo DN = 4 in marca CLA-VAL modelo 92-01 bridada ANSI 150	und	1,00	5.500,00	5.500,00
19	S/C INOS	Válvula de compuerta operación dado DN = 4 in bridada ANSI 150	und	3,00	1.152,00	3.456,00

HIDROCAPITAL
Una herramienta de la revolución

CÓMPUTOS MÉTRICOS
TUBERIA PRINCIPAL RED ALTA

ITEM	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UND	CTD	P.U.	P.T.
20	S/C INOS	Brida en PEAD ANSI 150 DN = 4 in	und	14,00	110,00	1.540,00
21	S/C INOS	Construcción Tee acero A-53 DN=4 derivación a DN=2 bridada ANSI 150	und	3,00	1.281,00	3.843,00
22	S/C INOS	Construcción Tee acero A-53 DN=4 in derivación a DN=1,5 in bridada ANSI 150	und	1,00	890,00	890,00
23	S/C INOS	Ventosa automática de admisión y expulsión de aire DN = 1 in extremo roscado	und	2,00	1.911,00	3.822,00
24	S/C INOS	Válvula Tipo bola DN = 1 in roscada	und	2,00	141,51	283,02
25	S/C INOS	Faja toma simple 4 x 1 in	und	2,00	34,94	69,88
26	S/C INOS	Anillo liso ASTM DN = 1 in H.G.	und	2,00	12,34	24,68
TOTAL SUMINISTROS						**102.354,80**
SUB-TOTAL						**231.445,44**
IVA 12%						**27.773,45**
				TOTAL (Bs.F.)		***259.218,89***

HIDROCAPITAL
Una herramienta de la revolución

CÓMPUTOS MÉTRICOS
TOPO DE LA CRUZ

ITEM	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UND	CTD	P.U.	P.T.
		ACTIVIDADES DE OBRAS				
	13	**REPLANTEO**				
1	132	Replanteo auxiliar	Km	0,439	5.484,37	2.407,64
	2	**MOVIMIENTO DE TIERRA**				
	21	**EXCAVACIÓN**				
2	S/C INOS	Excavación y demolición con maquina zanjadora	m	439,00	40,00	17.560,00
3	212-141	Excavación de zanjas en tierra entre 0-1,5 m (mano)	m^3	2,33	156,00	362,70
4	S/C INOS	Transporte de Zanjadora	und	2,00	2.000,00	4.000,00
	22	**RELLENO**				
5	221-11	Relleno compactado con tierra material de la excavación al 95% de compactación	m^3	26,34	37,26	981,43
6	222-22	Relleno con material de préstamo arena al 95% de compactación	m^3	5,27	474,79	2.501,19
7	227-22	Relleno base granular de arena	m^3	8,78	184,59	1.620,70
8	222-23	Relleno con material de préstamo piedra picada	m^3	4,39	186,96	820,75
	23	**BOTE**				
9	232-4	Bote sin arreglo entre 10 - 20 Km. incluye carga, transporte y descarga.	m^3	5,27	42,34	223,05
	3	**COLOCACIÓN DE TUBERÍAS Y ACCESORIOS. INCLUYE TRANSPORTE DE TUBERÍA HASTA 15 Km.**				
	31	**TUBERÍAS PREFABRICADAS**				
	311	**TUBERÍA P.V.C Y OTROS PLÁSTICOS**				
10	316-0421	Colocación de tubería y accesorios de PEAD Ø 1,5"	m	439,00	17,90	7.858,10
	4	**OBRAS DE CONCRETO Y PAVIMENTOS**				
	44	**RECONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTOS**				
11	441-23	PAVIMENTO DE CONCRETO (PREMEZCLADO), Rcc=210 Kg/cm²	m^3	8,78	1.240,09	10.887,99
	443	**PAVIMENTOS DE ASFALTO EN CALIENTE**				
12	443-0	RECONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO MEZCLA ASFÁLTICA CALIENTE (INCLUYE SUMINISTRO, TRANSPORTE, COLOCACIÓN, IMPRIMACIÓN O RIEGO)	Ton	10,10	479,98	4.846,36
	33	**PIEZAS ESPECIALES DE ACUEDUCTO**				
	334	**CONEXIÓN DOMICILIARIA**				
13	334-3A	Construcción de conexión domiciliaria de agua potable D=1/2".(incluye 1 m tubería 0,5 m tubería de cobre y accesorios)	Und	50,00	320,00	16.000,00
	864-1	**INSTALACIÓN DE VÁLVULAS**				
14	864-5	Transporte y montaje de válvula de 1,5"	Pza.	1,00	1.154,38	1.154,38
	89	**SEÑALIZACIÓN DE VÍAS**				
	891	**DIURNA**				
15	891-2	Señalización diurna (suministro contratista, conos, avisos metálicos y planchas de acero, etc.)	día	5,00	54,65	273,25
	892	**NOCTURNA**				
16	892-1	Señalización nocturna (excluye cinta de seguridad y plancha de acero)	día	5,00	28,98	144,90
		TOTAL ACTIVIDADES DE OBRA				**71.642,44**
		SUMINISTROS				
ITEM	**CÓDIGO**	**DESCRIPCIÓN**	**UND**	**CTD**	**P.U.**	**P.T.**
17	S/C INOS	Tubería PEAD 100 DN = 1.5 in (40mm) SRD 15.5 de 160 psi	m	439,00	6,91	3.033,49
18	S/C INOS	Unión rápida 1,5 in (40 mm)	und	4,00	28,65	114,60
19	S/C INOS	Medidor de agua 5/8" + juego cuplones 5/8 a 1/2 + válvula de pase rápido de 1/2"	und	31,00	308,70	9.569,70
20	S/C INOS	Suministro Caja Troncocónica para medidor.	und	31,00	190,00	5.890,00
21	S/C INOS	Faja toma simple 1,5 x 1/2 in	und	31,00	16,56	513,36
22	S/C INOS	Brida en acero ANSI 150 DN = 1,5 in con rosca interna NPT	und	1,00	110,00	110,00
23	S/C INOS	Tee rápida DN = 1,5 in	und	2,00	40,97	81,94
24	S/C INOS	Válvula tipo bola DN = 1,5 in	und	2,00	275,00	550,00
25	S/C INOS	Adaptador macho DN = 1,5 in	und	6,00	21,56	129,36

HIDROCAPITAL
Una herramienta de la revolución

CÓMPUTOS MÉTRICOS
TOPO DE LA CRUZ

ITEM	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UND	CTD	P.U.	P.T.
26	S/C INOS	Tapón hembra DN = 1,5 in H.F	und	2,00	22,50	45,00
27	S/C INOS	Válvula de compuerta operación dado DN = 1,5 in bridada ANSI 150	und	1,00	650,00	650,00
TOTAL SUMINISTROS						**20.687,45**
SUB-TOTAL						**92.329,89**
IVA 12%						**11.079,59**
				TOTAL (Bs.F.)		***103.409,48***

HIDROCAPITAL
Una herramienta de la revolución

CÓMPUTOS MÉTRICOS
AGUA MALUCA

ITEM	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UND	CTD	P.U.	P.T.
		ACTIVIDADES DE OBRAS				
	13	**REPLANTEO**				
1	132	Replanteo auxiliar	Km	0,339	5.484,37	1.859,20
	2	**MOVIMIENTO DE TIERRA**				
	21	**EXCAVACIÓN**				
2	S/C INOS	Excavación y demolición con maquina zanjadora	m	339,00	40,00	13.560,00
3	212-141	Excavación de zanjas en tierra entre 0-1,5 m (mano)	m^3	3,68	156,00	573,30
4	S/C INOS	Transporte de Zanjadora	und	2,00	2.000,00	4.000,00
	22	**RELLENO**				
5	221-11	Relleno compactado con tierra material de la excavación al 95% de compactación	m^3	20,34	37,26	757,87
6	222-22	Relleno con material de préstamo arena al 95% de compactación	m^3	4,07	474,79	1.931,45
7	227-22	Relleno base granular de arena	m^3	6,78	184,59	1.251,52
8	222-23	Relleno con material de préstamo piedra picada	m^3	3,39	186,96	633,79
	23	**BOTE**				
9	232-4	Bote sin arreglo entre 10 - 20 Km. incluye carga, transporte y descarga.	m^3	4,07	42,34	172,24
	3	**COLOCACIÓN DE TUBERÍAS Y ACCESORIOS. INCLUYE TRANSPORTE DE TUBERÍA HASTA 15 Km.**				
	31	**TUBERÍAS PREFABRICADAS**				
	311	**TUBERÍA P.V.C Y OTROS PLÁSTICOS**				
10	316-0421	Colocación de tubería y accesorios de PEAD Ø 2" y 1,5"	m	339,00	17,94	6.081,66
	4	**OBRAS DE CONCRETO Y PAVIMENTOS**				
	44	**RECONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTOS**				
11	441-23	PAVIMENTO DE CONCRETO (PREMEZCLADO), Rcc=210 Kg/cm²	m^3	6,78	1.240,09	8.407,81
	443	**PAVIMENTOS DE ASFALTO EN CALIENTE**				
12	443-0	RECONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO MEZCLA ASFÁLTICA CALIENTE (INCLUYE SUMINISTRO, TRANSPORTE, COLOCACIÓN, IMPRIMACIÓN O RIEGO)	Ton	7,80	479,98	3.742,40
	33	**PIEZAS ESPECIALES DE ACUEDUCTO**				
	334	**CONEXIÓN DOMICILIARIA**				
13	334-3A	Construcción de conexión domiciliaria de agua potable D=1/2".(incluye 1 m tubería 0,5 m tubería de cobre y accesorios)	Und	49,00	320,00	15.680,00
	864-1	**INSTALACIÓN DE VÁLVULAS**				
14	864-5	Transporte y montaje de válvula de 2"	Pza.	1,00	1.154,38	1.154,38
	89	**SEÑALIZACIÓN DE VÍAS**				
	891	**DIURNA**				
15	891-2	Señalización diurna (suministro contratista, conos, avisos metálicos y planchas de acero, etc.)	día	4,00	54,65	218,60
	892	**NOCTURNA**				
16	892-1	Señalización nocturna (excluye cinta de seguridad y plancha de acero)	día	4,00	28,90	115,60
		TOTAL ACTIVIDADES DE OBRA				**60.139,82**
		SUMINISTROS				
ITEM	**CÓDIGO**	**DESCRIPCIÓN**	**UND**	**CTD**	**P.U.**	**P.T.**
17	S/C INOS	Tubería PEAD DN=2 in (50mm) SDR 17 - 150 psi	m	173,00	10,72	1.854,56
18	S/C INOS	Tubería PEAD DN=1,5 in (40mm) SDR 13 - 185 psi	m	166,00	8,43	1.399,38
19	S/C INOS	Reducción rápida 2 x 1,5 in	und	1,00	41,59	41,59
20	S/C INOS	Unión rápida 2 in (50 mm)	und	2,00	33,89	67,78
21	S/C INOS	Unión rápida 1,5 in (40 mm)	und	2,00	28,65	57,30
22	S/C INOS	Medidor de agua 5/8" + juego cuplones 5/8 a 1/2 + válvula de pase rápido de 1/2"	und	49,00	308,70	15.126,30
23	S/C INOS	Suministro Caja Troncocónica para medidor.	und	49,00	190,00	9.310,00
24	S/C INOS	Faja toma simple 2 x 1/2 in	und	25,00	14,19	354,75

HIDROCAPITAL
Una herramienta de la revolución

CÓMPUTOS MÉTRICOS
AGUA MALUCA

ITEM	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UND	CTD	P.U.	P.T.
25	S/C INOS	Faja toma simple 1,5 x 1/2 in	und	24,00	8,52	204,48
26	S/C INOS	Brida en acero ANSI 150 DN = 2 in con rosca interna NPT	und	1,00	72,00	72,00
27	S/C INOS	Tee rápida DN = 1,5 in	und	1,00	40,97	40,97
28	S/C INOS	Válvula tipo bola DN = 1,5 in	und	1,00	275,00	275,00
29	S/C INOS	Adaptador macho DN = 1,5 in	und	3,00	16,64	49,92
30	S/C INOS	Tapón hembra DN = 1,5 in H.F	und	1,00	22,50	22,50
31	S/C INOS	Válvula de compuerta operación dado DN = 2 in bridada ANSI 150	und	1,00	635,00	635,00
TOTAL SUMINISTROS						**29.511,53**
SUB-TOTAL						**89.651,35**
IVA 12%						**10.758,16**
				TOTAL (Bs.F.)		***100.409,52***

HIDROCAPITAL
Una herramienta de la revolución

CÓMPUTOS MÉTRICOS
LA LAGUNA

ITEM	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UND	CTD	P.U.	P.T.
		ACTIVIDADES DE OBRAS				
	13	**REPLANTEO**				
1	132	Replanteo auxiliar	Km	0,820	5.484,37	4.497,18
	2	**MOVIMIENTO DE TIERRA**				
	21	**EXCAVACIÓN**				
2	S/C INOS	Excavación y demolición con maquina zanjadora	m	820,00	40,00	32.800,00
3	212-141	Excavación de zanjas en tierra entre 0-1,5 m (mano)	m^3	3,23	156,00	503,10
4	S/C INOS	Transporte de Zanjadora	und	2,00	2.000,00	4.000,00
	22	**RELLENO**				
5	221-11	Relleno compactado con tierra material de la excavación al 95% de compactación	m^3	49,20	37,26	1.833,19
6	222-22	Relleno con material de préstamo arena al 95% de compactación	m^3	9,84	474,79	4.671,93
7	227-22	Relleno base granular de arena	m^3	16,40	184,59	3.027,28
8	222-23	Relleno con material de préstamo piedra picada	m^3	8,20	186,96	1.533,07
	23	**BOTE**				
9	232-4	Bote sin arreglo entre 10 - 20 Km. incluye carga, transporte y descarga.	m^3	9,84	42,34	416,63
	3	**COLOCACIÓN DE TUBERÍAS Y ACCESORIOS. INCLUYE TRANSPORTE DE TUBERÍA HASTA 15 Km.**				
	31	**TUBERÍAS PREFABRICADAS**				
	311	**TUBERÍA P.V.C Y OTROS PLÁSTICOS**				
10	316-0421	Colocación de tubería y accesorios de PEAD Ø 1,5"	m	820,00	17,94	14.710,80
	4	**OBRAS DE CONCRETO Y PAVIMENTOS**				
	44	**RECONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTOS**				
11	441-23	PAVIMENTO DE CONCRETO (PREMEZCLADO), Rcc=210 Kg/cm²	m^3	16,40	1.240,09	20.337,48
	443	**PAVIMENTOS DE ASFALTO EN CALIENTE**				
12	443-0	RECONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO MEZCLA ASFÁLTICA CALIENTE (INCLUYE SUMINISTRO, TRANSPORTE, COLOCACIÓN, IMPRIMACIÓN O RIEGO)	Ton	18,86	479,98	9.052,42
	33	**PIEZAS ESPECIALES DE ACUEDUCTO**				
	334	**CONEXIÓN DOMICILIARIA**				
13	334-3A	Construcción de conexión domiciliaria de agua potable D=1/2".(incluye 1 m tubería 0,5 m tubería de cobre y accesorios)	Und	50,00	320,00	16.000,00
	864-1	**INSTALACIÓN DE VÁLVULAS**				
14	864-5	Transporte y montaje de válvula de 4"	Pza.	1,00	1.154,38	1.154,38
	89	**SEÑALIZACIÓN DE VÍAS**				
	891	**DIURNA**				
15	891-2	Señalización diurna (suministro contratista, conos, avisos metálicos y planchas de acero, etc.)	día	8,00	54,65	437,20
	892	**NOCTURNA**				
16	892-1	Señalización nocturna (excluye cinta de seguridad y plancha de acero)	día	8,00	28,98	231,84
		TOTAL ACTIVIDADES DE OBRA				**115.206,50**
		SUMINISTROS				
ITEM	**CÓDIGO**	**DESCRIPCIÓN**	**UND**	**CTD**	**P.U.**	**P.T.**
15	S/C INOS	Tubería PEAD 100 DN=3 in (75 mm) SDR 17 - 150 psi	m	485,00	23,90	11.591,50
16	S/C INOS	Tubería PEAD 100 DN=2 in (50 mm) SDR 17 - 150 psi	m	335,00	10,72	3.591,20
17	S/C INOS	Unión rápida 3 in (75 mm)	und	4,00	77,63	310,52
18	S/C INOS	Unión rápida 2,5 in (50 mm)	und	3,00	33,89	101,67
19	S/C INOS	Reducción rápida 3 x 2 in	und	1,00	89,26	89,26
20	S/C INOS	Tee rápida DN = 2 in	und	1,00	56,07	56,07
21	S/C INOS	Válvula tipo bola DN = 2 in	und	1,00	394,94	394,94
22	S/C INOS	Adaptador macho DN = 2 in	und	3,00	21,56	64,68
23	S/C INOS	Tapón hembra DN = 2 in H.F	und	1,00	22,50	22,50

HIDROCAPITAL
Una herramienta de la revolución

CÓMPUTOS MÉTRICOS
LA LAGUNA

ITEM	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UND	CTD	P.U.	P.T.
24	S/C INOS	Medidor de agua 5/8" + juego cuplones 5/8 a 1/2 + válvula de pase rápido de 1/2"	und	43,00	308,70	13.274,10
25	S/C INOS	Suministro Caja Troncocónica para medidor.	und	43,00	190,00	8.170,00
26	S/C INOS	Faja toma simple 3 x 1/2 in	und	23,00	22,50	517,50
27	S/C INOS	Faja toma simple 2 x 1/2 in	und	20,00	14,19	283,80
28	S/C INOS	Válvula de compuerta operación dado DN = 4 in bridada ANSI 150	und	1,00	1.152,00	1.152,00
TOTAL SUMINISTROS						**39.619,74**
SUB-TOTAL						**154.826,24**
IVA 12%						**18.579,15**
				TOTAL (Bs.F.)		***173.405,39***

HIDROCAPITAL
Una herramienta de la revolución

CÓMPUTOS MÉTRICOS
CACHICAMO

ITEM	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UND	CTD	P.U.	P.T.
		ACTIVIDADES DE OBRAS				
	13	**REPLANTEO**				
1	132	Replanteo auxiliar	Km	0,280	5.484,37	1.535,62
	2	**MOVIMIENTO DE TIERRA**				
	21	**EXCAVACIÓN**				
2	S/C INOS	Excavación y demolición con maquina zanjadora	m	280,00	40,00	11.200,00
3	212-141	Excavación de zanjas en tierra entre 0-1,5 m (mano)	m^3	1,88	156,00	292,50
4	S/C INOS	Transporte de Zanjadora	und	2,00	2.000,00	4.000,00
	22	**RELLENO**				
5	221-11	Relleno compactado con tierra material de la excavación al 95% de compactación	m^3	16,80	37,26	625,97
6	222-22	Relleno con material de préstamo arena al 95% de compactación	m^3	3,36	474,79	1.595,29
7	227-22	Relleno base granular de arena	m^3	5,60	184,59	1.033,70
8	222-23	Relleno con material de préstamo piedra picada	m^3	2,80	186,96	523,49
	23	**BOTE**				
9	232-4	Bote sin arreglo entre 10 - 20 Km. incluye carga, transporte y descarga.	m^3	3,36	42,34	142,26
	3	**COLOCACIÓN DE TUBERÍAS Y ACCESORIOS. INCLUYE TRANSPORTE DE TUBERÍA HASTA 15 Km.**				
	31	**TUBERÍAS PREFABRICADAS**				
	311	**TUBERÍA P.V.C Y OTROS PLÁSTICOS**				
10	316-0421	Colocación de tubería y accesorios de PEAD Ø 1,5" y 1"	m	280,00	17,94	5.023,20
	4	**OBRAS DE CONCRETO Y PAVIMENTOS**				
	44	**RECONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTOS**				
11	441-23	PAVIMENTO DE CONCRETO (PREMEZCLADO), Rcc=210 Kg/cm²	m^3	5,60	1.240,09	6.944,50
	443	**PAVIMENTOS DE ASFALTO EN CALIENTE**				
12	443-0	RECONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO MEZCLA ASFÁLTICA CALIENTE (INCLUYE SUMINISTRO, TRANSPORTE, COLOCACIÓN, IMPRIMACIÓN O RIEGO)	Ton	6,44	479,98	3.091,07
	33	**PIEZAS ESPECIALES DE ACUEDUCTO**				
	334	**CONEXIÓN DOMICILIARIA**				
13	334-3A	Construcción de conexión domiciliaria de agua potable D=1/2".(incluye 1 m tubería 0,5 m tubería de cobre y accesorios)	Und	50,00	320,00	16.000,00
	864-1	**INSTALACIÓN DE VÁLVULAS**				
14	864-5	Transporte y montaje de válvula de 1,5"	Pza.	1,00	1.154,38	1.154,38
	89	**SEÑALIZACIÓN DE VÍAS**				
	891	**DIURNA**				
15	891-2	Señalización diurna (suministro contratista, conos, avisos metálicos y planchas de acero, etc.)	día	3,00	54,65	163,95
	892	**NOCTURNA**			28,98	
16	892-1	Señalización nocturna (excluye cinta de seguridad y plancha de acero)	día	3,00		-
		TOTAL ACTIVIDADES DE OBRA				**53.325,95**
		SUMINISTROS				
ITEM	**CÓDIGO**	**DESCRIPCIÓN**	**UND**	**CTD**	**P.U.**	**P.T.**
17	S/C INOS	Tubería PEAD 100 DN=1,5 in (40 mm) SDR 15,5 - 160 psi	m	140,00	6,91	967,40
18	S/C INOS	Tubería PEAD 80 DN=1 in (30 mm) SDR 11 - 160 psi	m	140,00	5,23	732,20
19	S/C INOS	Tee rápida DN = 3 in (75 mm)	und	1,00	135,55	135,55
20	S/C INOS	Reducción rápida 3 x 1,5 in (75 mm x 40 mm)	und	1,00	84,72	84,72
21	S/C INOS	Adaptador macho DN = 1,5 in	und	2,00	16,64	33,28
22	S/C INOS	Válvula tipo bola DN = 1,5 in	und	1,00	275,00	275,00
23	S/C INOS	Unión rápida 1,5 in (40 mm)	und	1,00	28,65	28,65
24	S/C INOS	Unión rápida 1 in (30 mm)	und	1,00	13,55	13,55

HIDROCAPITAL
Una herramienta de la revolución

CÓMPUTOS MÉTRICOS
CACHICAMO

ITEM	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UND	CTD	P.U.	P.T.
25	S/C INOS	Reducción rápida 1,5 x 1 in	und	1,00	28,96	28,96
26	S/C INOS	Tee rápida DN = 1 in	und	1,00	25,42	25,42
27	S/C INOS	Válvula tipo bola DN = 1 in	und	1,00	141,51	141,51
28	S/C INOS	Adaptador macho DN = 1 in	und	3,00	9,70	29,10
29	S/C INOS	Tapón hembra DN = 1 in H.F	und	1,00	15,00	15,00
30	S/C INOS	Medidor de agua 5/8" + juego cuplones 5/8 a 1/2 + válvula de pase rápido de 1/2"	und	25,00	308,70	7.717,50
31	S/C INOS	Suministro Caja Troncocónica para medidor.	und	25,00	190,00	4.750,00
32	S/C INOS	Faja toma simple 1,5 x 1/2 in	und	13,00	8,52	110,76
33	S/C INOS	Faja toma simple 1 x 1/2 in	und	12,00	6,98	83,76
						15.172,36
		SUB-TOTAL				**68.498,31**
		IVA 12%				**8.219,80**
					TOTAL (Bs.F.)	***76.718,10***

HIDROCAPITAL
Una herramienta de la revolución

CÓMPUTOS MÉTRICOS
EL TRÉBOL

ITEM	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UND	CTD	P.U.	P.T.
		ACTIVIDADES DE OBRAS				
	13	**REPLANTEO**				
1	132	Replanteo auxiliar	Km	0,833	5.484,37	4.568,48
	2	**MOVIMIENTO DE TIERRA**				
	21	**EXCAVACIÓN**				
2	S/C INOS	Excavación y demolición con maquina zanjadora	m	833,00	40,00	33.320,00
3	212-141	Excavación de zanjas en tierra entre 0-1,5 m (mano)	m^3	1,50	156,00	234,00
4	S/C INOS	Transporte de Zanjadora	und	2,00	2.000,00	4.000,00
	22	**RELLENO**				
5	221-11	Relleno compactado con tierra material de la excavación al 95% de compactación	m^3	49,98	37,26	1.862,25
6	222-22	Relleno con material de préstamo arena al 95% de compactación	m^3	10,00	474,79	4.746,00
7	227-22	Relleno base granular de arena	m^3	16,66	184,59	3.075,27
8	222-23	Relleno con material de préstamo piedra picada	m^3	8,33	186,96	1.557,38
	23	**BOTE**				
9	232-4	Bote sin arreglo entre 10 - 20 Km. incluye carga, transporte y descarga.	m^3	10,00	42,34	423,23
	3	**COLOCACIÓN DE TUBERÍAS Y ACCESORIOS. INCLUYE TRANSPORTE DE TUBERÍA HASTA 15 Km.**				
	31	**TUBERÍAS PREFABRICADAS**				
	311	**TUBERÍA P.V.C Y OTROS PLÁSTICOS**				
10	316-0421	Colocación de tubería y accesorios de PEAD Ø 1,5" y 1"	m	833,00	17,94	14.944,02
	4	**OBRAS DE CONCRETO Y PAVIMENTOS**				
	44	**RECONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTOS**				
11	441-23	PAVIMENTO DE CONCRETO (PREMEZCLADO), Rcc=210 Kg/cm²	m^3	16,66	1.240,09	20.659,90
	443	**PAVIMENTOS DE ASFALTO EN CALIENTE**				
12	443-0	RECONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO MEZCLA ASFÁLTICA CALIENTE (INCLUYE SUMINISTRO, TRANSPORTE, COLOCACIÓN, IMPRIMACIÓN O RIEGO)	Ton	19,16	479,98	9.195,94
	864-1	**INSTALACIÓN DE VÁLVULAS**				
	864-5	Transporte y montaje de válvula de 2"	Pza.	1,00	1.154,38	1.154,38
13	**33**	**PIEZAS ESPECIALES DE ACUEDUCTO**				
	334	**CONEXIÓN DOMICILIARIA**				
14	334-3A	Construcción de conexión domiciliaria de agua potable D=1/2".(incluye 1 m tubería 0,5 m tubería de cobre y accesorios)	Und	20,00	320,00	6.400,00
	89	**SEÑALIZACIÓN DE VÍAS**				
	891	**DIURNA**				
15	891-2	Señalización diurna (suministro contratista, conos, avisos metálicos y planchas de acero, etc.)	día	8,00	54,65	437,20
	892	**NOCTURNA**				
16	892-1	Señalización nocturna (excluye cinta de seguridad y plancha de acero)	día	8,00	28,98	231,84
		TOTAL ACTIVIDADES DE OBRA				**106.809,89**
		SUMINISTROS				
ITEM	**CÓDIGO**	**DESCRIPCIÓN**	**UND**	**CTD**	**P.U.**	**P.T.**
17	S/C INOS	Tubería PEAD 100 DN=2 in (50 mm) SDR 11 - 235 psi	m	833,00	15,68	13.061,44
18	S/C INOS	Válvula de compuerta operación dado DN = 2 in bridada ANSI 150	und	1,00	635,00	635,00
19	S/C INOS	Unión rápida 2 in (50 mm)	und	8,00	33,89	271,12
20	S/C INOS	Brida en acero ANSI 150 DN = 2 in con rosca interna NPT	und	3,00	95,00	285,00

HIDROCAPITAL
Una herramienta de la revolución

CÓMPUTOS MÉTRICOS
EL TRÉBOL

ITEM	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UND	CTD	P.U.	P.T.
21	S/C INOS	Válvula Combinada reductora y sostenedora de presión tipo globo DN = 2 in marca CLA-VAL modelo 92-01 bridada ANSI 150	und	1,00	2.800,00	2.800,00
22	S/C INOS	Medidor de agua 5/8" + juego cuplones 5/8 a 1/2 + válvula de pase rápido de 1/2"	und	20,00	308,70	6.174,00
23	S/C INOS	Suministro Caja Troncocónica para medidor.	und	20,00	190,00	3.800,00
24	S/C INOS	Faja toma simple 2 x 1/2 in	und	20,00	14,19	283,80
TOTAL SUMINISTROS						**27.310,36**
SUB-TOTAL						**134.120,25**
IVA 12%						**16.094,43**
				TOTAL (Bs.F.)		***150.214,68***

HIDROCAPITAL
Una herramienta de la revolución

CÓMPUTOS MÉTRICOS
LA ENEA

ITEM	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UND	CTD	P.U.	P.T.
		ACTIVIDADES DE OBRAS				
	13	**REPLANTEO**				
1	132	Replanteo auxiliar	Km	1,57	5.484,37	8.594,01
	2	**MOVIMIENTO DE TIERRA**				
	21	**EXCAVACIÓN**				
2	S/C INOS	Excavación y demolición con maquina zanjadora	m	1.567,00	40,00	62.680,00
3	212-141	Excavación de zanjas en tierra entre 0-1,5 m (mano)	m^3	2,63	156,00	409,50
4	S/C INOS	Transporte de Zanjadora	und	2,00	2.000,00	4.000,00
	22	**RELLENO**				
5	221-11	Relleno compactado con tierra material de la excavación al 95% de compactación	m^3	94,02	37,26	3.503,19
6	222-22	Relleno con material de préstamo arena al 95% de compactación	m^3	18,80	474,79	8.927,95
7	227-22	Relleno base granular de arena	m^3	31,34	184,59	5.785,05
8	222-23	Relleno con material de préstamo piedra picada	m^3	15,67	186,96	2.929,66
	23	**BOTE**				
9	232-4	Bote sin arreglo entre 10 - 20 Km. incluye carga, transporte y descarga.	m^3	18,80	42,34	796,16
	3	**COLOCACIÓN DE TUBERÍAS Y ACCESORIOS. INCLUYE TRANSPORTE DE TUBERÍA HASTA 15 Km.**				
	31	**TUBERÍAS PREFABRICADAS**				
	311	**TUBERÍA P.V.C Y OTROS PLÁSTICOS**				
10	316-0421	Colocación de tubería y accesorios de PEAD Ø 2" y 1"	m	1.567,00	17,94	28.111,98
	4	**OBRAS DE CONCRETO Y PAVIMENTOS**				
	44	**RECONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTOS**				
11	441-23	PAVIMENTO DE CONCRETO (PREMEZCLADO), Rcc=210 Kg/cm²	m^3	31,34	1.240,09	38.864,42
	443	**PAVIMENTOS DE ASFALTO EN CALIENTE**				
12	443-0	RECONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO MEZCLA ASFÁLTICA CALIENTE (INCLUYE SUMINISTRO, TRANSPORTE, COLOCACIÓN, IMPRIMACIÓN O RIEGO)	Ton	36,04	479,98	17.298,96
	864-1	**INSTALACIÓN DE VÁLVULAS**				
13	864-5	Transporte y montaje de válvula de 2" y 1 1/4"	Pza.	2,00	1.154,38	2.308,76
	33	**PIEZAS ESPECIALES DE ACUEDUCTO**				
	334	**CONEXIÓN DOMICILIARIA**				
14	334-3A	Construcción de conexión domiciliaria de agua potable D=1/2".(incluye 1 m tubería 0,5 m tubería de cobre y accesorios)	Und	35,00	320,00	11.200,00
	89	**SEÑALIZACIÓN DE VÍAS**				
	891	**DIURNA**				
15	891-2	Señalización diurna (suministro contratista, conos, avisos metálicos y planchas de acero, etc.)	día	15,00	54,65	819,75
	892	**NOCTURNA**				
16	892-1	Señalización nocturna (excluye cinta de seguridad y plancha de acero)	día	15,00	28,98	434,70
		TOTAL ACTIVIDADES DE OBRA				**196.664,09**
		SUMINISTROS				
ITEM	**CÓDIGO**	**DESCRIPCIÓN**	**UND**	**CTD**	**P.U.**	**P.T.**
17	S/C INOS	Tubería PEAD 100 DN=2 in (50 mm) SDR 11 - 235 psi	m	367,00	15,68	5.754,56
18	S/C INOS	Tubería PEAD 100 DN=1 in (30 mm) SDR 11 - 235 psi	m	1.200,00	6,60	7.920,00
19	S/C INOS	Unión rápida 2 in (50 mm)	und	4,00	33,89	135,56
20	S/C INOS	Unión rápida 1 in (30 mm)	und	12,00	13,55	162,60
21	S/C INOS	Reducción rápida 2 x 1 in	und	1,00	31,73	31,73
22	S/C INOS	Tee rápida DN = 1 in	und	1,00	25,42	25,42
23	S/C INOS	Válvula tipo bola DN = 1 in	und	1,00	141,51	141,51
24	S/C INOS	Bridas en acero ANSI 150 DN = 2 in con rosca interna NPT	und	2,00	95,00	190,00
25	S/C INOS	Adaptador macho DN = 1 in	und	6,00	9,70	58,20
26	S/C INOS	Tapón hembra DN = 1 in H.F	und	1,00	15,00	15,00
27	S/C INOS	Válvula Combinada reductora y sostenedora de presión tipo globo DN = 2 in marca CLA-VAL modelo 92-01 Bridada ANSI 150	und	1,00	2.800,00	2.800,00

HIDROCAPITAL
Una herramienta de la revolución

CÓMPUTOS MÉTRICOS
LA ENEA

ITEM	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UND	CTD	P.U.	P.T.
28	S/C INOS	Válvula Combinada reductora y sostenedora de presión tipo globo DN = 1 1/4 in marca CLA-VAL modelo 92-01 Roscada	und	1,00	1.200,00	1.200,00
29	S/C INOS	Ventosa automática de admisión y expulsión de aire DN = 1 in extremo roscado	und	1,00	1.911,00	1.911,00
30	S/C INOS	Válvula Tipo bola DN = 1 in roscada	und	2,00	141,51	283,02
31	S/C INOS	Faja toma simple 2 x 1 in	und	1,00	14,19	14,19
32	S/C INOS	Anillo liso ASTM DN = 1 in H.G.	und	1,00	12,34	12,34
33	S/C INOS	Medidor de agua 5/8" + juego cuplones 5/8 a 1/2 + válvula de pase rápido de 1/2"	und	35,00	308,70	10.804,50
34	S/C INOS	Suministro Caja Troncocónica para medidor.	und	35,00	190,00	6.650,00
35	S/C INOS	Faja toma simple 2 x 1/2 in	und	10,00	14,19	141,90
36	S/C INOS	Faja toma simple 1 x 1/2 in	und	25,00	6,98	174,50
37	S/C INOS	Válvula de compuerta operación dado DN =2 in bridada ANSI 150	und	1,00	830,00	830,00
38	S/C INOS	Adaptador macho 1 x 1 1/4 in en PEAD	und	2,00	9,70	19,40
TOTAL SUMINISTROS						**39.275,43**
SUB-TOTAL						**235.939,52**
IVA 12%						**28.312,74**
				TOTAL (Bs.F.)		***264.252,26***

HIDROCAPITAL
Una herramienta de la revolución

CÓMPUTOS MÉTRICOS
TUBERIA PRINCIPAL RED BAJA

ITEM	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UND	CTD	P.U.	P.T.
		ACTIVIDADES DE OBRAS				
	13	**REPLANTEO**				
1	132	Replanteo auxiliar	Km	0,66	5.484,37	3.592,26
	2	**MOVIMIENTO DE TIERRA**				
	21	**EXCAVACIÓN**				
2	S/C INOS	Excavación y demolición con maquina zanjadora	m	655,00	40,00	
3	212-141	Excavación de zanjas en tierra entre 0-1,5 m (mano)	m^3	1,50	156,00	234,00
4	S/C INOS	Transporte de Zanjadora	und	2,00	2.000,00	4.000,00
	22	**RELLENO**				
5	221-11	Relleno compactado con tierra material de la excavación al 95% de compactación	m^3	39,30	37,26	24.405,30
6	222-22	Relleno con material de préstamo arena al 95% de compactación	m^3	7,86	474,79	3.731,85
7	227-22	Relleno base granular de arena	m^3	13,10	184,59	2.418,13
8	222-23	Relleno con material de préstamo piedra picada	m^3	6,55	186,96	1.224,59
	23	**BOTE**				
9	232-4	Bote sin arreglo entre 10 - 20 Km. incluye carga, transporte y descarga.	m^3	7,86	42,34	332,79
	3	**COLOCACIÓN DE TUBERÍAS Y ACCESORIOS. INCLUYE TRANSPORTE DE TUBERÍA HASTA 15 Km.**				
	31	**TUBERÍAS PREFABRICADAS**				
	311	**TUBERÍA P.V.C Y OTROS PLÁSTICOS**				
10	316-0421	Colocación de tubería y accesorios de PEAD Ø 6"	m	655,00	73,61	48.214,55
	4	**OBRAS DE CONCRETO Y PAVIMENTOS**				
	44	**RECONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTOS**				
11	441-23	PAVIMENTO DE CONCRETO (PREMEZCLADO), Rcc=210 Kg/cm²	m^3	13,10	1.240,09	16.245,18
	443	**PAVIMENTOS DE ASFALTO EN CALIENTE**				
12	443-0	RECONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO MEZCLA ASFÁLTICA CALIENTE (INCLUYE SUMINISTRO, TRANSPORTE, COLOCACIÓN, IMPRIMACIÓN O RIEGO)	Ton	15,07	479,98	7.230,90
	864-1	**INSTALACIÓN DE VÁLVULAS**				
13	864-5	Transporte y montaje de válvulas de 6"	Pza.	2,00	1.154,38	2.308,76
	89	**SEÑALIZACIÓN DE VÍAS**				
	891	**DIURNA**				
14	891-2	Señalización diurna (suministro contratista, conos, avisos metálicos y planchas de acero, etc.)	día	7,00	54,65	382,55
	892	**NOCTURNA**				
15	892-1	Señalización nocturna (excluye cinta de seguridad y plancha de acero)	día	7,00	28,98	202,86
		TOTAL ACTIVIDADES DE OBRA				**114.523,72**
		SUMINISTROS				
ITEM	**CÓDIGO**	**DESCRIPCIÓN**	**UND**	**CTD**	**P.U.**	**P.T.**
16	S/C INOS	Tubería PEAD 100 DN=6 in (160 mm) SDR 13,5 - 185 psi	m	655,00	130,03	85.169,65
17	S/C INOS	Construcción Tee acero A-53 DN=6 derivación a DN=3 brida ANSI 150	und	1,00	1.450,00	1.450,00
18	S/C INOS	Construcción Tee acero A-53 DN=6 in derivación a DN=4 in brida ANSI 150	und	1,00	1.350,00	1.350,00
19	S/C INOS	Construcción en sitio de una derivación a DN=2,5 en una tubería DN = 6 bridada ANSI 150	und	1,00	1.200,00	1.200,00

HIDROCAPITAL
Una herramienta de la revolución

CÓMPUTOS MÉTRICOS
TUBERIA PRINCIPAL RED BAJA

ITEM	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UND	CTD	P.U.	P.T.
20	S/C INOS	Construcción Tee acero A-53 DN=6 in brida ANSI 150	und	1,00	1.350,00	1.350,00
21	S/C INOS	Reducción PEAD 6 x 4	und	1,00	346,10	346,10
22	S/C INOS	Brida en PEAD ANSI 150 DN = 6 in	und	8,00	175,00	1.400,00
23	S/C INOS	Brida en PEAD ANSI 150 DN = 4 in	und	1,00	110,00	110,00
24	S/C INOS	Brida ciega de acero ANSI 150 DN = 6 in	und	1,00	173,00	173,00
TOTAL SUMINISTROS						**92.548,75**
SUB-TOTAL						**207.072,47**
IVA 12%						**24.848,70**
				TOTAL (Bs.F.)		***231.921,17***

HIDROCAPITAL
Una herramienta de la revolución

CÓMPUTOS MÉTRICOS
LIRIOS PARTE ALTA

ITEM	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UND	CTD	P.U.	P.T.
		ACTIVIDADES DE OBRAS				
	13	**REPLANTEO**				
1	132	Replanteo auxiliar	Km	0,43	5.484,37	2.358,28
	2	**MOVIMIENTO DE TIERRA**				
	21	**EXCAVACIÓN**				
2	S/C INOS	Excavación y demolición con maquina zanjadora	m	430,00	40,00	17.200,00
3	212-141	Excavación de zanjas en tierra entre 0-1,5 m (mano)	m^3	3,75	156,00	585,00
4	S/C INOS	Transporte de Zanjadora	und	2,00	2.000,00	4.000,00
	22	**RELLENO**				
5	221-11	Relleno compactado con tierra material de la excavación al 95% de compactación	m^3	25,80	37,26	961,31
6	222-22	Relleno con material de préstamo arena al 95% de compactación	m^3	5,16	474,79	2.449,92
7	227-22	Relleno base granular de arena	m^3	8,60	184,59	1.587,47
8	222-23	Relleno con material de préstamo piedra picada	m^3	4,30	186,96	803,93
	23	**BOTE**				
9	232-4	Bote sin arreglo entre 10 - 20 Km. incluye carga, transporte y descarga.	m^3	5,16	42,34	218,47
	3	**COLOCACIÓN DE TUBERÍAS Y ACCESORIOS. INCLUYE TRANSPORTE DE TUBERÍA HASTA 15 Km.**				
	31	**TUBERÍAS PREFABRICADAS**				
	311	**TUBERÍA P.V.C Y OTROS PLÁSTICOS**				
10	316-0421	Colocación de tubería y accesorios de PEAD 2,5" y 2"	m	430,00	17,94	7.714,20
	4	**OBRAS DE CONCRETO Y PAVIMENTOS**				
	44	**RECONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTOS**				
11	441-23	PAVIMENTO DE CONCRETO (PREMEZCLADO), Rcc=210 Kg/cm²	m^3	8,60	1.240,09	10.664,77
	443	**PAVIMENTOS DE ASFALTO EN CALIENTE**				
12	443-0	RECONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO MEZCLA ASFÁLTICA CALIENTE (INCLUYE SUMINISTRO, TRANSPORTE, COLOCACIÓN, IMPRIMACIÓN O RIEGO)	Ton	9,89	479,98	4.747,00
	862-5	**INSTALACIÓN DE VÁLVULAS**				
13	862-58	Transporte y colocación de válvula 2,5"	Pza.	1,00	1.154,38	1.154,38
	33	**PIEZAS ESPECIALES DE ACUEDUCTO**				
	334	**CONEXIÓN DOMICILIARIA**				
14	334-3A	Construcción de conexión domiciliaria de agua potable D=1/2".(incluye 1 m tubería 0,5 m tubería de cobre y accesorios)	Und	50,00	320,00	16.000,00
	89	**SEÑALIZACIÓN DE VÍAS**				
	891	**DIURNA**				
15	891-2	Señalización diurna (suministro contratista, conos, avisos metálicos y planchas de acero, etc.)	día	5,00	54,65	273,25
	892	**NOCTURNA**				
16	892-1	Señalización nocturna (excluye cinta de seguridad y plancha de acero)	día	5,00	28,98	144,90
		TOTAL ACTIVIDADES DE OBRA				**70.862,89**
		SUMINISTROS				
ITEM	**CÓDIGO**	**DESCRIPCIÓN**	**UND**	**CTD**	**P.U.**	**P.T.**
17	S/C INOS	Tubería PEAD 100 DN=2.5 in (63 mm) SDR 21 - 120 psi	m	120,00	13,71	1.645,20
18	S/C INOS	Tubería PEAD 100 DN=2 in (50 mm) SDR 15,5 - 160 psi	m	310,00	10,72	3.323,20
19	S/C INOS	Unión rápida 2,5 in (63 mm)	und	1,00	28,65	28,65
20	S/C INOS	Unión rápida 2 in (50 mm)	und	3,00	33,89	101,67
21	S/C INOS	Brida en acero ANSI 150 DN = 2,5 in con rosca interna NPT	und	1,00	75,00	75,00
22	S/C INOS	Medidor de agua 5/8" + juego cuplones 5/8 a 1/2 + válvula de pase rápido de 1/2"	und	50,00	308,70	15.435,00
23	S/C INOS	Suministro Caja Troncocónica para medidor.	und	50,00	190,00	9.500,00
24	S/C INOS	Faja toma simple 2,5 x 1/2 in	und	15,00	16,56	248,40
25	S/C INOS	Faja toma simple 2 x 1/2 in	und	35,00	14,19	496,65
26	S/C INOS	Reducción rápida 2,5 x 2 in	und	1,00	53,60	53,60
27	S/C INOS	Tee rápida DN = 2 in	und	1,00	56,07	56,07

HIDROCAPITAL
Una herramienta de la revolución

CÓMPUTOS MÉTRICOS
LIRIOS PARTE ALTA

ITEM	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UND	CTD	P.U.	P.T.
28	S/C INOS	Válvula tipo bola DN = 2 in	und	1,00	394,94	394,94
29	S/C INOS	Adaptador macho DN = 2 in	und	3,00	21,56	64,68
30	S/C INOS	Tapón hembra DN = 2 in H.F	und	1,00	22,50	22,50
31	S/C INOS	Válvula de compuerta operación dado DN =2 in bridada ANSI 150	und	1,00	830,00	830,00
TOTAL SUMINISTROS						**32.275,56**
SUB-TOTAL						**103.138,45**
IVA 12%						**12.376,61**
				TOTAL (Bs.F.)		***115.515,06***

HIDROCAPITAL
Una herramienta de la revolución

CÓMPUTOS MÉTRICOS
VIA EL TANQUE

ITEM	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UND	CTD	P.U.	P.T.
		ACTIVIDADES DE OBRAS				
	13	**REPLANTEO**				
1	132	Replanteo auxiliar	Km	0,26	5.484,37	1.431,42
	2	**MOVIMIENTO DE TIERRA**				
	21	**EXCAVACIÓN**				
2	S/C INOS	Excavación y demolición con maquina zanjadora	m	261,00	40,00	10.440,00
3	212-141	Excavación de zanjas en tierra entre 0-1,5 m (mano)	m^3	1,50	156,00	234,00
4	S/C INOS	Transporte de Zanjadora	und	2,00	2.000,00	4.000,00
	22	**RELLENO**				
5	221-11	Relleno compactado con tierra material de la excavación al 95% de compactación	m^3	15,66	37,26	583,49
6	222-22	Relleno con material de préstamo arena al 95% de compactación	m^3	3,13	474,79	1.487,04
7	227-22	Relleno base granular de arena	m^3	5,22	184,59	963,56
8	222-23	Relleno con material de préstamo piedra picada	m^3	2,61	186,96	487,97
	23	**BOTE**				
9	232-4	Bote sin arreglo entre 10 - 20 Km. incluye carga, transporte y descarga.	m^3	3,13	42,34	132,61
	3	**COLOCACIÓN DE TUBERÍAS Y ACCESORIOS. INCLUYE TRANSPORTE DE TUBERÍA HASTA 15 Km.**				
	31	**TUBERÍAS PREFABRICADAS**				
	311	**TUBERÍA P.V.C Y OTROS PLÁSTICOS**				
10	316-0421	Colocación de tubería y accesorios de PEAD 1,5"	m	261,00	17,94	4.682,34
	4	**OBRAS DE CONCRETO Y PAVIMENTOS**				
	44	**RECONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTOS**				
11	441-23	PAVIMENTO DE CONCRETO (PREMEZCLADO), Rcc=210 Kg/cm²	m^3	5,22	1.240,09	6.473,27
	443	**PAVIMENTOS DE ASFALTO EN CALIENTE**				
12	443-0	RECONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO MEZCLA ASFÁLTICA CALIENTE (INCLUYE SUMINISTRO, TRANSPORTE, COLOCACIÓN, IMPRIMACIÓN O RIEGO)	Ton	6,00	479,98	2.881,32
	33	**PIEZAS ESPECIALES DE ACUEDUCTO**				
	334	**CONEXIÓN DOMICILIARIA**				
13	334-3A	Construcción de conexión domiciliaria de agua potable D=1/2".(incluye 1 m tubería 0,5 m tubería de cobre y accesorios)	Und	20,00	320,00	6.400,00
	89	**SEÑALIZACIÓN DE VÍAS**				
	891	**DIURNA**				
14	891-2	Señalización diurna (suministro contratista, conos, avisos metálicos y planchas de acero, etc.)	día	3,00	54,65	163,95
	892	**NOCTURNA**				
15	892-1	Señalización nocturna (excluye cinta de seguridad y plancha de acero)	día	3,00	28,98	86,94
		TOTAL ACTIVIDADES DE OBRA				**40.447,91**
		SUMINISTROS				
ITEM	**CÓDIGO**	**DESCRIPCIÓN**	**UND**	**CTD**	**P.U.**	**P.T.**
16	S/C INOS	Tubería PEAD 100 DN=1,5 in (40 mm) SDR 15,5 - 160 psi	m	261,00	6,91	1.803,51
17	S/C INOS	Unión rápida DN = 1,5 in	und	2,00	28,65	57,30
18	S/C INOS	Tee rápida DN = 2,5 in	und	1,00	72,40	72,40
19	S/C INOS	Reducción rápida 2,5 x 2 in	und	1,00	53,60	53,60

HIDROCAPITAL
Una herramienta de la revolución

CÓMPUTOS MÉTRICOS
VIA EL TANQUE

ITEM	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UND	CTD	P.U.	P.T.
20	S/C INOS	Adaptador macho DN = 2 in	und	3,00	21,56	64,68
21	S/C INOS	Válvula tipo bola DN = 1,5 in	und	2,00	275,00	550,00
22	S/C INOS	Faja toma simple 6 x 1,5 in	und	1,00	104,74	104,74
23	S/C INOS	Medidor de agua 5/8" + juego cuplones 5/8 a 1/2 + válvula de pase rápido de 1/2"	und	20,00	308,70	6.174,00
24	S/C INOS	Suministro Caja Troncocónica para medidor.	und	20,00	190,00	3.800,00
25	S/C INOS	Faja toma simple 1,5 x 1/2 in	und	20,00	16,56	331,20
TOTAL SUMINISTROS						**13.011,43**
SUB-TOTAL						**53.459,34**
IVA 12%						**6.415,12**
				TOTAL (Bs.F.)		***59.874,46***

HIDROCAPITAL
Una herramienta de la revolución

CÓMPUTOS MÉTRICOS
LIRIOS INTERMEDIO

ITEM	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UND	CTD	P.U.	P.T.
		ACTIVIDADES DE OBRAS				
	13	**REPLANTEO**				
1	132	Replanteo auxiliar	Km	1,18	5.484,37	6.455,10
	2	**MOVIMIENTO DE TIERRA**				
	21	**EXCAVACIÓN**				
2	S/C INOS	Excavación y demolición con maquina zanjadora	m	1.177,00	40,00	47.080,00
3	212-141	Excavación de zanjas en tierra entre 0-1,5 m (mano)	m^3	8,40	156,00	1.310,40
4	S/C INOS	Transporte de Zanjadora	und	2,00	2.000,00	4.000,00
	22	**RELLENO**				
5	221-11	Relleno compactado con tierra material de la excavación al 95% de compactación	m^3	70,62	37,26	2.631,30
6	222-22	Relleno con material de préstamo arena al 95% de compactación	m^3	14,12	474,79	6.705,93
7	227-22	Relleno base granular de arena	m^3	23,54	184,59	4.345,25
8	222-23	Relleno con material de préstamo piedra picada	m^3	11,77	186,96	2.200,52
	23	**BOTE**				
9	232-4	Bote sin arreglo entre 10 - 20 Km. incluye carga, transporte y descarga.	m^3	14,12	42,34	598,01
	3	**COLOCACIÓN DE TUBERÍAS Y ACCESORIOS. INCLUYE TRANSPORTE DE TUBERÍA HASTA 15 Km.**				
	31	**TUBERÍAS PREFABRICADAS**				
	311	**TUBERÍA P.V.C Y OTROS PLÁSTICOS**				
10	316-0421	Colocación de tubería y accesorios de PEAD 3" y 2,5"	m	1.177,00	17,94	21.115,38
	4	**OBRAS DE CONCRETO Y PAVIMENTOS**				
	44	**RECONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTOS**				
11	441-23	PAVIMENTO DE CONCRETO (PREMEZCLADO), Rcc=210 Kg/cm²	m^3	23,54	1.240,09	29.191,72
	443	**PAVIMENTOS DE ASFALTO EN CALIENTE**				
12	443-0	RECONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO MEZCLA ASFÁLTICA CALIENTE (INCLUYE SUMINISTRO, TRANSPORTE, COLOCACIÓN, IMPRIMACIÓN O RIEGO)	Ton	27,07	479,98	12.993,54
	862	**INSTALACIONES SANITARIAS**				
	862-5	**LLAVE DE PASO**				
13	862-58	Transporte y colocación de válvula 3"	Pza.	2,00	1.154,38	2.308,76
	33	**PIEZAS ESPECIALES DE ACUEDUCTO**				
	334	**CONEXIÓN DOMICILIARIA**				
14	334-3A	Construcción de conexión domiciliaria de agua potable D=1/2".(incluye 1 m tubería 0,5 m tubería de cobre y accesorios)	Und	112,00	320,00	35.840,00
	89	**SEÑALIZACIÓN DE VÍAS**				
	891	**DIURNA**				
15	891-2	Señalización diurna (suministro contratista, conos, avisos metálicos y planchas de acero, etc.)	día	12,00	54,65	655,80
	892	**NOCTURNA**				
16	892-1	Señalización nocturna (excluye cinta de seguridad y plancha de acero)	día	12,00	28,98	347,76
		TOTAL ACTIVIDADES DE OBRA				**177.779,47**
		SUMINISTROS				
ITEM	**CÓDIGO**	**DESCRIPCIÓN**	**UND**	**CTD**	**P.U.**	**P.T.**
17	S/C INOS	Tubería PEAD 100 DN=3 in (75 mm) SDR 15,5 - 160 psi	m	557,00	23,90	13.312,30
18	S/C INOS	Tubería PEAD 100 DN=2,5 in (63 mm) SDR 17 - 150 psi	m	620,00	17,01	10.546,20
19	S/C INOS	Unión rápida 3 in (75 mm)	und	6,00	77,63	465,78
20	S/C INOS	Unión rápida 2,5 in (63 mm)	und	6,00	49,29	295,74
21	S/C INOS	Bridas en PEAD ANSI 150 DN = 3 in (75mm)	und	3,00	97,20	291,60

HIDROCAPITAL
Una herramienta de la revolución

CÓMPUTOS MÉTRICOS
LIRIOS INTERMEDIO

ITEM	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UND	CTD	P.U.	P.T.
22	S/C INOS	Válvula Combinada reductora y sostenedora de presión tipo globo DN = 3 in marca CLA-VAL modelo 92-01 bridada ANSI 150	und	1,00	3.200,00	3.200,00
23	S/C INOS	Tee rápida DN = 2,5 in	und	1,00	72,40	72,40
24	S/C INOS	Válvula tipo bola DN = 2,5 in	und	1,00	378,00	378,00
25	S/C INOS	Adaptador macho DN = 2,5 in	und	3,00	31,11	93,33
26	S/C INOS	Tapón hembra DN = 2,5 in H.F	und	1,00	37,22	37,22
27	S/C INOS	Reducción rápida 3 x 2,5 in	und	1,00	95,50	95,50
28	S/C INOS	Ventosa automática de admisión y expulsión de aire DN = 1 in extremo roscado	und	1,00	1.911,00	1.911,00
29	S/C INOS	Válvula Tipo bola DN = 1 in roscada	und	1,00	141,51	141,51
30	S/C INOS	Faja toma simple 3 x 1 in	und	1,00	22,50	22,50
31	S/C INOS	Anillo liso ASTM DN = 1 in H.G.	und	1,00	12,35	12,35
32	S/C INOS	Medidor de agua 5/8" + juego cuplones 5/8 a 1/2 + válvula de pase rápido de 1/2"	und	112,00	308,70	34.574,40
33	S/C INOS	Suministro Caja Troncocónica para medidor.	und	112,00	190,00	21.280,00
34	S/C INOS	Faja toma simple 2,5 x 1/2 in	und	84,00	16,56	1.391,04
35	S/C INOS	Faja toma simple 3 x 1/2 in	und	28,00	22,50	630,00
36	S/C INOS	Válvula de compuerta operación dado DN =3 in bridada ANSI 150	und	1,00	950,00	950,00
TOTAL SUMINISTROS						**64.789,25**
SUB-TOTAL						**242.568,72**
IVA 12%						**29.108,25**
				TOTAL (Bs.F.)		***271.676,97***

HIDROCAPITAL
Una herramienta de la revolución

CÓMPUTOS MÉTRICOS
LIRIOS PARTE BAJA

ITEM	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UND	CTD	P.U.	P.T.
		ACTIVIDADES DE OBRAS				
	13	**REPLANTEO**				
1	132	Replanteo auxiliar	Km	0,83	5.484,37	4.530,09
	2	**MOVIMIENTO DE TIERRA**				
	21	**EXCAVACIÓN**				
2	S/C INOS	Excavación y demolición con maquina zanjadora	m	826,00	40,00	33.040,00
3	212-141	Excavación de zanjas en tierra entre 0-1,5 m (mano)	m^3	3,68	156,00	573,30
4	S/C INOS	Transporte de Zanjadora	und	2,00	2.000,00	4.000,00
	22	**RELLENO**				
5	221-11	Relleno compactado con tierra material de la excavación al 95% de compactación	m^3	49,56	37,26	1.846,61
6	222-22	Relleno con material de préstamo arena al 95% de compactación	m^3	9,91	474,79	4.706,12
7	227-22	Relleno base granular de arena	m^3	16,52	184,59	3.049,43
8	222-23	Relleno con material de préstamo piedra picada	m^3	8,26	186,96	1.544,29
	23	**BOTE**				
9	232-4	Bote sin arreglo entre 10 - 20 Km. incluye carga, transporte y descarga.	m^3	9,91	42,34	419,67
	3	**COLOCACIÓN DE TUBERÍAS Y ACCESORIOS. INCLUYE TRANSPORTE DE TUBERÍA HASTA 15 Km.**				
	31	**TUBERÍAS PREFABRICADAS**				
	311	**TUBERÍA P.V.C Y OTROS PLÁSTICOS**				
10	316-0421	Colocación de tubería y accesorios de PEAD 4" y 3"	m	826,00	17,94	14.818,44
	4	**OBRAS DE CONCRETO Y PAVIMENTOS**				
	44	**RECONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTOS**				
11	441-23	PAVIMENTO DE CONCRETO (PREMEZCLADO), Rcc=210 Kg/cm²	m^3	16,52	1.240,09	20.486,29
	443	**PAVIMENTOS DE ASFALTO EN CALIENTE**				
12	443-0	RECONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO MEZCLA ASFÁLTICA CALIENTE (INCLUYE SUMINISTRO, TRANSPORTE, COLOCACIÓN, IMPRIMACIÓN O RIEGO)	Ton	19,00	479,98	9.118,66
	862	**INSTALACIONES SANITARIAS**				
	862-5	**LLAVE DE PASO**				
13	862-58	Transporte y colocación de válvula 4"	Pza.	3,00	1.154,38	3.463,14
	33	**PIEZAS ESPECIALES DE ACUEDUCTO**				
	334	**CONEXIÓN DOMICILIARIA**				
14	334-3A	Construcción de conexión domiciliaria de agua potable D=1/2".(incluye 1 m tubería 0,5 m tubería de cobre y accesorios)	Und	49,00	320,00	15.680,00
	89	**SEÑALIZACIÓN DE VÍAS**				
	891	**DIURNA**				
15	891-2	Señalización diurna (suministro contratista, conos, avisos metálicos y planchas de acero, etc.)	día	9,00	54,65	491,85
	892	**NOCTURNA**				
16	892-1	Señalización nocturna (excluye cinta de seguridad y plancha de acero)	día	9,00	28,98	260,82
		TOTAL ACTIVIDADES DE OBRA				**118.028,70**
		SUMINISTROS				
ITEM	**CÓDIGO**	**DESCRIPCIÓN**	**UND**	**CTD**	**P.U.**	**P.T.**
17	S/C INOS	Tubería PEAD 100 DN=4 in (110 mm) SDR 11 - 185 psi	m	185,00	61,58	11.392,30
18	S/C INOS	Tubería PEAD 100 DN=3 in (75 mm) SDR 17 - 150 psi	m	641,00	23,90	15.319,90
19	S/C INOS	Unión rápida 3 in (90 mm)	und	6,00		-
20	S/C INOS	Ventosa automática de admisión y expulsión de aire DN = 1 in extremo roscado	und	1,00	1.911,00	1.911,00
21	S/C INOS	Válvula Tipo bola DN = 1 in roscada	und	1,00	141,51	141,51
22	S/C INOS	Faja toma simple 4 x 1 in	und	1,00	34,45	34,45
23	S/C INOS	Anillo liso ASTM DN = 1 in H.G.	und	1,00	12,34	12,34
24	S/C INOS	Construcción Tee acero A-53 DN=4 brida ANSI 150	und	1,00	1.281,00	1.281,00
25	S/C INOS	Reducción rápida 4 x 3 in	und	1,00	221,81	221,81
26	S/C INOS	Válvula de compuerta operación dado DN =4 in bridada ANSI 150	und	1,00	1.152,00	1.152,00

HIDROCAPITAL
Una herramienta de la revolución

CÓMPUTOS MÉTRICOS
LIRIOS PARTE BAJA

ITEM	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UND	CTD	P.U.	P.T.
27	S/C INOS	Brida en PEAD ANSI 150 DN = 4 in	und	5,00	110,00	550,00
28	S/C INOS	Medidor de agua 5/8" + juego cuplones 5/8 a 1/2 + válvula de pase rápido de 1/2"	und	49,00	308,70	15.126,30
29	S/C INOS	Suministro Caja Troncocónica para medidor.	und	49,00	190,00	9.310,00
30	S/C INOS	Faja toma simple 4 x 1/2 in	und	12,00	34,45	413,40
31	S/C INOS	Faja toma simple 3 x 1/2 in	und	37,00	22,50	832,50
32	S/C INOS	Adaptador macho DN = 3 in	und	1,00	64,08	64,08
33	S/C INOS	Tapón hembra DN = 3 in H.F	und	1,00	43,00	43,00
TOTAL SUMINISTROS						**31.093,39**
SUB-TOTAL						**149.122,09**
IVA 12%						**17.894,65**
				TOTAL (Bs.F.)		***167.016,74***

HIDROCAPITAL
Una herramienta de la revolución

CÓMPUTOS MÉTRICOS
AUTOPISTA

ITEM	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UND	CTD	P.U.	P.T.
		ACTIVIDADES DE OBRAS				
	13	**REPLANTEO**				
1	132	Replanteo auxiliar	Km	0,27	5.484,37	1.453,36
	2	**MOVIMIENTO DE TIERRA**				
	21	**EXCAVACIÓN**				
2	S/C INOS	Excavación y demolición con maquina zanjadora	m	265,00	40,00	10.600,00
3	212-141	Excavación de zanjas en tierra entre 0-1,5 m (mano)	m^3	4,20	156,00	655,20
4	S/C INOS	Transporte de Zanjadora	und	2,00	2.000,00	4.000,00
	22	**RELLENO**				
5	221-11	Relleno compactado con tierra material de la excavación al 95% de compactación	m^3	15,90	37,26	592,43
6	222-22	Relleno con material de préstamo arena al 95% de compactación	m^3	3,18	474,79	1.509,83
7	227-22	Relleno base granular de arena	m^3	5,30	184,59	978,33
8	222-23	Relleno con material de préstamo piedra picada	m^3	2,65	186,96	495,44
	23	**BOTE**				
9	232-4	Bote sin arreglo entre 10 - 20 Km. incluye carga, transporte y descarga.	m^3	3,18	42,34	134,64
	3	**COLOCACIÓN DE TUBERÍAS Y ACCESORIOS. INCLUYE TRANSPORTE DE TUBERÍA HASTA 15 Km.**				
	31	**TUBERÍAS PREFABRICADAS**				
	311	**TUBERÍA P.V.C Y OTROS PLÁSTICOS**				
10	316-0421	Colocación de tubería y accesorios de Ø 2" y 1,5"	m	265,00	17,94	4.754,10
	4	**OBRAS DE CONCRETO Y PAVIMENTOS**				
	44	**RECONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTOS**				
11	441-23	PAVIMENTO DE CONCRETO (PREMEZCLADO), Rcc=210 Kg/cm²	m^3	5,30	1.240,09	6.572,48
	443	**PAVIMENTOS DE ASFALTO EN CALIENTE**				
12	443-0	RECONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO MEZCLA ASFÁLTICA CALIENTE (INCLUYE SUMINISTRO, TRANSPORTE, COLOCACIÓN, IMPRIMACIÓN O RIEGO)	Ton	6,10	479,98	2.925,48
	HC	**INTALACION DE VALVULA**				
13	HC3	Transporte y colocación de válvula 2 in	Pza.	1,00	1.154,38	1.154,38
	33	**PIEZAS ESPECIALES DE ACUEDUCTO**				
	334	**CONEXIÓN DOMICILIARIA**				
14	334-3A	Construcción de conexión domiciliaria de agua potable D=1/2".(incluye 1 m tubería 0,5 m tubería de cobre y accesorios)	Und	56,00	320,00	17.920,00
	89	**SEÑALIZACIÓN DE VÍAS**				
	891	**DIURNA**				
15	891-2	Señalización diurna (suministro contratista, conos, avisos metálicos y planchas de acero, etc.)	día	3,00	54,65	163,95
	892	**NOCTURNA**				
16	892-1	Señalización nocturna (excluye cinta de seguridad y plancha de acero)	día	3,00	28,98	86,94
		TOTAL ACTIVIDADES DE OBRA				**53.996,56**
		SUMINISTROS				
ITEM	**CÓDIGO**	**DESCRIPCIÓN**	**UND**	**CTD**	**P.U.**	**P.T.**
17	S/C INOS	Tubería PEAD 100 DN=2 in (50 mm) SDR 13,5 - 185 psi	m	115,00	12,94	1.488,10
18	S/C INOS	Tubería PEAD 100 DN=1,5 in (40 mm) SDR 11 - 235 psi	m	150,00	10,13	1.519,50
19	S/C INOS	Unión rápida 2 in (50 mm)	und	1,00	33,89	33,89
20	S/C INOS	Unión rápida 1,5 in (40 mm)	und	1,00	28,65	28,65
21	S/C INOS	Reducción rápida 2 x 1,5 (50 mm x 40 mm)	und	1,00	41,59	41,59
22	S/C INOS	Tee rápida DN = 1,5 in	und	1,00	40,97	40,97
23	S/C INOS	Válvula tipo bola DN = 1,5 in	und	1,00	275,00	275,00
24	S/C INOS	Adaptador macho DN = 1,5 in	und	3,00	16,64	49,92
25	S/C INOS	Tapón hembra DN = 1,5 in H.F	und	1,00	22,50	22,50
26	S/C INOS	Tee rápida DN = 3 in (75mm)	und	1,00	135,55	135,55

HIDROCAPITAL
Una herramienta de la revolución

CÓMPUTOS MÉTRICOS
AUTOPISTA

ITEM	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UND	CTD	P.U.	P.T.
27	S/C INOS	Reducción rápida 3 x 2 (75 mm x 50 mm)	und	1,00	86,26	86,26
28	S/C INOS	Válvula de compuerta operación dado DN =2 in bridada ANSI 150	und	1,00	635,00	635,00
29	S/C INOS	Bridas en acero ANSI 150 DN = 2 in con rosca interna NPT	und	1,00	98,00	98,00
30	S/C INOS	Medidor de agua 5/8" + juego cuplones 5/8 a 1/2 + válvula de pase rápido de 1/2"	und	56,00	308,70	17.287,20
31	S/C INOS	Suministro Caja Troncocónica para medidor.	und	56,00	190,00	10.640,00
32	S/C INOS	Faja toma simple 2 x 1/2 in	und	28,00	14,19	397,32
33	S/C INOS	Faja toma simple 1,5 x 1/2 in	und	28,00	8,52	238,56
TOTAL SUMINISTROS						**33.018,01**
SUB-TOTAL						**87.014,57**
IVA 12%						**10.441,75**
				TOTAL (Bs.F.)		***97.456,32***

HIDROCAPITAL
Una herramienta de la revolución

CÓMPUTOS MÉTRICOS
LOS COROSOS

ITEM	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UND	CTD	P.U.	P.T.
		ACTIVIDADES DE OBRAS				
	13	**REPLANTEO**				
1	132	Replanteo auxiliar	Km	0,81	5.484,37	4.420,40
	2	**MOVIMIENTO DE TIERRA**				
	21	**EXCAVACIÓN**				
2	S/C INOS	Excavación y demolición con maquina zanjadora	m	806,00	40	32.240,00
3	212-141	Excavación de zanjas en tierra entre 0-1,5 m (mano)	m^3	8,70	156,00	1.357,20
4	S/C INOS	Transporte de Zanjadora	und	2,00	2.000,00	4.000,00
	22	**RELLENO**				
5	221-11	Relleno compactado con tierra material de la excavación al 95% de compactación	m^3	48,36	37,26	1.801,89
6	222-22	Relleno con material de préstamo arena al 95% de compactación	m^3	9,67	474,79	4.592,17
7	227-22	Relleno base granular de arena	m^3	16,12	184,59	2.975,59
8	222-23	Relleno con material de préstamo piedra picada	m^3	8,06	186,96	1.506,90
	23	**BOTE**				
9	232-4	Bote sin arreglo entre 10 - 20 Km. incluye carga, transporte y descarga.	m^3	9,67	42,34	409,51
	3	**COLOCACIÓN DE TUBERÍAS Y ACCESORIOS. INCLUYE TRANSPORTE DE TUBERÍA HASTA 15 Km.**				
	31	**TUBERÍAS PREFABRICADAS**				
	311	**TUBERÍA P.V.C Y OTROS PLÁSTICOS**				
10	316-0421	Colocación de tubería y accesorios de PEAD Ø 3" y 2"	m	806,00	17,94	14.459,64
	4	**OBRAS DE CONCRETO Y PAVIMENTOS**				
	44	**RECONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTOS**				
11	441-22	PAVIMENTO DE CONCRETO (PREMEZCLADO), Rcc=210 Kg/cm²	m^3	16,12	1.240,09	19.990,25
	443	**PAVIMENTOS DE ASFALTO EN CALIENTE**				
12	443-0	RECONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO MEZCLA ASFÁLTICA CALIENTE (INCLUYE SUMINISTRO, TRANSPORTE, COLOCACIÓN, IMPRIMACIÓN O RIEGO)	Ton	18,54	479,98	8.897,87
	HC	**INTALACION DE VALVULA**				
13	HC3	Transporte y colocación de válvula 2" y 3"	Pza.	2,00	1.154,38	2.308,76
	33	**PIEZAS ESPECIALES DE ACUEDUCTO**				
	334	**CONEXIÓN DOMICILIARIA**				
14	334-3A	Construcción de conexión domiciliaria de agua potable D=1/2".(incluye 1 m tubería 0,5 m tubería de cobre y accesorios)	Und	116,00	320,02	37.122,32
	89	**SEÑALIZACIÓN DE VÍAS**				
	891	**DIURNA**				
15	891-2	Señalización diurna (suministro contratista, conos, avisos metálicos y planchas de acero, etc.)	día	9,00	54,65	491,85
	892	**NOCTURNA**				
16	892-1	Señalización nocturna (excluye cinta de seguridad y plancha de acero)	día	9,00	28,98	260,82
		TOTAL ACTIVIDADES DE OBRA				**136.835,18**
		SUMINISTROS				
ITEM	**CÓDIGO**	**DESCRIPCIÓN**	**UND**	**CTD**	**P.U.**	**P.T.**
17	S/C INOS	Tubería PEAD 100 DN=3 in (75 mm) SDR 13,5 - 185 psi	m	465,00	23,90	11.113,50
18	S/C INOS	Tubería PEAD 100 DN=2 in (50 mm) SDR 15,5 - 160 psi	m	341,00	10,72	3.655,52
19	S/C INOS	Unión rápida in (75 mm)	und	5,00	77,63	388,15
20	S/C INOS	Unión rápida 2 in (50 mm)	und	2,00	33,89	67,78
21	S/C INOS	reducción rápida 3 x 2 in	und	1,00	86,26	86,26
22	S/C INOS	Tee rápida DN = 2 in	und	1,00	56,07	56,07

HIDROCAPITAL
Una herramienta de la revolución

CÓMPUTOS MÉTRICOS
LOS COROSOS

ITEM	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UND	CTD	P.U.	P.T.
23	S/C INOS	Válvula tipo bola DN = 2 in	und	1,00	394,94	394,94
24	S/C INOS	Adaptador macho DN = 2 in	und	3,00	21,56	64,68
25	S/C INOS	Tapón hembra DN = 2 in H.F	und	1,00	22,50	22,50
26	S/C INOS	Bridas en PEAD ANSI 150 DN = 3 in (75mm)	und	1,00	97,20	97,20
27	S/C INOS	Bridas en acero ANSI 150 DN = 2 in con rosca interna NPT	und	2,00	125,00	250,00
28	S/C INOS	Válvula Combinada reductora y sostenedora de presión tipo globo DN = 2 in marca CLA-VAL modelo 92-01 bridada ANSI 150	und	1,00	2.300,00	2.300,00
29	S/C INOS	Medidor de agua 5/8" + juego coplones 5/8 a 1/2 + válvula de pase rápido de 1/2"	und	116,00	308,70	35.809,20
30	S/C INOS	Suministro Caja Troncocónica para medidor.	und	116,00	190,00	22.040,00
31	S/C INOS	Faja toma simple 3 x 1/2 in	und	58,00	22,50	1.305,00
32	S/C INOS	Faja toma simple 2 x 1/2 in	und	58,00	16,56	960,48
33	S/C INOS	Válvula de compuerta operación dado DN =4 in bridada ANSI 150	und	1,00	1.152,00	1.152,00
TOTAL SUMINISTROS						**79.763,28**
SUB-TOTAL						**216.598,46**
IVA 12%						**25.991,81**
				TOTAL (Bs.F.)		***242.590,27***

HIDROCAPITAL
Una herramienta de la revolución

CÓMPUTOS MÉTRICOS
MEJORAMIENTO LINEA DE BOMBEO

ITEM	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UND	CTD	P.U.	P.T.
		ACTIVIDADES DE OBRAS				
	13	**REPLANTEO**				
1	132	Replanteo auxiliar	Km	1,02	5.484,37	5.605,03
	2	**MOVIMIENTO DE TIERRA**				
	21	**EXCAVACIÓN**				
2	S/C INOS	Excavación y demolición con maquina zanjadora	m	1.022,00	40,00	40.880,00
3	212-141	Excavación de zanjas en tierra entre 0-1,5 m (mano)	m^3	1,44	156,00	224,64
4	S/C INOS	Transporte de Zanjadora	und	2,00	2.000,00	4.000,00
	22	**RELLENO**				
5	221-11	Relleno compactado con tierra material de la excavación al 95% de compactación	m^3	61,32	37,26	2.284,78
6	222-22	Relleno con material de préstamo arena	m^3	12,26	474,79	5.822,82
7	227-22	Relleno base granular de arena	m^3	20,44	184,59	3.773,02
8	222-23	Relleno con material de préstamo piedra picada	m^3	10,22	186,96	1.910,73
	23	**BOTE**				
9	232-4	Bote sin arreglo entre 10 - 20 Km. incluye carga, transporte y descarga.	m^3	12,26	42,34	519,26
	3	**COLOCACIÓN DE TUBERÍAS Y ACCESORIOS. INCLUYE TRANSPORTE DE TUBERÍA HASTA 15 Km.**				
	31	**TUBERÍAS PREFABRICADAS**				
	311	**TUBERÍA P.V.C Y OTROS PLÁSTICOS**				
10	316-0421	COLOCACIÓN DE TUBERÍA Y ACCESORIOS DE ACERO CON JUNTA SOLDADA, Ø 4"; 6.35 mm < E < 8 mm	m	1.022,00	45,51	46.511,22
	4	**OBRAS DE CONCRETO Y PAVIMENTOS**				
	44	**RECONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTOS**				
11	441-23	PAVIMENTO DE CONCRETO (PREMEZCLADO), Rcc=210 Kg/cm²	m^3	20,44	1.240,09	25.347,44
	443	**PAVIMENTOS DE ASFALTO EN CALIENTE**				
12	443-0	RECONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO MEZCLA ASFÁLTICA CALIENTE (INCLUYE SUMINISTRO, TRANSPORTE, COLOCACIÓN, IMPRIMACIÓN O RIEGO)	Ton	23,51	479,98	11.282,41
	862	**INSTALACIONES SANITARIAS**				
	862-5	**LLAVE DE PASO**				
13	862-58	Transporte y colocación de válvula 4"	Pza.	2,00	1.154,38	2.308,76

HIDROCAPITAL
Una herramienta de la revolución

CÓMPUTOS MÉTRICOS
MEJORAMIENTO LINEA DE BOMBEO

ITEM	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UND	CTD	P.U.	P.T.
	89	**SEÑALIZACIÓN DE VÍAS**				
	891	**DIURNA**				
14	891-2	Señalización diurna (suministro contratista, conos, avisos metálicos y planchas de acero, etc.)	día	12,00	54,65	655,80
	892	**NOCTURNA**				
15	892-1	Señalización nocturna (excluye cinta de seguridad y plancha de acero)	día	12,00	28,98	347,76
TOTAL ACTIVIDADES DE OBRA						**151.473,67**
SUMINISTROS						
ITEM	**CÓDIGO**	**DESCRIPCIÓN**	**UND**	**CTD**	**P.U.**	**P.T.**
16	S/C INOS	Tubería acero A-53 DN = 4 in	m	1.022,00	140,00	143.080,00
17	S/C INOS	Ventosa automática de admisión y expulsión de aire DN = 1 in extremo roscado	und	2,00	930,30	1.860,60
18	S/C INOS	Anillo liso ASTM DN = 1 in H.G.	und	2,00	12,34	24,68
19	S/C INOS	Válvula de compuerta con volante de operación DN = 4 in bridada ANSI 150	und	2,00	1.152,00	2.304,00
20	S/C INOS	Construcción Tee acero A-53 DN=4 con brida soldada en cada extremo ANSI 150	und	2,00	1.281,00	2.562,00
TOTAL SUMINISTROS						**144.965,28**
SUB-TOTAL						**296.438,95**
IVA 12%						**35.572,67**
				TOTAL (Bs.F.)		***332.011,63***

CAPÍTULO IX
ANÁLISIS DE RESULTADOS

9.1 SITUACIÓN ACTUAL DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

De la evaluación de la situación actual del sistema de distribución empleado en Los Lirios se pudo notar que opera directo contra la red, lo que acarrea muchísimas pérdidas por la topografía del sector y la antigüedad del sistema, lo que se evidencia en los caudales aportados a cada subsector en las maniobras de sectorización, de un caudal de 8 $\frac{Lts}{s}$ manejado por el pozo que suministra en promedio de 2 $\frac{Lts}{s}$, lo que después se evidenció en la estación de bombeo con vibraciones en el equipo de bombeo horizontal debido a la alta presión que estaría manejando el sistema.

Otro aspecto importante que se observó en Los Lirios y luego en la corrida hidráulica, fueron las presiones de servicio tan bajas que manejan los diferentes subsectores ya que el líquido en ocasiones se transporta por canal, y por la topografía del sector el sistema se llena desde las partes con menores cotas hasta las más altas de cada sector, lo que se evidenció en sitio y en la corrida hidráulica con presiones después de haber saturado cada sub-sector entre 2 m.c.a y 18 m.c.a. lo que implica presiones negativas aguas arriba del nodo donde se tomo la presión.

9.2 DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN

De acuerdo al censo realizado con ayuda de los Consejos Comunales se pudo observar que los sectores con las cotas más bajas como lo son: Lirios Intermedio, Autopista, Lirios Parte Baja y Los Corosos posee la mayor densidad poblacional con un 55 %, lo que explica que se realicen tantán maniobras para poder garantizar una distribución equitativa a los diferentes sectores desde los más bajos hasta los más

altos. En la siguiente tabla y figura podemos observar porcentualmente como se encuentra distribuido todo el Sector Los Lirios.

SECTORES	%
Cachicamo	4
La Laguna	7
El Trébol	4
Topo de la Cruz	5
La Enea	6
Agua Maluca	8
Lirios Parte Alta	8
Vía Tanque	3
Lirios Intermedio	19
Lirios Parte Baja	8
Autopista	9
Los Corosos	19
TOTAL	**100**

Tabla (9.1) Distribución de la población Los Lirios porcentualmente

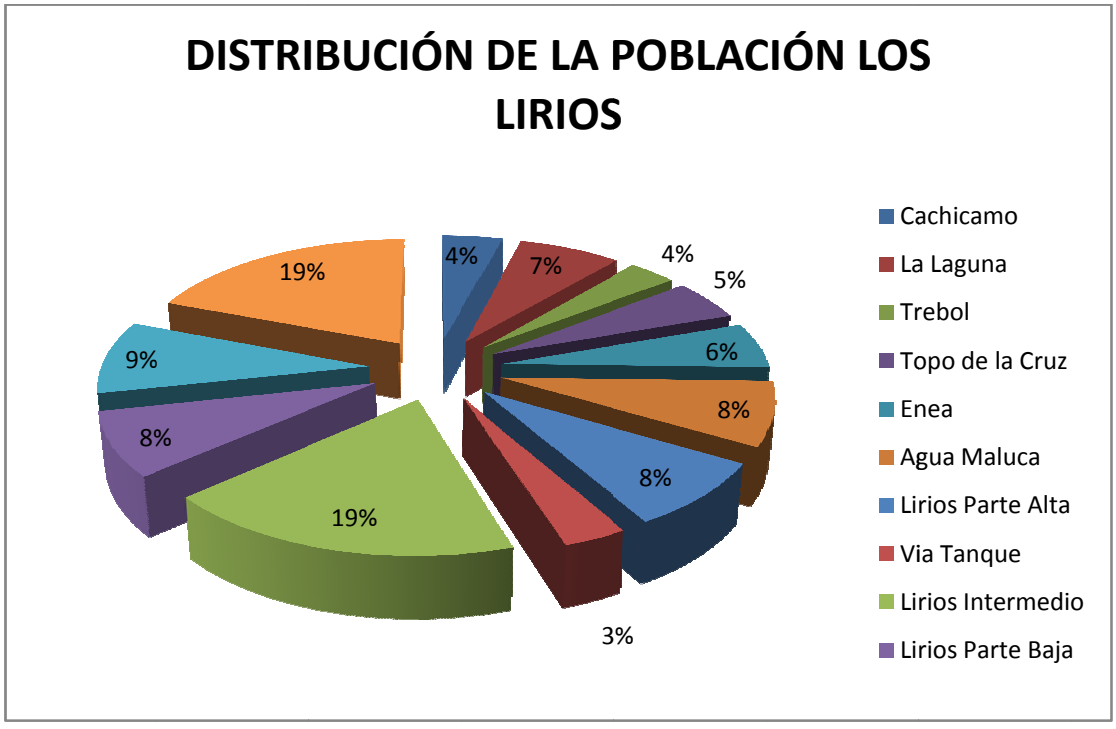


Fig. (9.1) Distribución de la población Los Lirios porcentualmente

Cabe destacar que el Sector Los Corosos no pertenecía al suministro de agua del pozo Los Lirios sino del Pozo Popuére, debido a que su sistema de distribución no es formal de este pozo por decisión de la gerencia de HIDROCAPITAL se incorpora al sistema de distribución Los Lirios.

9.3 SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN PROPUESTO

Gracias a las visitas realizadas al Sector Los Lirios en busca de información necesaria para elaborar el diseño en cuanto a topografía y ubicación de la fuente respecto a la población, el tipo de distribución que se decidió emplear fue, bombeo directo al estanque y distribución por gravedad. Lo podemos observar en la figura del anexo A, debido a que se podría aprovechar el caudal de diseño de la fuente totalmente con las menores pérdidas en el sistema de bombeo.

Se dividió el sector en dos partes: una Red Alta que maneja el 33 % de la población con un estanque de 502.2 m^3 en punto mas alto del sector Topo de la Cruz, en la Red Baja por cuestiones de espacio y disponibilidad de terreno se ubico el estanque principal en donde se encuentra actualmente el estanque de Los Lirios de 100 m^3, que se deberá reemplazar por un de 504 m^3.

Las redes de distribución que parten de los estanques se caracterizan por ser una red ramificada debido a las condiciones topográficas de los diferentes sub-sectores que conforma Los Lirios, partiendo con una tubería principal calculada para manejar todo el caudal del sector para el año del 2035.

9.3.1. ESTANQUES

Los estanques de cada Red se dimensionaron en función de la población proyectada al 2035 con la incorporación de una nueva fuente de abastecimiento para así independizar el suministro a cada estanque y eliminar definitivamente los ciclos

de servicio. Para la población que depende del estanque de la Red Alta se utilizó una producción de 8 Lts/s. del pozo Los Lirios actualmente en servicio y para la Red Baja ya que posee más del 60% de la población se dimensionó de acuerdo a una futura incorporación de un nuevo pozo con una producción de 12 Lts/s. el volumen acumulado por un bombeo directo a los estanques por 24 horas considerando las variaciones horarias y un volumen adicional de 144 m^3 para cubrir las emergencia por incendio.

La ubicación de los estanques fue estudiada en función de espacio y disponibilidad del terreno en los cuales se plantea la incorporación de los dos estanques propuestos y considerando sus dimensiones.

El estanque propuesto de La Red Alta en el Sector Topo de la Cruz son terrenos propiedad del estado venezolano, en el cual se pretende la incorporación de un estanque de 502 m^3 y en la Red Baja el terreno pertenece a HIDROCAPITAL donde actualmente está el estanque Los Lirios.

9.3.2 TUBERÍAS DE DISTRIBUCIÓN

El diseño se planteó con una selección de diámetros los cuales arrojarán unas velocidades promedios en las tuberías de 1 m/s. y en cada sector se realizó en su mitad un cambio de diámetro, considerando que se desplazaría la mitad del caudal en los sectores donde se notó una distribución homogénea de la población que fue en la mayoría de los casos a excepción del Sector Lirios Intermedio donde el 75 % de su población está en la parte más baja.

Luego en la corrida hidráulica se buscaron las velocidades máximas en cada cambio de diámetro realizados en los diferentes sub-sectores y se obtuvieron velocidades que no excedían los 2 m/s para los dos escenarios estudiados del 2017 y 2035.

La selección del rango de presiones en las tuberías se basó en la consideración de las mayores presiones estáticas aplicadas en cada sector, dadas por la ubicación del estanque de cada Red, la sobrepresión en el caso más desfavorable con la colocación de alguna válvula de cierre rápido en lugar de una válvula de compuerta de operación dado, que poseen un tiempo de cierre promedio de unos 8 segundos, esta sobrepresión se consideró en el orden un 50 % de la presión estática máxima de cada sector y otro 50 % para contrarrestar la fatiga que deberá soportar la tubería en los ciclos de llenado y vaciado de los subsectores en la primera etapa del diseño, esto nos da un factor de diseño de un 200%, que como veremos a continuación puede cubrir los efectos de sobrepresión en la tubería.

Ejemplo del criterio utilizado:

Presión Estática = 80 m.c.a. ó 115 psi.

Sobrepresión máxima estimada = 40 m.c.a. ó 57.5 psi

Presión máxima = 120 m.c.a. ó 172.5 psi

La tubería seleccionada fue de 235 psi la cual cubre completamente el caso más desfavorable de una sobrepresión y previene los efectos de la fatiga del material en la tubería. El cálculo de sobrepresión se realizó en detalle con las tuberías principales de cada Red para comprobar numéricamente este criterio y debido a la importancia de estas tuberías.

9.4 MEJORAMIENTO DE LOS CICLOS DE SERVICIO

Con las mejoras en la distribución planteadas en el diseño del sistema y los beneficios que arroja descargar en el estanque y distribuir por gravedad lo que nos da una capacidad de almacenamiento en las horas de menor consumo para luego compensar en las horas de mayor demanda con la capacidad almacenada.

Los ciclos de servicio se distribuyeron de la siguiente manera de acuerdo al nuevo diseño:

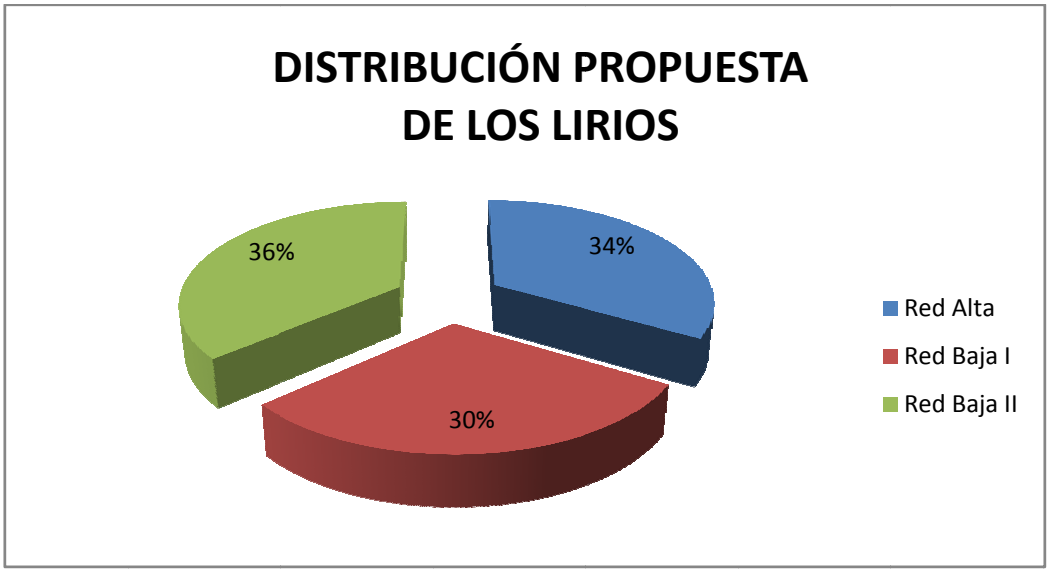


Fig. (9.2) Distribución propuesta en Los Lirios en el nuevo diseño.

Red de Distribución	Red Alta	Red Baja I	Red Baja II
Días (hrs)	2 (48)	2 (48)	2 (48)
% de la Población	34	30	36
Sectores en Servicio	Topo de la Cruz Agua Maluca El Trébol La Enea Cachicamo La Laguna	Lirios Parte Alta Vía el Tanque Lirios Intermedio	Lirios Parte Baja Los Corosos Autopista

Tabla (9.2) Ciclos de servicio arrogado por el nuevo diseño en su primera etapa.

Se logró mejorar el ciclo de servicio un 400 % y el período de servicio en la mayoría de los sectores se mejoraría un 200 % debido que la mayoría de los subsectores venía manejando 1 día de servicio.

9.5 DOTACIÓN POR VIVIENDA

Actualmente en cada sector se estimó una capacidad promedio de almacenamiento de 1500 litros y un consumo medio de 2000 Lts/día. Esto nos da una dotación por vivienda en los ciclos de servicio promedio de 3500 Lts/día promedio en 24 horas que dura la mayoría de los servicios, como podemos evidenciar en el anexo B, para lapsos de servicio de 16 días lo cual hace notar porque el descontento de la población con el sistema actual.

Con la formalización del sistema de distribución planteado en el diseño del Capítulo VI sin haber incorporado una nueva fuente de abastecimiento y considerando una capacidad de almacenamiento promedio de 2000 litros y un consumo medio de 1000 Lts/día, esto nos da una dotación por vivienda de 3000 Lts/día por 48 horas que dura el servicio a cada sector, se estaría manejando una dotación de 4000 litros por vivienda con ciclos de servicio de 4 días.

Estaríamos aportando un 15 % más liquido por vivienda en su período de servicio y un lapso de 16 días, cada una estaría manejando una dotación de 12000 litros lo que vendría a mejorar en un 41.6 % su dotación de agua en comparación con los ciclos de servicio actuales.

Días	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	TOTAL
Servicio Actual	**3500**																**3500**	**7000**
Servicio Propuesto	**3000**	**1000**					**3000**	**1000**					**3000**	**1000**				**12000**

Tabla (9.3) Dotaciones por vivienda sistema actual y el propuesto.

9.6 POZO LOS LIRIOS

El aforo del pozo fue realizado por la empresa HIDROCAPITAL, durante el mes de mayo de 2010, considerándose uno de los meses más secos del año para el Sector de Los Lirios. Los datos suministrados sobre nivel estático, nivel de bombeo y producción así como sus características físicas de los pozos de la zona se resaltan en la siguiente tabla (9.4). También se obtuvo una referencia histórica sobre la producción del pozo entre el mes de Abril y Mayo del año 2000, realizado por la Empresa Ingenieros Consultores VRV, donde se ubica la producción del pozo cercano a los 8 Lts/s que lo podemos observar en el Anexo B con más detalle.

HIDROCAPITAL
Operadora de Acueductos del Dtto. Capital y Edos. Miranda y Vargas
Filial de HIDROVEN
Un esfuerzo que fluye con la gente

POZOS DEL SISTEMA PANAMERICANO

Pozo	Características del Pozo					
	Profundidad (m)	Nivel Estático (m)	Nivel de Bombeo (m)	Aforo (l/s)	Camisa (pulg)	ϕ de Tubería (pulg)
VISTA HERMOSA	130	60	65	8	8	4
CANTARRANA	80	5	20	6	6	2
POZO MONTE VERDE	130	7	46,5	2,7	8	2
POZO EL ACUARIO	73	2,3	33	10	-	8
LA CRUZ DE SAN DIEGO	70	6,5	36	1	6	2
POZO ALBERTO RAVELL	53	6,5	12	6	8	2
LOS LIRIOS	50	12,28	12,7	8	8	4
PARACOTO I	50	12,4	17,83	15	-	4
PARACOTO II	48	6	7,8	13,88	12	8
POPUERE	45	9	12	8,4	8	4

Tabla (9.4) Producción de los pozos en sistema panamericano mayo 2010

De esta tabla asumimos la incorporación de un nuevo pozo con una producción mínima de 12 Lts/s. en promedio de los pozos de la zona como lo son Los Lirios, Paracotos I, Paracotos II y Popuere en los meses más secos del año.

9.7 SISTEMA DE BOMBEO

El sistema de bombeo se estudió en tres opciones para buscar la mejor configuración del sistema, que vendría a aprovechar la producción del pozo con mayor eficiencia hacia los dos estanques, manteniendo la ruta de la distribución ya que se consideró que arrojaba menores perdidas y costos.

9.7.1 OPCIÓN A:

Se planteó un sistema completamente nuevo con tuberías de 4 in en acero y una configuración del bombeo en serie, con la sumergible manejando en un 30% de la carga hidráulica del sistema y con la bomba horizontal el otro 70%.

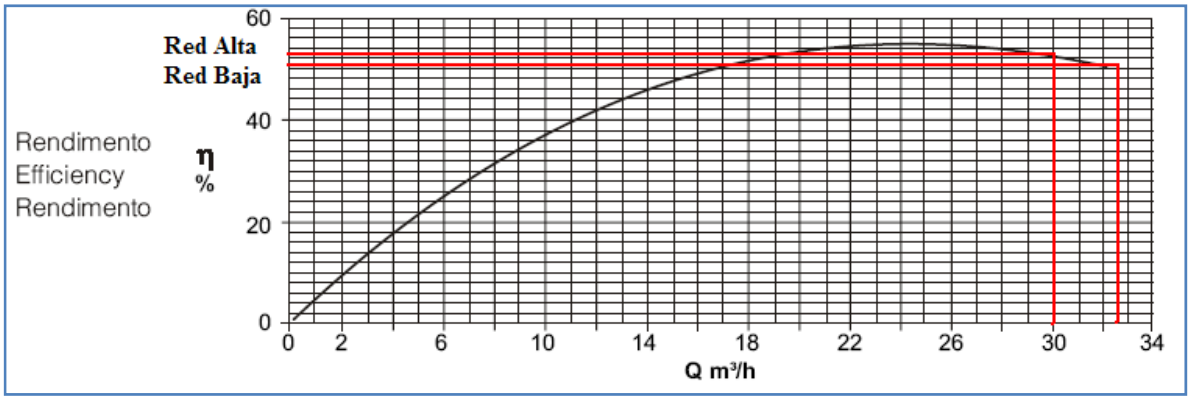


Fig. (9.3) Curva de eficiencia de la bomba WK 40/7. Marca KSB

En esta opción se encontró una eficiencia hacia la Red Alta del 51% con un caudal de 32.4 m^3/h (8.99 Lts/s), hacia el sistema de la Red Baja una eficiencia del 53 % con un caudal de 29.9 m^3/h (8.33Lts/s). Esto con la inversión del cambio de 1400 m. de tubería de acero de 4 in, y el cambio de bombas de la Estación Los Lirios.

9.7.2 OPCIÓN B:

En este estudio se comprobó el punto de operación del sistema actual en las cuales se consideró la ampliación de la línea de bombeo hacia el estanque ubicado en la Red Alta, para evidenciar el comportamiento del las bombas operando hacia el nuevo estanque.

En la configuración de las bombas actuales del pozo Los Lirios, se comprobó que el equipo sumergible provee el caudal y presión necesaria a la bomba horizontal que maneja toda la carga hidráulica del sistema, desde la estación de bombeo hasta la altura del estanque actual.

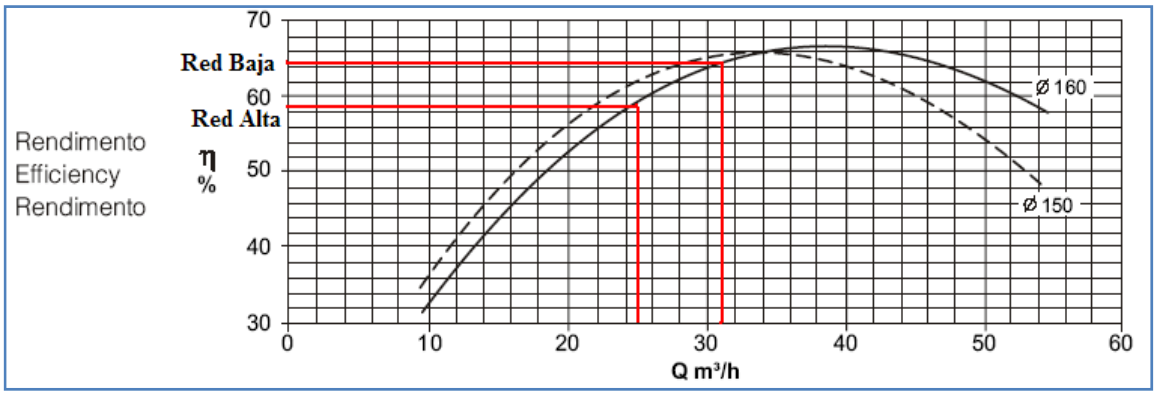


Fig. (9.4) Curva de eficiencia de la bomba WK 50/5. Marca KSB

En el estudio del sistema de bombeo actual que opera en el Sector de Los Lirios se evidenció que el punto de operación aunque se encuentra en un buen rango de eficiencias entre 58% y 24.5 m^3/h (6.87 Lts/s) hacia la Red Alta, para la Red Baja se encuentra en 64 % y 31.3 m^3/h (8.70 Lts/s). Estos puntos de operación de la bomba horizontal se encuentran a la izquierda de la máxima eficiencia, lo que genera alta presion a los componentes de la misma, que son perjudiciales y disminuye la vida útil del equipo sobre todo cuando opere hacia el estanque de la Red Alta.

9.7.3 OPCIÓN C:

Se conjugaron las opciones anteriormente estudiadas, de la opción A se tomaron las características de las bombas seleccionadas operando en serie, de la opción B se consideró el sistema existente de tuberías actuales con la mejora en la línea de bombeo hacia el estanque de la Red Alta para encontrar los puntos de operación hacia ambos estanques.

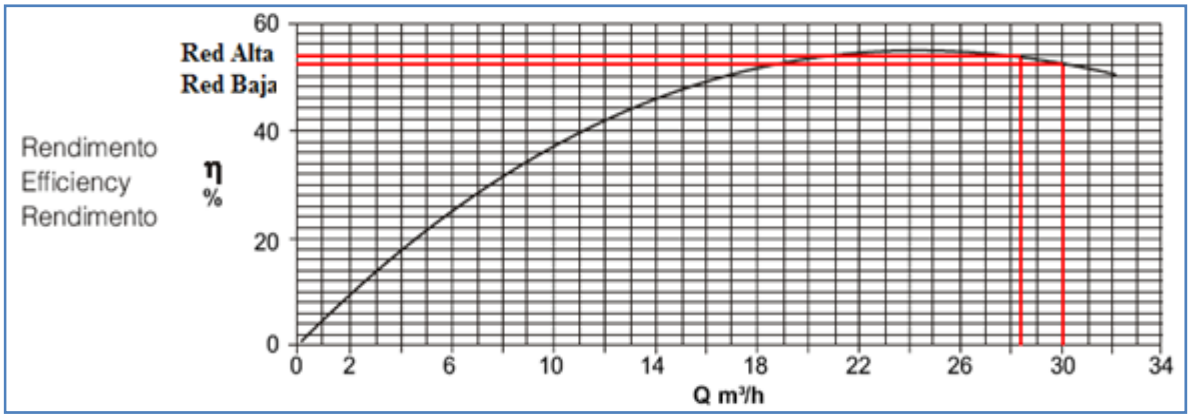


Fig. (9.5) Curva de eficiencia de la bomba WK 40/7. Marca KSB

Se realizó el cálculo del punto de trabajo de las bombas seleccionadas en la opción A, operando contra las curvas del sistema actual de la Red Baja y el nuevo tramo de tubería hacia el estanques de la Red Alta, se pudo apreciar que los puntos de operación de la bomba horizontal se ubican a la derecha del punto de máxima eficiencia lo que nos da un mejor rendimiento del equipo operando a presiones de diseño, aumentando la vida útil del equipo de bombeo y considerando que maneja caudales hacia ambos estanques muy cercanos al aforo del pozo, hacia la Red Alta maneja una eficiencia de 54 % y 28.6 m^3/h (7.95 Lts/s) y hacia la Red Baja estaría manejando una eficiencia del equipo de bombeo de 52 % y 30.6 m^3/h (8.5 Lts/s).

9.7.4 BOMBA SUMERGIBLE

El rango de operación de la bomba sumergible en las tres opciones estudiadas anteriormente, se pudo apreciar que en cualquiera de las configuraciones esta bomba trabaja en un buen rango de eficiencia, comprendido entre 74 % 110 GPM (6.9Lts/s) y el 72 % 142.6 GPM (9 Lts/s).

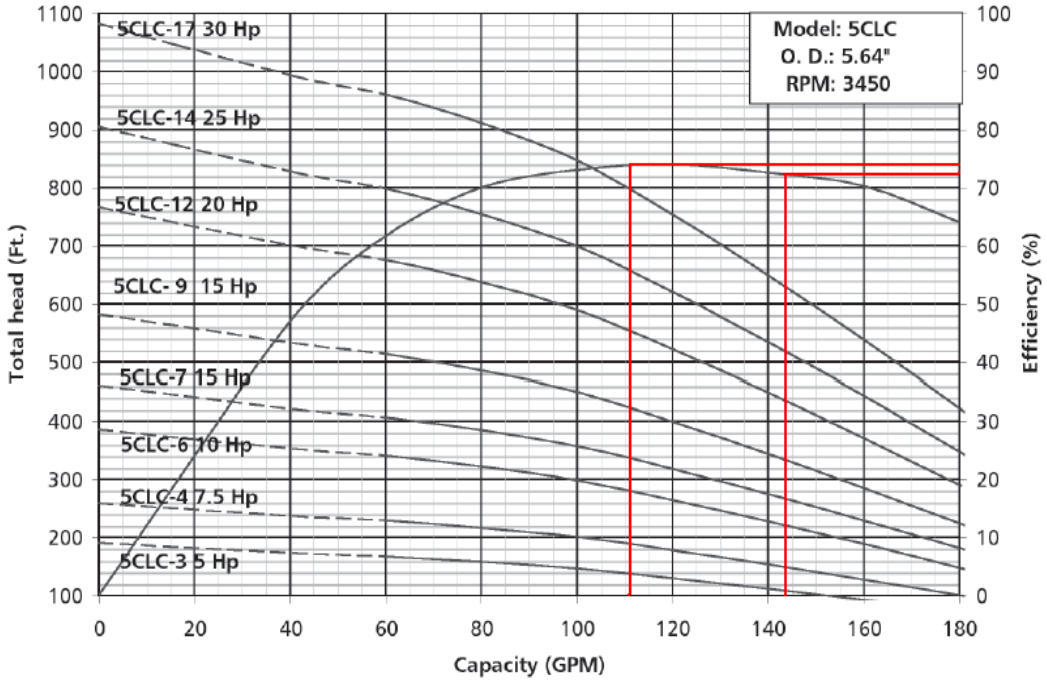


Fig. (9.6) Curva de la bomba sumergible 5CLC 110 GPM. Marca Gould Pumps

9.8 COSTO APROXIMADO DE LA OBRA

Los cómputos métricos para la ejecución del nuevo diseño se separaron por subsectores, tuberías principales de distribución y mejoramiento de la línea de bombeo hacia la Red Alta.

- Para los sectores ubicados en la Red Alta se obtuvo un promedio de 145.000 BsF.
- Para los sectores ubicados en la Red Baja se obtuvo un promedio de 157.500 BsF.
- La colocación de las tuberías principales en cada Red arrojo un promedio de 245.500 BsF.

TUBERIA PRINCIPAL RED ALTA	259.218,89
TOPO DE LA CRUZ	103.409,48
AGUA MALUCA	100.409,52
LA LAGUNA	173.405,39
CACHICAMO	76.718,10
EL TREBOL	150.214,68
LA ENEA	264.252,26
TUBERIA PRINCIPAL RED BAJA	231.921,17
LIRIOS PARTE ALTA	115.515,06
VIA EL TANQUE	59.874,46
LIRIOS INTERMEDIO	233.693,49
LIRIOS PARTE BAJA	195.882,08
AUTOPISTA	97.456,32
LOS COROSOS	242.590,27
MEJORAMIENTO LINEA DE BOMBEO	332.011,63
TOTAL DE OBRA (BsF)	**2.636.572,78**

Tabla (9.5) Resumen cómputos métricos arrogados por el proyecto

Como se puede apreciar el proyecto tiene una alta probabilidad de ser realizado por medio de una buena organización de los Consejos Comunales que conforman el Sector Los Lirios, ya que estos manejan un presupuesto de 150.000 BsF. por parte del estado para arreglos y mejoras en su comunidad. Para la construcción de los estanques de cada Red se necesitará la colaboración de organismos gubernamentales como alcaldías, gobernaciones o ministerios que aporten los recursos a esta comunidad. Cabe destacar que el monto arrojado por los cómputos métricos es basado en presupuestos actualizados.

RECOMENDACIONES

- La principal recomendación es regular los consumos de los sectores a los valores estimados, de esta manera el sistema operará bajo las condiciones de diseño.
- Realización de charlas a los diferentes subsectores y Consejos Comunales por parte de la unidad de servicio comunitario de HIDROCAPITAL, para informar las mejoras que trae consigo el nuevo diseño en el ámbito de dotaciones domiciliarias y mejoras de los ciclos de servicio.
- Realización de campañas para el buen uso del servicio de agua potable
- Monitorear las presiones de la aducción de manera que coincidan con los resultados del diseño, de esta manera se podrá prever la existencia de una avería u otro evento irregular del sistema de bombeo.
- Monitorear las presiones de cada subsector de manera de compararla con las presiones teóricas y garantizar el cumplimiento de las condiciones de diseño, esto a su vez permitirá detectar problemas que presente el sistema.
- El volumen de los estanques es calculada en base a la capacidad mínima de almacenamiento para la distribución a cada Red configurada en el diseño, tomando en consideración una capacidad adicional en caso de incendio de 144 m^3, la cual debe ser respetada.
- Colocación de ventosas automáticas de admisión y expulsión de aire en la tubería de distribución de los estanques principales, en la Red Alta de 1 in y en la Red Baja de 2 in.
- Los estanques deben dejarse en su capacidad máxima después de cada período de servicio para garantizar un buen rango de presiones de diseño en todo los subsectores y cumplir con los períodos de servicio propuestos.
- Se debe mejorar y aumentar la data existente respecto a los sistemas de abastecimiento de agua y estimaciones de población en las zonas rurales, de tal manera que no sea un obstáculo en el desarrollo de proyectos sociales.

- Realizar de forma programada un mantenimiento preventivo y correctivo a los equipos presentes en el sistema de abastecimiento, como son:
    - Motores eléctricos.
    - Bombas horizontales y bomba sumergible.
    - Ventosas.
    - Válvula combinada reguladora y sostenedora de presión.
    - Válvula de alivio y anticipadora de golpe de ariete.

CONCLUSIONES

- Para el estudio de sistema de abastecimiento de agua potable es imprescindible conocer las características poblacionales topográficas del sector.
- Se consideran válvulas reguladoras combinadas sostenedora y reguladora de presión en los diferentes subsector de manera de mantener las presiones del sistema bajo los valores máximos y mínimos establecidos.
- El sistema esta provisto de válvulas de expulsión de aire o ventosas, de manera de facilitar el flujo y liberar las bolsas de aire dentro de las tuberías.
- La selección de los diámetros aptos para el sistema de distribución dependen del caudal manejado y de la velocidad de transito referida a criterios de diseño dentro de las normas.
- Los desarrollos de nuevos sistemas de abastecimientos deben estar enmarcados en las normas sanitarias y por las normas de la institución a cargo del desarrollo de proyectos de agua del país.
- Los tiempos de diseño dependen de los valores establecidos por las normas de desarrollos de proyectos de abastecimiento de agua y en base a estos se selecciona el periodo de diseño del proyecto, aunque se deben considerar lapsos de tiempo para que el proyecto sea construido.
- La presión admisible de las tuberías de aducción, dependen de las presiones de descarga de los equipos y del efecto del golpe de ariete, de esta manera se determina el máximo esfuerzo al cual estará sometido la tubería.
- Se propone una nueva tubería de distribución desde la Línea del Bombeo Principal hacia el estanque Red Alta en 4 in.
- El sistema debe estar provisto de válvulas de mantenimiento y sectorización, de manera de poder realizar labores de reparaciones sin dejar sin servicio la mayor cantidad de sectores posibles.

BIBLIOGRAFÍA

Textos

[1] Arocha R., Simón. (1997). *Abastecimientos de Agua* (3º Edición). Venezuela.: Editorial Innovación Tecnológica.

[2] ASME (2004) B.31 Process Piping, United State: ASME

[3] Bolinaga J.J. (1999) Proyectos de Ingeniería Hidráulica Volumen I, II. Caracas, Fundación Polar.

[4] CRANE. (1992). *Flujo de Fluidos en Válvulas, Accesorios y Tuberías*. México: Editorial Mc Graw Hill

[5] Caracterización del Municipio Guaicaipuro 2008. Caracas, Venezuela: Gobernación de Miranda.

[6] INOS. (1976). *Especificaciones de Construcción de Obras de Acueductos y Alcantarillados*. Venezuela: Instituto Nacional de Obras Sanitarias.

[7] McGhee, Terence J. (1999). *Abastecimiento de Agua y Alcantarillado. Ingeniería Ambiental*. (6ª Edición). Santa Fe de Bogotá, Colombia: Editorial Mc Graw Hill.

[8] Méndez, Manuel Vicente. (1995). *Tuberías a Presión*. Caracas, Venezuela: Fondo Polar – UCAB.

[9] Parmakian, John. (1963). *Waterhammer Análisis*. New York, U.S.A.: Dover Publications Inc.

[10] Potter, M., y Wiggert, D. (1.998). *Mecánica de Fluidos*. (2º Edición). México: Editorial Prentice Hall.

[11] Westaway, C.R., y Loomis, A.W. (1981). *Cameron Hydraulic Data*. (16ª Edición). U.S.A.: Ingersoll-Rand.

[12] KSB. Manual Técnico y Curvas Características WK

[13] Goulds Pumps. Manual Técnico. Submersibles Turbine Pumps

[14] CLA-VAL. Cátalo Técnico de Válvulas y Accesorios.

Tesis

Terán M., (2009) Evaluación, diagnóstico y propuesta para la optimización del sistema de abastecimiento de agua potable del Sector Guaremal Municipio Guaicaipuro-Estado Miranda. Trabajo Especial de Grado. Universidad Central de Venezuela. Ingeniería Mecánica

Briceño A., Landaeta A., (2009) Diseño de un sistema de abastecimiento de agua para un complejo hotelero y el riego de siembra a sus alrededores. Trabajo Especial de Grado. Universidad Central de Venezuela. Ingeniería Mecánica

Linares S., Fernando D., (2007) Diseño de un sistema de abastecimiento y distribución de agua potable en un centro ambulatorio, Trabajo Especial de Grado. Universidad Central de Venezuela. Ingeniería Mecánica

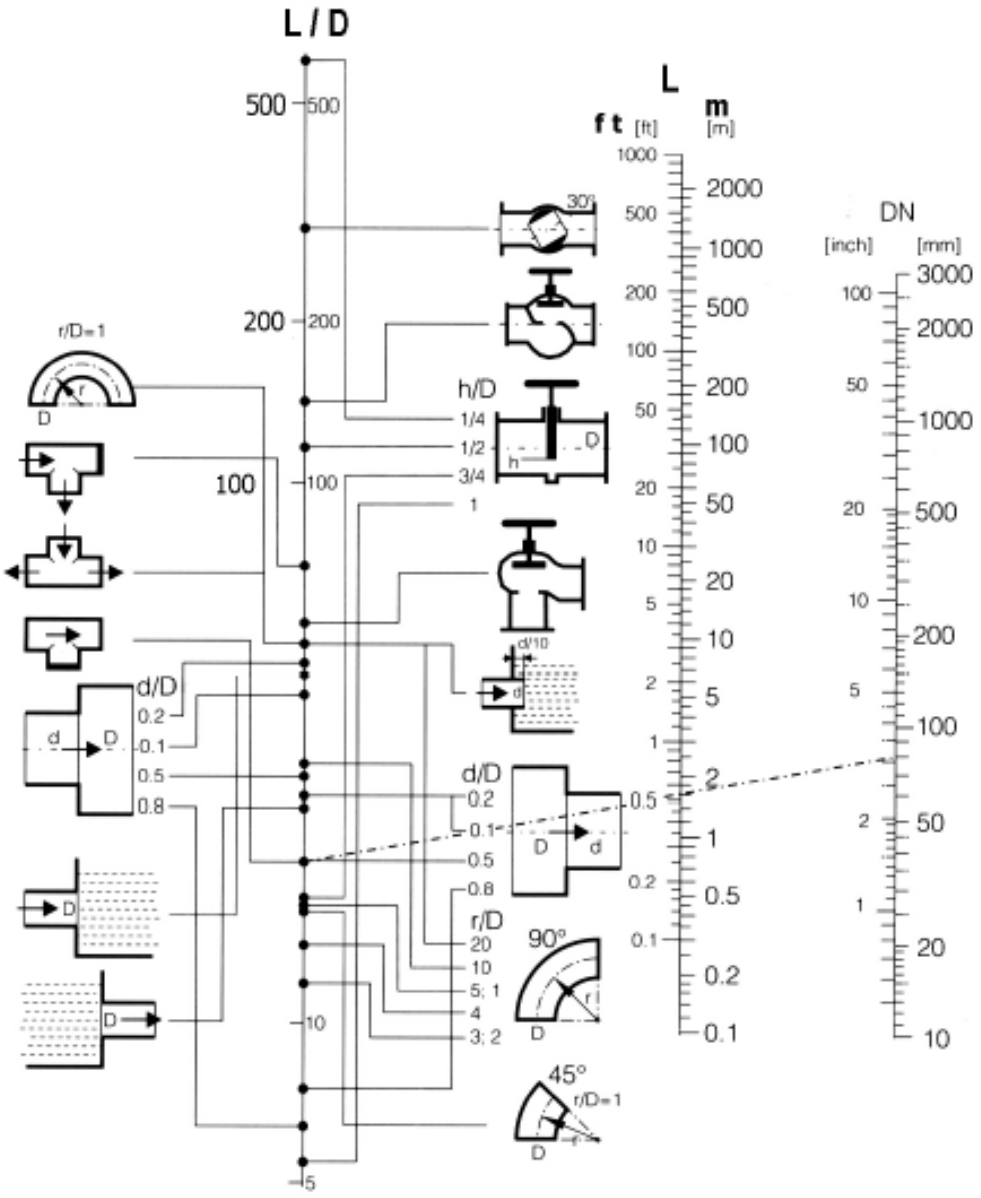
Documentos legales

Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela Nº 4.044 Extraordinario del 8 de septiembre de 1988. Normas para Proyecto, Construcción, Reparación, Reforma y Mantenimiento de Edificaciones. (1988).

Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela Nº 303.216 Extraordinario del 30 de Enero de 1998. Ministerio de Sanidad y Asistencia Social. Normas Sanitarias de Calidad del Agua Potable.

ANEXO A

Fig. (A-1) METODO DE LA LONGITUD EQUIVALENTE



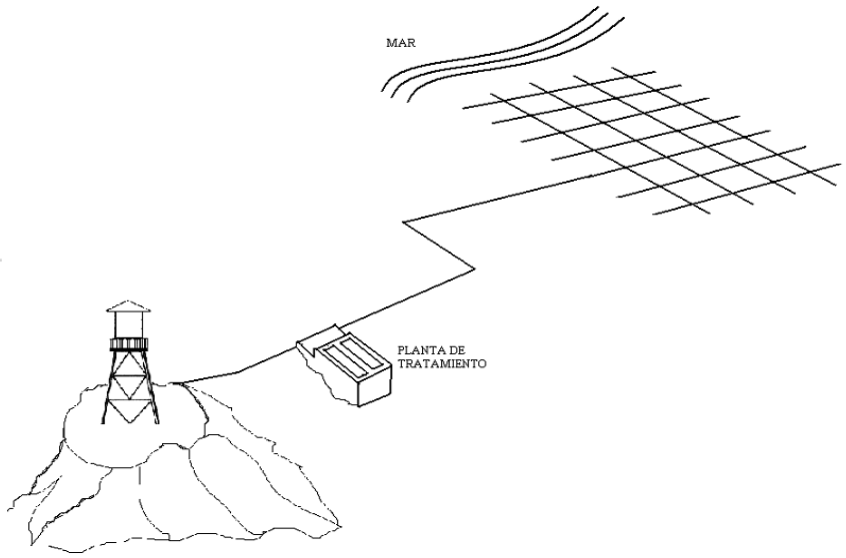


Fig. (A-2). ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN POR GRAVEDAD.

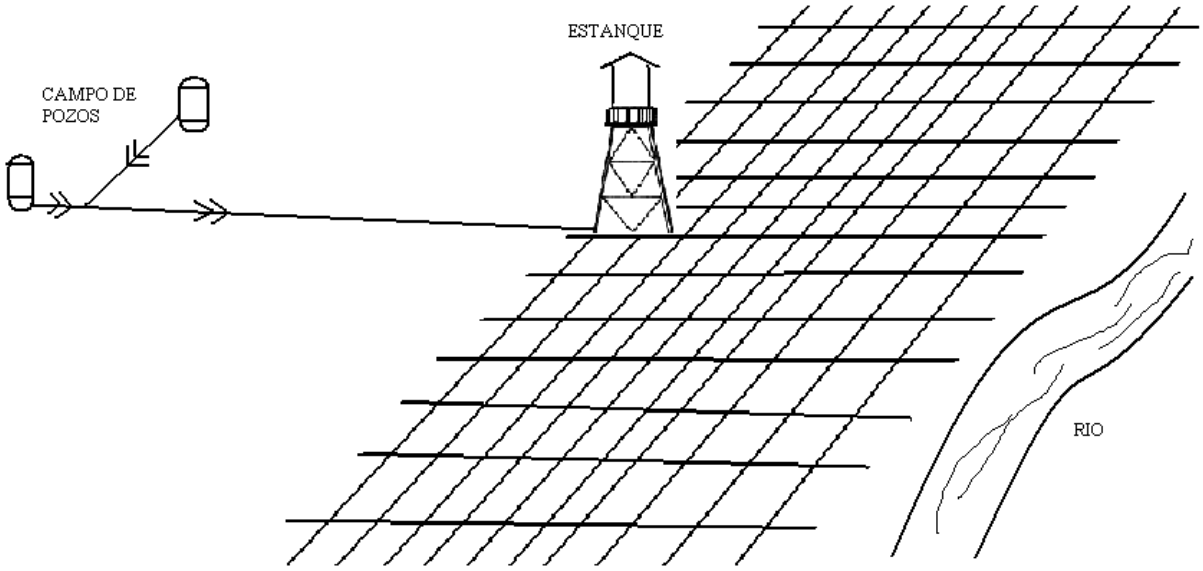


Fig. (A-3) ESQUEMA DE BOMBEO DIRECTO Y DISTRIBUCIÓN DIRECTO POR GRAVEDAD.

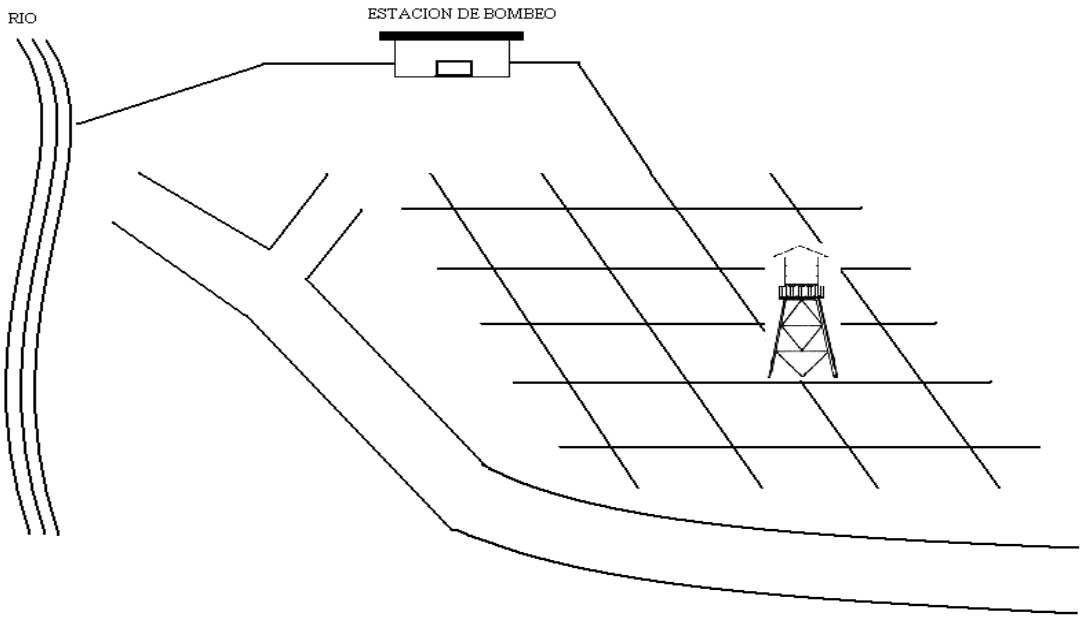


Fig. (A-4). ESQUEMA DE BOMBEO CONTRA LA RED.

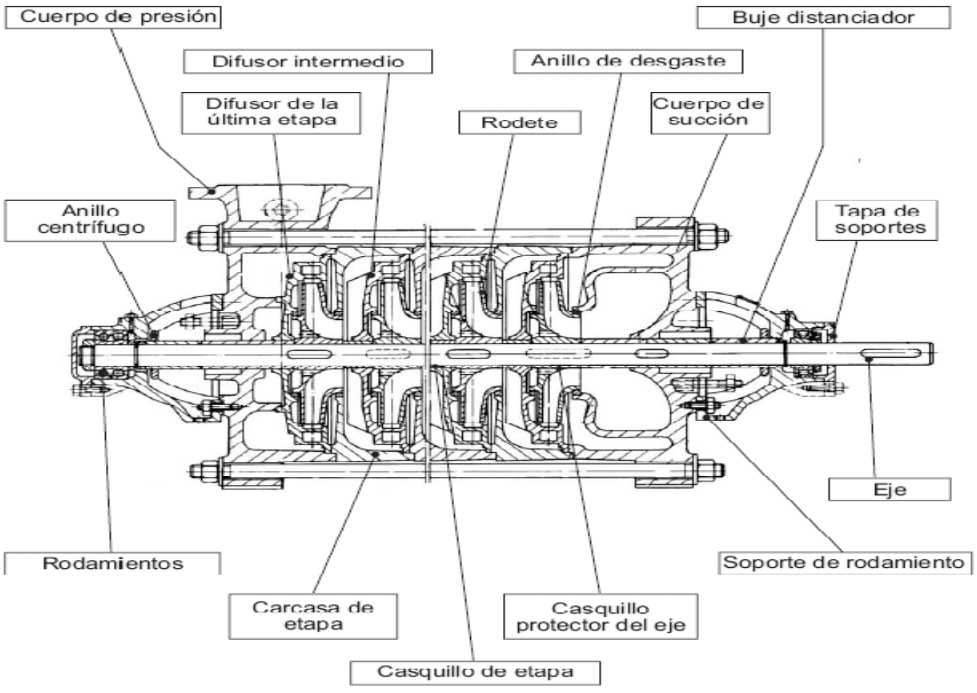


Fig. (A-5) COMPONENTES DE LAS BOMBAS CENTRÍFUGAS BOMBA MULTIETAPA.

bomba sumergible 5clc 015 operando a 3540

$$C := \begin{pmatrix} 15 \\ 20 \\ 25 \\ 30 \\ 35 \end{pmatrix} \quad Q := C \cdot \frac{1}{3600} \quad Q = \begin{pmatrix} 4.167 \times 10^{-3} \\ 5.556 \times 10^{-3} \\ 6.944 \times 10^{-3} \\ 8.333 \times 10^{-3} \\ 9.722 \times 10^{-3} \end{pmatrix} \quad h := \begin{pmatrix} 500 \\ 475 \\ 450 \\ 400 \\ 325 \end{pmatrix} \quad H := h \cdot 0.3048 \quad H = \begin{pmatrix} 152.4 \\ 144.78 \\ 137.16 \\ 121.92 \\ 99.06 \end{pmatrix}$$

$c := regress(Q, H, 2)$

$$c = \begin{pmatrix} 3 \\ 3 \\ 2 \\ 133.241 \\ 1.027 \times 10^{4} \\ -1.411 \times 10^{6} \end{pmatrix}$$

Coeficientes de la Bomba Sumergible 5CLC-015 A 3500 rpm

WK407 a 3500 rpm

$$q := \begin{pmatrix} 2 \\ 6 \\ 10 \\ 14 \\ 18 \\ 22 \\ 30 \end{pmatrix} \quad Q := \frac{q}{3600} \quad H := \begin{pmatrix} 297 \\ 295 \\ 290 \\ 280 \\ 265 \\ 243 \\ 185 \end{pmatrix}$$

$c := regress(Q, H, 2)$

$$c = \begin{pmatrix} 3 \\ 3 \\ 2 \\ 294.32 \\ 4.519 \times 10^{3} \\ -2.113 \times 10^{6} \end{pmatrix}$$

coeficientes de la Bomba horizontal WK 40/7 3500 RPM

bomba sumergible 5clc 007 operando a 3540

$$C := \begin{pmatrix} 15 \\ 20 \\ 25 \\ 30 \\ 35 \end{pmatrix} \quad Q := C \cdot \frac{1}{3600} \quad Q = \begin{pmatrix} 4.167 \times 10^{-3} \\ 5.556 \times 10^{-3} \\ 6.944 \times 10^{-3} \\ 8.333 \times 10^{-3} \\ 9.722 \times 10^{-3} \end{pmatrix} \quad h := \begin{pmatrix} 225 \\ 215 \\ 200 \\ 175 \\ 150 \end{pmatrix} \quad H := h \cdot 0.3048 \quad H = \begin{pmatrix} 68.58 \\ 65.532 \\ 60.96 \\ 53.34 \\ 45.72 \end{pmatrix}$$

c := regress(Q,H,2)

$$c = \begin{pmatrix} 3 \\ 3 \\ 2 \\ 67.753 \\ 2.101 \times 10^{3} \\ -4.515 \times 10^{5} \end{pmatrix}$$

Coeficientes de la Bomba sumergible 5CLC-007

WK505 3500

$$Q := \begin{pmatrix} 0.00277 \\ 0.005656 \\ 0.00833 \\ 0.011118 \end{pmatrix} \quad H := \begin{pmatrix} 247.5 \\ 240 \\ 225 \\ 200 \end{pmatrix}$$

c := regress(Q,H,2)

$$c = \begin{pmatrix} 3 \\ 3 \\ 2 \\ 245.393 \\ 2.341 \times 10^{3} \\ -5.774 \times 10^{5} \end{pmatrix}$$

coeficientes de la BOMBA HORIZONTAL WK 50/5 OPCION B

Punto de trabajo de la opcion A en el bombeo hacia los estanques Red Baja y Alta

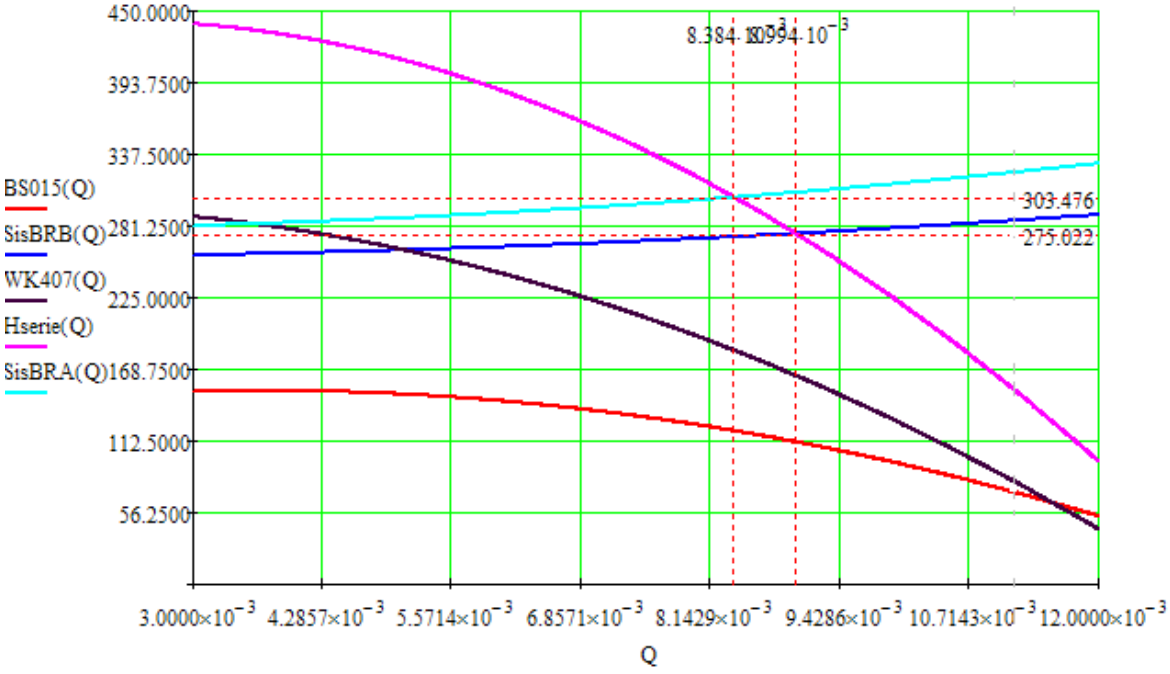
$SisBRB(Q) := 256 + 235157.17 \cdot Q^2$ ECUACION DEL SISTEMA BP&BRB

$SisBRA(Q) := 278 + 362434.97 \cdot Q^2$ ECUACION DEL SISTEMA BP&BRA

$BS015(Q) := \left(-1.411 \cdot 10^6 \cdot Q^2 + 1.027 \cdot 10^4 \cdot Q + 133.241\right)$ ECUACION DE LA BOMBA SUMERGIBLE

$WK407(Q) := 293 + 4.846 \cdot 10^3 \cdot Q - 2.139 \cdot 10^6 \cdot Q^2$ ECUACION DE LA BOMBA HORIZONTAL

$Hserie(Q) := BS015(Q) + WK407(Q)$ ECUACION DE SISTEMA DE BOMBAS EN SERIE



valor de inicializacion

$Q := 200$

Given $Hserie(Q) = SisBRA(Q)$ $Find(Q) = 8.383 \times 10^{-3}$ $SisBRA(0.008384) = 303.476$

Given $Hserie(Q) = SisBRB(Q)$ $Find(Q) = 8.994 \times 10^{-3}$ $SisBRB(0.008994) = 275.022$

Punto de trabajo del equipo de bombeo de la opcion A, operando con el sistema actuales con la mejora hacia la Red Alta

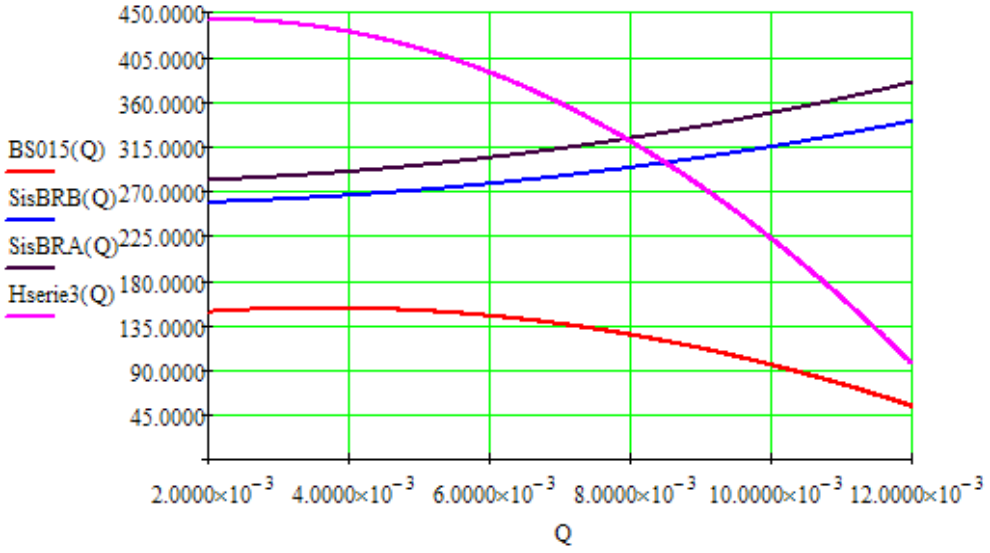
$SisBRB(Q) := 256 + 583732.27 \cdot Q^2$ ECUACION DEL SISTEMA BP&BRB

$SisBRA(Q) := 278 + 701149.23 \cdot Q^2$ ECUACION DEL SISTEMA BP&BRA

$BS015(Q) := \left(-1.411 \cdot 10^6 \cdot Q^2 + 1.027 \cdot 10^4 \cdot Q + 133.241\right)$ ECUACION DE LA BOMBA SUMERGIBLE 3500

$WK407(Q) := \left(293 + 4.846 \cdot 10^3 \cdot Q - 2.139 \cdot 10^6 \cdot Q^2\right)$ ECUACION DE LA BOMBA HORIZONTAL A 3500 RPM

$Hserie3(Q) := BS015(Q) + WK407(Q)$



valor de inicializacion

$Q := 200$

Given $Hserie3(Q) = SisBRA(Q)$ $Find(Q) = 7.945 \times 10^{-3}$ $SisBRA(0.007937) = 322.17$

Given $Hserie3(Q) = SisBRB(Q)$ $Find(Q) = 8.501 \times 10^{-3}$ $SisBRB(0.008497) = 298.145$

Punto de trabajo de la opcion B en el bombeo hacia los estanques Red Baja y Alta

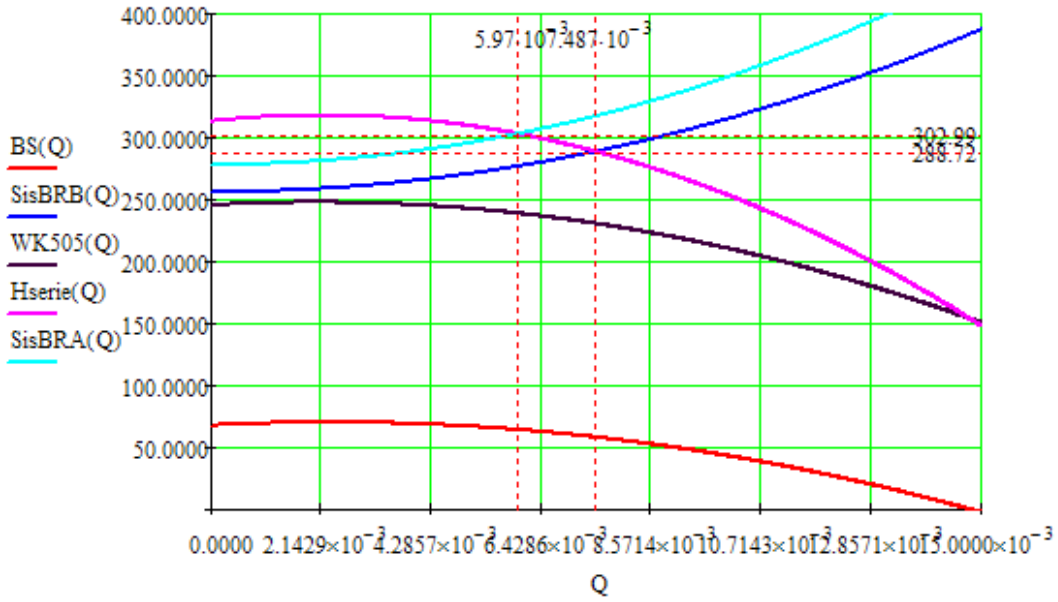
$SisBRB(Q) := 256 + 583732.37 \cdot Q^2$ ECUACION DEL SISTEMA BP&BRB

$SisBRA(Q) := 278 + 701149.23 \cdot Q^2$ ECUACION DEL SISTEMA BP&BRA

$BS(Q) := \left(-4.515 \cdot 10^5 \cdot Q^2 + 2.101 \cdot 10^3 \cdot Q + 67.753\right)$ ECUACION DE LA BOMBA SUMERGIBLE

$WK505(Q) := \left(-5.774 \cdot 10^5 \cdot Q^2 + 2.341 \cdot 10^3 Q + 245.39\right)$ ECUACION DE LA BOMBA HORIZONTAL

$Hserie(Q) := BS(Q) + WK505(Q)$ ECUACION DE SISTEMA DE BOMBAS EN SERIE

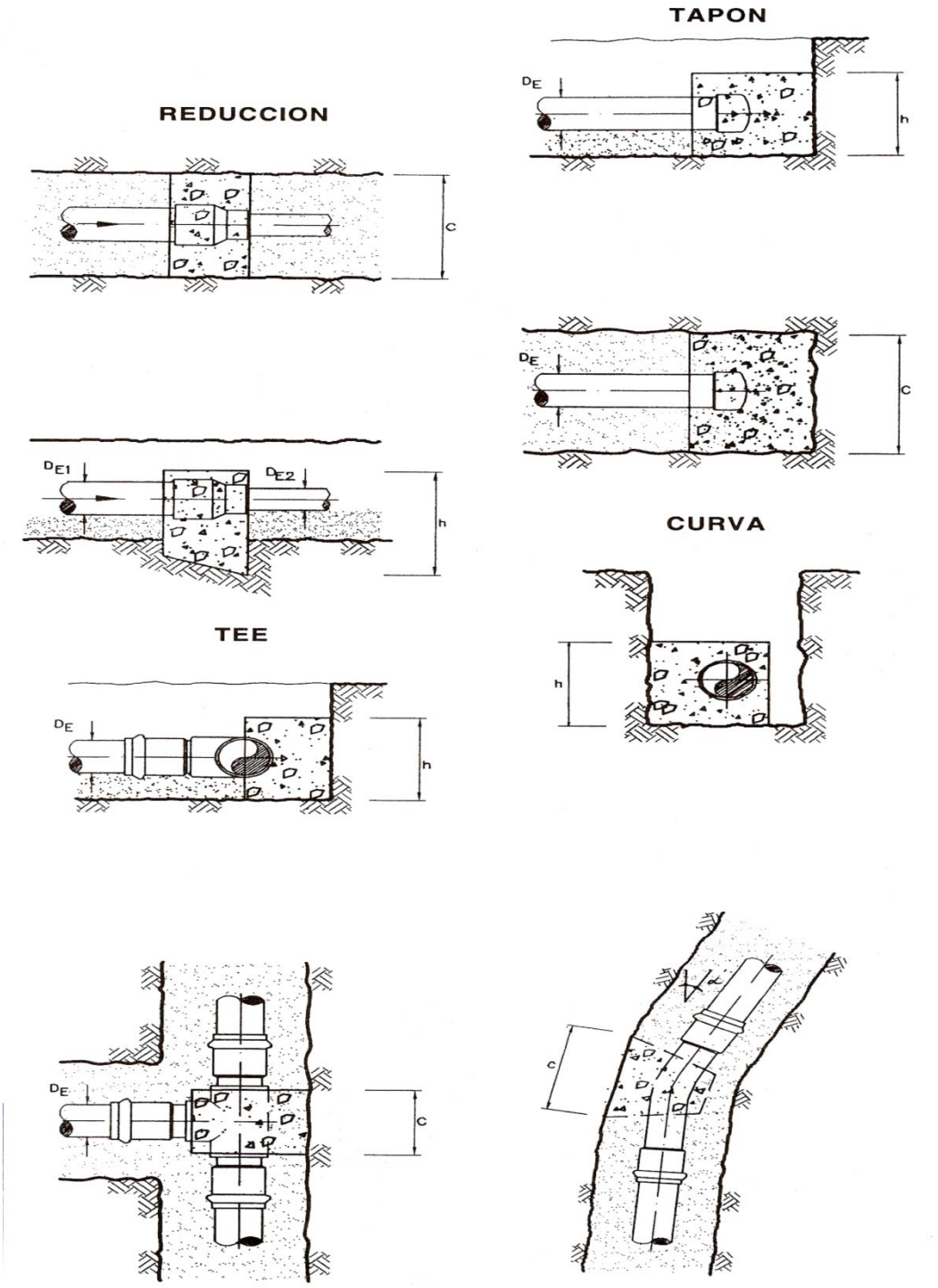


valor de inicializacion

$Q := 200$

Given $Hserie(Q) = SisBRA(Q)$ $Find(Q) = 5.97 \times 10^{-3}$ $SisBRA(0.00597) = 302.99$

Given $Hserie(Q) = SisBRB(Q)$ $Find(Q) = 7.487 \times 10^{-3}$ $SisBRB(0.007487) = 288.721$



Diferentes tipos de anclajes en tuberías.

Fuente: Manual Técnico Pavco Sistema de Tubería y Accesorios Acueductos.

Tuberías de Polietileno de Alta Densidad (PEAD)

Material, Rating		SDR 32,5		SDR 26		SDR 21		SDR 17		SDR 15,5		SDR 13,5		SDR 11		SDR 9		SDR 7	
PE 3408 , C=1,5		50 psi		65 psi		80 psi		100 psi		110 psi		130 psi		160 psi		200 psi		265 psi	
PE 80 , C=1,25		60 psi		75 psi		90 psi		120 psi		130 psi		150 psi		185 psi		235 psi		300 psi	
PE 100 , C=1,25		75 psi		90 psi		120 psi		150 psi		160 psi		185 psi		235 psi		290 psi		380 psi	
Diámetro	Diámetro	Espesor	Peso	Espesor	Peso	Espesor	Peso	Espesor	Peso	Espesor	Peso	Espesor	Peso	Espesor	Peso	Espesor	Peso	Espesor	Peso
Nominal	Externo	mm.	Kg/m	mm.	Kg/m	mm.	Kg/m	mm.	Kg/m	mm.	Kg/m	mm.	Kg/m	mm.	Kg/m	mm.	Kg/m	mm.	Kg/m
pulg.	mm	mín.	mín.	mín.	mín.	mín.	mín.	mín.	mín.	mín.	mín.	mín.	mín.	mín.	mín.	mín.	mín.	mín.	mín.
½	21.34															2.36	0.13	3.05	0.18
¾	26.67													2.41	0.18	2.97	0.22	3.81	0.27
1	33.40													3.05	0.28	3.71	0.34	4.78	0.43
1¼	42.16											3.12	0.39	3.84	0.46	4.67	0.55	6.02	0.68
1½	48.26									3.12	0.43	3.58	0.49	4.39	0.60	5.36	0.71	6.88	0.89
2	60.33							3.56	0.62	3.89	0.68	4.47	0.77	5.49	0.94	6.71	1.12	8.61	1.38
3	88.90			3.43	0.91	4.24	1.12	5.23	1.37	5.74	1.49	6.58	1.70	8.08	2.04	9.88	2.44	12.70	3.02
4	114.30	3.51	1.22	4.39	1.50	5.44	1.85	6.73	2.26	7.37	2.45	8.46	2.80	10.39	3.36	12.70	4.03	16.33	4.98
6	168.28	5.18	2.63	6.48	3.27	8.00	4.00	9.91	4.90	10.85	5.33	12.47	6.06	15.29	7.31	18.69	8.72	24.03	10.82
8	219.08	6.73	4.46	8.43	5.54	10.44	6.79	12.88	8.29	14.12	9.03	16.23	10.27	19.91	12.38	24.33	14.79	31.29	18.33
10	273.05	8.41	6.93	10.49	8.60	13.00	10.55	16.05	12.87	17.63	14.03	20.22	15.95	24.82	19.22	30.25	22.97	39.01	28.48
12	323.85	9.96	9.76	12.45	12.10	15.42	14.84	19.05	18.11	20.90	19.75	23.98	22.44	29.44	27.04	35.99	32.32	46.25	40.07
14	355.60	10.95	11.77	13.67	14.60	16.94	17.89	20.93	21.84	22.94	23.81	26.34	27.05	32.33	32.60	39.52	38.97	50.80	48.30
16	406.40	12.50	15.37	15.62	19.06	19.35	23.36	23.90	28.52	26.21	31.10	30.10	35.34	36.96	42.59	45.16	50.89	58.06	63.09
18	457.20	14.07	19.45	17.58	24.12	21.77	29.58	26.90	36.10	29.49	39.36	33.86	44.73	41.55	53.90	50.80	64.42		
20	508.00	15.62	24.02	19.53	29.77	24.18	36.52	29.87	44.58	32.77	48.60	37.62	55.22	46.18	66.54	56.44	79.52		
22	558.80	17.20	29.05	21.49	36.02	26.62	44.18	32.87	53.94	36.04	58.79	41.40	66.81	50.80	80.52				
24	609.60	18.77	34.58	23.44	42.87	29.03	51.10	35.86	64.19	39.32	69.97	45.16	79.52	55.42	95.81				

Material , f.s.	SDR 33		SDR 26		SDR 21		SDR 17		SDR 13,6		SDR 11		SDR 9		SDR 7,4	
PE 80 , 1,6	3,2 bar (50 psi)		4 bar (60 psi)		5 bar (75 psi)		6,3 bar (90 psi)		8 bar (120 psi)		10 bar (150 psi)		12,5 bar (185 psi)		16 bar (235 psi)	
PE 80 , 1,25	4 bar (60 psi)		5 bar (75 psi)		6,3 bar (90 psi)		8 bar (120 psi)		10 bar (150 psi)		12,5 bar (185 psi)		16 bar (235 psi)		20 bar (290 psi)	
PE 100, 1,25	5 bar (75 psi)		6,3 bar (90 psi)		8 bar (120 psi)		10 bar (150 psi)		12,5 bar (185psi)		16 bar (235 psi)		20 bar (290 psi)		25 bar (360 psi)	
Diámetro	Espesor	Peso	Espesor	Peso	Espesor	Peso	Espesor	Peso	Espesor	Peso	Espesor	Peso	Espesor	Peso	Espesor	Peso
mm.	mm.	Kg/m	mm.	Kg/m	mm.	Kg/m	mm.	Kg/m	mm.	Kg/m	mm.	Kg/m	mm.	Kg/m	mm.	Kg/m
mín.	mín.	mín.	mín.	mín.	mín.	mín.	mín.	mín.	mín.	mín.	mín.	mín.	mín.	mín.	mín.	mín.
12.5															2.3	0.075
16													2.3	0.102	2.3	0.102
20											2.3	0.132	2.3	0.132	2.8	0.155
25											2.3	0.170	2.8	0.200	3.5	0.240
32							2.3	0.222	2.3	0.222	3.0	0.280	3.6	0.327	4.5	0.393
40					2.3	0.283	2.4	0.294	3.0	0.358	3.7	0.431	4.5	0.509	5.6	0.610
50					2.4	0.372	3.0	0.456	3.7	0.550	4.6	0.667	5.6	0.790	6.9	0.940
63			2.4	0.475	3.0	0.583	3.8	0.723	4.7	0.876	5.8	1.055	7.1	1.257	8.7	1.490
75	2.3	0.547	2.9	0.678	3.6	0.828	4.5	1.016	5.6	1.238	6.8	1.472	8.4	1.768	10.4	2.115
90	2.8	0.793	3.5	0.977	4.3	1.182	5.4	1.458	6.7	1.774	8.2	2.124	10.1	2.547	12.5	3.046
110	3.4	1.171	4.2	1.427	5.3	1.773	6.6	2.172	8.1	2.618	10.0	3.161	12.3	3.787	15.2	4.526
125	3.8	1.484	4.8	1.848	6.0	2.277	7.4	2.766	9.2	3.374	11.4	4.090	14.0	4.893	17.3	5.849
160	4.9	2.435	6.1	2.996	7.7	3.728	9.5	4.532	11.8	5.528	14.6	6.693	17.9	7.999	22.1	9.558
200	6.1	3.776	7.6	4.652	9.6	5.798	11.9	7.082	14.7	8.598	18.2	10.420	22.4	12.499	27.6	14.912
250	7.6	5.865	9.5	7.252	11.9	8.971	14.8	10.997	18.4	13.435	22.7	16.234	27.9	19.456	34.5	23.287
315	9.6	9.310	12.0	11.519	15.0	14.226	18.7	17.482	23.2	21.321	28.6	25.751	35.2	30.904	43.5	36.974
355	10.8	11.792	13.5	14.593	16.9	18.051	21.1	22.217	26.1	27.025	32.2	32.667	39.7	39.266	49.0	46.932
400	12.2	14.993	15.2	18.500	19.1	22.969	23.7	28.111	29.4	34.289	36.3	41.480	44.7	49.809	55.2	59.564
450	13.7	18.877	17.1	23.385	21.5	29.034	26.7	35.605	33.1	43.455	40.9	52.666	50.3	63.166		
500	15.2	23.318	19.0	28.871	23.9	35.891	29.7	43.995	36.8	53.612	45.4	64.814	55.8	77.707		
560	17.0	29.196	21.3	36.177	26.7	44.926	33.2	55.103	41.2	67.261	50.8	81.384				
630	19.1	36.877	23.9	45.718	30.0	56.733	37.4	69.765	46.3	84.958	57.2	102.853				

Fuente: www.revinca.com

Table A-1B Basic Quality Factors for Longitudinal Weld Joints in Pipes, Tubes, and Fittings E_j
These quality factors are determined in accordance with para. 302.3.4(a). See also para. 302.3.4(b) and Tab
302.3.4 for increased quality factors applicable in special cases. Specifications, except API, are ASTM.

Spec. No.	Class (or Type)	Description	E_j (2)	Appendix A
Carbon Steel				
API 5L	...	Seamless pipe	1.00	...
	...	Electric resistance welded pipe	0.85	...
	...	Electric fusion welded pipe, double butt, straight or spiral seam	0.95	...
	...	Furnace butt welded	0.60	...
A 53	Type S	Seamless pipe	1.00	...
	Type E	Electric resistance welded pipe	0.85	...
	Type F	Furnace butt welded pipe	0.60	...
A 105	...	Forgings and fittings	1.00	(9)
A 106	...	Seamless pipe	1.00	...
A 134	...	Electric fusion welded pipe, single butt, straight or spiral seam	0.80	...
A 135	...	Electric resistance welded pipe	0.85	...
A 139	...	Electric fusion welded pipe, straight or spiral seam	0.80	...
A 179	...	Seamless tube	1.00	...
A 181	...	Forgings and fittings	1.00	(9)
A 234	...	Seamless and welded fittings	1.00	(16)
A 333	...	Seamless pipe	1.00	...
	...	Electric resistance welded pipe	0.85	...
A 334	...	Seamless tube	1.00	...
A 350	...	Forgings and fittings	1.00	(9)
A 369	...	Seamless pipe	1.00	...
A 381	...	Electric fusion welded pipe, 100% radiographed	1.00	(18)
	...	Electric fusion welded pipe, spot radiographed	0.90	(19)
	...	Electric fusion welded pipe, as manufactured	0.85	...
A 420	...	Welded fittings, 100% radiographed	1.00	(16)
A 524	...	Seamless pipe	1.00	...
A 587	...	Electric resistance welded pipe	0.85	...
A 671	12, 22, 32, 42, 52	Electric fusion welded pipe, 100% radiographed	1.00	...
	13, 23, 33, 43, 53	Electric fusion welded pipe, double butt seam	0.85	...
A 672	12, 22, 32, 42, 52	Electric fusion welded pipe, 100% radiographed	1.00	...
	13, 23, 33, 43, 53	Electric fusion welded pipe, double butt seam	0.85	...
A 691	12, 22, 32, 42, 52	Electric fusion welded pipe, 100% radiographed	1.00	...
	13, 23, 33, 43, 53	Electric fusion welded pipe, double butt seam	0.85	...
Low and Intermediate Alloy Steel				
A 182	...	Forgings and fittings	1.00	(9)
A 234	...	Seamless and welded fittings	1.00	(16)
A 333	...	Seamless pipe	1.00	...
	...	Electric resistance welded pipe	0.85	...
A 334	...	Seamless tube	1.00	...
A 335	...	Seamless pipe	1.00	...
A 350	...	Forgings and fittings	1.00	...
A 369	...	Seamless pipe	1.00	...
A 420	...	Welded fittings, 100% radiographed	1.00	(16)
A 671	12, 22, 32, 42, 52	Electric fusion welded pipe, 100% radiographed	1.00	...
	13, 23, 33, 43, 53	Electric fusion welded pipe, double butt seam	0.85	...

Factor de calidad de algunos materiales Fuente: ASME B31.1.3 2004 Process Piping

Table A-1 Basic Allowable Stresses in Tension for Metals[1] (Cont'd)
Numbers in Parentheses Refer to Notes for Appendix A Tables; Specifications Are ASTM Unless Otherwise Indicated

Material	Spec. No.	P-No. or S-No. (5)	Grade	Notes	Min. Temp., °F (6)	Specified Min. Strength, ksi Tensile	Yield	Min. Temp. to 100	200	300
Carbon Steel Pipes and Tubes (2)										
A 285 Gr. A	A 134	1	...	(8b)(57)	B	45	24	15.0	14.6	14.2
A 285 Gr. A	A 672	1	A45	(57)(59)(67)	B	45	24	15.0	14.6	14.2
Butt weld	API 5L	S-1	A25	(8a)	−20	45	25	15.0	15.0	14.5
Smls & ERW	API 5L	S-1	A25	(57)(59)	B	45	25	15.0	15.0	14.5
...	A 179	1	...	(57)(59)	−20	47	26	15.7	15.0	14.2
Type F	A 53	1	A	(8a)(77)	20	48	30	16.0	16.0	16.0
...	A 139	S-1	A	(8b)(77)	A	48	30	16.0	16.0	16.0
...	A 587	1	...	(57)(59)	−20	48	30	16.0	16.0	16.0
...	A 53	1	A	(57)(59)						
...	A 106	1	A	(57)						
...	A 135	1	A	(57)(59)	B	48	30	16.0	16.0	16.0
...	A 369	1	FPA	(57)						
...	API 5L	S-1	A	(57)(59)(77)						
A 285 Gr. B	A 134	1	...	(8b)(57)	B	50	27	16.7	16.4	16.0
A 285 Gr. B	A 672	1	A50	(57)(59)(67)	B	50	27	16.7	16.4	16.0
A 285 Gr. C	A 134	1	...	(8b)(57)	A	55	30	18.3	18.3	17.7
...	A 524	1	II	(57)	−20	55	30	18.3	18.3	17.7
...	A 333	1	1							
...	A 334	1	1	(57)(59)	−50	55	30	18.3	18.3	17.7
A 285 Gr. C	A 671	1	CA55	(59)(67)	A					
A 285 Gr. C	A 672	1	A55	(57)(59)(67)	A					
A 516 Gr. 55	A 672	1	C55	(57)(67)	C	55	30	18.3	18.3	17.7
A 516 Gr. 60	A 671	1	CC60	(57)(67)	C	60	32	20.0	19.5	18.9
A 515 Gr. 60	A 671	1	CB60							
A 515 Gr. 60	A 672	1	B60	(57)(67)	B	60	32	20.0	19.5	18.9
A 516 Gr. 60	A 672	1	C60	(57)(67)	C					
...	A 139	S-1	B	(8b)	A	60	35	20.0	20.0	20.0
...	A 135	1	B	(57)(59)	B					
...	A 524	1	I	(57)	−20	60	35	20.0	20.0	20.0
...	A 53	1	B	(57)(59)						
...	A 106	1	B	(57)	B					
...	A 333									
...	A 334	1	6	(57)	−50	60	35	20.0	20.0	20.0
...	A 369	1	FPB	(57)	−20					
...	A 381	S-1	Y35	...	A					
...	API 5L	S-1	B	(57)(59)(77)	B					

Esfuerzo permisible por materiales Fuente: ASME B31.1.3 2004 Process Piping

Table 304.1.1 Values of Coefficient *Y* for $t < D/6$

Materials	Temperature, °C (°F)					
	≤ 482 (900 & Lower)	510 (950)	538 (1000)	566 (1050)	593 (1100)	≥ 621 (1150 & Up)
Ferritic steels	0.4	0.5	0.7	0.7	0.7	0.7
Austenitic steels	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.7
Other ductile metals	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
Cast iron	0.0	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .

Coeficiente Y Fuente: ASME B31.1.3 2004 Process Piping

ANEXO B

Sicolab V1.2

HIDROCAPITAL
Laboratorio Central de Aguas "La Mariposa"

Análisis Físico - Químico

ANALISIS Nº: 236 **SOLICITADO POR:** Hidrocapital, C.A. - Gerencia de Calidad de Agua

LUGAR: Sector/Parroquia: Los Lirios, Ciudad/Centro poblado: Paracotos, Municipio: Guaicaipuro, Estado: Miranda

FUENTE: Pozo Los Lirios **PROCEDENCIA:** Efluente E/C Pozo Los Lirios - Agua tratada

PUNTO DE CAPTACION: Grifo en estación de captación, Instalación potabilizadora, Av/Carretera: Vía Pozo Los Lirios

FECHA Y HORA DE CAPTACIÓN: 05/04/2010 9:00:00 AM **CAPTADO POR:** Williams Loaiza - Aguacap

RESULTADOS (mg/L, Salvo indicación especial)

PROPIEDADES FÍSICAS Y AGREGADAS

Apariencia al captar	Cristalina
Temperatura al captar (°C)	24.4
Conductividad a 25°C (µS/cm)	827
Color Aparente (U.Pt-Co)	5
Color Verdadero (U.Pt-Co)	1
Turbiedad (UNT)	0.20
Acidez Mineral ($CaCO_3$)	***
Alcalinidad Total ($CaCO_3$)	233
Alcalinidad Fenolftaleínica ($CaCO_3$)	0.0
Dureza Total ($CaCO_3$)	420
Dureza Carbonática ($CaCO_3$)	233
Dureza no Carbonática ($CaCO_3$)	187
Indice de Saturación	+0.2
Minerales Disueltos Calculados	536

SOLIDOS

Totales (103-105 °C)	***
Disueltos Totales (103-105 °C)	***
Suspendidos Totales (103-105 °C)	***
Fijos Totales (500 +- 50 °C)	***
Disueltos Fijos (500 +- 50 °C)	***
Suspendidos Fijos (500 +- 50 °C)	***
Volátiles Totales (500 +- 50°C)	***
Disueltos Volátiles (500 +- 50°C)	***
Suspendidos Volátiles (500 +- 50°C)	***
Sedimentables (mL/L)	***

METALES

Aluminio (Al)	***	Sodio (Na)	14.6	Cadmio(Cd)	<0.1**	Bario (Ba)	***
Calcio (Ca)	141	Potasio (K)	2.7	Cobre (Cu)	<0.003	Molibdeno (Mb)	<1.1**
Magnesio (Mg)	16.0	Arsénico (As)	<3.8**	Cromo (Cr)	1.0**	Plata (Ag)	<0.005
Hierro (Fe)	<0.009	Niquel (Ni)	2.2**	Plomo (Pb)	3.2**	Selenio (Se)	***
Manganeso (Mn)	<0.002	Mercurio (Hg)	***	Zinc (Zn)	<0.001		

CONSTITUYENTES INORGÁNICOS

Cloro Libre al Captar (Cl_2)	1.0	pH	7.1
Cloro Total al Captar (Cl_2)	***	Nitrato(NO_3-N)	0.57
Cloruro (Cl^-)	14.4	Nitrito (NO_2-N)	<0.002
Sulfato ($SO_4^=$)	188	Nitrógeno Amoniacal (NH_3-N)	0.00
Carbonatos ($CO_3^=$)	0	Nitrógeno Orgánico (Norg - N)	***
Bicarbonatos (HCO_3^-)	285	Nitrógeno Total Kjeldahl (N)	***
Fluoruro (F^-)	0.06	Sulfuro ($S^=$)	***
Sílice Reactiva (SiO_2)	13.0	Sulfito ($SO_3^=$)	***
Dióxido de Carbono Libre (CO_2)	37	Fósforo Total (P)	***
Oxígeno Disuelto (O_2)	***	Fósforo Reactivo Total (P)	***
Boro (B)	***	Fósforo Disuelto Total (P)	***
Cianuro (CN^-)	***	Fósforo Reactivo Disuelto (P)	***
		Fósforo Suspendido Total (P)	***

CONSTITUYENTES ORGÁNICOS

D.B.O.$_{5,20}$(O_2)	***	Aceites y Grasas	***
D.Q.O. (O_2)	***	Sust. Activas al Azul de Metileno (ABS)	***
Indice de Permanganato (O_2)	***	Fenoles	***

COMENTARIOS:

Acciones a tomar: 1
** Concentración en µg/L

Ing. Trina Carrillo

Lic. Linda Manzanero

Fecha de Impresión: 21/04/2010 9:35 AM

Carretera Nacional a los Valles del Tuy, Tramo Las Mayas-Cortada del Guayabo, Km 3, Planta La Mariposa, Ed. Laboratorio de Aguas.
Teléfonos y Fax: (58-212) - 6815079 / 8369 / 8092 / 3873. e-mail: laboratorio.central@hidrocapital.com.ve

El presente reporte (original) tiene tres meses de vigencia. Contáctenos para comprobar su autenticidad

Sicolab V1.2

HIDROCAPITAL
Laboratorio Central de Aguas "La Mariposa"

Análisis Microbiológico

ANALISIS N°: 3170 **SOLICITADO POR:** Hidrocapital, C.A. - Gerencia de Calidad de Agua

LUGAR: Sector/Parroquia: Los Lirios, Ciudad/Centro poblado: Paracotos, Municipio: Guaicaipuro, Estado: Miranda

FUENTE: Pozo Los Lirios **PROCEDENCIA:** Efluente E/C Pozo Los Lirios - Agua tratada

PUNTO DE CAPTACION: Grifo en estación de captación , E/C Pozo Los Lirios, Av/Carretera: Vía Pozo Los Lirios

FECHA Y HORA DE CAPTACIÓN: 05/04/2010 09:00:00 a.m. **CAPTADO POR:** Williams Loaiza - Aguacap

PROPIEDADES ORGANOLÉPTICAS AL CAPTAR

Apariencia	Cristalina	**Turbiedad (UNT)**	0.97	**Conductividad a 25°C (µS/cm)**	878
Color	Incoloro	**pH**	7.3	**Cloro Residual Libre (mg/l)**	1.0
Olor	Inodoro	**Temperatura°C**	24.4	**Cloro Residual Total (mg/l)**	***

ORGANISMOS INDICADORES DE LA CALIDAD SANITARIA

Organismos Heterotróficos UFC/mL	< 1	***Escherichia coli/100ml***	***
Coliformes Totales/100mL	< 1.1	***Pseudomonas aeruginosa/100ml***	***
Coliformes Fecales/100mL	< 1.1		
UFC No Coliformes /100mL	***	**Enterococos Fecales/100 ml**	***

IDENTIFICACIÓN

BACTERIOLÓGICO
No Solicitado

MICOLÓGICO
Contaje: ***
No Solicitado

PARASITOLÓGICO
No Solicitado

ORGANISMOS DE VIDA LIBRE
No Solicitado

COMENTARIOS
Acción recomendada N° 1.

Lic. Bethina Vargas

Lic. Linda Manzanero

Fecha de Impresión: 09/04/2010 12:26 p.m.

Carretera Nacional a los Valles del Tuy, Tramo Las Mayas-Cortada del Guayabo, Km 3, Planta La Mariposa, Ed. Laboratorio de Aguas.
Teléfonos y Fax: (58-212) - 6815079 / 8369 / 8092 / 3873. e-mail: laboratorio.central@hidrocapital.com.ve

El presente reporte (original) tiene tres meses de vigencia. Contáctenos para comprobar su autenticidad

Cooperativa
Hidroacueductos

CARP V.P.T.

CICLOS DE SERVICIOS ***ACTUAL*** CORRESPONDIENTES A LOS SECTORES EN X45 CON EL POZO "LOS LIRIOS" EN CONDICIONES NORMALES DE OPERACIÓN.

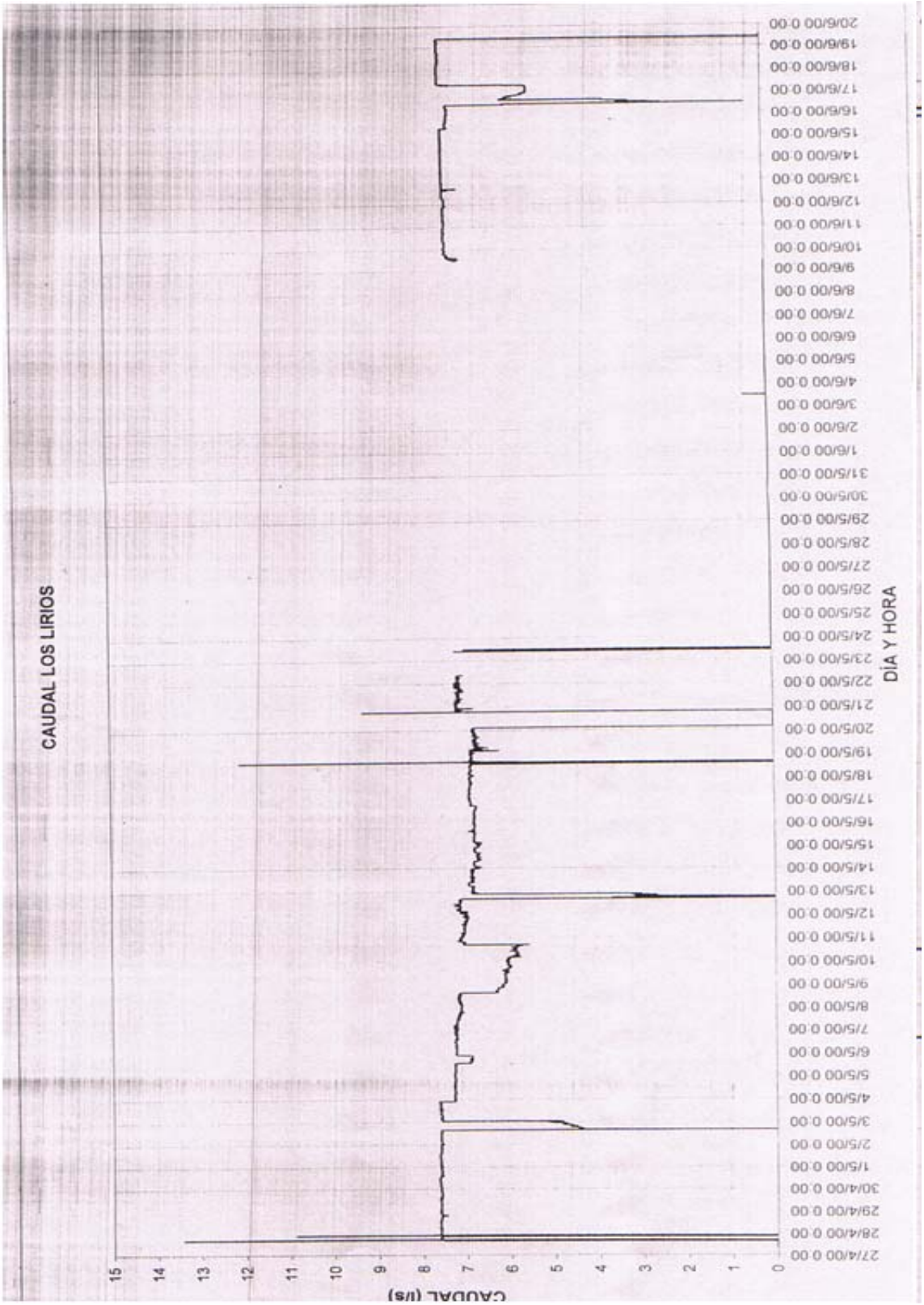
OPERADOR: Sr.Heraclio Brito
Sr. Antonio Brito

SECTOR	Nº DE DÍAS	HORAS DE SERVICIOS
Los Lirios parte Alta	2	48 HORAS
Los Lirios parte intermedia	1	24 HORAS
Los Lirios Parte Baja	1	24 HORAS
Agua Maluca Parte Baja	1	24 HORAS
Agua Maluca Parte intermedia	1	24 HORAS
Agua Maluca Parte Alta	1	24 HORAS
Topo La Cruz Parte Alta	1	24 HORAS
Topo La Cruz Parte Baja	1	24 HORAS
El Trébol	1	24 HORAS
La Enea Parte Baja y Alta	1	24 HORAS
La Laguna Parte Alta	2	48 HORAS
La Laguna Parte Intermedia	1	24 HORAS
La Laguna Parte Baja	1	24 HORAS
Dividivi	1	24 HORAS
Total de días	16	

COOPERATIVA HIDROACUEDUCTOS CARP V.P.T. 0004 R L Rif J-31302455-4 ACUEDUCTOS RURALES

OBSERVACIÓN:
Este CICLO DE SERVICIOS se programo hace (04) meses, debido al Sistema de Bombeo que ha presentado falla por falta de capacidad para cubrir el llenado en las partes alta, ocasionando que el ciclo se extienda a 16 dias

Los sectores en X45 con el pozo Los Lirios no reciben agua un día especifico de la semana, ya que para completar el ciclo se debe a la variacion y el tiempo del llenado de los sectores



Producción pozo Los Lirios año 2000. Fuente: Ingenieros Consultores VRV

CLA-VAL™

— MODELO **52-01** (Puerto Interno Completo)
652-01 (Puerto Interno Reducido)

Válvula de Alivio y Anticipadora de Golpe de Ariete

- **Sistema Ahorrador**
- **Protege Contra Golpes de Ariete**
- **Abre al Inicio de Ondas de Baja Presión**
- **Cierra Lentamente para prevenir Golpes Subsecuentes**
- **Ajustable a un Amplio Rango de Calibraciones**

La Válvula Anticipadora de Golpe de Ariete Cla-Val modelo 52-01/652-01 es indispensable para la protección de bombas, equipo de bombeo y todas las líneas a las que se aplica una presión peligrosa de transitorios ocasionados por cambios repentinos en la velocidad del flujo dentro de la línea.

Cuando un sistema de bombeo enciende y apaga gradualmente, no ocurren transitorios dañinos. Pero cuando existe un fallo de energía que produce un paro repentino de la bomba, provoca transitorios peligrosos en el sistema que pueden causar daños severos en los equipos.

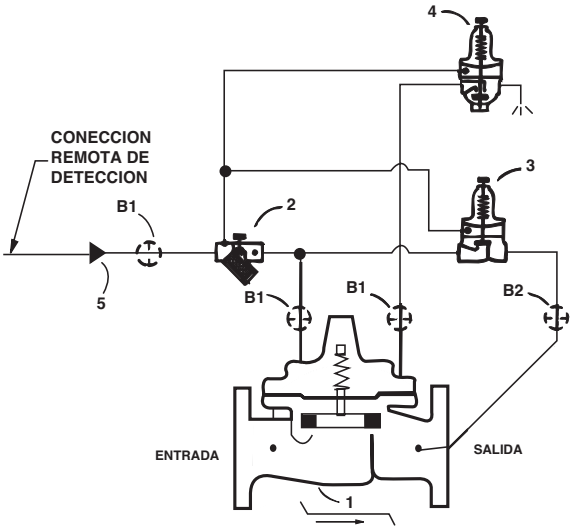
El fallo de energía en una bomba usualmente resulta en una baja transitoria en la presión, seguida por un incremento transitorio de presión. El control de alivio abre con la onda baja de presión inicial, desviando el regreso de la onda de presión alta del sistema. *En consecuencia, la válvula se ha anticipado al regreso de la onda de presión alta y se ha abierto para disipar el daño que causa el transitorio. La válvula cerrara lentamente sin generar mas transitorios futuros.

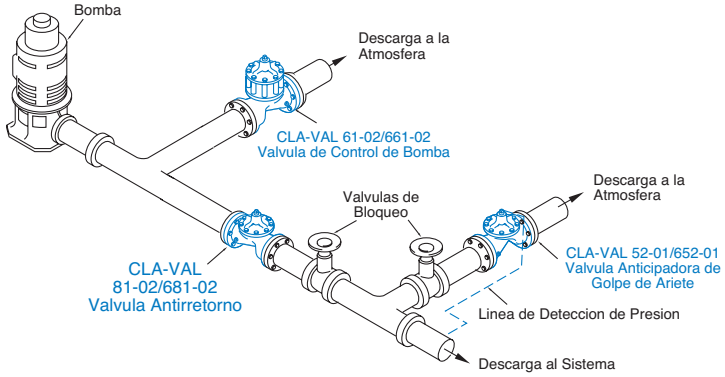
Componentes Básicos

Art.	Descripción
1	Hytrol (Válvula Principal)
2	X42N-2 Valvula de Aguja con Cedazo
3	CRL Piloto de Alivio de Presion
4	CRA Piloto Reductor de Presion
5	Reduccion Campana

Configuraciones Opcionales

Art.	Descripción
B	CK2 Valvula de Bloqueo





Aplicaciones Típicas

La válvula 52-01/652-01 descarga a la atmósfera desde una derivación tee en el cabezal de descarga de la bomba. La válvula se anticipa a los transitorios causados por fallas de energía mejorando el trabajo como si actuara como una válvula estándar de alivio de sobre presión.

Nota: La línea de detección de presión remota debe ser mínimo de 3/4" diámetro interno, instalado con una inclinación de 2º desde la válvula hasta la tubería para evitar bolsas de aire.

Nota: Recomendamos proteger la tubería de control y la válvula de temperaturas de congelación.

CLA-VAL™

Modelo 52-01 (Utilizan Válvula Básica 100-01)

Rangos de Presión (Presión Máxima Recomendada – psi)

Cuerpo de la Válvula y Tapa		Clase por Presión			
		Bridada			Roscada
Grado	Material	ANSI Estándar*	150 Clase	300† Clase	Terminales‡
ASTM A536	Hierro Dúctil	B16.42	250	400	400
ASTM A216-WCB	Acero al Carbón	B16.5	285	400	400
ASTM B62	Bronce	B16.24	225	400	400

Nota: *Los estándares ANSI son solo p/dimensiones de brida.
Válvulas bridadas disponibles con cara no perforadas
‡Terminales según especificaciones ANSI B2.1
†Consulte con fábrica cuando la presión diferencial de operación (MOPD) sea mayor a 400 PSID.

Materiales

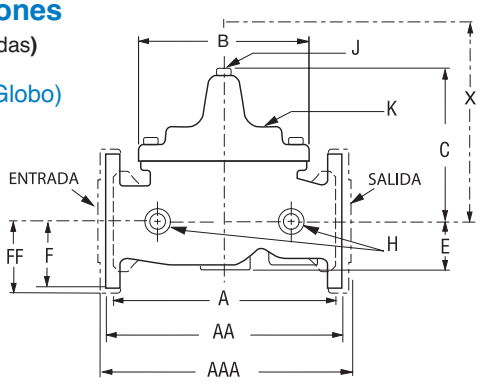
Componente	Materiales Estándar Combinados		
Cuerpo y Tapa	Hierro Dúctil	Acero al Carbón	Bronce
Medidas disponibles	2 1/2" - 36"	2 1/2" - 16"	2 1/2" - 16"
Disco retenedor y Rondanas de Diafragma	Hierro Fundido	Acero al Carbón	Bronce
Internos: Disco Guía, Asiento y Buje de Tapa	Bronce es el Estándar Acero Inoxidable es Opcional		
Disco	Hule Buna-N®		
Diafragma	Hule Buna-N® con Nylon Reforzado		
Vástago, Tuerca, Resorte	Acero Inoxidable		

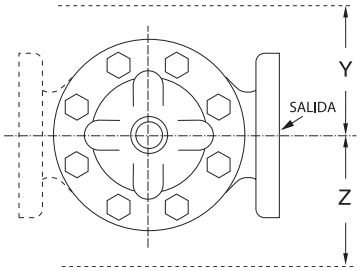
Para materiales no mencionados, consulte a fabrica
Cla-Val fabrica válvulas en mas de 50 aleaciones diferentes

Dimensiones

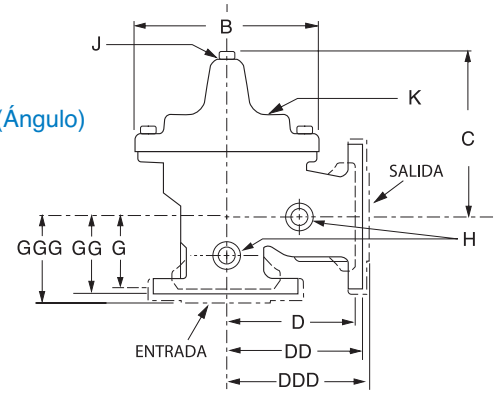
(En pulgadas)

100-01 (Globo)





100-01 (Ángulo)



Dimensiones de Modelo 52-01 (en pulgadas)

Medida de Válvula (pulgadas)	**2 ½**	**3**	**4**	**6**	**8**	**10**	**12**	**14**	**16**
A Roscada	11.00	12.50	—	—	—	—	—	—	—
AA 150 ANSI	11.00	12.00	15.00	20.00	25.38	29.75	34.00	39.00	41.38
AAA 300 ANSI	11.62	13.25	15.62	21.00	26.38	31.12	35.50	40.50	43.50
B Diámetro	8.00	9.12	11.50	15.75	20.00	23.62	28.00	32.75	35.50
C Máximo	7.56	8.19	10.62	13.38	16.00	17.12	20.88	24.19	25.00
D Roscada	5.50	6.25	—	—	—	—	—	—	—
DD 150 ANSI	5.50	6.00	7.50	10.00	12.75	14.88	17.00	19.50	20.81
DDD 300 ANSI	5.88	6.38	7.88	10.50	13.25	15.56	17.75	20.25	21.62
E	1.69	2.06	3.19	4.31	5.31	9.25	10.75	12.62	15.50
F 150 ANSI	3.50	3.75	4.50	5.50	6.75	8.00	9.50	10.50	11.75
FF 300 ANSI	3.75	4.13	5.00	6.25	7.50	8.75	10.25	11.50	12.75
G Roscada	4.00	4.50	—	—	—	—	—	—	—
GG 150 ANSI	4.00	4.00	5.00	6.00	8.00	8.62	13.75	14.88	15.69
GGG 300 ANSI	4.31	4.38	5.31	6.50	8.50	9.31	14.50	15.62	16.50
H Conexiones en Cuerpo NPT	½	½	¾	¾	1	1	1	1	1
J Tapón central en Tapa NPT	½	½	¾	¾	1	1	1¼	1½	2
K Conexiones en Tapa NPT	½	½	¾	¾	1	1	1	1	1
Rosca interna del Vástago UNF	10-32	¼-28	¼-28	⅜-24	⅜-24	⅜-24	⅜-24	⅜-24	½-20
Recorrido del Vástago	0.7	0.8	1.1	1.7	2.3	2.8	3.4	4.0	4.5
Peso aproximado en Lbs.	50	70	140	285	500	780	1165	1600	2265
X Sistema de Pilotos	14.00	15.00	17.00	29.00	31.00	33.00	36.00	40.00	40.00
Y Sistema de Pilotos	10.00	11.00	12.00	20.00	22.00	24.00	26.00	29.00	30.00
Z Sistema de Pilotos	10.00	11.00	12.00	20.00	22.00	24.00	26.00	29.00	30.00

Modelo 652-01 (Usa la Válvula Básica Modelo 100-20)

Rangos de Presión (Presión Máxima Recomendada – psi)

Cuerpo de la Válvula y Tapa		Clase por Presión		
		Bridada		
Grado	Material	Estándares ANSI *	150 Clase	300† Clase
ASTM A536	Hierro Dúctil	B16.42	250	400
ASTM A216-WCB	Acero al Carbón	B16.5	285	400
ASTM B62	Bronce	B16.24	225	400

Nota: * Los estándares ANSI son solo p/dimensiones de brida.
Válvulas bridadas disponibles con cara no perforadas
†Consulte con fábrica cuando la presión diferencial de operación (MOPD) sea mayor a 400 PSID.

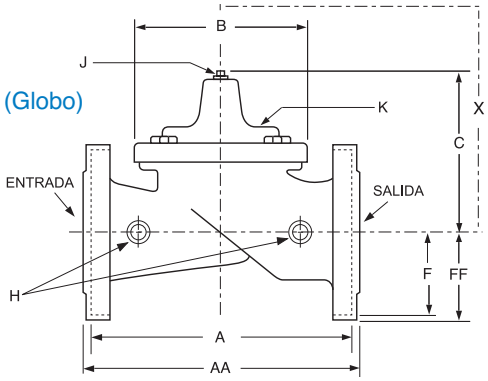
Materiales

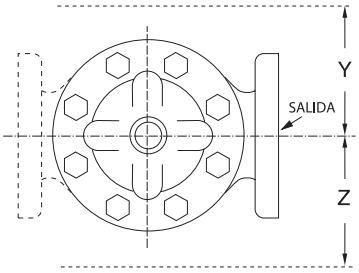
Componente	Materiales Estándar Combinados		
Cuerpo y Tapa	Hierro Dúctil	Acero al Carbón	Bronce
Medidas disponibles	4" - 24"	4" - 16"	4" - 16"
Disco retenedor y Rondanas de Diafragma	Hierro Fundido	Acero al Carbón	Bronce
Internos: Guía del Disco, Asiento y Buje de Tapa	Bronce es Estándar Acero Inoxidable es Opcional		
Disco	Hule Buna-N®		
Diafragma	Hule Buna-N® con Nylon Reforzado		
Vástago, Tuerca, Resorte	Acero Inoxidable		

Para material opcional no listado, consultar a Fabrica.
Cla-Val fabrica válvulas en más de 50 aleaciones diferentes.

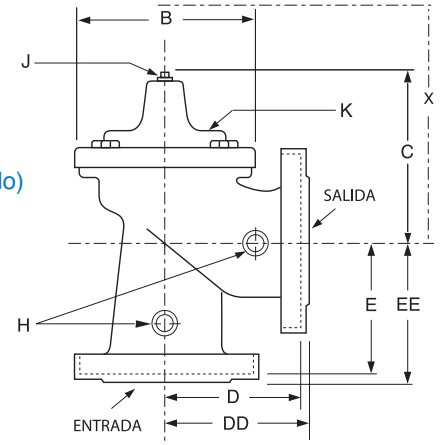
Dimensiones
(En pulgadas)

100-20 (Globo)





100-20 (Ángulo)



Dimensiones de Modelo 652-01 (en pulgadas)

Medida de Válvula (en pulgadas)	**4**	**6**	**8**	**10**	**12**	**14**	**16**	**18**	**20**	**24**
A 150 ANSI	13.88	17.75	21.38	26.00	30.00	34.25	35.00	42.12	48.00	48.00
AA 300 ANSI	14.50	18.62	22.38	27.38	31.50	—	36.62	43.63	49.62	49.75
B Diámetro	9.12	11.50	15.75	20.00	23.62	27.47	28.00	35.44	35.44	35.44
C Máximo	8.62	11.62	15.00	17.88	21.00	20.88	25.75	25.00	31.00	31.00
D 150 ANSI	6.94	8.88	10.69	—	—	—	—	—	—	—
DD 300 ANSI	7.25	9.38	11.19	—	—	—	—	—	—	—
E 150 ANSI	5.50	6.75	7.25	—	—	—	—	—	—	—
EE 300 ANSI	5.81	7.25	7.75	—	—	—	—	—	—	—
F 150 ANSI	4.50	5.50	6.75	8.00	9.50	11.00	11.75	15.88	14.56	17.00
FF 300 ANSI	5.00	6.25	7.50	8.75	10.25	—	12.75	15.88	16.06	19.00
H Conexiones en Cuerpo NPT	½	¾	¾	1	1	1	1	1	1	1
J Tapón central en Tapa NPT	½	¾	¾	1	1	1 ¼	1 ¼	2	2	2
K Conexiones en Tapa NPT	½	¾	¾	1	1	1	1	1	1	1
Rosca interna del Vástago UNF	¼-28	¼-28	⅜-24	⅜-24	⅜-24	⅜-24	⅜-24	½-20	½-20	½-20
Recorrido del Vástago	0.8	1.1	1.7	2.3	2.8	3.4	3.4	3.4	4.5	4.5
Peso aproximado en Lbs.	85	195	330	625	900	1250	1380	1500	2551	2733
X Sistema de Pilotos	15.00	27.00	30.00	33.00	36.00	36.00	41.00	40.00	46.00	55.00
Y Sistema de Pilotos	11.00	18.00	20.00	22.00	24.00	26.00	26.00	30.00	30.00	30.00
Z Sistema de Pilotos	11.00	18.00	20.00	22.00	24.00	26.00	26.00	30.00	30.00	30.00

Selección de válvula

Estos Símbolos y Indican las Medidas Disponibles

		Pulgadas	1 ¼	1 ½	2	2 ½	3	4	6	8	10	12	14	16	18	20	24	30	36	42	48
		mm	32	40	50	65	80	100	150	200	250	300	350	400	450	500	600	750	900	1000	1200
		Conexiones	Rosca	Rosca y Brida				Brida													
Modelo 52-01	Válvula Básica 100-01	Globo				✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓							
		Angulo				✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓							
	Flujo Sugerido (gpm)	Max. Continuo				300	460	800	1800	3100	4900	7000	8400	11000							
		Max. Transitorio				670	1000	1800	4000	7000	11000	16000	19000	25000							
	Flujo Sugerido (Litros/Seg)	Max. Continuo				19	29	50	113	195	309	442	530	694							
		Max. Transitorio				42	63	113	252	441	693	1008	1197	1577							
																					Consulte a fabrica para medidas no mostradas
Modelo 652-01	Válvula Básica 100-20	Globo						✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓				
		Angulo						✓	✓	✓											
	Flujo Sugerido (gpm)	Max. Continuo						580	1025	2300	4100	6400	9230	9230	16500	16500	16500				
		Max. Transitorio						990	1760	3970	7050	11000	15900	15900	28200	28200	28200				
	Flujo Sugerido (Litros/Seg)	Max. Continuo						37	65	145	258	403	581	581	1040	1040	1040				
		Max. Transitorio						62	111	250	444	693	1002	1002	1777	1777	1777				

El modelo 652-01 es la versión de puerto interno reducido de la 52-01.

Para válvulas básicas 100-01, los cálculos de flujo sugerido fueron basados en el flujo a través de tubería cedula 40. El flujo máximo continuo es aproximadamente 20 pies/seg. (6.1 metros /seg.) y el flujo máximo transitorio es aproximadamente 45 pies/seg. (7.6 metros/seg.). Para las válvulas básicas 100-20 los cálculos de flujo sugerido fueron basados con el flujo a través del asiento de la válvula. Aproximadamente 26 pies/seg. (7.9 metros/seg) es utilizado para el flujo continuo y 45 pie/seg (13.7 metros/seg.) es utilizado para el flujo transitorio.

Información de Dimensionamiento: A causa de las muchas condiciones variantes que generalmente existen en cualquier sistema, el dimensionamiento apropiado es muy importante. El dimensionamiento incorrecto nulifica la habilidad de la válvula anticipadora de golpe de ariete. Para asistencia en el dimensionamiento de la válvula, contacte a Cla-Val con la siguiente información especifica de bombeo y sistema: numero y tipo de bombeo; columna de agua; rango del flujo; presión estática de la descarga y presión de bombeo; diámetro , longitud, espesor y material de la tubería.

Especificaciones del Sistema de Pilotos

Rangos de Ajuste

Piloto de Alta Presión

0 a 75 psi
20 a 200 psi *
100 a 300 psi

Piloto de Baja Presión

2 a 30 psi
15 a 75 psi
30 a 300 psi *

*Suministrado a menos que se especifique otro. Otros rangos disponibles, consulte a fabrica.

Rango de Temperatura

Agua: Hasta 180º F (82.14ºC)

Materiales

Materiales Estándares del Sistema de Pilotos

Control de Pilote: Bronce ASTM B62
Internos: Acero Inoxidable Tipo 303
Hules: Buna-N® Hule Sintético
Accesrios: Cobre y Bronce

Materiales Opcionales del Sistema de Pilotos

El sistema de pilotos esta disponible opcional en materiales de Acero Inoxidable o monel con un costo adicional.

Cuando Está Ordenando, Favor de Especificar

1. No. De Catalogo 52-01 o 652-01
2. Tamaño de Válvula
3. Tipo Globo o Ángulo
4. Clase de Presión
5. Roscada o Bridada
6. Material de los Internos
7. Rango de Ajuste
8. Opciones Deseadas
9. Cuando se Instale Verticalmente

CLA-VAL

PO Box 1325 Newport Beach CA 92659-0325
Telefono: 949-722-4800 • Fax: 949-548-5441

CLA-VAL CANADA
4687 Christie Drive
Beamsville, Ontario
Canada L0R 1B4
Telefono: 905-563-4963
Fax: 905-563-4040

CLA-VAL EUROPA
Chemin dés Mesanges 1
CH-1032 Romanel/
Lausanne, Switzerland
Telefono: 41-21-643-15-55
Fax: 41-21-643-15-50

www.cla-val.com

Representada Por:

SE-52-01/652-01 (R-1/2010)

©Copyright Cla-Val 2010 Impreso en USA
Especificaciones sujetas a cambio sin aviso

CLA-VAL®

— MODELO

92-01
(Puerto Interno Completo)

692-01
(Puerto Interno Reducido)

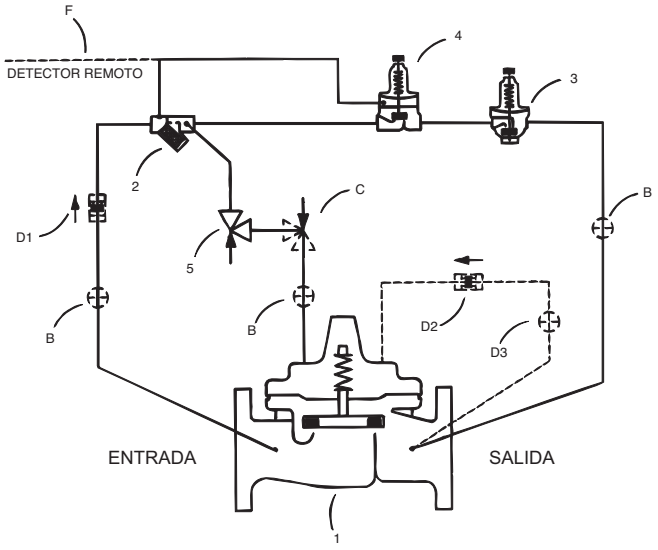
Válvula Combinada Reductora Sostenedora de Presión

- **Respuesta Precisa a Cambios Ligeros de Presión**
- **Configuración Antirretorno Disponible**
- **Operación Completamente Automática**
- **Sello Hermético, Colocación Positiva**
- **Operación 100% Hidráulica**

La válvula combinada Reductora de presion y Sostenedora de Presión modelo 92-01/692-01 de Cla-Val efectúa automáticamente dos funciones independientes. Mantiene presión constante aguas abajo, sin importar la fluctuación de la demanda y sostiene la presión aguas arriba a un mínimo determinado.

El control de reducción de presión responde a ligeras variaciones en la presión aguas abajo e inmediatamente reposiciona la válvula principal y mantiene la presión deseada. El control sostenedor de presión se mantiene normalmente abierto por la presión aguas arriba, pero modula tal y como la presión cae del punto de calibración en el control. Esto, por lo tanto, modula la válvula principal para sostener la presión deseada aguas arriba.

Si se agrega una válvula antirretorno en la configuración y existe un regreso de presión, la presión aguas abajo es admitida en la cámara principal en la tapa cerrando la válvula para prevenir flujo inverso.



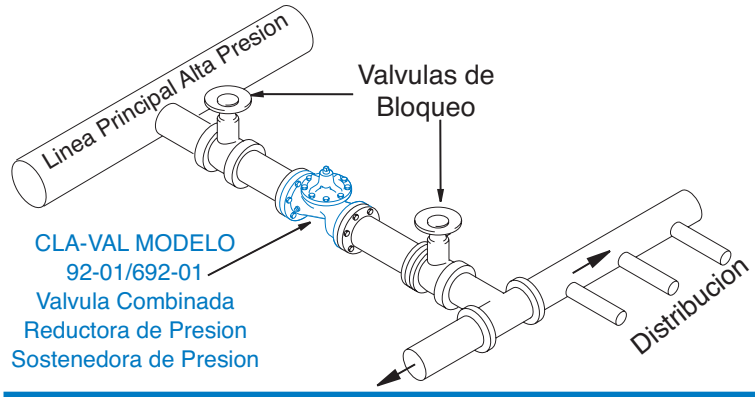
Componentes Básicos

Art.	Descripción
1	Hytrol (Válvula Principal)
2	X44A Cedazo y Orificio
3	CRD Control Reductor de Presion
4	CRL Control de Alivio de presion
5	CV Control de Flujo (apertura)

Componentes Opcionales

Art.	Descripción
B	CK2 (Válvula de bloqueo)
C	CV Control de Flujo (Cierre)*
D	Válvula Antirretorno con Válvula de bloqueo
F	Detector Piloto Remoto

*El control de velocidad de cierre (opcional) en esta valvula debe estar siempre abierta por lo menos 3 vueltas desde el asiento.



Aplicaciones Típicas

Una valvula combinada Reductora de Presion y Sostenedora de Presion es tipicamente utilizada para reducir automaticamente presion aguas abajo en la red de distribucion y sostener un minimo de presion en la linea principal de alta presion sin importar la demanda de distribucion.

CLA-VAL®

Modelo 92-01 (Utilizan Válvula Básica 100-01)

Rangos de Presión (Presión Máxima Recomendada – psi)

Cuerpo de la Válvula y Tapa		Clase por Presión			
		Bridada			Roscada
Grado	Material	ANSI Estándar*	150 lb.	300 lb.	Terminales**
ASTM A536	Hierro Dúctil	B16.42	250	400	400
ASTM A216-WCB	Acero al Carbón	B16.5	285	400	400
ASTM B62	Bronce	B16.24	225	400	400

Nota: * Los estándares ANSI son solo p/dimensiones de brida.
Válvulas bridadas disponibles con cara no perforadas
**Terminales según especificaciones ANSI B2.1

Materiales

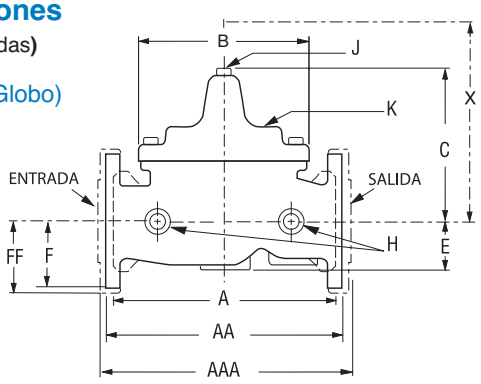
Componente	Materiales Estándar Combinados		
Cuerpo y Tapa	Hierro Dúctil	Acero al Carbón	Bronce
Medidas disponibles	1 1/4" - 36"	1 1/4" - 16"	1 1/4" - 16"
Disco retenedor y Rondanas de Diafragma	Hierro Fundido	Acero al Carbón	Bronce
Internos: Disco Guía, Asiento y Buje de Tapa	Bronce es el Estándar Acero Inoxidable es Opcional		
Disco	Hule Buna-N®		
Diafragma	Hule Buna-N® con Nylon Reforzado		
Vástago, Tuerca, Resorte	Acero Inoxidable		

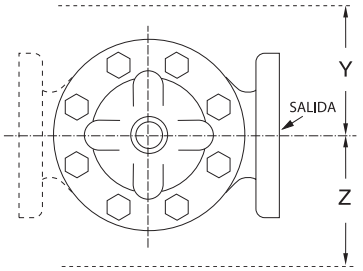
Para materiales no mencionados, consulte a fabrica
Cla-Val fabrica válvulas en mas de 50 aleaciones diferentes

Dimensiones

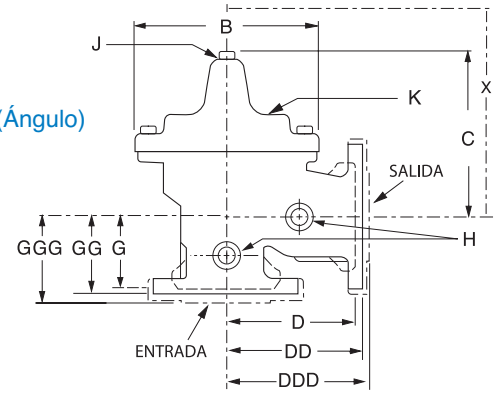
(En pulgadas)

100-01 (Globo)





100-01 (Ángulo)



Dimensiones de Modelo 92-01 (en pulgadas)

***Consulte a Fabrica

Medida de Válvula (pulgadas)	**1¼-1½**	**2**	**2 ½**	**3**	**4**	**6**	**8**	**10**	**12**	**14**	**16**	**20**	**24**	**30*** **	**36*** **
A Roscada	7.25	9.38	11.00	12.50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
AA 150 ANSI	8.50*	9.38	11.00	12.00	15.00	20.00	25.38	29.75	34.00	39.00	41.38	52.00	61.50	63.00	76.00
AAA 300 ANSI	9.00*	10.00	11.62	13.25	15.62	21.00	26.38	31.12	35.50	40.50	43.50	53.62	63.24	64.50	78.00
B Diámetro	5.62	6.62	8.00	9.12	11.50	15.75	20.00	23.62	28.00	32.75	35.50	45.00	53.16	56.00	66.00
C Máximo	5.50	6.50	7.56	8.19	10.62	13.38	16.00	17.12	20.88	24.19	25.00	41.90	43.93	54.60	61.50
D Roscada	3.25	4.75	5.50	6.25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
DD 150 ANSI	4.00*	4.75	5.50	6.00	7.50	10.00	12.75	14.88	17.00	19.50	20.81	—	—	—	—
DDD 300 ANSI	4.25*	5.00	5.88	6.38	7.88	10.50	13.25	15.56	17.75	20.25	21.62	—	—	—	—
E	1.12	1.50	1.69	2.06	3.19	4.31	5.31	9.25	10.75	12.62	15.50	15.00	17.75	21.31	24.56
F 150 ANSI	2.50	3.00	3.50	3.75	4.50	5.50	6.75	8.00	9.50	10.50	11.75	16.50	19.25	22.50	25.60
FF 300 ANSI	3.06	3.25	3.75	4.13	5.00	6.25	7.50	8.75	10.25	11.50	12.75	16.50	19.25	24.00	25.60
G Roscada	1.88	3.25	4.00	4.50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
GG 150 ANSI	4.00*	3.25	4.00	4.00	5.00	6.00	8.00	8.62	13.75	14.88	15.69	—	—	—	—
GGG 300 ANSI	4.25*	3.50	4.31	4.38	5.31	6.50	8.50	9.31	14.50	15.62	16.50	—	—	—	—
H Conexiones en Cuerpo NPT	⅜	⅜	½	½	¾	¾	1	1	1	1	1	1	1	2	2
J Tapón central en Tapa NPT	¼	½	½	½	¾	¾	1	1	1¼	1½	2	1½	1½	2	2
K Conexiones en Tapa NPT	⅜	⅜	½	½	¾	¾	1	1	1	1	1	1	1	2	2
Rosca interna del Vástago UNF	10-32	10-32	10-32	¼-28	¼-28	⅜-24	⅜-24	⅜-24	⅜-24	⅜-24	½-20	¾-16	¾-16	¾-16	¾-16
Recorrido del Vástago	0.4	0.6	0.7	0.8	1.1	1.7	2.3	2.8	3.4	4.0	4.5	5.63	6.75	7.5	8.5
Peso aproximado en Lbs.	15	35	50	70	140	285	500	780	1165	1600	2265	3900	6200	7703	11720
X Sistema de Pilotos	11.00	13.00	14.00	15.00	17.00	29.00	31.00	33.00	36.00	40.00	40.00	47.00	68.00	79.00	85.00
Y Sistema de Pilotos	9.00	9.00	10.00	11.00	12.00	20.00	22.00	24.00	26.00	29.00	30.00	34.00	39.00	40.00	45.00
Z Sistema de Pilotos	9.00	9.00	10.00	11.00	12.00	20.00	22.00	24.00	26.00	29.00	30.00	34.00	39.00	42.00	47.00

* Solo en medida 1 1/2

Nota: Los dos orificios superiores de la brida en la válvula de 36 son roscados a 1 1/2"- 6 UNC

Modelo 692-01 (Usa la Válvula Básica Modelo 100-20)

Rangos de Presión (Presión Máxima Recomendada – psi)

Cuerpo de la Válvula y Tapa		Clase por Presión		
		Bridada		
Grado	Material	Estándares ANSI *	150 lb.	300 lb.
ASTM A536	Hierro Dúctil	B16.42	250	400
ASTM A216-WCB	Acero al Carbón	B16.5	285	400
ASTM B62	Bronce	B16.24	225	400

Nota: * Los estándares ANSI son solo p/dimensiones de brida.
Válvulas bridadas disponibles con cara no perforadas

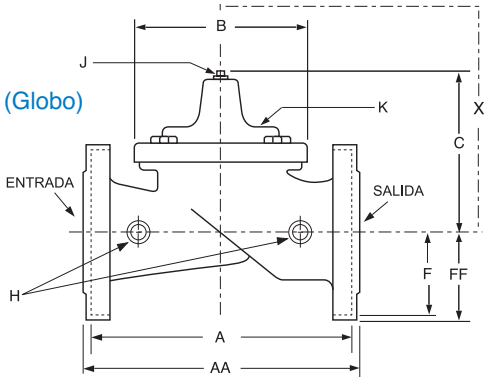
Materiales

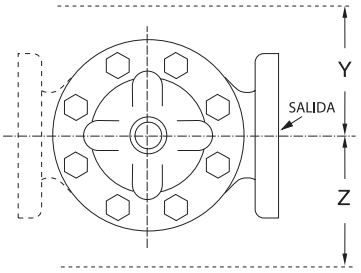
Componente	Materiales Estándar Combinados		
Cuerpo y Tapa	Hierro Dúctil	Acero al Carbón	Bronce
Medidas disponibles	3" - 48"	3" - 16"	3" - 16"
Disco retenedor y Rondanas de Diafragma	Hierro Fundido	Acero al Carbón	Bronce
Internos: Guía del Disco, Asiento y Buje de Tapa	Bronce es Estándar Acero Inoxidable es Opcional		
Disco	Hule Buna-N®		
Diafragma	Hule Buna-N® con Nylon Reforzado		
Vástago, Tuerca, Resorte	Acero Inoxidable		

Para material opcional no listado, consultar a Fabrica.
Cla-Val fabrica válvulas en más de 50 aleaciones diferentes.

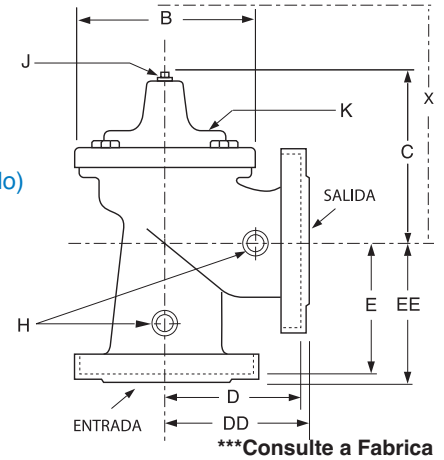
Dimensiones
(En pulgadas)

100-20 (Globo)





100-20 (Ángulo)



Dimensiones de Modelo 692-01 (en pulgadas)

***Consulte a Fabrica

Medida de Válvula (en pulgadas)	**3**	**4**	**6**	**8**	**10**	**12**	**14**	**16**	**18**	**20**	**24**	**30**	**36*** **	**42*** **	**48*** **
A 150 ANSI	10.25	13.88	17.75	21.38	26.00	30.00	34.25	35.00	42.12	48.00	48.00	63.25	65.00	76.00	94.50
AA 300 ANSI	11.00	14.50	18.62	22.38	27.38	31.50	—	36.62	43.63	49.62	49.75	63.75	67.00	76.00	94.50
B Diámetro	6.62	9.12	11.50	15.75	20.00	23.62	27.47	28.00	35.44	35.44	35.44	53.19	56.00	66.00	66.00
C Máximo	7.00	8.62	11.62	15.00	17.88	21.00	20.88	25.75	25.00	31.00	31.00	43.94	54.60	61.50	61.50
D 150 ANSI	—	6.94	8.88	10.69	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
DD 300 ANSI	—	7.25	9.38	11.19	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
E 150 ANSI	—	5.50	6.75	7.25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
EE 300 ANSI	—	5.81	7.25	7.75	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
F 150 ANSI	3.75	4.50	5.50	6.75	8.00	9.50	11.00	11.75	15.88	14.56	17.00	19.88	25.50	28.00	31.50
FF 300 ANSI	4.12	5.00	6.25	7.50	8.75	10.25	—	12.75	15.88	16.06	19.00	22.00	27.50	28.00	31.50
H Conexiones en Cuerpo NPT	⅜	½	¾	¾	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2
J Tapón central en Tapa NPT	½	½	¾	¾	1	1	1 ¼	1 ¼	2	2	2	2	2	2	2
K Conexiones en Tapa NPT	⅜	½	¾	¾	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2
Rosca interna del Vástago UNF	10-32	¼-28	¼-28	⅜-24	⅜-24	⅜-24	⅜-24	⅜-24	½-20	½-20	½-20	¾-16	¾-16	M20	M20
Recorrido del Vástago	0.6	0.8	1.1	1.7	2.3	2.8	3.4	3.4	3.4	4.5	4.5	6.5	7.5	8.5	8.5
Peso aproximado en Lbs.	45	85	195	330	625	900	1250	1380	1500	2551	2733	6500	8545	12450	13100
X Sistema de Pilotos	13.00	15.00	27.00	30.00	33.00	36.00	36.00	41.00	40.00	46.00	55.00	68.00	79.00	85.00	86.00
Y Sistema de Pilotos	10.00	11.00	18.00	20.00	22.00	24.00	26.00	26.00	30.00	30.00	30.00	39.00	40.00	45.00	47.00
Z Sistema de Pilotos	10.00	11.00	18.00	20.00	22.00	24.00	26.00	26.00	30.00	30.00	30.00	39.00	42.00	47.00	49.00

Nota: Los dos orificios superiores de la brida en la válvula de 36 y de 48 son roscados a 1 1/2"- 6 UNC

Selección de Válvula

		Estos Símbolos y Indican las Medidas Disponibles																			
	Pulgadas	1¼	1½	2	2½	3	4	6	8	10	12	14	16	18	20	24	30	36	42	48
	mm	32	40	50	65	80	100	150	200	250	300	350	400	450	500	600	800	900	1000	1200
	Conexione	Rosca	Rosca y Brida				Brida													
Modelo 92-01	Válvula Básica 100-01	Globo																			
		Angulo																			
	Flujo Sugerido (gpm)	Max. Continuo	93	125	210	300	460	800	1800	3100	4900	7000	8400	11000		17000	25000				
		Max. Intermitente	120	160	260	370	580	990	2250	3900	6150	8720	10540	13700		21700	31300				
		Min. Continuo	10	10	15	20	30	50	115	200	300	400	500	650		900	1750				
	Flujo Sugerido (Litros/Seg)	Max. Continuo	6	8	13	19	29	50	113	195	309	441	529	693		1073	1575				
		Max. Intermitente	7.6	10	16	23	37	62	142	246	387	549	664	863		1369	1972				
		Min. Continuo	.6	.6	.9	1.3	1.9	3.2	7.2	13	19	25	32	41		57	110				
Consulte a fabrica por medidas no mostradas																					
Modelo 692-01	Válvula Básica 100-20	Globo					**														
		Angulo																			
	Flujo Sugerido (gpm)	Max. Continuo					260	580	1025	2300	4100	6400	9230	9230	16500	16500	16500	28000			
		Min. Continuo					15	30	50	115	200	300	500	500	900	900	900	1850			
	Flujo Sugerido (Litros/Seg)	Max. Continuo					16	37	65	145	258	403	581	581	1040	1040	1040	1764			
		Min. Continuo					.9	1.9	3.2	7.2	13	19	32	32	57	57	57	117			

** Conexiones bridadas solamente

El modelo 692-01 es la versión de puerto interno reducido de la 92-01.

Para válvulas básicas 100-01, los cálculos de flujo sugerido fueron basados en el flujo a través de tubería cedula 40. El flujo máximo continuo es aproximadamente 20 pies/seg. (6.1 metros /seg.) y el flujo máximo transitorio es aproximadamente 25 pies/seg. (7.6 metros/seg.) y el flujo minimo continuo es aproximadamente 1 pie/seg (.3 metros/seg) Para válvulas básicas 100-20, los cálculos de flujo sugerido fueron basados en el flujo a través del asiento de la válvula. Aprox. 26 pies/seg (7.9 metros /seg) fue utilizado para un flujo máximo continuo y 1 pie/seg (.3 metros/seg) fue utilizado para un flujo minimo continuo. Un flujo máximo continuo a través del asiento de la válvula de 30" modelo 100-20 es aprox. 20 pies/seg (6.1 metros/seg).

Muchos factores deben ser considerados para el dimensionamiento de válvulas reductoras de presión incluyendo presión de entrada presión de salida y el rango de flujo. Para preguntas de dimensionamiento o análisis de cavitacion, consulte a Cla-Val con los detalles del sistema.

Especificaciones del Sistema de Pilotos

Rangos de Ajuste

Aquas Abajo:

2	a	30 psi
15	a	75 psi
20	a	105 psi
30	a	300 psi*

Aquas Arriba:

0	a	75 psi
20	a	200 psi*
100	a	300 psi
30	a	300 psi*

*Suministrado a menos que se especifique otro. Otros rangos disponibles, consulte a fabrica.

Rango de Temperatura

Agua: Hasta 180° F (82.14°C)

Materiales

Materiales Estándares del Sistema de Pilotos

Control de Pilote: Bronce ASTM B62
Internos: Acero Inoxidable Tipo 303
Hules: Buna-N® Hule Sintético
Accesrios: Cobre y Bronce

Materiales Opcionales del Sistema de Pilotos

El sistema de pilotos esta disponible opcional en materiales de Acero Inoxidable o monel con un costo adicional.

Nota: Disponible con control detector remoto.

Cuando Está Ordenando, Favor de Especificar

1. No. De Catalogo 92-01 o 692-01
2. Tamaño de la Válvula
3. Tipo Globo o Ángulo
4. Clase de Presión
5. Roscada o Bridada
6. Material en Internos
7. Rango de Ajuste
8. Opciones Deseadas
9. Cuando se Instale Verticalmente

CLA-VAL®

CLA-VAL

PO Box 1325 Newport Beach CA 92659-0325
Telefono: 949-722-4800 • Fax: 949-548-5441

CLA-VAL CANADA
4687 Christie Drive
Beamsville, Ontario
Canada LOR 1B4
Telefono: 905-563-4963
Fax: 905-563-4040

CLA-VAL EUROPA
Chemin dés Mesanges 1
CH-1032 Romanel/
Lausanne, Switzerland
Telefono: 41-21-643-15-55
Fax: 41-21-643-15-50

www.cla-val.com

Representada Por:

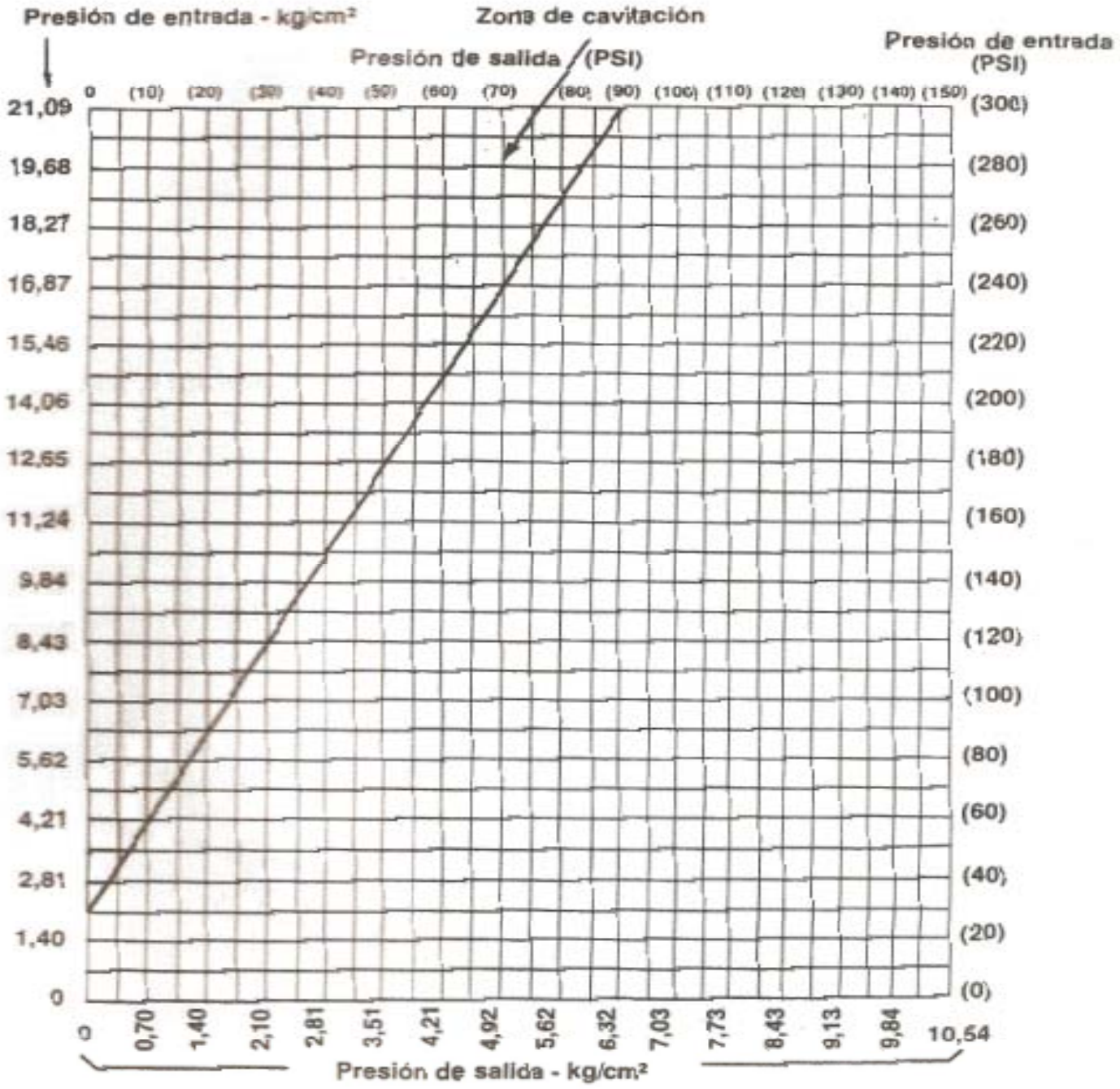
SE-92-01/692-01 (R-6/08)

©Copyright Cla-Val 2008 Impreso en USA
Especificaciones sujetas a cambio sin aviso

CLA-VAL™

GRAFICA DE CAVITACION

Esta gráfica se debe utilizar únicamente como un guia para seleccionar debidamente la caida de presión que se debe llevar a través de las válvulas CLA-VAL. Si la válvula se continúa utilizando dentro del área sombreada en la gráfica, podría causar deterioro extensivo al interior de la válvula.



ITT

Turbine

Goulds Pumps

5" – 11" TEXAS PRE-ENGINEERED SUBMERSIBLE TURBINE PUMPS

For 6" and larger wells

GOULDS PUMPS

Goulds Pumps is a brand of ITT Corporation.

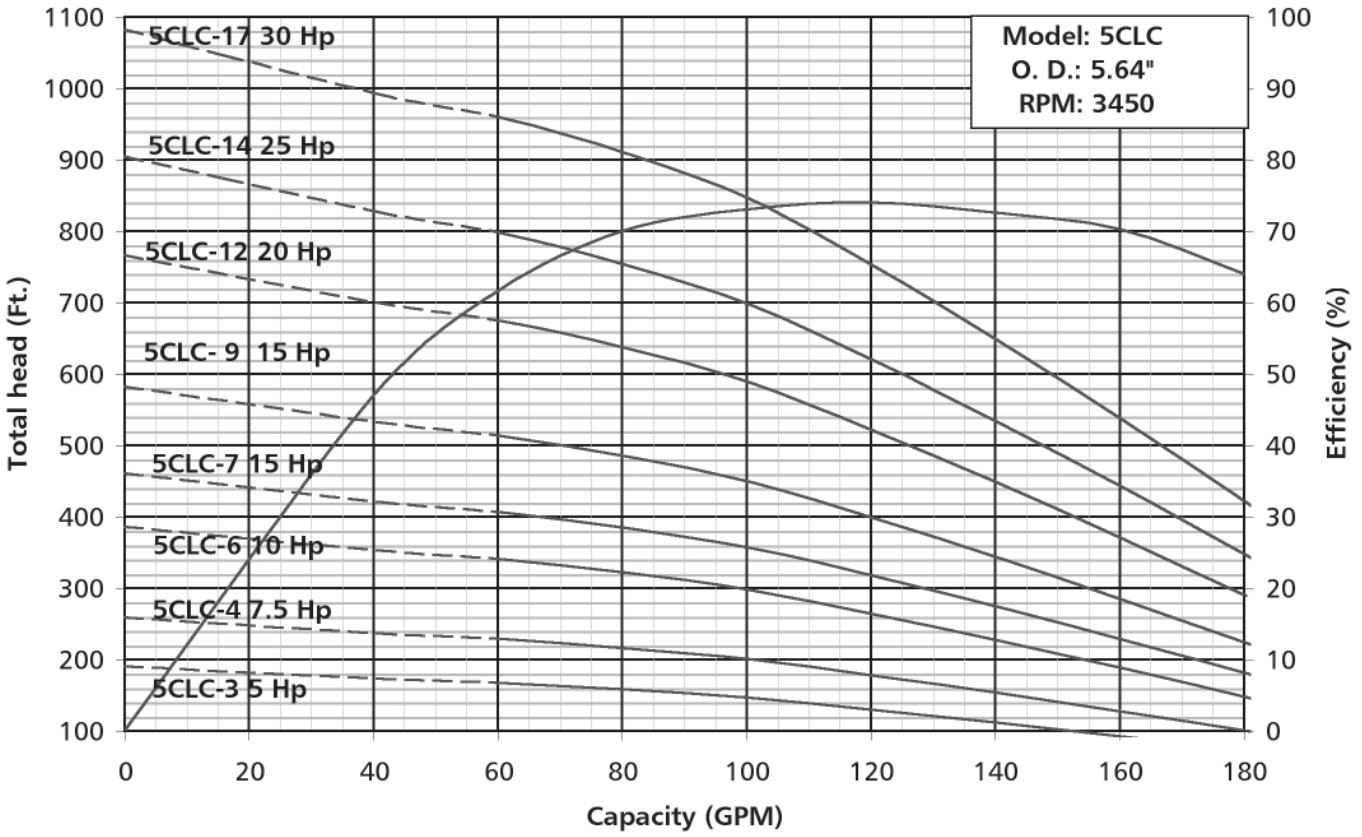
www.goulds.com

Engineered for life

FEATURES

- **Discharge Bowl:** Several discharge sizes available (NPT).
- **Discharge Bearing:** Extra long sealed top bronze bearing insures shaft alignment and stabilization for extended life.
- **Intermediate Bowl:** Class 30 cast iron. Glass coating on 6" and larger bowls for maximum efficiency and abrasion resistance.
- **Intermediate Bearings:** Available in either no-lead bronze or rubber.
- **Impellers:** Designed for maximum efficiency with a wide range hydraulic coverage. Made of low zinc and no lead material suitable for drinking water applications.
- **Taperlock:** Accurately machined to ensure positive locking of the impeller to the pump shaft.
- **Upthrust Collar:** Designed with extra margin of safety against momentary upthrust at start-up.
- **Suction Adapter:** Designed to ensure proper pump/motor alignment. Open area permits easy access to pump/motor coupling. Casting made of ductile iron for increased strength.
- **Pump to Motor Coupling:** Stainless steel coupling accurately machined for perfect alignment, balance and power transmission.
- **Pump Shaft:** 100,000 PSI high tensile type 416 stainless steel provides strength and corrosion resistance. Ground and polished for smooth bearing surface.
- **Powered for Continuous Operation:** All horsepower ratings are within the service limits of the motor and pump can be operated continuously without fear of damage to the motor.
- **CentriPro Motors:**
  - Corrosion-resistant construction.
  - Stainless steel splined shaft.
  - Hermetically sealed windings on 6" motors. 8" and 10" motors are water tight rewindable.
  - Sand resistant slinger and lip seals.
  - Water filled design.
  - Filter check valve.
  - Kingsbury-type thrust bearing.
  - 6 through 30 HP motors are dual voltage (230/460) design. Easily changed with a voltage plug.

Model 5CLC 120 GPM



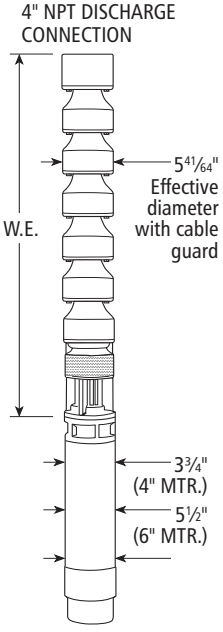
——— Recommended operating range
– – – – – Alternate pump selection is available

DIMENSIONS AND WEIGHTS

HP	Stages	W.E. Order Number	W.E. Length	W.E. Wt. (lbs.)
5	3	C05CLC005A44B	25.2	70
		C05CLC005A64B	27.5	75
7.5	4	C05CLC007A44B	29.8	83
		C05CLC007A64B	32.1	88
10	6	C05CLC010A64B	41.4	114
15	7	C05CLC015A64B	46.1	127
15	9	C05CLC015B64B	55.3	153
20	12	C05CLC020A64B	69.2	192
25	14	C05CLC025A64B	78.5	218
30	17	C05CLC030A64B	92.3	257

(All dimensions in inches and weights in lbs. Do not use for construction purposes.)

NOTES:
1. All dimensions in inches and weights in lbs.
2. Solid line is recommended operating range.
3. For intermediate horsepower pumps consult factory.
4. Please specify all options changes in W.E. order number.



MATERIALS OF CONSTRUCTION

Part Name	Material
Shaft	ASTM A582 S41600
Coupling	ASTM A582 S41600
Suction Adapter	ASTM A536 Gr. 60-40-18
Suction Bearing	ASTM B584 C89835
Impeller	ASTM A744 CF8M
Taperlock	ASTM A108 Gr. 1018
Intermediate Bowl	ASTM A49 Cl. 30B
Intermediate Bowl Bearing	ASTM B584 C89835 (Std.)
Intermediate Bowl Bearing	Rubber (optional)
Upthrust Collar	Polyethylene
Discharge Bowl	ASTM A48 Cl. 30B
Discharge Bowl Bearing	ASTM B584 C89835
Fasteners	SAE J429 Gr. 8
Cable Guard	ASTM A240 S30400
Suction Strainer	ASTM A240 S30400

ANEXO C

Planos constructivos de empalme y trazado de tuberías