



**Escuela Superior Politécnica de Chimborazo**

**FACULTAD DE MECANICA**

**ESCUELA DE INGENIERIA INDUSTRIAL**

**CARRERA DE INGENIERIA INDUSTRIAL**

**“ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA INPLEMENTACION  
DE NUEVA INSTALACION Y TRATAMIENTO DE AGUA PARA  
EL HOSPITAL DEL IESS DE RIOBAMBA”**

**DOUGLAS ROBERTO FREIRE CABRERA**

**TESIS DE GRADO**

**PREVIA A LA OBTENCION DEL TITULO DE:**

**INGENIERO INDUSTRIAL**

**Riobamba – Ecuador**

**2010**

## CERTIFICACION DE EXAMINACION DE TESIS

**NOMBRE DE LA ESTUDIANTE:** DOUGLAS ROBERTO FREIRE CABRERA

**TITULO DE LA TESIS:**            “ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA  
IMPLEMENTACION DE NUEVA INSTALACION Y TRATAMIENTO DE  
AGUA PARA EL HOSPITAL DEL IESS”

**Fecha de Examinación:**    Febrero 23, de 2010.

**RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:**

COMITÉ DE EXAMINACION	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Eduardo Villota			
Ing. Pacifico Riofrio R.			
Ing. Marcelo Jácome			
Ing. Marco Armendáriz			

Más de un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total

**RECOMENDACIONES:**

El Presidente del Tribunal quien certifica al Consejo Directivo que las condiciones de la defensa se han cumplido.

**Presidente del Tribunal**

## CERTIFICACION DE APROBACION DE TESIS

# CONSEJO DIRECTIVO

Febrero 23, de 2010

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

**DOUGLAS ROBERTO FREIRE CABRERA**

Titulada:

**“ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACION DE LA NUEVA INSTALACION Y TRATAMIENTO DE AGUA DEL HOSPITAL DEL IESS DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA”**

Sea aceptada como parcial completación de los requerimientos para el Título de:

**INGENIERO INDUSTRIAL**

Ing. Eduardo Villota  
(f) DELEGADO DEL

DECANO

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Pacífico Riofrío

Rodas

(f) DIRECTOR DE TESIS DE GRADO

Ing. Marcelo Jácome  
ASESOR DE TESIS

Ing. Marco Armendáriz  
(f) ASESOR DE TESIS

### CAPÍTULO

### PÁGINA

1.1 ANTECEDENTES .....	1
------------------------	---

1.2 JUSTIFICACIÓN .....	3
1.3 OBJETIVOS .....	4
2.1 RESERVA DE AGUA .....	5
2.2 SISTEMA DE BOMBEO Y PRESIÓN CONSTANTE.....	6
2.3 ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICO DE AGUAS .....	8
2.4 DISTRIBUCIÓN Y RECIRCULACIÓN DE AGUA CALIENTE .....	8
3.1 SISTEMA DE BOMBEO .....	10
3.2.2 Instalación hidráulica	10
3.2.3 Sistema con elevación estática de succión	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
3.2.4 Selección de bombas hidráulica	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
3.2.5 Análisis de algunos elementos de considerar en la elección de una bomba	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
3.2.6 Factores que intervienen en la en la eficiencia de una bomba	17
3.3 ECUACIONES FUNDAMENTALES .....	19
3.4 SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA FRÍA .....	22
3.4.1 Dibujo del sistema	24
3.4.2 Calculo del caudal	24
3.4.3 Cálculo de h	27
3.4.4 Determinación de $h_s$	28
3.4.5 Determinación de $h_d$	31
3.4.6 Cálculo del $h_{rd}$	31
3.4.7 Calculo del $NPSH)_d$	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
3.4.8 Selección de bomba	99
3.5 SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA CALIENTE .....	103
3.5.1 Sistemas de tuberías ramificadas	104
3.5.2 Instalaciones de agua caliente en edificios	104
3.5.3 Sistemas de distribución de agua caliente	105
3.5.4 Temperatura del agua caliente	107
3.5.5 Dibujo del sistema	109
3.5.6 Cálculo del caudal	109
3.5.6 Cálculo de h	114
3.5.6.1 Determinación de $h_s$	115
3.5.6.2 Determinación de $h_d$	118
3.5.7 Cálculo del $H_{rd}$ .	118
3.6 SISTEMA DE BOMBEO DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS .....	195
3.6.1 Planteamiento del problema	195
3.6.2 Características de instalación	195
3.6.3 Características del lugar	195
3.6.4 Características de fluido	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
3.6.5 Procedimiento de selección	197

3.6.5.1 Selección de diámetros nominales adecuados para succión y descarga en función del caudal $q = 200$ g.p.m	197
4.1 INTRODUCCION .....	214
4.2 MATEMÁTICAS FINANCIERAS PARA LA EVALUACIÓN DE PROYECTOS .....	<a href="#">...215</a>
4.2.1 Valor futuro del dinero	216
4.2.2 Valor presente del dinero	216
4.2.3 Valor presente de una serie de amortizaciones iguales	217
4.3 ESTUDIO FINANCIERO DE ELABORACIÓN .....	217
4.4 ESTUDIO TÉCNICO DE FACTIBILIDAD.....	218
4.5 COMPORTAMIENTO DEL ACERO GALVANIZADO.....	223
4.5.1 Protección por años según espesor de zinc y tipo de atmósfera	225
4.5.2 Ambientes Industriales y Urbanos	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
4.5.3 Ambientes rurales y Suburbanos	226
4.5.4 Ambientes Marinos	226
4.6 NORMAS DE GALVANIZACIÓN.....	227
4.6.1 Determinación de pH , oxígeno disuelto, temperatura y conductividad	228
4.6.2 Filtro reenujable	231
4.6.3 Dosificar un inhibidor de corrosión	231
5.1 ELABORACIÓN DEL PLAN DE SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL ...	233
5.1.1 La seguridad industrial como responsabilidad administrativa	233
5.2 PRINCIPIOS Y POLÍTICA.....	234
5.2.1 Principios, liderazgo y cultura de la seguridad	234
5.2.1.1 Principios de la seguridad	234
5.2.1.2 Liderazgo de la seguridad	235
5.2.1.3 Cultura de la seguridad	236
5.2.1.4 Crear cultura	237
5.2.1.5 Políticas de seguridad	239
5.3 FUNCIONES DEL DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD.....	240
5.3.1 Organigrama estructural del departamento de seguridad	241
5.3.2 Funciones específicas del personal perteneciente al departamento de seguridad.....	241
5.3.2.2 El ingeniero o especialista en seguridad	243
5.3.2.3 Asistente en seguridad industrial	244
5.4 PLANIFICACIÓN, ORGANIZACIÓN Y ADMINISTRACIÓN DE LA SEGURIDAD EN LA EMPRESA .....	244
5.5 ANÁLISIS DE RIESGO DEL SISTEMA.....	245
5.5.1 Evaluación general de riesgos	247
5.6 SEÑALIZACIÓN INDUSTRIAL .....	256
5.6.1 Introducción	256
5.6.2 Criterios para emplear la señalización.	257

5.6.3 Los colores de seguridad.	258
5.6.3.1 Objeto	258
5.6.3.2 Alcance	258
5.6.3.3 Terminología.	259
5.6.3.4 Simbología	259
5.6.4 SÍMBOLOS GRÁFICOS DE SEGURIDAD (SEGÚN NORMAS INEN). .....	262
5.6.4.1 Símbolo gráfico: no fumar	262
5.6.4.2 Símbolo gráfico: peatón	263
5.6.4.3 Símbolo gráfico: agua de incendio.	263
5.6.4.4 Símbolo gráfico: fuego.	264
5.6.4.5 Símbolo gráfico: hombre con gafas.	265
5.6.4.6 Símbolo gráfico: hombre con máscara respiratoria.	265
5.6.4.7 Símbolo gráfico: hombre con casco.	266
5.6.4.8 Símbolo gráfico: hombre con orejeras.	266
5.6.4.9 Símbolo gráfico: guantes.	267
5.6.4.10 Símbolo gráfico: zapatos.	267
5.6.4.11 Símbolo gráfico: extinguidor de fuego.	268
5.6.5 TIPOS DE SEÑALIZACIÓN EN EL LUGAR DE TRABAJO .....	268
5.6.5.1 Señales en forma de panel.	269
5.6.5.2 Señales luminosas y acústicas.	272
5.6.5.3 Comunicaciones verbales.	274
5.6.5.4 Señales gesticulares.	274
5.7 SELECCIÓN DEL TIPO DE EXTINTOR (D. C. I).....	275
5.7.1 Sistema de extinción portátiles y fijos.	275
5.7.1.1 Sistemas de extinción portátiles.	275
5.7.1.2 Sistema de extinción fijos.	277
5.7.1.3 Disposición de extintores.	277
5.7.1.4 Deficiencias detectadas en el sistema de D.C.I. actual.	<b>¡Error!</b>
	<b>Marcador no definido.</b>
5.7.2 Evaluación de los medios de D.C.I. actuales	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
5.8 IMPACTO AMBIENTAL.....	280
5.8.1 Contaminación ambiental.	280
5.8.1.1 El hospital del IESS. Como generador de contaminación.	280
5.8.1.1.1 Electricidad.	281
5.8.1.1.2 Combustible.	281
5.8.1.1.3 Emisiones de aire.	282
5.8.1.1.4 Residuos.	282
5.8.1.1.5 Manejo de residuos químicos y peligrosos.	282

5.9 CLASIFICACIÓN DE LOS DESECHOS DEL HOSPITAL .....	283
5.9.1 Gestión y reciclado de residuos sólidos. ....	284
5.9.2 Emisión de efluentes y aguas negras. ....	287
5.9.2.1 Agua de consumo .....	287
5.9.2.2 Agua residual y vertimientos. ....	287
5.9.3 Relación de la gestión medio ambiental con la prevención de riesgos laborales. ....	288
5.9.4 Sistema de gestión ambiental. Requisitos con orientación para su uso. Según norma INEN – ISO 14001:2004. ....	288
5.9.4.1 Objeto y campo de aplicación. ....	288
5.9.4.2 Normas para consulta. ....	289
5.9.4.3 Términos y definiciones. ....	290
5.9.5 Requisitos del sistema de gestión ambiental. ....	292
5.9.5.1 Requisitos generales. ....	292
5.9.5.2 Política ambiental. ....	292
5.9.5.3 Planificación. ....	293
6.1 CONCLUSIONES .....	300
6.2 RECOMENDACIONES .....	304
6.3 BIBLIOGRAFÍA .....	307

## CAPÍTULO I

### **1.GENERALIDADES**

#### **1.1 Antecedentes:**

La palabra corrosión trae a la mente de muchas personas la imagen tan conocida de la “herrumbe”, propia de los metales ferrosos, como si sólo el hierro fuera susceptible de presentar este fenómeno; en realidad, la corrosión es la causa general de la alteración y destrucción de la mayor parte de los materiales naturales o fabricados por el hombre. Si bien esta fuerza destructiva ha existido siempre, no se le ha prestado atención hasta los tiempos modernos, como efecto de los avances de la civilización en general y de la técnica en particular.

La producción de acero, y el mejoramiento de sus propiedades mecánicas, han hecho posible su empleo en los lugares más variados; lamentablemente este desarrollo y el uso de productos siderúrgicos van acompañados paralelamente del incremento en el tributo que se paga a la corrosión. Es necesario saber que aproximadamente un 25% en la producción anual de acero es destruida por la corrosión.

Un ejemplo común lo constituye la rotura de una tubería de agua. Inicialmente, al abrir el grifo, el agua, en vez de presentar su claridad habitual tiene una cierta tonalidad o coloración castaña, al probarla, nos parece percibir un sabor que nos recuerda bastante al de las sales de hierro, esto quiere decir que se ha

empezado a atacarse el material base de la tubería galvanizada: el acero de la red de distribución de agua potable.

Las condiciones intolerables de salubridad y las muertes por epidemias debido a las aguas grises, obligaron a tomar medidas de protección a ser adoptadas en áreas altamente densificadas. Los incendios desastrosos en sitios congestionados llevaron a la construcción de grandes sistemas de abastecimiento, tanto como para combatirlo como para suministro de agua potable en edificios.

La hidrosanitaria, en edificios trajo consigo problemas relacionados con la salud pública, la higiene personal, el diseño de construcción, los materiales de plomería, las técnicas avanzadas y los reglamentos estatales. Como estos problemas se desarrollan durante un período de revolución industrial, las soluciones que se dieron estuvieron íntimamente ligadas a los nuevos materiales, métodos, modelos y estandarización.

La historia ofrece registro de varios errores, malos productos, burdos materiales e instalaciones insalubres que fueron creadas por la instalación del sistema de plomería en edificios. En cada caso hubo que hacerse correcciones adecuadas y tenerse las precauciones para el futuro.

El reglamento requerido para los sistemas hidrosanitarios en edificios, llegó a ser rápidamente un tema reconocido.

El objetivo amplio del funcionamiento es el de proveer instalaciones hidráulicas dentro y adyacentes a las edificaciones para proteger la salud pública, la seguridad y bienestar para los seres humanos.

## **1.2 Justificación**

En la actualidad, el hospital del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social – IESS de Riobamba, brinda atención a un universo de 41.215 afiliados activos, 5.820 Jubilados, 3.803 Montepío y 37.534 Seguro Campesino, ubicados en las provincias de Chimborazo y Bolívar; siendo 25.616 de Riobamba, 12.648 de Guaranda y 2.750 de Alausí.

La decisión de planificar, construir y poner en marcha una nueva instalación para agua caliente, fría y sistema contra incendio es el resultado de un plan general de desarrollo de los servicios básicos del IESS que se encuentra en permanente estudio por parte de las dependencias técnicas respectivas.

Este plan pretende dotar de la infraestructura indispensable para la instalación y tratamiento de agua potable, y de esta manera atender las necesidades de salud en toda la población derecho-habiente del IESS en el país, debido a que la corrosión en las tuberías con aproximadamente veinte años de servicio se ha convertido en un verdadero problema en mencionada institución.

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 Objetivo General.**

- Estudiar la factibilidad para la implementación de la nueva instalación y tratamiento de agua para el Hospital del IESS de la ciudad de Riobamba.

#### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Evaluar la situación actual de las instalaciones.
- Interpretar los planos de instalaciones hidráulicas y formular una nueva propuesta técnica.
- Seleccionar bombas para los diferentes sistemas.
- Analizar costos de la nueva instalación.
- Establecer parámetros básicos de seguridad e higiene industrial.
- Analizar el plan de seguridad industrial y de mejoramiento continuo.

## **CAPÍTULO II**

### **2. ESTUDIO Y ANALISIS DE LAS INSTALACIONES ACTUALES**

#### **2.1 Reserva De Agua**

Para el cálculo del volumen de reserva de agua potable se ha considerado que el hospital dispondrá de un total de 180 camas, habiéndose adoptado dotaciones de agua en promedio por cama de 600 Litros/día, como reserva para incendios: 15% , de la reserva para consumo. <sup>1</sup>

De acuerdo con estos datos, se ha previsto una reserva total de 400m<sup>3</sup> para 72 horas de servicio, para ello se cuenta con un tanque cisterna localizado junto a la casa de máquinas. El sistema de reserva total se ha dividido en dos tanques de 200m<sup>3</sup> cada uno, con la finalidad de que se pueda realizar el mantenimiento de uno de ellos, mientras el otro está en servicio.

La alimentación de agua al tanque de reserva se realiza a partir de la red municipal con una tubería de 50 mm de diámetro, acometida solicitada previamente al Municipio. La entrada a los tanques de reserva es independiente y están provistos de válvulas de control de nivel.

Para la operación de cada uno de los tanques, se ha proyectado una cámara de válvulas de tal forma que los elementos instalados en ella pongan en servicio el tanque para suministro de agua o para limpieza. A cada uno de los tanques se los ha

---

<sup>1</sup> Hospital del IESS Riobamba.

provisto de una boca de visita con su respectiva tapa sanitaria y bocas de ventilación para su mejor operación y mantenimiento.

El desagüe de los tanques está conectado al sistema de desagüe del Hospital, para que descargue a la red de alcantarillado de la ciudad.

## **2.2 Sistema De Bombeo Y Presión Constante**

En la parte superior de la cisterna se ha localizado la estación de bombeo, en la cual se han instalado las bombas, los tanques de presión tanto para agua fría como para incendios, y los tableros de control de los equipos. Los tanques de presión son de tipo HIDROPACK o similar, habiéndose escogido esta clase de equipo porque reúne las condiciones técnicas y funcionales para este sistema de alimentación.

El sistema de bombeo de agua fría está compuesto por tres bombas centrífugas que alimentan a 4 tanques hidroneumáticos, pero sólo funcionan hasta dos unidades de bombeo en paralelo y la tercera unidad servirá para reserva. El equipo hidroneumático está constituido por 4 tanques metálicos con neoprene.

Para el sistema de agua potable se ha escogido un sistema de bombeo que cumple las siguientes condiciones:

Presión de conexión o arranque: 42m, caudal de conexión o arranque:  $12 \frac{l}{s}$ ,

Presión de desconexión o parada: 56m, caudal de desconexión o parada:  $7 \frac{l}{s}$ .

El balón de neoprene de cada uno de los tanques hidroneumáticos y que almacena el volumen de regulación, tiene una capacidad de 350lt. Los tanques metálicos del sistema de presión tienen una capacidad de 1575 lt cada uno y son de forma cilíndrica de tipo horizontal.<sup>2</sup>

Para las condiciones indicadas se ha seleccionado un sistema de bombeo compuesto por tres bombas marca HIDROSTAL, modelo 4016012, de una etapa, o similar, extremos bridados de 2<sup>1/2</sup>" de succión y 1<sup>1/2</sup>" de descarga. Cada una de las bombas se acoplan mediante sello mecánico a sus respectivos motores eléctricos de las siguientes características: 12Hp, 3450RPM, corriente trifásica 220/440 v, 60 Hz.

La succión de cada una de las bombas será independiente, e irán hasta cerca del fondo de la cámara húmeda, en cuyo extremo se acopla una válvula de pie de 3" de diámetro.

Se ha proyectado además un by-pass desde la acometida domiciliaria al sistema de distribución, para abastecer al edificio en caso de falta de energía eléctrica,

---

<sup>2</sup> Hospital del IESS Riobamba.

aunque sea parcialmente o en el caso de que la presión de la red municipal sea adecuada.

### 2.3 Análisis Físico – Químico De Aguas

El análisis físico químico del agua en los **Anexos I, II, III, IV**

**Tabla. 1:** Análisis físico - químico del agua.

<b>COMPANÍA: Hospital IESS Riobamba</b>				
<b>AENCIÓN: Ing. Pablo Jaramillo</b>				
<b>CORRIENTE PARAMETROS</b>	<b>CACO</b>	<b>RANGO</b>	<b>A LIM</b>	<b>A BLAN</b>
Alcanilidad P como ppm CaCO <sub>3</sub>	1220			
Alcanilidad M como ppm CaCO <sub>3</sub>	2000	500 - 1500	140	
Bicarbonatos como ppm CaCO <sub>3</sub>			140	
Carbonatos como ppm CaCO <sub>3</sub>	1560			
Hidroxidos como ppm CaCO <sub>3</sub>	440			
Dureza Total como ppm CaCO <sub>3</sub>	18	≤10	202	312
Dureza Calcica como ppm CaCO <sub>3</sub>				
Dureza Magnesica como ppm CaCO <sub>3</sub>				
Hierro como ppm de Fe	2,2	≤10	0,6	
Oxigeno disuelto como ppm de O <sub>2</sub>				
Sulfito como ppm de SO <sub>3</sub>	143	20 - 60		
Fosfato como ppm de PO <sub>4</sub>	72	20 - 60		
Posca Reducida				
Conductividad microohm/cm				
Sólidos Disueltos ppm	4918	2000 - 3500	251	334
Cloruro como ppm de Cl	110		11	7,41
pH	12,11	10,5 - 11,8	8,21	
Ciclos de concentración	100			
% Purga				
Silice ppm SO <sub>2</sub>	128		4,4	
Indice de Langelier				
Nitritos ppm				
turbidez				
Cromatos como ppm de CrO				
% Trans Fe				
% Trans dureza				
% Trans SiO <sub>2</sub>	29			

## **2.4 Distribución Y Recirculación De Agua Caliente**

De acuerdo con las características del hospital, la dotación de agua caliente es de 200 l/día/cama, luego la capacidad de almacenamiento es de: 14,4 m<sup>3</sup>. La capacidad horaria del equipo de calentamiento es de: 6,00 m/h.<sup>3</sup>

Estos valores han sido incrementados en un 40% para suministro o lavandería. El equipo de generación de agua caliente está constituido por un intercambiador de calor que funciona mediante el vapor producido por calderos que al circular por un serpentín eleva la temperatura del agua hasta los 60°C como máximo y tiene válvulas de seguridad destinadas a controlar el exceso de presión las mismas que están graduadas de modo que puedan operar a una presión del 10% mayor que la requerida para el normal funcionamiento del sistema y se encuentran instaladas en la tubería de abastecimiento de agua fría o en la de agua caliente y cerca del equipo de generación.

La red de distribución y recirculación de agua caliente está constituida por tubería y accesorios de hierro galvanizado, con aislamiento térmico y se ha proyectado de tal forma que los artefactos que requieren de ella, lo obtengan en la forma lo más inmediata posible. Para lograr este propósito se ha instalado una bomba de recirculación de agua caliente, la cual suministra la presión suficiente para compensar las pérdidas de carga por fricción en el sistema.

---

<sup>3</sup> Hospital del IESS Riobamba.

Se ha previsto la instalación de dos bombas de recirculación para funcionamiento individual de cada una de ellas, con lo cual se puede llevar a cabo operaciones de inspección y mantenimiento, por lo cual se garantiza el funcionamiento continuo del sistema. Cada una de las bombas tiene una capacidad de 2.5 lt/s contra una altura de bombeo de 29.0m.

## **CAPÍTULO III**

### **3. PROPUESTA DE NUEVA INSTALACIÓN**

#### **3.1 Sistema De Bombeo**

Una bomba sirve para producir una ganancia en carga estática de un fluido procedente de una energía mecánica que se transmite en su eje por medio de un motor.

Existe diversidad de mecanismos de bombeo (bombas), cuya capacidad, diseño y aplicación cubren un amplio rango que va desde pequeñas unidades utilizadas para dosificación de cantidades mínimas, hasta bombas centrifugas que son capaces de manejar grandes volúmenes para surtir de agua a las grandes concentraciones urbanas.

#### **3.2.2 Instalación hidráulica**

Se refiere a un conjunto de tuberías y conexiones de diferentes diámetros y diferentes materiales; para alimentar y distribuir agua dentro de la construcción, esta instalación surtirá de agua a todos los puntos y lugares de la obra arquitectónica que lo requiera, de manera que este líquido llegue en cantidad y presión adecuada a todas las zonas húmedas.

Dentro de la construcción se agrupan a las siguientes redes de tuberías:

- Tuberías del medidor a la cisterna, al tinaco o a los muebles.
- Tuberías de la cisterna al tinaco o al equipo de presión.
- Tuberías del tinaco o del equipo de presión a los muebles.

Todas ellas conducen agua potable a presión, con el objeto de que finalmente sea utilizada en cada uno de los aparatos sanitarios instalados. Independientemente de conducir agua potable a presión tienen características particulares que las diferencian unas de otras, sin embargo combinadas pueden formar parte de un mismo sistema; estos sistemas se complementan de equipos de presión, depósitos, válvulas y accesorios que permiten un correcto funcionamiento.

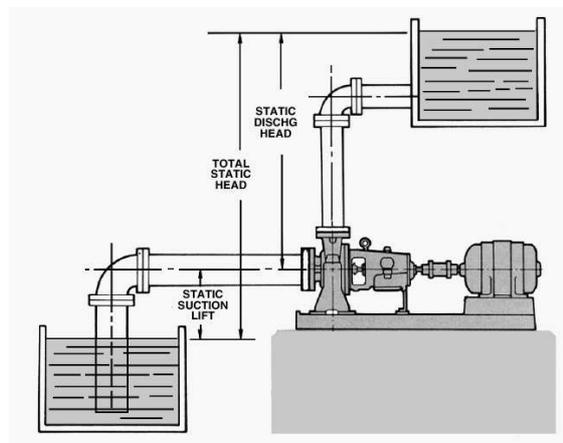
Las características que deben tener estas redes son las siguientes:

- Conducir el agua a presión con un mínimo de pérdidas de carga, con el objeto de que las fuentes de presión disminuyan al máximo posible su capacidad, provocando ahorro en su inversión, mantenimiento y consumo de energía.
- Ser de fácil instalación, es decir utilizar el menor número de herramientas posible, permitiendo al operario disminuir el tiempo de montaje y evitar fatigas exageradas en su jornada de trabajo.
- Poseer durabilidad; esto se logra con una buena instalación, a una adecuada velocidad de flujo y con una excelente resistencia a cualquier tipo de corrosión.

La selección de los materiales debe de realizarse en base a estos puntos, la importancia de esto se refleja directamente en la calidad de la instalación y por lo tanto de la obra, es conveniente aclarar que la calidad de la obra no debe estar en función del tipo, ya sea éste residencial, interés social, etc. sino de quien lo ejecuta.

### 3.2.3 Sistema con elevación estática de succión

La elevación estática de succión es la distancia vertical, en metros, desde el nivel de suministro de líquido al eje central de la bomba, encontrándose la bomba arriba del nivel de suministro.<sup>4</sup>



**Fig. 1:** Elevación estática de succión.

Donde:

$h_{ed}$  = Columna o altura estática de descarga.

$h_{es}$  = Elevación o altura de succión estática.

$H_{eT}$  = Columna o altura estática total.

<sup>4</sup> C. Mataix. Mecánica de Fluidos y Máquinas Hidráulicas, Editorial Mexicana, México, Septiembre 2001, pp 24-60

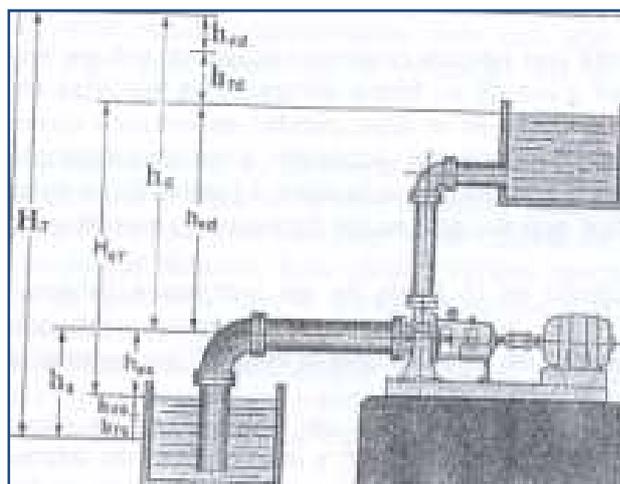
Columna o altura estática de descarga es la distancia vertical, en metros, del eje central de la bomba al punto de entrega libre del líquido.

Columna estática total de una bomba, es la distancia vertical, en metros, entre el nivel de suministro y el nivel de descarga del líquido que se maneja.

Las pérdidas de altura en la entrada y salida del fluido al sistema son pérdidas debido a la velocidad del flujo en el sistema de tubería de succión y de descarga.

Columna o altura de fricción, se mide en metros de líquido, y es la columna equivalente necesaria para vencer la resistencia de las tuberías, válvulas y accesorios del sistema de bombeo.

Dependiendo de la naturaleza de la instalación de bombeo, la columna de velocidad puede o no ser un factor importante en la columna total de la bomba.



**Fig. 2:** Columna o altura dinámica.

Columna o altura total (o altura dinámica total), es la suma de las columnas de elevación de succión y de descarga **Figuras (1 y 2)**. Cuando hay una columna de succión, la columna total de la bomba es la diferencia entre las columnas de descarga y de succión.

### **3.2.4 Selección de bombas hidráulica**

Tal vez, el mayor problema con que se encuentra un ingeniero, al diseñar un sistema de bombeo, es la elección de la clase, tipo, capacidad, columna y detalles de la bomba o bombas que habrán de usarse en un sistema. Existe variedad de bombas útiles y tantas aplicaciones posibles para cada una de ellas, que generalmente es difícil reducir el grupo de elección a una unidad específica.

Esta sección de la tesis, tiene como objetivo, reducir muchas de las dificultades que se encuentran al seleccionar una bomba. En primer lugar el profesional valorará las condiciones hidráulicas que deberá poseer la bomba; posteriormente se tomará en cuenta las condiciones del líquido; después usando un análisis económico, se podrá llegar a la unidad más económica y adecuada para su planta.

### **3.2.5 Análisis de algunos elementos de considerar en la elección de una bomba**

Composición del líquido: es fundamental en la elección de los materiales que forman las distintas partes de la bomba y que están en contacto con el líquido. Es decir que mientras más exacta sea la información sobre la composición del líquido que se bombea, más precisa será la elección de los materiales que constituyen la estructura de la bomba, así como las guarniciones y el eventual sellado mecánico.

- **Funcionamiento en seco** se aconseja siempre proteger la bomba del funcionamiento en seco. Uno de los modos más usados, es siempre la aplicación en el pozo de un *nivel de mínimo* que interrumpa el funcionamiento de la bomba apenas llega al nivel peligroso para la misma bomba.
- **Temperaturas de ejercicio** es importante conocer la temperatura máxima y mínima (además de la temperatura normal de ejercicio). La temperatura del fluido en movimiento actúa con efectos importantes sobre los materiales: temperaturas muy bajas pueden volver frágil una determinada materia plástica, mientras que temperaturas elevadas pueden crear fenómenos de ablandamiento y deformación de las partes constructivas.

Se debe procurar que la bomba pueda aspirar en una zona del recipiente o del pozo donde el líquido presente buenas características.

Las bombas se eligen generalmente por uno de tres métodos.

- El cliente suministra detalles completos a uno o más fabricantes, de las condiciones de bombeo y pide una recomendación y oferta de las unidades que parezcan más apropiadas para la aplicación
- El comprador efectúa un cálculo completo del sistema de bombeo procediendo luego a elegir la unidad más adecuada de catálogos y gráficas de características.
- Se usa una combinación de estos dos métodos para llegar a la selección final.

Los datos esenciales requeridos por cualquier fabricante de bombas antes de que pueda preparar una recomendación y una oferta. Muchos fabricantes tienen formas que puede llenar el ingeniero sin pedir una recomendación. Éstos pueden ser sumamente útiles debido a que ayudan a evitar la omisión de datos importantes.

Los datos que se deben entregar son:

Naturaleza del líquido que habrá de bombearse

a) Es el líquido

- ¿Agua fresca o salada, acida o alcalina, aceite, gasolina, lodo o pulpa de papel?

- Frió o caliente; y si es caliente ¿a qué temperatura? ¿Cuál es la presión de vapor del líquido a la temperatura de bombeo?
- ¿Cuál es su densidad?
- ¿Limpio y libre de materias extrañas o sucias y abrasivo? En este último caso, ¿cuál es el tamaño y naturaleza de los sólidos y son éstos abrasivos?. Si el líquido es de naturaleza pulposa ¿cuál es la consistencia, expresada ya sea en porcentaje o en kg /m .i de líquido? ¿Cuál es el material en suspensión? ¿Cuál es el análisis químico. No. pH, etc.?

b) Capacidad

- ¿Cuál es la capacidad requerida así como la cantidad máxima y mínima, de líquido que habrá de desarrollar la bomba?

c) Condición de succión:

Existe:

- ¿Una elevación de succión?
- ¿O una columna de succión?
- ¿Cuál es la longitud y el diámetro del tubo de succión?

d) Condición de descarga

- ¿Cuál es la columna estática? ¿Es constante o variable?
- ¿Cuál es la columna de fricción?
- ¿Cuál es la presión de descarga máxima contra la que habrá de trabajar la bomba?

e) Columna total

- Variaciones en los puntos 4 y 5 causará variaciones en la columna total.
  - ¿Es el servicio continuo o intermitente?
  - ¿Qué tipo de potencia se tiene disponible para mover la bomba y cuáles son las características de ésta?
  - ¿Qué limitaciones de espacio, peso o transporte habrán de encontrarse?
- f) Localización de instalación.
- Localización geográfica.
  - Elevación sobre el nivel del mar.
  - Instalación interior o a la intemperie.
  - Variación de las temperaturas ambientes.
- g) ¿Existen algunos requisitos o preferencias marcadas con respecto a diseño, construcción o características de las bombas?

Además hacemos un análisis sobre la carga neta de succión positiva (NPSH). Esta depende de la carga de succión o elevación, la carga de fricción, y la presión de vapor del líquido manejado a la temperatura de bombeo. Si se varía cualquiera de estos puntos, la NPSH puede alterarse.

El NPSH requerido depende sólo del diseño de la bomba y se obtiene del fabricante para cada bomba en particular, según su tipo, modelo, capacidad y velocidad.

### **3.2.6 Factores que intervienen en la en la eficiencia de una bomba**

Para mantener, o controlar la eficiencia, podemos tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

- Selección del equipo de bombeo (motor- bomba) apropiado.
- Acabado de la superficie de los impulsores.
- Selección adecuada de la velocidad específica de succión.
- Control de líquidos viscosos.
- Control de concentraciones de grandes volúmenes de sólidos.
- Control del tamaño de sólidos.
- Control de fricción en cojinetes, empaques o sellos.
- Montaje apropiado del equipo (bomba- motor).
- Corregir desbalances.
- Reducir vibraciones.
- Alineación del equipo en forma programada.
- Controlar la temperatura de operación del motor.
- Evitar recortes de impulsores.
- Controlar la velocidad del equipo.
- Controlar la presión del fluido.
- Evitar tensiones mecánicas en tuberías.
- Reposición de grasa adecuada.
- Verificar el cebado de bomba y tubería
- Evitar entrada de aire.
- Cambiar sellos.
- Controlar el abatimiento del nivel dinámico.
- Control del peso específico del fluido que impulsa la bomba.
- Nivelación de la flecha.
- Verificar presión de succión y descarga.

### 3.3 Ecuaciones Fundamentales

➤ **Altura útil efectiva H.**

$$H = h_d + h_s \quad (m) \quad (1)$$

- Cabeza dinámica de descarga  $h_d$ .

$$h_d = h_{ed} + h_{vd} + H_{rd} \pm h_{pmd} \quad (2)$$

Donde:

- Cabeza o columna estática  $h_{ed}$ .

$$h_{ed} \quad (m) \quad (3)$$

- Cabeza o columna de velocidad  $h_{vd}$ .

$$h_{vd} = \frac{v_d^2}{2g} \quad (m) \quad (4)$$

- Perdidas de energía primaria y secundaria  $H_{rd}$ .

$$H_{rd} = H_{rpd} + H_{rsd} \quad (5)$$

$$H_{rd} = \left[ \lambda \frac{L_d}{D_i} + \Sigma k \right] \frac{v_d^2}{2g} \quad (m) \quad (6)$$

Donde:

$\lambda$ = coeficiente de fricción

$L_d$ =longitud de tubería en la succión (m).

$D_i$ =diámetro interno (m).

$\Sigma k$ =coeficiente de perdidas.

$V_d$ =velocidad en la descarga (m/s).

$g$ =gravedad (9,8m<sup>2</sup>/s).

- Cabeza o columna de presión  $h_{pmd}$ .

$$h_{pmd} \text{ (m)} \quad (7)$$

- Cabeza dinámica de succión  $h_s$ .

$$h_s = -h_{es} + h_{vs} + H_{rs} \pm h_{pm} \quad (8)$$

Donde:

- Cabeza o columna estática  $h_{es}$ .

$$h_{es} \text{ (m)} \quad (9)$$

- Cabeza o columna de velocidad  $h_{vs}$ .

$$h_{vs} = \frac{v_s^2}{2g} \text{ (m)} \quad (10)$$

Perdidas de energía primaria y secundaria:

$$H_{rs} = H_{rps} + H_{rss} \quad (11)$$

$$H_{rs} = \left[ \lambda \frac{L_s}{D_i} + \Sigma k \right] \frac{v_s^2}{2g} \text{ (m)} \quad (12)$$

Donde:

$\lambda$ = coeficiente de fricción.

$L_s$ =longitud de tubería en la succión (m).

$D_i$ =diámetro interno (m).

$\Sigma k$ =coeficiente de pérdidas.

$v_s$ =velocidad en la succión (m/s).

$g$ =gravedad (9,8m<sup>2</sup>/s).

- Cabeza o columna de presión  $h_{pms}$ .

$$h_{pms} \text{ (m)} \quad (13)$$

### ➤ Cantidad de Energía Disponible en el Sistema

- Cabeza estática de succión

Abierto:

$$NPSH)_d = \frac{P_b}{\gamma} + h_{es} - H_{rs} - \frac{P_v}{\gamma} \quad (m. c. a) \quad (14)$$

Cerrado:

$$NPSH)_d = \pm \frac{P_i}{\gamma} + h_{es} - H_{rs} - \frac{P_v}{\gamma} \quad (m. c. a) \quad (15)$$

Donde:

$$\frac{P_b}{\gamma} = \text{presion barometrica}$$

$$\frac{P_v}{\gamma} = \text{presion de vapor del liquido}$$

➤ **Caudal**

$$Q = A * V \quad (16)$$

Donde:

Área:

$$A = \frac{\pi D_i^2}{4} \quad (m^2) \quad (17)$$

➤ **Número de Reynolds**

$$Re = \frac{VD}{\mu} \quad (18)$$

Donde:

V= velocidad (m/s).

Di= diámetro interno (m).

$\mu$  = viscosidad cinemática (m<sup>2</sup>/s).

➤ **Rugosidad Relativa**

$$k = \frac{\varepsilon}{D} \quad (19)$$

$\varepsilon$ = rugosidad absoluta depende de tipo de tubería.

➤ **Factor de Fricción**

- Flujo laminar

$$\lambda = \frac{64}{Re} \quad (20)$$

- Flujo turbulento:

$$\lambda = f(Re, k) \quad (21)$$

➤ **Potencia**

$$P = \frac{\gamma QH}{\eta} \quad (22)$$

Donde:

$\gamma$ = peso específico del agua ( $\text{kg/m}^3$ ).

$\eta$ = eficiencia.

H=altura útil efectiva (m).

Q=caudal ( $\text{m}^3/\text{s}$ ).

### **3.4 Sistema De Bombeo De Agua Fría**

El suministro de agua a una edificación es requisito indispensable para la vida y progreso de la humanidad.

Este suministro requiere de fuentes inagotables de agua y sistemas complejos de alimentación, purificación, distribución y drenaje.

En edificios la presión es la única solución para el servicio apropiado de los aparatos y se obtiene con el empleo de equipos de bombeo. Las redes de distribución en cualquier tipo de edificación debe instalarse cerrando circuitos, con ello se logra una mejor distribución de presiones pues ello contribuye a una óptima presurización de la instalación.

En lugares públicos: hospitales, hoteles entre otros en donde las concentraciones de personas son de consideración se debe localizar lejos las diferentes instalaciones a fin de que el ruido de las descarga continuas no provoquen molestias.

EL hospital para desarrollar este proyecto es el IESS de la ciudad de Riobamba, el sistema de Bombeo cumple el croquis determinado, debe instalarse con Elevación Estática de Succión y sus parámetros iniciales son:

- Cabeza de Elevación Estática de Succión: 1m.
- Cabeza de Elevación Estática de Descarga: 45.1m.
- Longitud de Tubería de Succión: 6m.
- Longitud de Tubería de Descarga: 12.5m.

➤ **Caudal de Bombeo:**

- **Descarga y Succión**

$$\text{Agua fría} \quad 0.039136 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} = 620.32 \text{ GPM}$$

Tiempo de Funcionamiento: 24 horas

El tanque de succión está abierto a la atmósfera y la salida del fluido igualmente, por lo tanto la presión en ellos es la atmosférica.

➤ **Ubicación geográfica**

Lugar: Riobamba.

Altitud: 2754 m.s.n.m.

Humedad: 14%.

Temperatura ambiente: 8 – 23 °C.

Debemos tomar en cuenta que la selección de la tubería debe ser de acuerdo a nuestro entorno comercial de la ciudad para desarrollar el proyecto de la forma más real posible.

### 3.4.1 Dibujo del sistema

Anexo 0 Plano

### 3.4.2 Calculo del caudal

- Tipo de Fluido: Agua fría
- Temperatura del fluido: 15 °C
- Viscosidad Cinemática:  $1.15 \times 10^{-6} \frac{m^2}{s}$
- Densidad:  $1000 \frac{Kg}{cm^3}$
- Tiempo de funcionamiento: Todo el día
- Altitud del sitio: 2754 m.s.n.m
- Presión de vapor del fluido: 7.510 PSI abs
- Presión atmosférica: 10.4858 PSI abs.

Los accesorios empleados en la succión, en la descarga, como también las diferentes cotas y otros puntos adicionales del sistema de bombeo se muestran en anexos.

Material de la tubería es de hierro galvanizado para la tubería principal y el material para la tubería de distribución en cada piso es de pvc.

❖ **PISO 0 (Subterráneo)**

**DISTRIBUCIÓN DE CAUDALES SEGÚN SUS USOS**

**Tabla. 2:** Distribución de caudales subterráneo.

Tramo	# Lavad	Q (m <sup>3</sup> /s)	# Lavabos	Q (m <sup>3</sup> /s)	# Duchas	Q (m <sup>3</sup> /s)	# Baños	Q (m <sup>3</sup> /s)	Qtotal (m <sup>3</sup> /s)
1	0	0	2	0,00013	0	0	0	0	0,0002
2	0	0	1	0,00013	0	0	1	0,00025	0,0003
3	0	0	2	0,00013	0	0	0	0	0,0002
4	0	0	0	0	1	0,00022	0	0	0,0002
5	0	0	1	0,00013	0	0	0	0	0,0001
6	1	0,0005	1	0,00013	0	0	0	0	0,0006
7	1	0,0005	0	0	0	0	0	0	0,0005
8	1	0,0005	0	0	0	0	0	0	0,0005
<b>Caudal total</b>									0,0028

❖ **PISO 1 (consultorios)**

**DISTRIBUCIÓN DE CAUDALES SEGÚN SUS USOS**

**Tabla. 3:** Distribución de caudales consultorios.

Tramo	# Lavabos	Q (m <sup>3</sup> /s)	# Baños	Q (m <sup>3</sup> /s)	Qtotal (m <sup>3</sup> /s)
1	1	0,00013	1	0,00025	0,00038
2	1	0,00013	1	0,00025	0,00038
3	1	0,00013	1	0,00025	0,00038
4	3	0,00039	3	0,00075	0,00114
5	0	0	1	0,00025	0,00025
6	2	0,00026	2	0,0005	0,00076
<b>Caudal Total</b>					0,00329

## ❖ PISO 2 (laboratorio y Quirófanos)

**DISTRIBUCIÓN DE CAUDALES EN LA PLANTA SEGÚN SUS USOS****Tabla. 4:** Distribución de caudales laboratorios y quirófanos.

Tramo	# Lavabos	Q (m <sup>3</sup> /s)	# Duchas	Q (m <sup>3</sup> /s)	# Duchas	Q (m <sup>3</sup> /s)	# Baños	Q (m <sup>3</sup> /s)	Qtotal (m <sup>3</sup> /s)
1	1	0,00013	0	0	0	0	0	0	0,00013
2	1	0,00013	1	0,00013	1	0,00022	1	0	0,00035
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	1	0,00013	0	0	0	0	0	0	0,00013
5	1	0,00013	0	0	0	0	0	0	0,00013
6	0	0,0005	0	0	0	0	0	0	0,0005
<b>Caudal total</b>									0,00124

## ❖ PISO 3 (Hospitalización)

**DISTRIBUCIÓN DE CAUDALES EN LA PLANTA SEGÚN SUS USOS****Tabla. 5:** Distribución de caudales hospitalización.

Tramo	# Lavabos	Q (m <sup>3</sup> /s)	# Duchas	Q (m <sup>3</sup> /s)	Inodoro	Q (m <sup>3</sup> /s)	Orinal	Q (m <sup>3</sup> /s)	Q total (m <sup>3</sup> /s)
1	0	0	0	0	0	0	1	0,00019	0,00019
2	0	0	0	0	0	0	3	0,00057	0,00057
3	5	0,00065	2	0,00044	1	0,00025	0	0	0,00134
4	1	0,00013	0	0	1	0,00025	0	0	0,00038
5	2	0,00026	1	0,00022	1	0,00025	0	0	0,00073
6	1	0,00013	2	0,00044	2	0,0005	1	0,00019	0,00126
<b>Caudal total</b>									0,00447

## ❖ PISO 4 (Hospitalización)

**DISTRIBUCIÓN DE CAUDALES EN LA PLANTA SEGÚN SUS USOS****Tabla. 6:** Distribución de caudales hospitalización.

Tramo	# Duc-Ino	Q (m <sup>3</sup> /s)	# Lavabos	Q (m <sup>3</sup> /s)	# Duchas	Q (m <sup>3</sup> /s)	# Baños	Q (m <sup>3</sup> /s)	Qtotal (m <sup>3</sup> /s)
1	1	0,00019	2	0,00013	0	0	0	0	0,00045
2	2	0,0001	4	0,00013	0	0	3	0,00025	0,00165
3	0	0	2	0,00013	2	0,00022	4	0,00025	0,0017
4	0	0	1	0,00013	0	0	1	0,00025	0,00038
<b>Caudal total</b>									0,00418

## ❖ PISO 5(Hospitalización)

**DISTRIBUCIÓN DE CAUDALES EN LA PLANTA SEGÚN SUS USOS****Tabla. 7:** Distribución de caudales hospitalización.

Tramo	Lavabos	Q (m <sup>3</sup> /s)	Baños	Q (m <sup>3</sup> /s)	Ducha	Q (m <sup>3</sup> /s)	Q total(m <sup>3</sup> /s)
1	2	0,00026	2	0,0005	2	0,00044	0,0012
2	1	0,00013	3	0,00075	2	0,00044	0,00132
3	2	0,00026	2	0,0005	1	0,00019	0,00095
4	1	0,00013	1	0,00075	1	0,00019	0,00107
5	1	0,00013	2	0,0005	2	0,00038	0,00101
<b>Caudal total</b>							<b>0,00555</b>

## ❖ PISO 6(Hospitalización)

**DISTRIBUCIÓN DE CAUDALES EN LA PLANTA SEGÚN SUS USOS****Tabla. 8:** Distribución de caudales hospitalización.

Tramo	# Lavabos	Q (m <sup>3</sup> /s)	# Duchas	Q (m <sup>3</sup> /s)	Inodoros	Q (m <sup>3</sup> /s)	Q total(m <sup>3</sup> /s)
1	2	0,00026	1	0,00022	1	0,00025	0,00073
2	1	0,00013	0	0	0	0	0,00013
3	1	0,00013	0	0	0	0	0,00013
4	1	0,00013	0	0	0	0	0,00013
5	4	0,00052	0	0	2	0,0005	0,00102
6	2	0,00026	0	0	1	0,00025	0,00051
7	7	0,00091	2	0,00044	3	0,00075	0,0021
8	4	0,00052	1	0,00022	1	0,00025	0,00099
<b>Caudal total</b>							<b>0,00574</b>

$$Q_{\text{total}} = Q_{SB} + Q_{P1} + Q_{P2} + Q_{P3} + Q_{P4} + Q_{P5} + Q_{P6} \quad \left(\frac{m^3}{s}\right)$$

$$\text{Caudal} = 0.02283 \quad \left(\frac{m^3}{s}\right)$$

### 3.4.3 Cálculo de h

- Selección de Diámetros Nominales adecuados para succión y descarga en función del Caudal utilizado en agua fría y caliente:

$$Q = 0.02283 + 0.0163 = 0.039136 \frac{m^3}{s} = 620.32 \text{ GPM}$$

(Diámetros de Succión) – **Anexos V**

(Diámetros de Descarga) – **Anexos VI**

Succión:	Descarga:
10 in	4 in
	5 in
8 in	6 in

Diámetros Interiores o de trabajo para los Diámetros establecidos:

Tamaño de Tubería de hierro galvanizado Cedula 40 **Anexo VII**

### 3.4.4 Determinación de $h_s$

Utilizando la ecuación (8)

Conocemos:

$$h_{es} = \mathbf{1m.}$$

$$L_s = \mathbf{6 m.}$$

$$K_{Tuberia} = \mathbf{0.15 mm.}$$

- ❖ Diámetro Nominal 8in (Diámetro Interior = 206.5 mm):

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{0.039136 \frac{m^3}{s}}{\frac{\pi * (0.2065m)^2}{4}} = 1.1685 \frac{m}{s}$$

$$h_{vs} = \frac{v^2}{2g} = \frac{(1.1685 \frac{m}{s})^2}{19.6 \frac{m}{s^2}} = 0.0696m$$

$$H_r = \frac{v^2}{2g} \left( \lambda \frac{L}{D} + \sum K_m \right)$$

$$Re = \frac{v * D}{\nu} = \frac{1.1685 \frac{m}{s} * 0.2065m}{1,15 \times 10^{-6} \frac{m^2}{s}} = 2.098 * 10^5$$

$$\lambda = \frac{0.25}{\left[ \log \left( \left( \frac{K}{3.7D} \right) + \left( \frac{5.74}{Re^{0.9}} \right) \right) \right]^2} = \frac{0.25}{\left[ \log \left( \left( \frac{0.15mm}{3.7(206,5mm)} \right) + \left( \frac{5.74}{209830.5204^{0.9}} \right) \right) \right]^2} = 0.02$$

### Pérdidas en Accesorios **Anexo VIII**

<b>Accesorio:</b>	<b>k:</b>
Brida	1
Válvula de compuerta	0.085
Entrada de tubería	0.5

$$\sum K_m = 1.585$$

$$H_r = \frac{\left( 1.1685 \frac{m}{s} \right)^2}{19.6 \frac{m}{s^2}} \left( 0.02 \frac{6m}{0.2065m} + 1.585 \right) = 0.1508m$$

$$H_s = 1 m + 0.0696 m + 0.1508 = 1.2204m$$

❖ Diámetro Nominal 10 in (Diámetro Interior = 0.254 m):

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{0.039136 \frac{m^3}{s}}{\frac{\pi * (0.254m)^2}{4}} = 0,7723 \frac{m}{s}$$

$$h_{vd} = \frac{v^2}{2g} = \frac{(0.7723 \frac{m}{s})^2}{19.6 \frac{m}{s^2}} = 0,03043m$$

$$H_r = \frac{v^2}{2g} \left( \lambda \frac{L}{D} + \sum k_m \right)$$

$$Re = \frac{v * D}{\nu} = \frac{0.7723 \frac{m}{s} * 0.254m}{1.15 \times 10^{-6} \frac{m^2}{s}} = 1.706 * 10^5 \text{ Re ynols}$$

$$\lambda = \frac{0.25}{\left[ \log \left( \left( \frac{K}{3.7D} \right) + \left( \frac{5.74}{Re^{0.9}} \right) \right) \right]^2} = \frac{0.25}{\left[ \log \left( \left( \frac{0.15mm}{3.7(0.254mm)} \right) + \left( \frac{5.74}{170577.565^{0.9}} \right) \right) \right]^2} = 0.3939$$

**Accesorio:**

**k:**

Brida

1

Válvula de compuerta

0.085

Entrada de tubería

0.5

$$\sum K_m = 1.585$$

$$H_r = \frac{\left( 0.7723 \frac{m}{s} \right)^2}{19.6 \frac{m}{s^2}} \left( 0.3939 \frac{6m}{0.254m} + 1.585 \right) = 10.889m$$

$$H_s = 1 m + 0.7723 m + 10.889m = 12.66 m$$

Como las tuberías de succión están expuestas a la atmósfera no se ha tomado en cuenta el valor de  $h_{pms}$  es decir se ha considerado como cero. Los tanques no presentan presiones internas.

### 3.4.5 Determinación de $h_d$

Se determina una tubería de 6 in.

$$h_{ed} = 41.75m$$

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{0.039136 \frac{m^3}{s}}{\frac{\pi * (0,1554m)^2}{4}} = 2.0634 \frac{m}{s}$$

$$h_{vd} = \frac{v^2}{2g} = \frac{(2.0634 \frac{m}{s})^2}{19.6 \frac{m}{s^2}} = 0.217m$$

### 3.4.6 Cálculo del $h_{rd}$

Pérdidas de la tubería principal del edificio

Material: hierro galvanizado

Diámetro de 6 plg

Diámetro interior de 155,4 mm

➤ **PÉRDIDAS PRIMARIAS**

**Tabla. 9:** Pérdidas primarias.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Re	k/D	Λ	L (m)	H <sub>rp</sub> (m)
Q1	0,00208	0,0808	0,00512758	28501,3	0,0018564	0,0285	38,55	0,114157
Q2	0,0207	0,1554	0,01896669	147479,6	0,0009653	0,024	74,14	0,695848
QSUB	0,00288	0,13	0,01327322	24527,98	0,0011538	0,026	24,87	0,011948
QT1	0,0084	0,1053	0,00870856	88320,92	0,0014245	0,028	41,5	0,523827
QT4	0,0068	0,13	0,01327322	57913,29	0,0011538	0,0245	14,3	0,036088
QT4	0,0068	0,1053	0,00870856	71497,88	0,0014245	0,0282	51,09	0,425624
QT2	0,00508	0,13	0,01327322	43264,63	0,0011538	0,0285	42,52	0,069665
QT2	0,00508	0,1053	0,00870856	53413,12	0,0014245	0,0281	41	0,189951
QT3	0,00434	0,1053	0,00870856	45632,47	0,0014245	0,026	34,8	0,108882
<b>Pérdidas Totales Primarias</b>								2,175989

➤ **PÉRDIDAS SECUNDARIAS**

**Tabla. 10:** Pérdidas secundarias.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Codos	Reduc	Válvula	Unión	Te R/L	ε	H <sub>rs</sub> (m)
Q1	0,00208	0,0808	0,0051	1,2	0	0,23	0,123	2,5	4,053	0,0340
Q2	0,0207	0,1554	0,0189	0,857	0	1,8	4	2,73	9,387	0,5704
QSUB	0,00288	0,13	0,0132	3,874	0	0,33	0	1,3	5,504	0,0132
QT1	0,0084	0,1053	0,0087	0,23	0,185	1,8	0,132	3,1	5,447	0,2585
QT4	0,0068	0,13	0,0132	0,92	0,185	3	0,176	6,6	10,881	0,1457
QT4	0,0068	0,1053	0,0087	0,18	0	0,12	2	0,63	2,93	0,0911
QT2	0,00508	0,13	0,0132	0,72	0,185	0,36	6	4,59	11,855	0,0885
QT2	0,00508	0,1053	0,0087	1,61	0	1,2	0,154	2,1	5,064	0,0879
QT3	0,00434	0,1053	0,0087	0,23	0,185	1,8	0,11	9,1	11,425	0,1447
<b>Pérdidas Totales Secundarias</b>										1,4211

H<sub>r</sub>= 3,5971828 m

❖ **PISO 0 (subterráneo)**

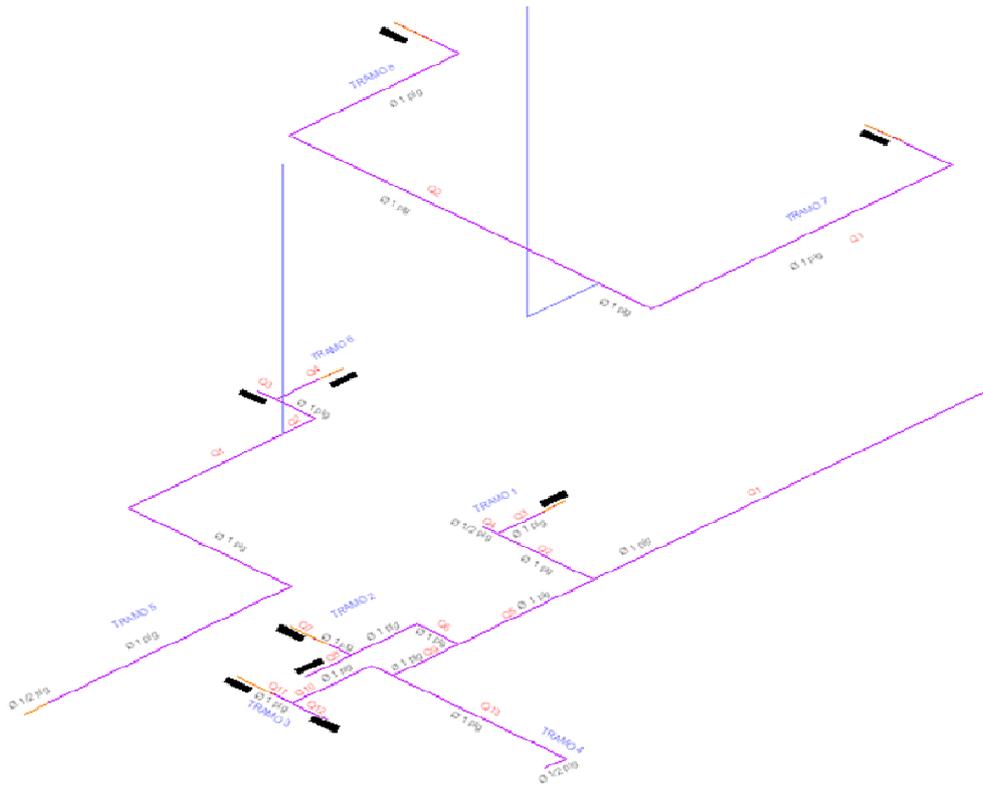


Fig. 3: Piso 0 (subterráneo).

### TRAMO 1

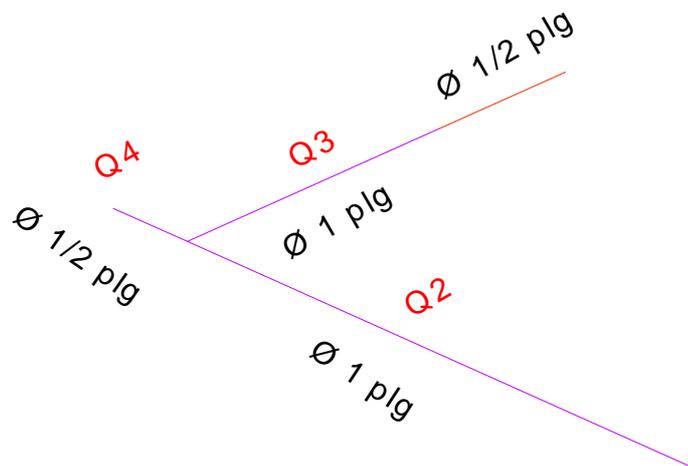


Fig. 4: Piso 0 (subterráneo) tramo 1.

Datos:

Tubería de pvc.

Tubería  $\varnothing = 1 \text{ plg}$        $\varnothing_{int} = 0.032 \text{ m}$

Tubería  $\varnothing = 1/2 \text{ plg}$        $\varnothing_{int} = 0.020 \text{ m}$

$$Q_2 = 0.00022 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_3 = 0.00013 \text{ m}^3/\text{s}$$

### ➤ PÉRDIDAS PRIMARIAS

**Tabla. 11:** Pérdidas primarias tramo 1.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D(m)	A (m <sup>2</sup> )	Rey	k/D	λ	L (m)	Hrp (m)
Q3	0,00013	0,02	0,0003142	7196,5545	0,000075	0,034	1	0,0148518
Q3	0,00013	0,032	0,0008042	4497,8466	4,688E-05	0,039	2	0,0032493
Q4	0,00013	0,02	0,0003142	7196,5545	0,000075	0,034	0,59	0,0087625
Q2	0,00026	0,032	0,0008042	8995,6931	4,688E-05	0,032	4,23	0,0225553
<b>Pérdidas totales Primarias</b>								0,049419

### ➤ PÉRDIDAS SECUNDARIAS

**Tabla. 12:** Pérdidas secundarias tramo 1.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Codos	Reduc	Válvula y UU	Unión	T	ε	Hrs
Q3	0,00013	0,02	0,0003142	0	0	0,65	0	0	0,65	0,00567861
Q3	0,00013	0,032	0,0008042	0	0,37	0	0	2,3	2,67	0,00355926
Q4	0,00013	0,02	0,0003142	0	0	0,65	0	0	0,65	0,00567861
Q4	0,00013	0,032	0,0008042	0	0,37	0	0	0,9	1,27	0,00169298
Q2	0,00026	0,032	0,0008042	0	0	0	0	2,3	2,3	0,01226413
<b>Pérdidas Totales Secundarias</b>										0,01491649

UU= unión universal

Pérdida total del tramo 1: Hr= **0.06430619 m**

### TRAMO 2

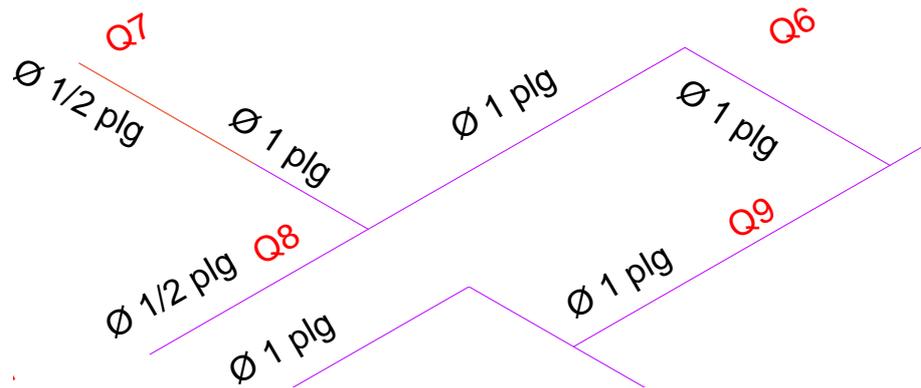


Fig. 5: Piso 0 (subterráneo) tramo 2.

Datos:

Tubería de pvc.

Tubería  $\varnothing = 1 \text{ plg}$   $\varnothing_{int} = 0.032 \text{ m}$

Tubería  $\varnothing = 1/2 \text{ plg}$   $\varnothing_{int} = 0.020 \text{ m}$

$Q_7 = 0.00022 \text{ m}^3/\text{s}$

$Q_8 = 0.00013 \text{ m}^3/\text{s}$

### ➤ PÉRDIDAS PRIMARIAS

Tabla. 13: Pérdidas primarias tramo 2.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Rey	k/D	$\lambda$	L (m)	Hrp (m)
Q7	0,00025	0,02	0,0003142	13839,528	0,000075	0,029	1	0,0468479
Q7	0,00025	0,032	0,0008042	8649,7049	4,688E-05	0,032	1,65	0,0081344
Q8	0,00013	0,02	0,0003142	7196,5545	0,000075	0,034	2	0,0297035
Q6	0,00038	0,032	0,0008042	13147,552	4,688E-05	0,0275	4,78	0,0467886
<b>Pérdidas totales Primarias</b>								<b>0,1314744</b>

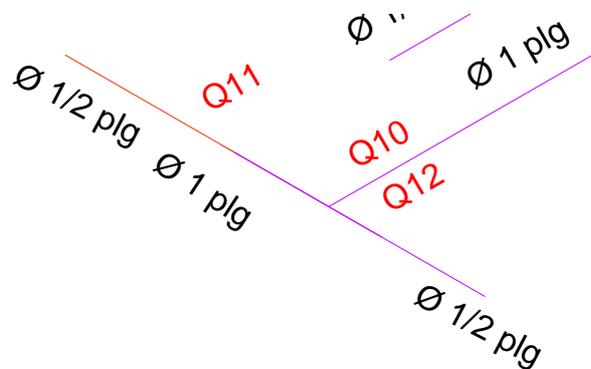
## ➤ PÉRDIDAS SECUNDARIAS

**Tabla. 14:** Pérdidas secundarias tramo 2.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Codos	Reduc	Válvula y UU	Unión	T	ε	Hrs
Q7	0,00025	0,02	0,0003142	0	0,37	0,65	0	2,7	3,72	0,12018911
Q8	0,00013	0,02	0,0003142	0	0	0,65	0	0,9	1,55	0,01354131
Q6	0,00038	0,032	0,0008042	0,7	0	0	0	2,7	3,4	0,03872651
<b>Pérdidas Totales Secundarias</b>										<b>0,17245692</b>

Pérdida total del tramo 2: Hr= **0.30391172 m**

### TRAMO 3



**Fig. 6:** Piso 0 (subterráneo) tramo 3.

Datos:

Tubería de pvc.

Tubería  $\varnothing = 1 \text{ plg}$        $\varnothing_{int} = 0.032 \text{ m}$

Tubería  $\varnothing = 1/2 \text{ plg}$        $\varnothing_{int} = 0.020 \text{ m}$

$Q_{11} = 0.00013 \text{ m}^3/\text{s}$

$Q_{12} = 0.00013 \text{ m}^3/\text{s}$

### ➤ PÉRDIDAS PRIMARIAS

Tabla. 15: Pérdidas primarias tramo 3.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Rey	k/D	Λ	L (m)	Hrp (m)
Q11	0,00013	0,02	0,0003142	7196,5545	0,000075	0,0275	1	0,0120124
Q11	0,00013	0,032	0,0008042	4497,8466	4,688E-05	0,039	1,5	0,002437
Q10	0,00026	0,032	0,0008042	8995,6931	4,688E-05	0,032	4,46	0,0237817
Q12	0,00013	0,02	0,0003142	7196,5545	0,000075	0,034	1,48	0,0219806
<b>Pérdidas totales Primarias</b>								0,0602118

### PÉRDIDAS SECUNDARIAS (Hrs)

Tabla. 16: Pérdidas secundarias tramo 3.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Codos	Reduc	Válvula y UU	Unión	T	ε	Hrs
Q11	0,00013	0,032	0,0008042	0	0,37	0,65	0	2,7	3,72	0,00495897
Q10	0,00026	0,032	0,0008042	0,7	0	0	0	2,3	3	0,01599669
Q12	0,00013	0,02	0,0003142	0	0	0,65	0	2,3	2,95	0,02577216
<b>Pérdidas Totales Secundarias</b>										0,04672783

Pérdida total del tramo 3: Hr= **0.10691895 m**

### TRAMO 4

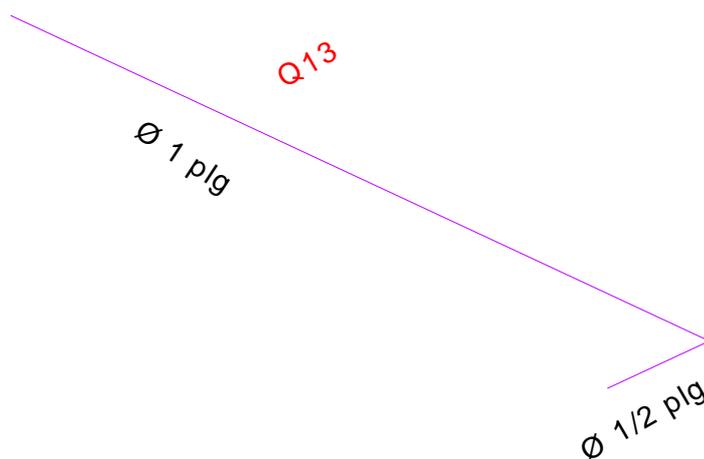


Fig. 7: Piso 0 (subterráneo) tramo 4.

Datos:

Tubería de pvc.

Tubería  $\varnothing = 1 \text{ plg}$        $\varnothing_{int} = 0.032 \text{ m}$

Tubería  $\varnothing = 1/2 \text{ plg}$        $\varnothing_{int} = 0.020 \text{ m}$

$$Q_7 = 0.00022 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_9 = Q_{10} + Q_{13} = 0.00048 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_5 = Q_6 + Q_9 = 0.00086 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_1 = Q_2 + Q_5 = 0.00112 \text{ m}^3/\text{s}$$

### ➤ PÉRDIDAS PRIMARIAS

Tabla. 17: Pérdidas primarias tramo 4.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Rey	k/D	$\lambda$	L (m)	Hrp (m)
Q13	0,00022	0,02	0,0003142	12178,785	0,000075	0,0275	0,82	0,0282101
Q13	0,00022	0,032	0,0008042	7611,7403	4,688E-05	0,034	7,59	0,0307878
<b>Pérdidas totales Primarias</b>								0,0589978

### ➤ PÉRDIDAS SECUNDARIAS

Tabla. 18: Pérdidas secundarias tramo 4.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Codos	Reduc	Válvula y UU	Unión	T	$\epsilon$	Hrs
Q13	0,00022	0,02	0,0003142	0	0,37	0,65	0	0	1,02	0,02552041
Q13	0,00022	0,032	0,0008042	0,7	0	0	0,08	2,3	3,08	0,01175867
<b>Pérdidas Totales Secundarias</b>										0,03727908

Pérdida total del tramo 4: Hr= **0.09627692 m**

## TRAMO 5

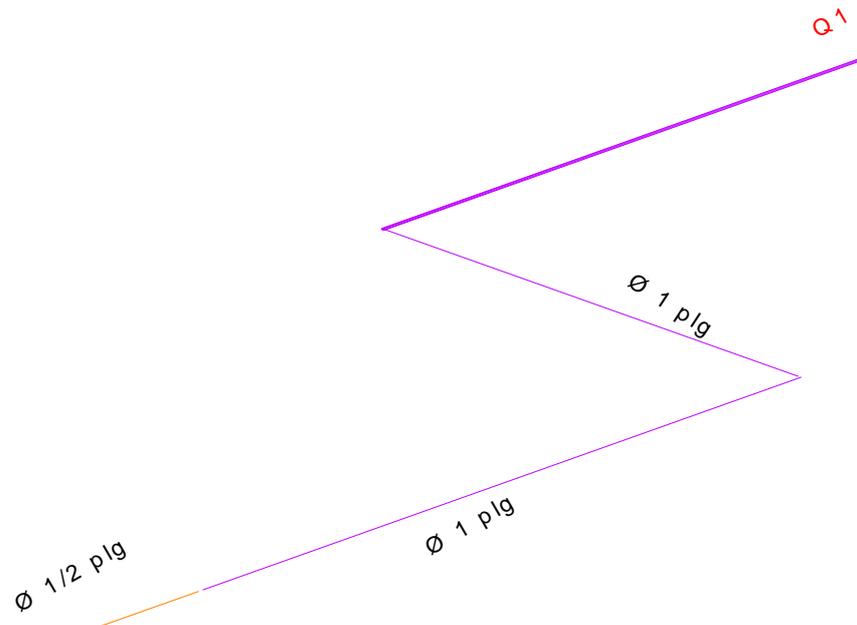


Fig. 7: Piso 0 (subterráneo) tramo 5.

Datos:

Tubería de pvc.

Tubería  $\varnothing = 1 \text{ plg}$        $\varnothing_{inc} = 0.032 \text{ m}$

Tubería  $\varnothing = 1/2 \text{ plg}$        $\varnothing_{inc} = 0.020 \text{ m}$

$Q_7 = 0.00013 \text{ m}^3/\text{s}$

### ➤ PÉRDIDAS PRIMARIAS

Tabla. 19: Pérdidas primarias tramo 5.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Rey	k/D	$\Lambda$	L (m)	Hrp (m)
Q1	0,00013	0,02	0,0003142	7196,5545	0,000075	0,032	1	0,0139781
Q1	0,00013	0,032	0,0008042	4497,8466	4,688E-05	0,039	23,7	0,0385045
<b>Pérdidas totales Primarias</b>								0,0524827

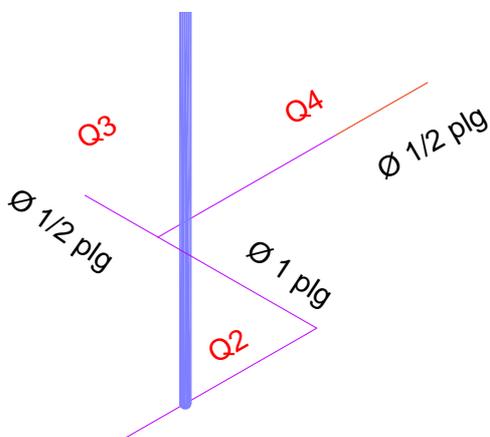
## ➤ PÉRDIDAS SECUNDARIAS

**Tabla. 20:** Pérdidas secundarias tramo 5.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Codos	Reduc	Válvula y UU	Unión	T	E	Hrs
Q1	0,00013	0,02	0,0003142	0	0	0,65	0	0	0,65	0,00567
Q1	0,00013	0,032	0,0008042	2,1	0,37	0	0,08	0	2,55	0,00339
<b>Pérdidas Totales Secundarias</b>										0,00907

Pérdida total del tramo 5: Hr= **0.06153311 m**

## TRAMO 6



**Fig. 7:** Piso 0 (subterráneo) tramo 6.

Datos:

Tubería de pvc.

Tubería  $\varnothing = 1 \text{ plg}$        $\varnothing_{int} = 0.032 \text{ m}$

Tubería  $\varnothing = 1/2 \text{ plg}$        $\varnothing_{int} = 0.020 \text{ m}$

$Q_3 = 0.00013 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $Q_4 = 0.0005 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $Q_2 = 0.00063 \text{ m}^3/\text{s}$

### ➤ PERDIDAS PRIMARIAS

**Tabla. 21:** Pérdidas primarias tramo 6.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Rey	k/D	Λ	L (m)	Hrp (m)
Q3	0,00013	0,02	0,0003142	7196,5545	0,000075	0,0275	0,8	0,00961
Q4	0,0005	0,02	0,0003142	27679,056	0,000075	0,0245	2,95	0,4670251
Q2	0,00063	0,032	0,0008042	21797,256	0,000468	0,024	3,18	0,0746675
<b>Pérdidas totales Primarias</b>								0,4766351

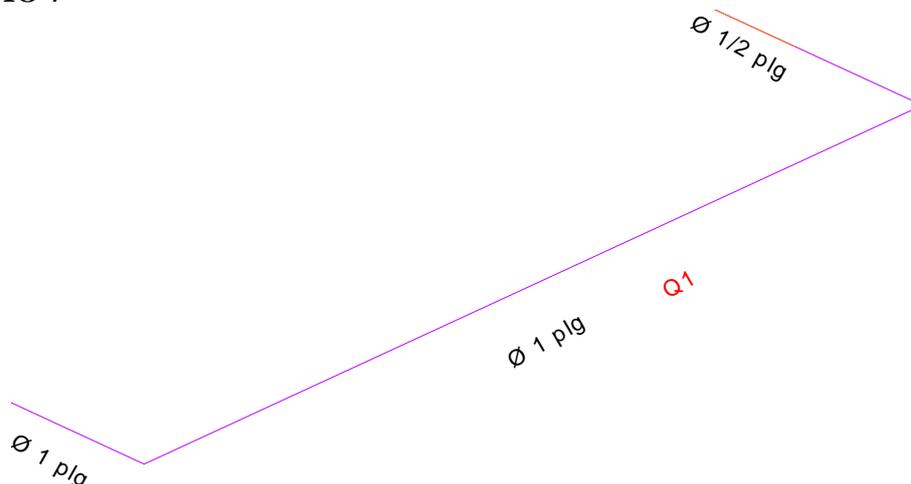
### ➤ PERDIDAS SECUNDARIAS

**Tabla. 22:** Pérdidas secundarias tramo 6.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Codos	Reduc	Válvula y UU	Unión	T	ε	Hrs
Q3	0,00013	0,02	0,0003142	0	0	0,65	0	0,9	1,55	0,013541
Q4	0,0005	0,02	0,0003142	0	0	0,65	0	2,7	3,35	0,432939
Q2	0,00063	0,032	0,0008042	1,4	0	0	0	0	1,4	0,043829
<b>Pérdidas Totales Secundarias</b>										0,490310

Pérdida total del tramo 6: Hr= **0.9669 m**

### TRAMO 7



**Fig. 8:** Piso 0 (subterráneo) tramo 7.

Datos:

Tubería de pvc.

Tubería  $\phi = 1 \text{ plg}$

$\phi_{\text{int}} = 0.032 \text{ m}$

Tubería  $\phi = 1/2 \text{ plg}$        $\phi_{int} = 0.020 \text{ m}$

$$Q_4 = 0.0005 \text{ m}^3/\text{s}$$

➤ **PERDIDAS PRIMARIAS**

**Tabla. 23:** Pérdidas primarias tramo 7.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Rey	k/D	$\lambda$	L (m)	Hrp (m)
Q1	0,0005	0,02	0,0003142	27679,056	0,000075	0,0245	1	0,1583136
Q1	0,0005	0,032	0,0008042	17299,41	0,000468	0,0275	18,3	0,3101245
<b>Pérdidas totales Primarias</b>								0,4684381

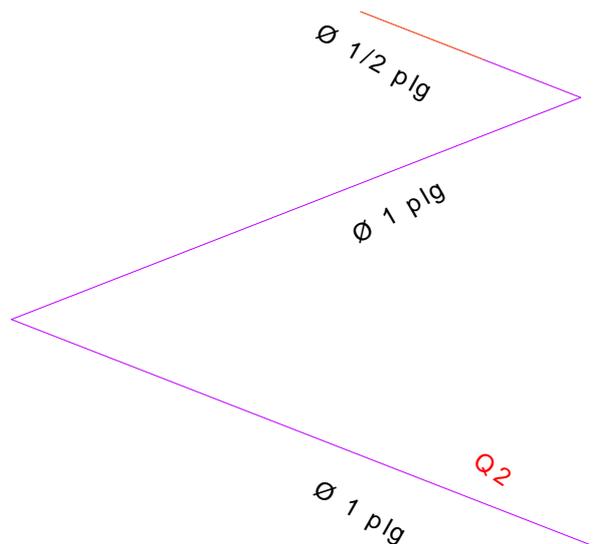
➤ **PERDIDAS SECUNDARIAS**

**Tabla. 24:** Pérdidas secundarias tramo 7.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Codos	Reduc	Válvula y UU	Unión	T	$\epsilon$	Hrs
Q1	0,0005	0,02	0,0003142	0	0	0,65	0	0	0,65	0,08400
Q1	0,0005	0,032	0,0008042	1,4	0,37	0	0,08	0,9	2,75	0,05422
<b>Pérdidas Totales Secundarias</b>										0,13823

Pérdida total del tramo 7:    Hr= **0.60667 m**

**TRAMO 8**



**Fig. 9:** Piso 0 (subterráneo) tramo 8.

Datos:

Tubería de pvc.

Tubería  $\phi = 1 \text{ plg}$        $\phi_{int} = 0.032 \text{ m}$

Tubería  $\phi = 1/2 \text{ plg}$        $\phi_{int} = 0.020 \text{ m}$

$Q_4 = 0.0005 \text{ m}^3/\text{s}$

➤ **PERDIDAS PRIMARIAS**

**Tabla. 25:** Pérdidas primarias tramo 8.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Rey	k/D	$\lambda$	L (m)	Hrp (m)
Q2	0,0005	0,02	0,0003142	27679,056	0,000075	0,0245	1	0,1583136
Q2	0,0005	0,032	0,0008042	17299,41	4,688E-05	0,0275	23,1	0,3914686
<b>Pérdidas totales Primarias</b>								0,5497822

➤ **PERDIDAS SECUNDARIAS**

**Tabla. 26:** Pérdidas secundarias tramo 8.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Codos	Reduc	Válvula y UU	Uni	T	$\epsilon$	Hrs
Q2	0,0005	0,02	0,0003142	0	0	0,65	0	0	0,65	0,08400314
Q2	0,0005	0,032	0,0008042	1,4	0,37	0	0,16	2,3	4,23	0,0834147
<b>Pérdidas Totales Secundarias</b>										0,16741784

Pérdida total del tramo 8:    Hr= **0.71692551 m**

## PERDIDAS TOTALES DE LOS TRAMOS DEL PISO 0

Tabla. 27: Pérdidas totales del piso 0.

Tramo	Hr(m)
1	0,061614
2	0,30391172
3	0,10691895
4	0,09627692
5	0,06153311
6	0,9669
7	0,60667
8	0,71692551
<b>Hr totales de los tramos del piso 0</b>	<b>2,92075021</b>

### PISO 1 Consultorios

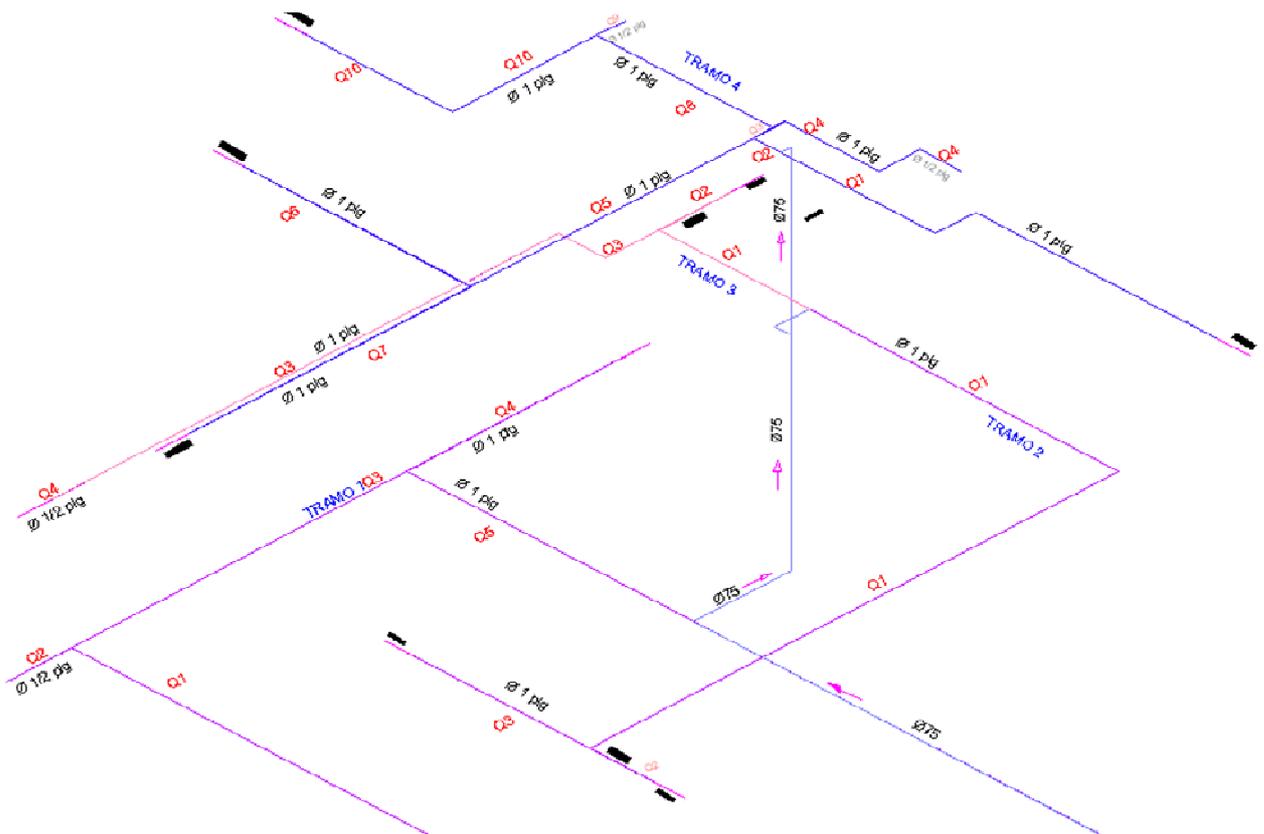
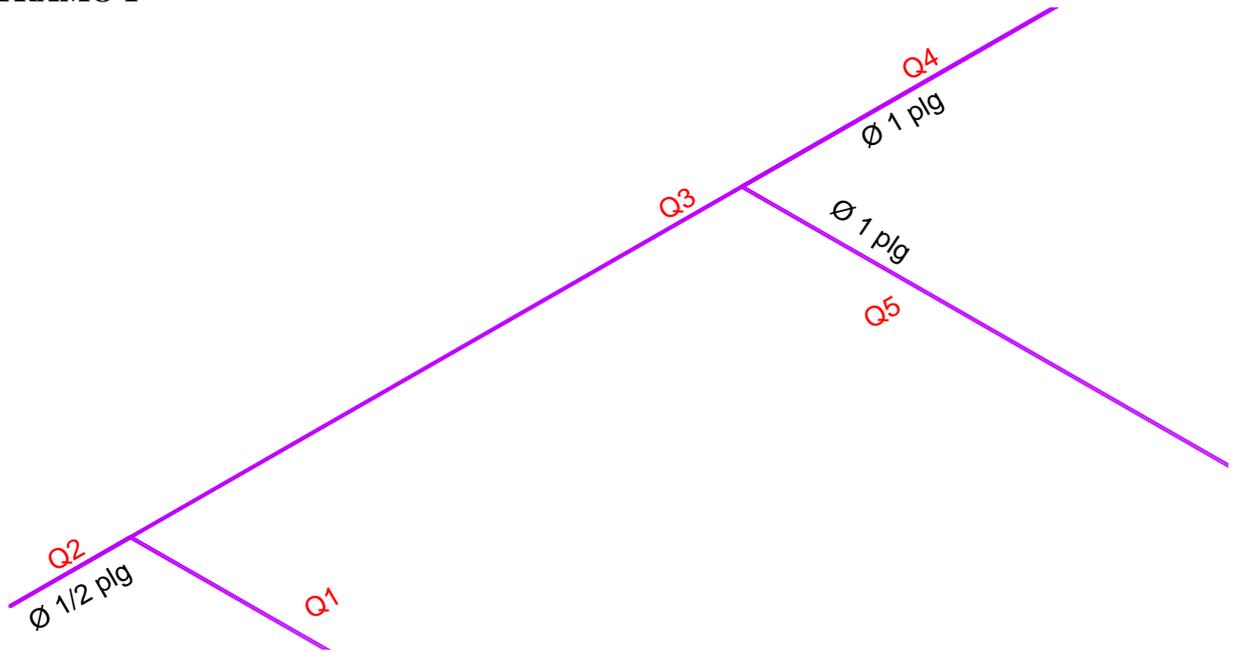


Fig. 10: Piso 1 (consultorios).

**TRAMO 1****Fig. 11:** Piso 1 (consultorios) tramo 1.

Datos:

Tubería de pvc.

Tubería  $\varnothing = 1 \text{ plg}$        $\varnothing_{int} = 0.032 \text{ m}$

Tubería  $\varnothing = 1/2 \text{ plg}$        $\varnothing_{int} = 0.020 \text{ m}$

$$Q_1 = Q_2 + Q_3 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_5 = Q_3 + Q_4 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_4 = 0.00025 \text{ m}^3/\text{s}, \quad Q_2 = 0.00013 \text{ m}^3/\text{s}, \quad Q_1 = 0.00038 \text{ m}^3/\text{s}$$

➤ **PERDIDAS PRIMARIAS**

**Tabla. 28:** Pérdidas primarias tramo 1.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Re	k/D	$\lambda$	L (m)	Hrp (m)
Q1	0,00038	0,032	0,000804247	13147,59336	0,000046875	0,0275	32,39	0,3170
Q2	0,00013	0,02	0,000314159	7195,577418	0,00075	0,034	1,82	0,0270
Q3	0,00025	0,032	0,000804247	8649,732474	0,000046875	0,033	9,27	0,0471
Q4	0,00025	0,032	0,000804247	8649,732474	0,000046875	0,033	5,8	0,02948
Q4	0,00025	0,02	0,000314159	13839,57195	0,000075	0,028	1	0,04523
Q5	0,0005	0,032	0,000804247	17299,45495	0,000046875	0,0273	7,88	0,13256
<b>Pérdidas Totales Primarias</b>								0,59849

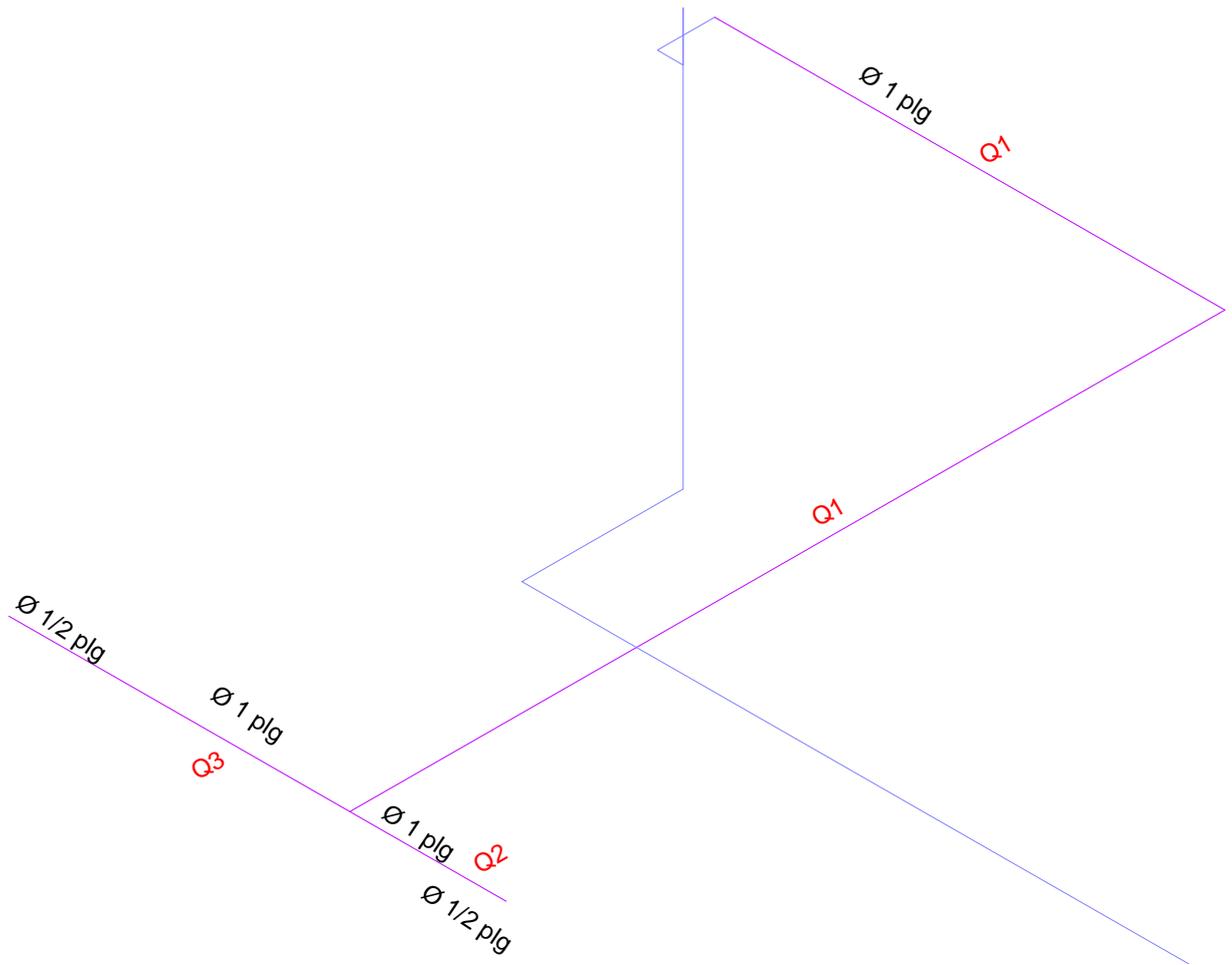
➤ **PERDIDAS SECUNDARIAS**

**Tabla. 28:** Pérdidas secundarias tramo 1.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Codos	Reduc	Válvula- UU	Unión	Te	$\epsilon$	Hrs (m)
Q1	0,00038	0,032	0,00080425	0,7	0	0	0,08	3,3	4,08	0,0464
Q2	0,00013	0,02	0,00031416	0	0	0	0	2,3	2,3	0,0200
Q3	0,00013	0,032	0,00080425	0	0,37	0,65	0	0	1,02	0,0013
Q4	0,00025	0,032	0,00080425	0	0	0	0	2,3	2,3	0,0113
Q4	0,00025	0,02	0,00031416	0	0,37	0,65	0	0	1,02	0,0329
Q5	0,0005	0,032	0,00080425	0	0	0	0,08	2,3	2,38	0,0469
<b>Pérdidas Totales Secundarias</b>										0,1591

Pérdida total del tramo 1: Hr= **0.75765 m**

**TRAMO 2**



**Fig. 12:** Piso 1 (consultorios) tramo 2.

Datos:

Tubería de pvc.

Tubería  $\varnothing = 1 \text{ plg}$        $\varnothing_{int} = 0.032 \text{ m}$

Tubería  $\varnothing = 1/2 \text{ plg}$        $\varnothing_{int} = 0.020 \text{ m}$

$Q_2 = 0.00025 \text{ m}^3/\text{s}$

$Q_3 = 0.00013 \text{ m}^3/\text{s}$

$Q_1 = 0.00038 \text{ m}^3/\text{s}$

➤ **PERDIDAS PRIMARIAS**

**Tabla. 29:** Pérdidas primarias tramo 2.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Re	k/D	λ	L (m)	Hrp (m)
Q1	0,00038	0,032	0,000804247	13147,59336	0,000046875	0,0275	26,6	0,260373351
Q2	0,00025	0,032	0,000804247	8649,732474	0,000046875	0,032	2	0,009859957
Q2	0,00025	0,02	0,000314159	13839,57196	0,000075	0,0275	1	0,04442502
Q3	0,00013	0,032	0,000804247	4497,860887	0,000046875	0,0395	5,5	0,009132544
Q3	0,00013	0,02	0,000314159	7196,577418	0,000075	0,0345	1	0,0150702559
<b>Pérdidas Totales Primarias</b>								0,31986863

➤ **PERDIDAS SECUNDARIAS**

**Tabla. 30:** Pérdidas secundarias tramo 2.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Codos	Reduc	Válvula- UU	Uni	Te	ε	Hrs (m)
Q1	0,00038	0,032	0,00080425	0,7	0	0	0,24	2,3	3,24	0,03690432
Q2	0,00025	0,032	0,00080425	0	0	0	0	2,3	2,3	0,01133895
Q2	0,00025	0,02	0,00031416	0	0,37	0,65	0	0	1,02	0,03295529
Q3	0,00013	0,032	0,00080425	0	0	0	0	2,3	2,3	0,00306605
Q3	0,00013	0,02	0,00031416	0	0,37	0,65	0	0	1,02	0,00891111
<b>Pérdidas totales secundarias</b>										0,09317572

Pérdida total del tramo 2: Hr= **0.4130 m**

**TRAMO 3**

Datos:

Tubería de pvc.

Tubería  $\varnothing = 1 \text{ plg}$        $\varnothing_{inc} = 0.032 \text{ m}$

Tubería  $\varnothing = 1/2 \text{ plg}$        $\varnothing_{inc} = 0.020 \text{ m}$

$Q_2 = 0.00025 \text{ m}^3/\text{s}$

$Q_3 = 0.00013 \text{ m}^3/\text{s}$

$Q_1 = 0.00038 \text{ m}^3/\text{s}$

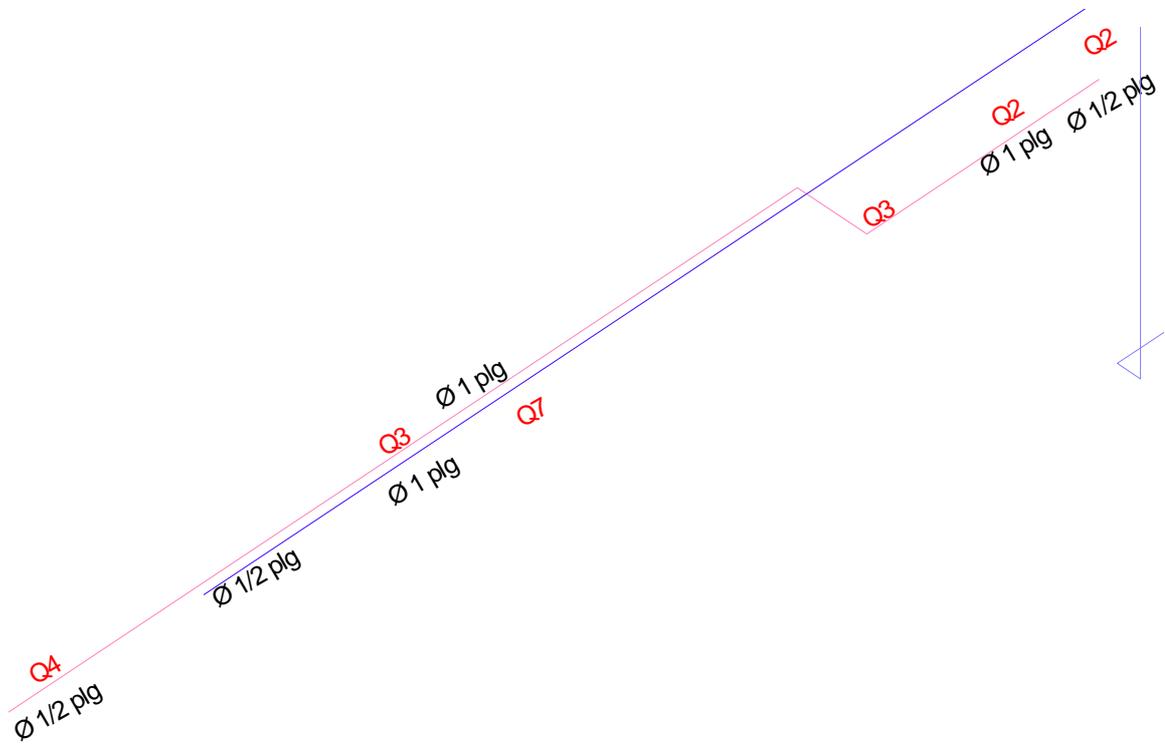


Fig. 13: Piso 1 (consultorios) tramo 3.

➤ **PERDIDAS PRIMARIAS**

Tabla. 30: Pérdidas primarias tramo 3.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Re	k/D	$\lambda$	L (m)	Hrp (m)
Q1	0,00038	0,032	0,000804247	13147,59336	0,000046875	0,0275	4,8	0,046984
Q2	0,00025	0,032	0,000804247	8649,732474	0,000046875	0,032	2,3	0,011338
Q2	0,00025	0,02	0,000314159	13839,57196	0,000075	0,0275	1	0,043617
Q3	0,00013	0,032	0,0008042	4497,860887	0,000046875	0,0395	19,4	0,031922
Q3	0,00013	0,02	0,000314159	7196,577418	0,000075	0,0345	1	0,016162
<b>Pérdidas Totales Primarias</b>								0,150023

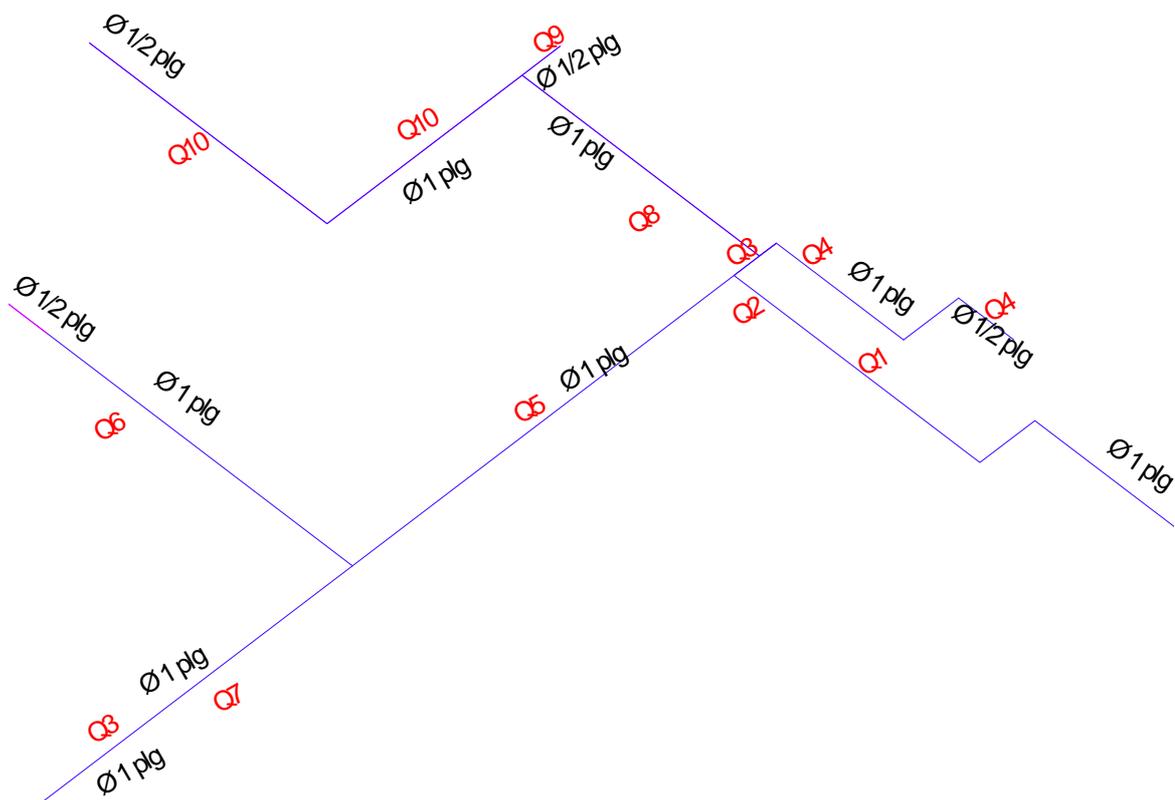
➤ **PERDIDAS SECUNDARIAS**

**Tabla. 30:** Pérdidas secundarias tramo 3.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Codos	Reduc	Válvula- UU	Uni	Te	ε	Hrs (m)
Q1	0,00038	0,032	0,00080425	0,7	0	0	0	2,3	3	0,03417067
Q2	0,00025	0,032	0,00080425	0	0	0	0	2,3	2,3	0,01133895
Q2	0,00025	0,02	0,00031416	0	0,37	0,65	0	0	1,02	0,03295529
Q3	0,00013	0,032	0,00080425	1,4	0	0	0,16	2,3	3,86	0,00514564
Q3	0,00013	0,02	0,00031416	0	0,37	0,65	0	0	1,02	0,00891111
<b>Pérdidas totales secundarias</b>										0,09252165

Pérdida total del tramo 3: Hr= **0.24255 m**

**TRAMO 4**



**Fig. 14:** Piso 1 (consultorios) tramo 4.

Datos:

Tubería de pvc.

Tubería  $\phi = 1 \text{ plg}$        $\phi_{int} = 0.032 \text{ m}$

Tubería  $\phi = 1/2 \text{ plg}$        $\phi_{int} = 0.020 \text{ m}$

$Q_1 = 0.00013 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $Q_9 = 0.00013 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $Q_4 = 0.00013 \text{ m}^3/\text{s}$ ,

$Q_7 = 0.00013 \text{ m}^3/\text{s}$

$Q_6 = 0.00025 \text{ m}^3/\text{s}$

$Q_5 = Q_6 + Q_7 = 0.00038 \text{ m}^3/\text{s}$

$Q_8 = Q_9 + Q_{10} = 0.0005 \text{ m}^3/\text{s}$

$Q_2 = Q_5 + Q_3 = 0.00101 \text{ m}^3/\text{s}$

$Q_3 = Q_4 + Q_8 = 0.00038 \text{ m}^3/\text{s}$

## PERDIDAS PRIMARIAS

**Tabla. 31:** Pérdidas primarias tramo 4.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Re	k/D	$\lambda$	L (m)	Hrp (m)
<b>Q1</b>	0,00013	0,032	0,000804247	4497,86088	0,000046875	0,0385	13,9	0,022309
<b>Q1</b>	0,00013	0,02	0,000314159	7196,57741	0,000075	0,0345	1	0,01507
<b>Q2</b>	0,0001	0,032	0,000804247	34944,9192	0,000046875	0,0235	0,89	0,052591
<b>Q3</b>	0,00063	0,032	0,000804247	21797,3258	0,000046875	0,0265	0,6	0,015555
<b>Q4</b>	0,00013	0,032	0,000804247	4497,86088	0,000046875	0,395	4,3	0,007075
<b>Q4</b>	0,00013	0,02	0,000314159	7196,57741	0,000075	0,037	1	0,016162
<b>Q5</b>	0,00038	0,032	0,000804247	13147,5933	0,000046875	0,028	9	0,089697
<b>Q6</b>	0,00025	0,032	0,000804247	8649,73247	0,000046875	0,0325	7,2	0,03605
<b>Q6</b>	0,00025	0,02	0,000314159	138.395.714	0,000075	0,0275	1	0,044425
<b>Q7</b>	0,00013	0,032	0,000804247	4497,86088	0,000046875	0,0395	9	0,014809
<b>Q7</b>	0,00013	0,02	0,000314159	7196,57741	0,000075	0,037	1	0,016162
<b>Q8</b>	0,0005	0,032	0,000804247	17299,4649	0,000046875	0,0275	5,6	0,094902
<b>Q9</b>	0,00025	0,02	0,000314159	13839,5719	0,000075	0,025	0,9	0,039255
<b>Q10</b>	0,00025	0,032	0,000804247	8649,73247	0,000046875	0,0325	9,2	0,046064
<b>Q10</b>	0,00025	0,02	0,000314159	13839,5719	0,000075	0,027	1	0,014361
<b>Pérdidas Totales Primarias</b>								<b>0,524487</b>

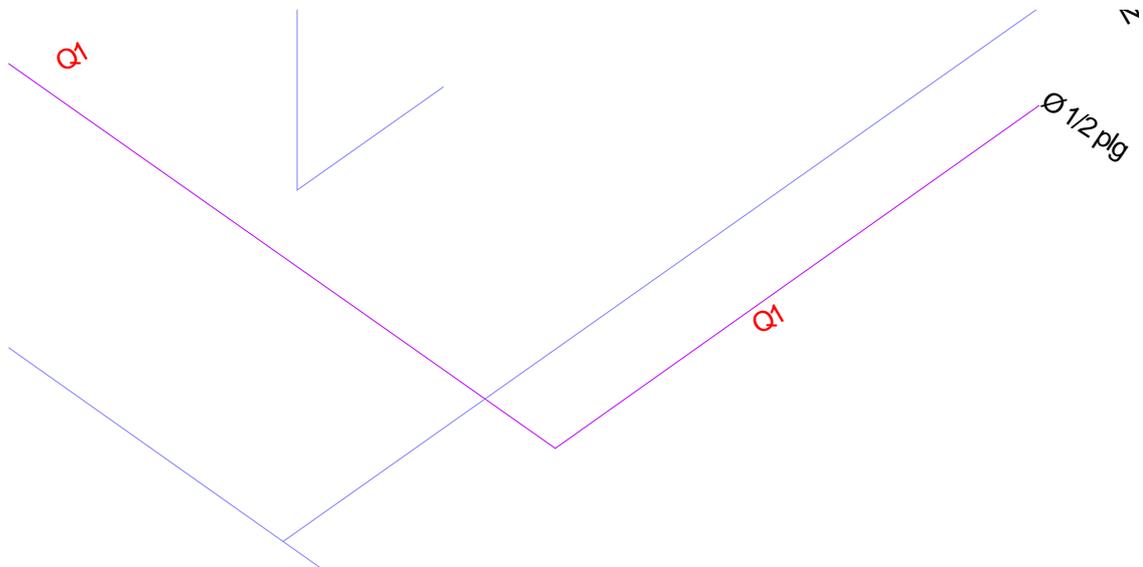
➤ **PERDIDAS SECUNDARIAS**

**Tabla. 32:** Pérdidas secundarias tramo 4.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Codos	Reduc	Válvula- UU	Uni	Te	ε	Hrs (m)
Q1	0,00013	0,032	0,00080425	1,4	0	0	0,08	2,3	3,78	0,00503
Q1	0,00013	0,02	0,00031416	0	0,37	0,65	0	0	1,02	0,00891
Q2	0,00101	0,032	0,00080425	0	0	0	0	2,3	2,3	0,18506
Q3	0,00063	0,032	0,00080425	0	0	0	0	2,3	2,3	0,07200
Q4	0,00013	0,032	0,00080425	2,1	0	0	0	0,9	3	0,00399
Q4	0,00013	0,02	0,00031416	0	0,37	0,65	0	0	1,02	0,00891
Q5	0,00038	0,032	0,00080425	0	0	0	0,08	2,3	2,38	0,02710
Q6	0,00025	0,032	0,00080425	0	0	0	0,08	2,3	2,38	0,01173
Q6	0,00025	0,02	0,00031416	0	0,37	0,65	0	0	1,02	0,03295
Q7	0,00013	0,032	0,00080425	0	0	0	0,08	0,9	0,98	0,00130
Q7	0,00013	0,02	0,00031416	0	0,37	0,65	0	0	1,02	0,00891
Q8	0,0005	0,032	0,00080425	0	0	0	0	2,3	2,3	0,04535
Q9	0,00025	0,02	0,00031416	0	0,37	0,65	0	0	1,02	0,03295
Q10	0,00025	0,032	0,00080425	0,7	0	0	0	2,3	3	0,01478
Q10	0,00025	0,02	0,00031416	0	0,37	0,65	0	0	1,02	0,03295
<b>pérdidas totales secundarias</b>										0,49200

Pérdida total del tramo 4: Hr= **1.0455 m**

**TRAMO 5**



**Fig. 15:** Piso 1 (consultorios) tramo 5.

Datos:

Tubería de pvc.

Tubería  $\phi = 1 \text{ plg}$        $\phi_{int} = 0.032 \text{ m}$

Tubería  $\phi = 1/2 \text{ plg}$        $\phi_{int} = 0.020 \text{ m}$

$Q_1 = 0.00025 \text{ m}^3/\text{s}$

➤ **PERDIDAS PRIMARIAS**

**Tabla. 33:** Pérdidas primarias tramo 5.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Re	k/D	$\Lambda$	L (m)	Hrp (m)
Q1	0,00025	0,032	0,00080425	8649,73247	0,000467	0,033	25,67	0,13050731
Q1	0,00025	0,02	0,00031416	13839,572	0,000075	0,0265	1	0,04280956
<b>Pérdidas Totales Primarias</b>								<b>0,17331687</b>

➤ **PERDIDAS SECUNDARIAS**

**Tabla. 34:** Pérdidas secundarias tramo 5.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Codos	Reduc	Válvula- UU	Uni	Te	$\epsilon$	Hrs (m)
Q1	0,00025	0,032	0,00080425	0,7	0	0	0,08	0	0,78	0,00384538
Q1	0,00025	0,02	0,00031416	0	0,37	0,65	0	2,3	3,32	0,10726623
<b>Pérdidas totales secundarias</b>										<b>0,11111161</b>

Pérdida total del tramo 5:    Hr= **0.28443 m**

**PERDIDAS TOTALES DE LOS TRAMOS DEL PISO 1**

**Tabla. 35:** Pérdidas totales del piso 1

TRAMO	Hr
1	0,75765
2	0,413
3	0,24255
4	1,0455
5	0,28443
<b>Hr Totales del de los tramos del piso 1</b>	<b>2,74313</b>

## PISO 2 (Laboratorio y Quirófano)

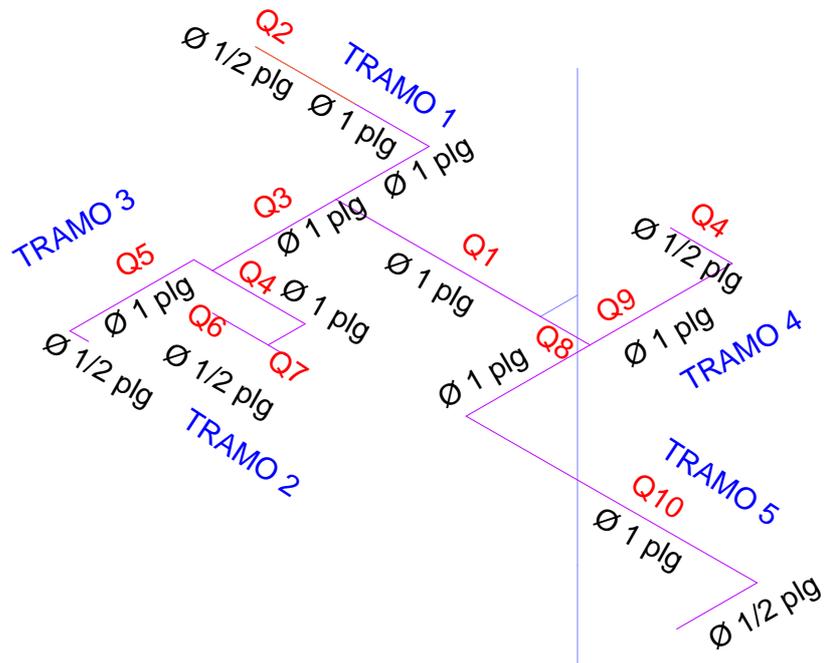


Fig. 16: Piso 2 (laboratorios y quirófano).

### TRAMO 1

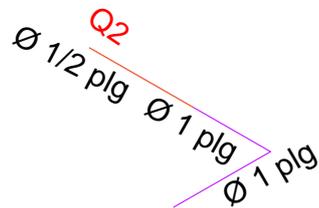


Fig. 17: Piso 2 (laboratorios y quirófano) tramo 1.

Datos:

Tubería  $\varnothing = 1 \text{ plg}$        $\varnothing_{int} = 0.032 \text{ m}$

Tubería  $\varnothing = 1/2 \text{ plg}$        $\varnothing_{int} = 0.020 \text{ m}$

$Q_2 = 0.00013 \text{ m}^3/\text{s}$

➤ **PERDIDAS PRIMARIAS**

**Tabla. 36:** Pérdidas primarias del tramo 1.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Rey	k/D	Λ	L (m)	Hrp (m)
Q2	0,00013	0,02	0,00031416	7196,55451	0,000075	0,034	1	0,01485176
Q2	0,00013	0,032	0,00080425	4497,84657	0,000468	0,039	3,3	0,00536139
<b>Pérdidas Totales Primarias</b>								0,02021315

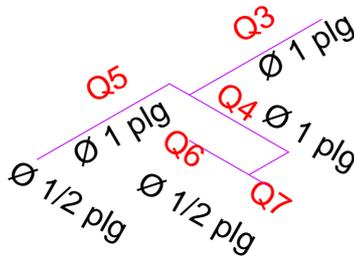
➤ **PERDIDAS SECUNDARIAS**

**Tabla. 37:** Pérdidas secundarias del tramo 1.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Codos	Reduc	Válvula y UU	Uni	T	E	Hrs
Q2	0,00013	0,02	0,00031416	0	0	0,65	0	0	0,65	0,00567861
Q2	0,00013	0,032	0,00080425	0,7	0,37	0	0	2,3	3,37	0,0044924
<b>Pérdidas Totales Secundarias</b>										0,01017102

Pérdida total del tramo 1: Hr= **0.03038417 m**

**TRAMO 2**



**Fig. 18:** Piso 2 (laboratorios y quirófano) tramo 2.

Datos:

Tubería de pvc.

Tubería  $\phi = 1 \text{ plg}$        $\phi_{int} = 0.032 \text{ m}$

Tubería  $\phi = 1/2 \text{ plg}$        $\phi_{int} = 0.020 \text{ m}$

$Q_6 = 0.00013 \text{ m}^3/\text{s}$

$Q_7 = 0.00022 \text{ m}^3/\text{s}$

➤ **PERDIDAS PRIMARIAS**

**Tabla. 38:** Pérdidas primarias del tramo 2.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Rey	k/D	Λ	L (m)	Hrp (m)
Q4	0,00035	0,032	0,00080425	12109,5869	0,000045	0,0275	1,5	0,01245582
Q6	0,00013	0,02	0,00031416	7196,55451	0,000075	0,032	0,9	0,01258031
Q7	0,00022	0,02	0,00031416	12178,7846	0,000075	0,0278	0,3	0,01043335
<b>Pérdidas Totales Primarias</b>								0,03546947

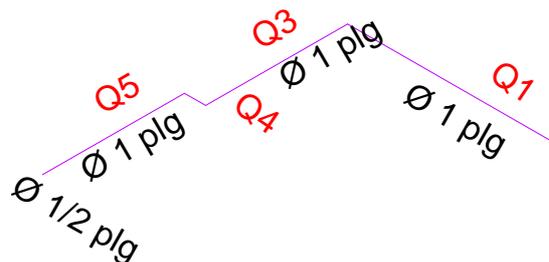
➤ **PERDIDAS SECUNDARIAS**

**Tabla. 39:** Pérdidas secundarias del tramo 2.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Codos	Reduc	Válvula y UU	Uni	T	E	Hrs
Q4	0,00035	0,032	0,00080425	0,7	0	0	0	2,3	3	0,02898809
Q6	0,00013	0,02	0,00031416	0	0	0,65	0	0	0,65	0,00567861
Q6	0,00013	0,032	0,00080425	0	0,37	0	0	2,3	2,67	0,00355926
Q7	0,00022	0,02	0,00031416	0	0,37	0,65	0	2,3	3,32	0,08306644
Q7	0,00022	0,032	0,00080425	0	0,37	0	0	2,3	2,67	0,01019339
<b>Pérdidas Totales Secundarias</b>										0,1314858

Pérdida total del tramo 2: Hr= **0.4861805 m**

**TRAMO 3**



**Fig. 19:** Piso 2 (laboratorios y quirófano) tramo 3.

Datos:

Tubería de pvc.

Tubería  $\varnothing = 1 \text{ plg}$        $\varnothing_{int} = 0.032 \text{ m}$

Tubería  $\varnothing = 1/2 \text{ plg}$        $\varnothing_{int} = 0.020 \text{ m}$

$$Q_5 = 0.00025 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_5 = Q_4 + Q_3 = 0.00375 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_1 = Q_3 + Q_2 = 0.00388 \text{ m}^3/\text{s}$$

### ➤ PERDIDAS PRIMARIAS

**Tabla. 40:** Pérdidas primarias del tramo 3.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Rey	k/D	Λ	L (m)	Hrp (m)
Q5	0,00025	0,02	0,00031416	13839,5279	0,000075	0,0273	0,2	0,00882033
Q5	0,00025	0,032	0,00080425	8649,70494	0,000046	0,0315	2,4	0,011647
<b>Pérdidas Totales Primarias</b>								0,02046733

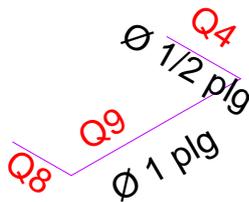
### ➤ PERDIDAS SECUNDARIAS

**Tabla. 41:** Pérdidas secundarias del tramo 3.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Codos	Reduc	Válvula y UU	Uni	T	E	Hrs
Q5	0,00025	0,02	0,00031416	0	0	0,65	0	0	0,65	0,02100078
Q5	0,00025	0,032	0,00080425	1,4	0,37	0	0	2,3	4,07	0,02006488
<b>Pérdidas Totales Secundarias</b>										0,04106567

Pérdida total del tramo 3: Hr= **0.061533 m**

### TRAMO 4



**Fig. 19:** Piso 2 (laboratorios y quirófano) tramo 4.

Datos:

Tubería de pvc.

Tubería Ø = 1 plg      Ø<sub>int</sub> = 0.032 m

Tubería Ø = 1/2 plg      Ø<sub>int</sub> = 0.020 m

$$Q_9 = 0.00013 \text{ m}^3/\text{s}$$

➤ **PERDIDAS PRIMARIAS**

**Tabla. 42:** Pérdidas primarias del tramo 4.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Rey	k/D	Λ	L (m)	Hrp (m)
Q9	0,00013	0,02	0,00031416	7196,55451	0,000075	0,034	0,8	0,0118814
Q9	0,00013	0,032	0,00080425	4497,84657	0,000046	0,039	2,5	0,00406166
<b>Pérdidas Totales Primarias</b>								0,01594306

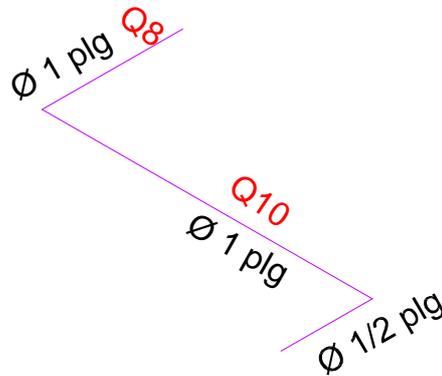
➤ **PERDIDAS SECUNDARIAS**

**Tabla. 43:** Pérdidas secundarias del tramo 4.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Codos	Reduc	Válvula y UU	Uni	T	E	Hrs
Q9	0,00013	0,02	0,00031416	0	0	0,65	0	0	0,65	0,00567861
Q9	0,00013	0,032	0,00080425	0,7	0,37	0	0	2,3	3,37	0,0044924
<b>Pérdidas Totales Secundarias</b>										0,01017102

Pérdida total del tramo 4: Hr= **0.02611408 m**

**TRAMO 5**



**Fig. 19:** Piso 2 (laboratorios y quirófano) tramo 5.

Datos:

Tubería de pvc.

Tubería Ø = 1 plg       $\phi_{int} = 0.032 \text{ m}$

Tubería Ø = 1/2 plg       $\phi_{int} = 0.020 \text{ m}$

$Q_{10} = 0.00013 \text{ m}^3/\text{s}$

➤ **PERDIDAS PRIMARIAS**

**Tabla. 44:** Pérdidas primarias del tramo 5.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Rey	k/D	λ	L (m)	Hrp (m)
Q10	0,00013	0,02	0,00031416	7196,55451	0,000075	0,034	1	0,01485176
Q10	0,00013	0,032	0,00080425	4497,84657	0,000046	0,039	7	0,01137265
<b>Pérdidas Totales Primarias</b>								0,0262244

➤ **PERDIDAS SECUNDARIAS**

**Tabla. 43:** Pérdidas secundarias del tramo 5.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Codos	Reduc	Válvula y UU	Uni	T	ε	Hrs
Q10	0,00013	0,02	0,00031416	0	0	0,65	0	0	0,65	0,00567
Q10	0,00013	0,032	0,00080425	1,4	0,37	0	0	2,3	4,07	0,00542
Q8	0,00026	0,032	0,00080425	0	0	0	0	2,3	2,3	0,01226
<b>Pérdidas Totales Secundarias</b>										0,02336

Pérdida total del tramo 5: Hr= **0.04959269 m**

**PERDIDAS TOTALES DE LOS TRAMOS DEL PISO 2**

**Tabla. 44:** Pérdidas totales del piso2.

Tramo	Hr
1	0,030384
2	0,4861805
3	0,061533
4	0,02611408
5	0,04959269
<b>Hr totales de los tramos del piso 2</b>	<b>0,65380427</b>

### PISO 3 (Hospitalización)

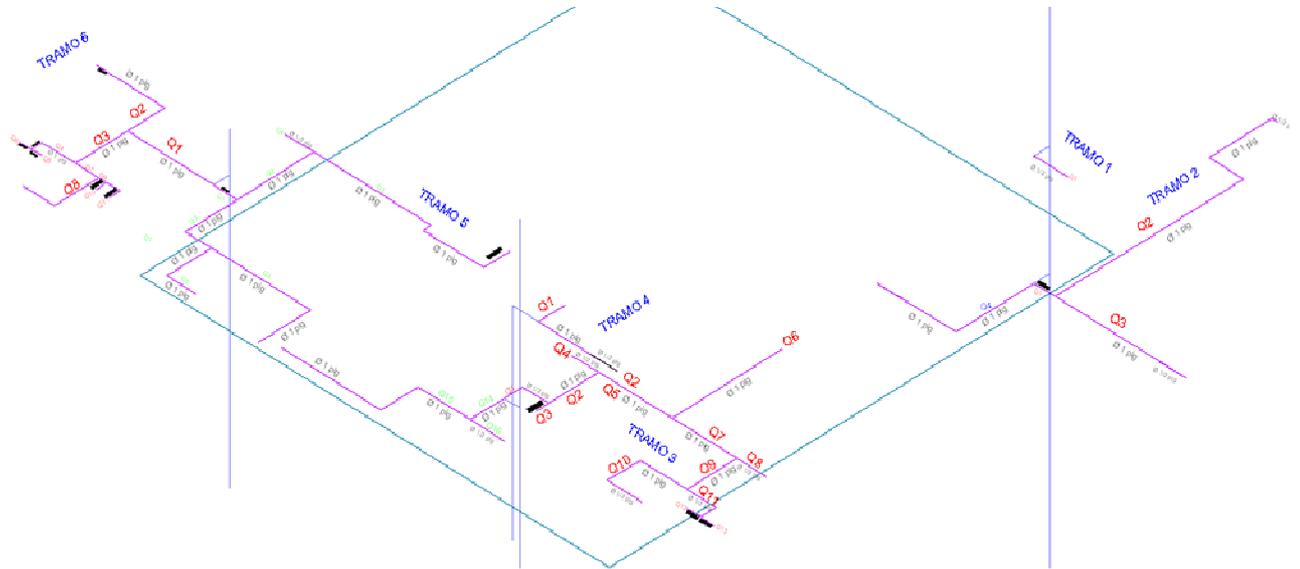


Fig. 20: Piso 3 (hospitalización).

### TRAMO 1

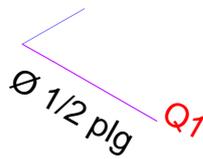


Fig. 21: Piso 3 (hospitalización) tramo 1.

Datos:

Tubería de pvc.

Tubería  $\varnothing = 1/2 \text{ plg}$        $\varnothing_{inc} = 0.020 \text{ m}$

#### ➤ PERDIDAS PRIMARIAS

Tabla. 45: Pérdidas primarias del tramo 1.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Rey	k/D	$\lambda$	L (m)	H <sub>rp</sub> (m)
Q1	0,00019	0,02	0,00031416	1,05E+04	0,00007500	0,029	0,5	0,01352967
<b>Pérdidas totales primarias</b>								0,01352967

## ➤ PERDIDAS SECUNDARIAS

Tabla. 46: Pérdidas secundarias del tramo 1.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Codos	Reduc	Válvula y UU	Uni	T	ε	Hrs
Q1	0,00019	0,02	0,00031416	0,7	0,37	0,65	0	0	1,72	0,03209799
Pérdidas totales secundarias										0,03209799

Pérdida total del tramo 1: Hr= **0.01352967 m**

### TRAMO 2

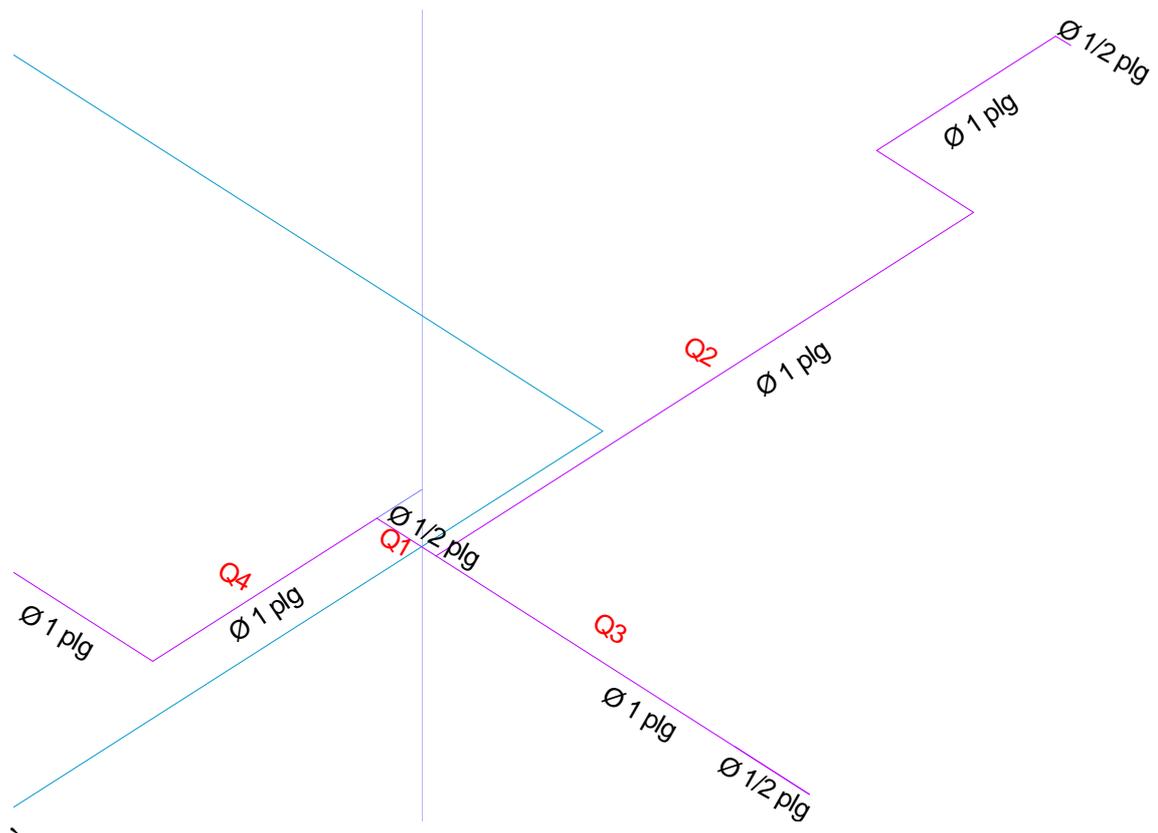


Fig. 22: Piso 3 (hospitalización) tramo 2.

Datos:

Tubería de pvc.

Tubería  $\phi = 1 \text{ plg}$        $\phi_{int} = 0.032 \text{ m}$

Tubería  $\phi = 1/2 \text{ plg}$        $\phi_{int} = 0.020 \text{ m}$

$$Q_1 = Q_3 + Q_2 = 0.00073 \text{ m}^3/\text{s}$$

➤ **PERDIDAS PRIMARIAS**

**Tabla. 47:** Pérdidas primarias del tramo 2.

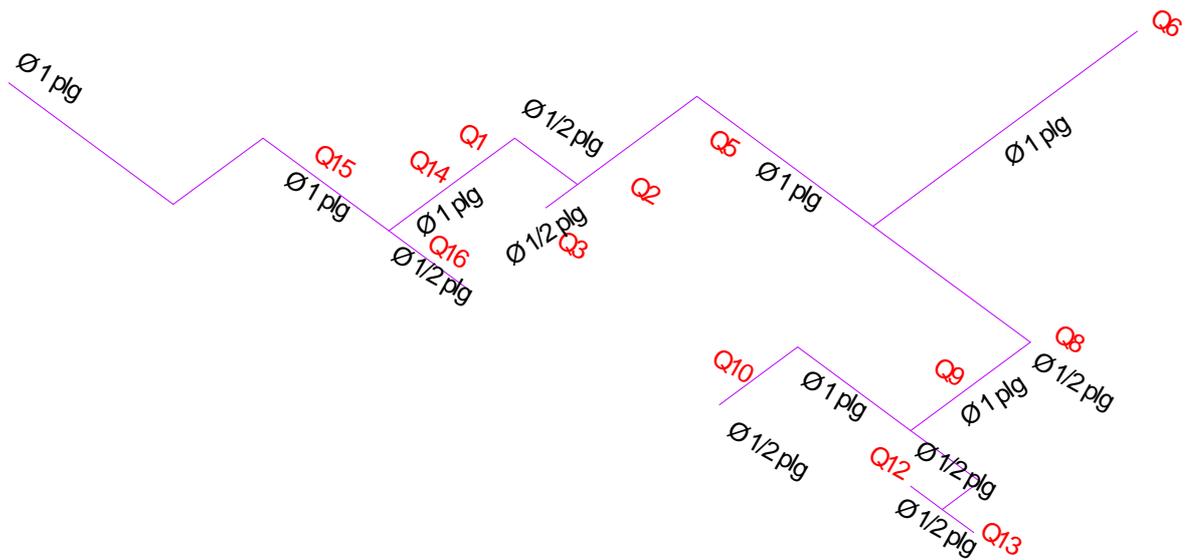
#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Rey	k/D	$\Lambda$	L (m)	Hrp (m)
Q2	0,00019	0,02	0,00031416	1,05E+04	0,00007500	0,031	0,2	0,0057851
Q2	0,00019	0,032	0,00080425	6,57E+03	0,00004688	0,035	10,9	0,03394798
Q3	0,00019	0,032	0,00080425	6,57E+03	0,00004688	0,035	4	0,01245798
Q3	0,00019	0,02	0,00031416	1,05E+04	0,00007500	0,031	1	0,02892551
Q4	0,00019	0,032	0,00080425	6,57E+03	0,00004688	0,035	5	0,01557247
Q4	0,00019	0,02	0,00031416	1,05E+04	0,00007500	0,031	1	0,02892551
Q1	0,00038	0,32	0,08042496	1,31E+03	0,00000469	0,0253	2,8	2,5215E-07
<b>Pérdidas totales primarias</b>								0,12561481

➤ **PERDIDAS SECUNDARIAS**

**Tabla. 48:** Pérdidas secundarias del tramo 2.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Codos	Reduc	Válvula y UU	Uni	T	$\epsilon$	Hrs
Q2	0,00019	0,02	0,00031416	0	0,37	0,65	0	0	1,02	0,01903485
Q2	0,00019	0,032	0,00080425	2,1	0	0,65	0,08	2,3	5,13	0,01460787
Q3	0,00019	0,032	0,00080425	0	0	0	0	0,9	0,9	0,00256278
Q3	0,00019	0,02	0,00031416	0	0,37	0,65	0	0	1,02	0,01903485
Q4	0,00019	0,032	0,00080425	2,8	0	0	0	2,3	5,1	0,01452244
Q4	0,00019	0,02	0,00031416	0	0,37	0	0	0	0,37	0,0069048
Q1	0,00073	0,32	0,08042496	1,4	0	0	0	2,3	3,7	1,5553E-05
<b>Pérdidas totales secundarias</b>										0,07668315

Pérdida total del tramo 2:    Hr= **0.20229864 m**

**TRAMO 3****Fig. 23: Piso 3 (hospitalización) tramo 3.**

Datos:

Tubería de pvc.

Tubería  $\varnothing = 1 \text{ plg}$        $\varnothing_{int} = 0.032 \text{ m}$

Tubería  $\varnothing = 1/2 \text{ plg}$        $\varnothing_{int} = 0.020 \text{ m}$

$$Q_1 = Q_2 + Q_3 = 0.00133 \text{ m}^3/\text{s}, \quad Q_2 = 0.00108 \text{ m}^3/\text{s}, \quad Q_4 = 0.00013 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_2 = Q_4 + Q_5 = 0.00108 \text{ m}^3/\text{s}, \quad Q_5 = 0.00095 \text{ m}^3/\text{s}, \quad Q_4 = 0.00026 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_5 = Q_7 + Q_6 = 0.00095 \text{ m}^3/\text{s}, \quad Q_7 = Q_8 + Q_8 = 0.00082 \text{ m}^3/\text{s}, \quad Q_9 = Q_{11} + Q_{10} = 0.0006 \text{ m}^3/\text{s}$$

➤ **PERDIDAS PRIMARIAS**

**Tabla. 49:** Pérdidas primarias del tramo 3.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Rey	k/D	Λ	L (m)	Hrp (m)
Q13	0,00013	0,02	0,0003142	7,20E+03	0,000075	0,0335	0,5	0,007
Q12	0,00025	0,02	0,0003142	1,38E+04	0,000075	0,0295	0,5	0,024
Q11	0,00038	0,032	0,0008043	1,31E+04	0,000046	0,029	1,7	0,018
Q10	0,00022	0,032	0,0008043	7,61E+03	0,000046	0,033	3,0449	0,012
Q10	0,00022	0,02	0,0003142	1,22E+04	0,000075	0,029	1,3	0,047
Q9	0,0006	0,032	0,0008043	2,08E+04	0,000046	0,026	1,9	0,044
Q8	0,00022	0,02	0,0003142	1,22E+04	0,000075	0,029	1,1	0,04
Q7	0,00082	0,032	0,0008043	2,84E+04	0,000046	0,026	3,9	0,168
Q6	0,00013	0,02	0,0003142	7,20E+03	0,000075	0,0335	1	0,015
Q6	0,00013	0,032	0,0008043	4,50E+03	0,000046	0,0385	3,2	0,005
Q5	0,00095	0,032	0,0008043	3,29E+04	0,000046	0,0231	2,8	0,144
Q4	0,00013	0,02	0,0003142	7,20E+03	0,000075	0,0335	1	0,015
Q2	0,00108	0,032	0,0008043	3,74E+04	0,000046	0,0224	1,9	0,122
Q3	0,00025	0,02	0,0003142	1,38E+04	0,000075	0,0295	0,5	0,024
Q1	0,00133	0,032	0,0008043	4,60E+04	0,000046	0,0387	1,7	0,287
Q15	0,00013	0,02	0,0003142	7,20E+03	0,000075	0,0335	1	0,015
Q15	0,00013	0,032	0,0008043	4,50E+03	0,000046	0,0385	6,2273	0,01
Q16	0,00013	0,02	0,0003142	7,20E+03	0,000075	0,0335	1,3	0,019
Q14	0,00026	0,032	0,0008043	9,00E+03	0,000046	0,0315	1,3	0,007
Q1	0,00133	0,032	0,0008043	4,60E+04	0,000046	0,0385	1,7	0,285
<b>Pérdidas totales secundarias</b>								<b>1,308</b>

➤ **PERDIDAS SECUNDARIA**

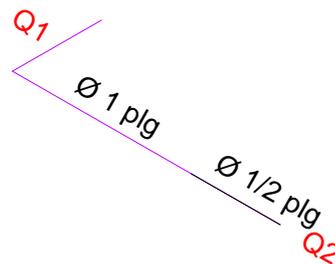
**Tabla. 50:** Pérdidas secundarias del tramo 3.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Codos	Reduc	Válvula y UU	Uni	T	ε	Hrs
Q13	0,00013	0,02	0,00031416	0	0,37	0,65	0	2,3	3,32	0,0290
Q12	0,00025	0,02	0,00031416	0	0,37	0,65	0	2,3	3,32	0,1072
Q11	0,00038	0,032	0,00080425	0,7	0	0	0	2,3	3	0,0341
Q10	0,00022	0,032	0,00080425	1,4	0	0	0	2,3	3,7	0,0141
Q10	0,00022	0,02	0,00031416	0	0,37	0,65	0	0	1,02	0,0255
Q9	0,0006	0,032	0,00080425	0	0	0	0	2,3	2,3	0,0653

<b>Q8</b>	0,00022	0,02	0,00031416	0	0,37	0,65	0	0,9	1,92	0,0480
<b>Q7</b>	0,00082	0,032	0,00080425	0	0	0	0	0,9	0,9	0,0477
<b>Q6</b>	0,00013	0,02	0,00031416	0	0,37	0,65	0	0	1,02	0,0089
<b>Q6</b>	0,00013	0,032	0,00080425	0	0	0	0	2,3	2,3	0,0030
<b>Q5</b>	0,00095	0,032	0,00080425	0	0	0	0	4,6	4,6	0,3274
<b>Q4</b>	0,00013	0,02	0,00031416	0	0,37	0,65	0	2,3	3,32	0,0290
<b>Q2</b>	0,00108	0,032	0,00080425	0	0	0	0	2,3	2,3	0,2116
<b>Q3</b>	0,00025	0,02	0,00031416	0	0,37	0,65	0	2,3	3,32	0,1072
<b>Q1</b>	0,00133	0,032	0,00080425	0,7	0	0	0	2,3	3	0,4185
<b>Q15</b>	0,00013	0,02	0,00031416	0	0,37	0,65	0	0	1,02	0,0089
<b>Q15</b>	0,00013	0,032	0,00080425	1,4	0	0	0	2,3	3,7	0,0049
<b>Q16</b>	0,00013	0,02	0,00031416	0	0,37	0,65	0	2,3	3,32	0,0290
<b>Q14</b>	0,00026	0,032	0,00080425	0	0	0	0	2,3	2,3	0,0122
<b>Q1</b>	0,00133	0,032	0,00080425	0,7	0	0	0	2,3	3	0,4185
<b>Pérdidas totales secundarias</b>										1,9507

Pérdida total del tramo 3: Hr= **3,2587843 m**

#### TRAMO 4



**Fig. 24:** Piso 3 (hospitalización) tramo 4.

Datos:

Tubería de pvc.

Tubería Ø = 1 plg       $\phi_{int} = 0.032 \text{ m}$

Tubería Ø = 1/2 plg       $\phi_{int} = 0.020 \text{ m}$

➤ **PERDIDAS PRIMARIAS**

**Tabla. 51:** Pérdidas primarias del tramo 4.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Rey	k/D	$\lambda$	L (m)	Hrp (m)
Q1	0,00013	0,02	0,00031416	7,20E+03	0,00007500	0,038	1	0,01659902
Q2	0,00025	0,02	0,00031416	1,38E+04	0,00007500	0,028	1	0,04523246
Q2	0,00025	0,032	0,00080425	8,65E+03	0,00004688	0,0385	2	0,01186268
<b>Pérdidas totales primarias</b>								<b>0,07369416</b>

➤ **PERDIDAS SECUNDARIAS**

**Tabla. 52:** Pérdidas secundarias del tramo 4.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Codos	Reduc	Válvula y UU	Uni	T	$\epsilon$	Hrs
Q1	0,00013	0,02	0,00031416	0	0,37	0,65	0	2,3	3,32	0,0290046
Q2	0,00025	0,02	0,00031416	0	0,37	0,65	0	0	1,02	0,03295508
Q2	0,00025	0,032	0,00080425	0	0	0	0	0,9	0,9	0,00443695
<b>Pérdidas totales secundarias</b>										<b>0,06639663</b>

Pérdida total del tramo 4: Hr= **0.14009079 m**

**TRAMO 5**



➤ **PERDIDAS PRIMARIAS**

**Tabla. 53:** Pérdidas primarias del tramo 5.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Rey	k/D	Λ	L (m)	Hrp (m)
Q4	0,00013	0,02	0,00031416	7,20E+03	0,00007500	0,0335	1	0,01463335
Q4	0,00013	0,032	0,00080425	4,50E+03	0,00004688	0,0295	4,8	0,00589878
Q5	0,00025	0,02	0,00031416	1,38E+04	0,00007500	0,029	1	0,0468479
Q5	0,00025	0,032	0,00080425	8,65E+03	0,00004688	0,0385	1,7	0,01008328
Q3	0,00038	0,032	0,00080425	1,31E+04	0,00004688	0,029	3	0,03096697
Q6	0,00013	0,02	0,00031416	7,20E+03	0,00007500	0,0335	1	0,01463335
Q6	0,00013	0,032	0,00080425	4,50E+03	0,00004688	0,0295	7,1	0,00872528
Q7	0,00022	0,02	0,00031416	1,22E+04	0,00007500	0,029	1,1	0,03990692
Q2	0,00035	0,032	0,00080425	1,21E+04	0,00004688	0,029	2,9	0,02539477
Q1	0,00073	0,032	0,00080425	2,53E+04	0,00004688	0,0245	0,9	0,02896453
<b>Pérdidas totales primarias</b>								<b>0,22605513</b>

➤ **PERDIDAS SECUNDARIAS**

**Tabla. 54:** Pérdidas secundarias del tramo 5.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Codos	Reduc	Válvula y UU	Uni	T	ε	Hrs
Q4	0,00013	0,02	0,00031416	0	0,37	0,65	0	0	1,02	0,00891105
Q4	0,00013	0,032	0,00080425	0,7	0	0	0	2,3	3	0,00399917
Q5	0,00025	0,02	0,00031416	0	0,37	0,65	0	0	1,02	0,03295508
Q5	0,00025	0,032	0,00080425	0,7	0	0	0	2,3	3	0,01478984
Q3	0,00038	0,032	0,00080425	0,7	0	0	0	2,3	3	0,03417045
Q6	0,00013	0,02	0,00031416	0	0,37	0,65	0	0	1,02	0,00891105
Q6	0,00013	0,032	0,00080425	2,1	0	0	0	2,3	4,4	0,00586545
Q7	0,00022	0,02	0,00031416	0	0,37	0,65	0	2,3	3,32	0,08306644
Q2	0,00035	0,032	0,00080425	0	0	0	0	2,3	2,3	0,0222242
Q1	0,00073	0,032	0,00080425	0	0	0	0	2,3	2,3	0,09667981
<b>Pérdidas totales secundarias</b>										<b>0,31157255</b>

Pérdida total del tramo 5: Hr= **0.53763 m**

## TRAMO 6

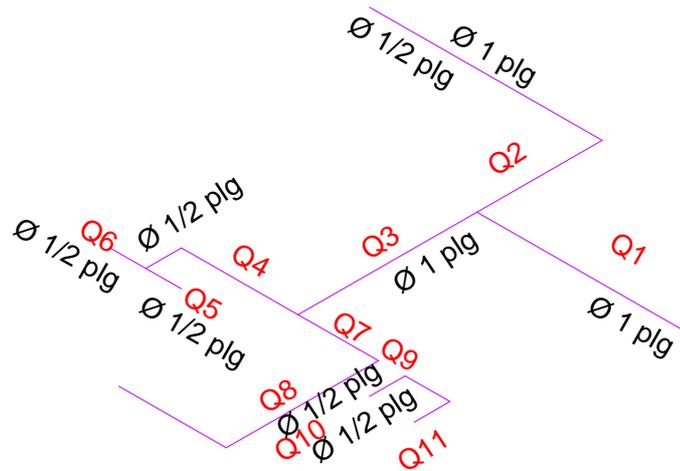


Fig. 26: Piso 3 (hospitalización) tramo 6.

Datos:

Tubería de pvc.

Tubería  $\varnothing = 1 \text{ plg}$        $\varnothing_{int} = 0.032 \text{ m}$

Tubería  $\varnothing = 1/2 \text{ plg}$        $\varnothing_{int} = 0.020 \text{ m}$

$$Q_1 = Q_2 + Q_3 = 0.00126 \text{ m}^3/\text{s}, \quad Q_3 = Q_4 + Q_7 = 0.00107 \text{ m}^3/\text{s}, \quad Q_7 = Q_8 + Q_9 = 0.00069 \text{ m}^3/\text{s}$$

$\text{m}^3/\text{s}$

$$Q_4 = Q_6 + Q_5 = 0.00038 \text{ m}^3/\text{s}, \quad Q_9 = Q_{10} + Q_{11} = 0.00044 \text{ m}^3/\text{s}$$

➤ **PERDIDAS PRIMARIAS**

**Tabla. 55:** Pérdidas primarias del tramo 6.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Re	k/D	$\lambda$	L (m)	Hrp (m)
Q1	0,00126	0,032	0,00080425	43594,65	0,000468	0,0216	3,3	0,2789
Q2	0,00019	0,032	0,00080425	6573,79	0,000468	0,035	3,2	0,0099
Q2	0,00019	0,02	0,00031416	10518,07	0,000468	0,0264	1	0,0246
Q3	0,00107	0,032	0,00080425	37020,85	0,000468	0,0216	2	0,1219
Q4	0,00038	0,032	0,00080425	13147,59	0,000468	0,027	1,3	0,0124
Q5	0,00013	0,02	0,00031416	7196,57	0,000075	0,0365	0,3	0,0047
Q6	0,00025	0,02	0,00031416	13839,57	0,000075	0,028	0,4	0,0180
Q7	0,00069	0,032	0,00080425	23873,26	0,000468	0,0275	0,9	0,0290
Q8	0,00025	0,032	0,00080425	8649,737	0,000468	0,033	1,6	0,0081
Q8	0,00025	0,02	0,00031416	13839,57	0,000075	0,028	1	0,0452
Q9	0,00044	0,02	0,00031416	24357,64	0,000075	0,0262	0,3	0,0393
Q10	0,00022	0,02	0,00031416	12178,82	0,000075	0,0284	0,4	0,0142
Q11	0,00022	0,02	0,00031416	12178,82	0,000075	0,0284	0,9	0,0319
<b>Pérdidas Totales Primarias</b>								0,6387

➤ **PERDIDAS SECUNDARIAS**

**Tabla. 56:** Pérdidas secundarias del tramo 6.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Codos	Reduc	Válvula- UU	Uni	Te	$\epsilon$	Hrs (m)
Q1	0,00126	0,032	0,00080425	0	0	0	0	2,3	2,3	0,2880
Q2	0,00019	0,032	0,00080425	0,7	0	0	0	2,3	3	0,0085
Q2	0,00019	0,02	0,00031416	0	0,37	0,65	0	0	1,02	0,0190
Q3	0,00107	0,032	0,00080425	0	0	0	0	2,3	2,3	0,2077
Q4	0,00038	0,032	0,00080425	0,7	0	0	0	2,3	3	0,0341
Q5	0,00013	0,02	0,00031416	0	0,37	0,65	0	2,3	3,32	0,0290
Q6	0,00025	0,02	0,00031416	0	0,37	0,65	0	2,3	3,32	0,1072
Q7	0,00069	0,032	0,00080425	0	0	0	0	2,3	2,3	0,0863
Q8	0,00025	0,032	0,00080425	0,7	0	0	0	2,3	3	0,0147
Q8	0,00025	0,02	0,00031416	0	0,37	0,65	0	0	1,02	0,0329
Q9	0,00044	0,02	0,00031416	0	0	0	0	0,9	0,9	0,0900
Q10	0,00022	0,02	0,00031416	0	0	0,65	0	2,3	2,95	0,0738
Q11	0,00022	0,02	0,00031416	0,7	0	0,65	0	0,9	2,25	0,0562
<b>Pérdidas totales secundarias</b>										1,0480

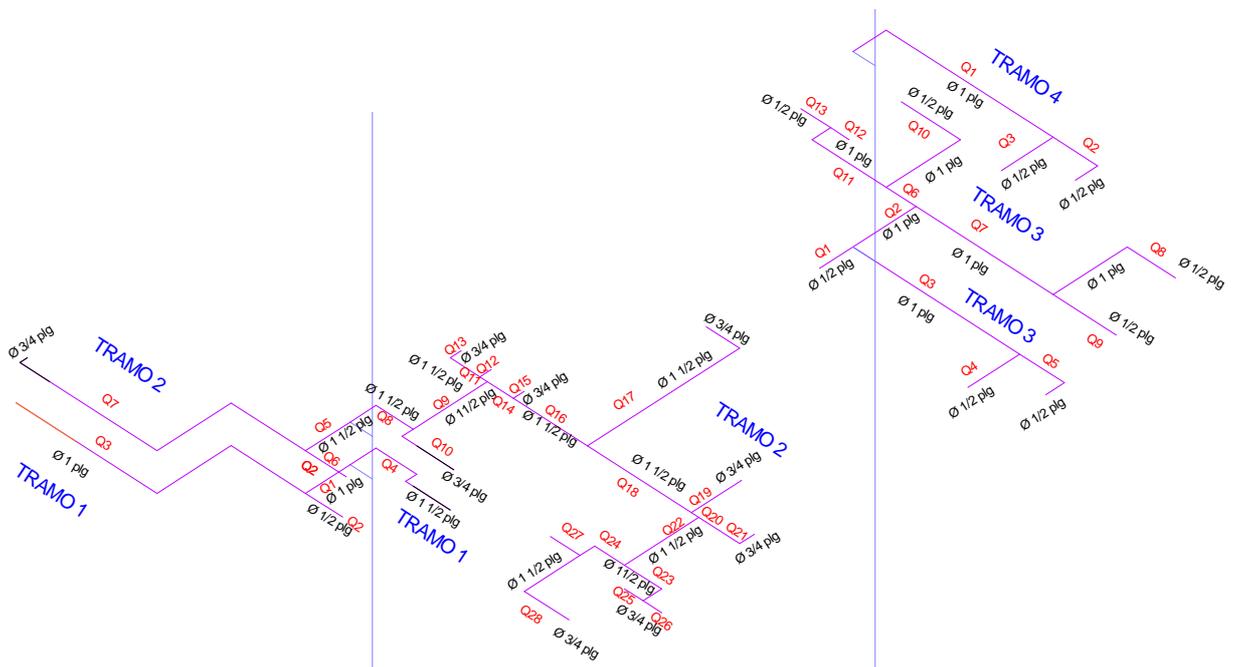
Pérdida total del tramo 6: Hr= **1,68682 m**

### PERDIDAS TOTALES DE LOS TRAMOS DEL PISO 3

**Tabla. 57:** Pérdidas totales del piso 3

TRAMO	Hr
1	0,01353
2	0,2023
3	2,5532
4	0,14009
5	0,53763
6	1,68682
<b>Hr totales de los tramos del piso 3</b>	<b>5,13357</b>

### PISO 4 (Hospitalización)



**Fig. 27:** Piso 4 (hospitalización).

### TRAMO 1 – 2

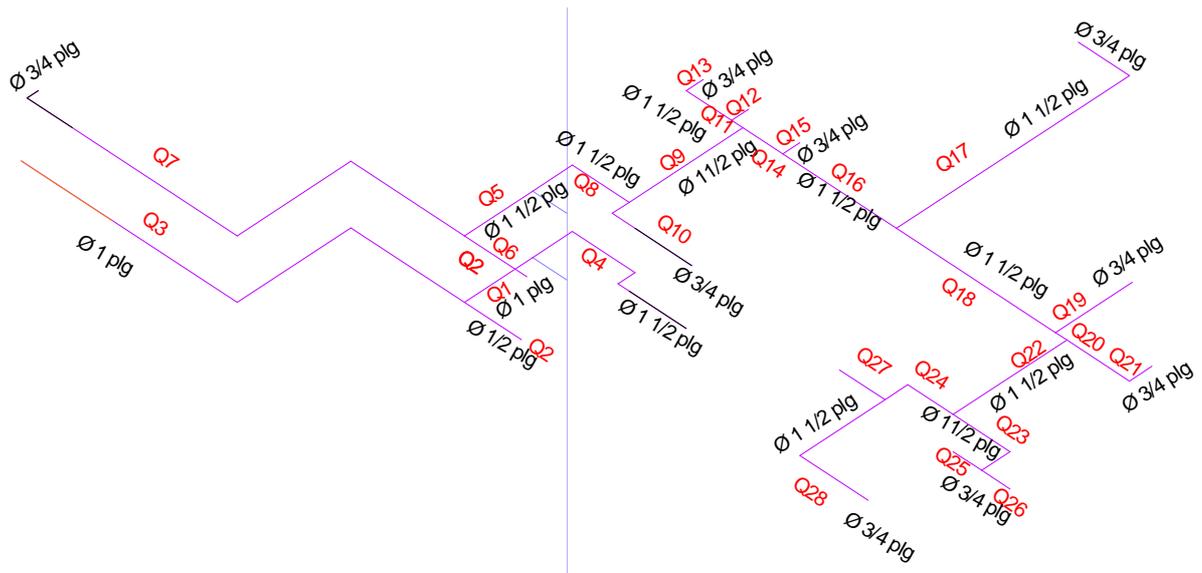


Fig. 28: Piso 4 (hospitalización) tramo 1-2.

Datos:

Tubería de pvc.

Tubería  $\varnothing = 1 \text{ plg}$   $\varnothing_{int} = 0.032 \text{ m}$

Tubería  $\varnothing = 1/2 \text{ plg}$   $\varnothing_{int} = 0.020 \text{ m}$

$$Q_2 = Q_4 = 0.00013 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_3 = 0.00019 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_2 = Q_3 + Q_2 = 0.00032 \text{ m}^3/\text{s}$$

### ➤ PERDIDAS PRIMARIAS

Tabla. 58: Pérdidas primarias del tramo 1-2.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Rey	k/D	$\Lambda$	L (m)	Hrp (m)
Q1	0,00032	0,032	0,00080425	11071,6223	4,6875E-05	0,0277	1,2	0,00839022
Q2	0,00013	0,02	0,00031416	7196,55451	0,000075	0,0275	1	0,01201245
Q3	0,00022	0,032	0,00080425	7611,74035	4,6875E-05	0,027	6,2	0,01997161
Q3	0,00022	0,02	0,00031416	12178,7846	0,000075	0,0265	1,6	0,05304243
Q4	0,00013	0,02	0,00031416	7196,55451	0,000075	0,0257	1	0,01122618
Q4	0,00048	0,032	0,00080425	16607,4335	4,6875E-05	0,027	2,3	0,03526845
<b>Pérdidas Totales Primarias</b>								<b>0,13991133</b>

➤ **PERDIDAS SECUNDARIAS**

**Tabla. 59:** Pérdidas secundarias del tramo 1-2.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Codos	Reduc	Válvula y UU	Unión	T	ε	Hrs
Q1	0,00032	0,032	0,00080425	0	0	0	0	2,3	2,3	0,01857
Q2	0,00013	0,02	0,00031416	0	0	0,65	0	0	0,65	0,00567
Q2	0,00013	0,032	0,00080425	0	0,37	0	0	2,3	2,67	0,00355
Q3	0,00022	0,032	0,00080425	1,4	0,37	0	0	2,3	4,07	0,01553
Q3	0,00022	0,02	0,00031416	0	0	0,65	0	0	0,65	0,01626
Q4	0,00013	0,02	0,00031416	0	0	0,65	0	0	0,65	0,00567
Q4	0,00048	0,032	0,00080425	2,1	0,37	0	0	2,3	4,77	0,08668
<b>Pérdidas Totales Secundarias</b>										0,15198

Pérdida total del tramo 1: Hr= **0.29189551 m**

**TRAMO 2**

Datos:

Tubería de pvc.

Tubería Ø = 1 plg      Ø<sub>int</sub> = 0.032 m

Tubería Ø = 1/2 plg      Ø<sub>int</sub> = 0.020 m

$$Q_{17} = Q_7 = 0.00019 \text{ m}^3/\text{s}, Q_{12} = Q_{13} = Q_{15} = Q_{19} = Q_{25} = Q_{28} = 0.00025 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_6 = Q_{10} = Q_{21} = Q_{26} = Q_{27} = 0.00013 \text{ m}^3/\text{s}, Q_{14} = Q_{15} + Q_{16} = 0.00158 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{24} = Q_{27} + Q_{28} = 0.00038 \text{ m}^3/\text{s}, Q_{11} = Q_{12} + Q_{13} = 0.0005 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{23} = Q_{25} + Q_{26} = 0.00038 \text{ m}^3/\text{s}, Q_9 = Q_{11} + Q_{14} = 0.00208 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{22} = Q_{23} + Q_{24} = 0.00076 \text{ m}^3/\text{s}, Q_8 = Q_9 + Q_{10} = 0.00221 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{20} = Q_{22} + Q_{21} = 0.00089 \text{ m}^3/\text{s}, Q_{16} = Q_{17} + Q_{18} = 0.00113 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{18} = Q_{19} + Q_{20} = 0.00114 \text{ m}^3/\text{s}$$

➤ **PERDIDAS PRIMARIAS**

**Tabla. 60:** Pérdidas primarias del tramo 2.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Rey	k/D	Λ	L (m)	Hrp (m)
Q5	0,00032	0,05	0,0019635	7085,83829	0,000023	0,0345	1,2	0,00112205
Q6	0,00032	0,05	0,0019635	7085,83829	0,000023	0,0345	1,1	0,00102855
Q7	0,00019	0,05	0,0019635	4207,21648	0,000023	0,04	6,9	0,00263711
Q7	0,00019	0,025	0,00049088	8414,43297	0,000046	0,0325	1	0,00993694
Q8	0,00221	0,05	0,0019635	48936,5707	0,000023	0,038	1,7	0,08350821
Q10	0,00013	0,05	0,0019635	2878,6218	0,000023	0,0223	0,7	6,9824E-05
Q10	0,00013	0,025	0,00049088	5757,24361	0,000046	0,0345	1	0,00493819
Q9	0,00208	0,05	0,0019635	46057,9489	0,000023	0,0215	2	0,04923877
Q11	0,0005	0,025	0,00049088	22143,2446	0,000046	0,0265	0,2	0,0112222
Q12	0,00025	0,025	0,00049088	11071,6223	0,000046	0,028	0,3	0,00444653
Q13	0,00025	0,025	0,00049088	11071,6223	0,000046	0,028	1,1	0,01630395
Q14	0,00158	0,025	0,00049088	69972,6531	0,000046	0,0185	0,7	0,27380794
Q15	0,00025	0,025	0,00049088	11071,6223	0,000046	0,028	0,3	0,00444653
Q16	0,00113	0,05	0,0019635	25021,8665	0,000023	0,0235	2	0,01588426
Q17	0,00019	0,05	0,0019635	4207,21648	0,000023	0,035	4,1	0,00137111
Q17	0,00019	0,025	0,00049088	8414,43297	0,000046	0,028	0,7	0,00599274
Q18	0,00114	0,05	0,0019635	25243,2989	0,000023	0,0235	2,8	0,02263329
Q19	0,00025	0,025	0,00049088	11071,6223	0,000046	0,028	1,35	0,02000939
Q20	0,00089	0,05	0,0019635	19707,4877	0,000023	0,0242	0,2	0,0010147
Q21	0,00013	0,025	0,00049088	5757,24361	0,000046	0,036	1,5	0,00772934
Q22	0,00076	0,05	0,0019635	16828,8659	0,000023	0,0275	2	0,00840818
Q24	0,00038	0,05	0,0019635	8414,43297	0,000023	0,033	1,2	0,00151347
Q27	0,00025	0,025	0,00049088	11071,6223	0,000046	0,035	0,8	0,01482177
Q28	0,00025	0,025	0,00049088	11071,6223	0,000046	0,028	2,7	0,04001879
Q23	0,00038	0,05	0,0019635	8414,43297	0,000023	0,0285	1,5	0,00163386
Q25	0,00025	0,025	0,00049088	11071,6223	0,000046	0,028	0,5	0,00741089
Q26	0,00025	0,025	0,00049088	11071,6223	0,000046	0,03	0,5	0,00794024
<b>Pérdidas Totales Primarias</b>								0,60248145

➤ **PERDIDAS SECUNDARIAS**

**Tabla. 61:** Pérdidas secundarias del tramo 2.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Codos	Reduc	Válvula y UU	Uni	T	ε	Hrs
Q5	0,00032	0,05	0,0019635	0	0	0	0	4,6	4,6	0,0062
Q6	0,00032	0,05	0,0019635	0	0,37	0,65	0	0	1,02	0,0013
Q7	0,00019	0,05	0,0019635	1,4	0,37	0	0	2,3	4,07	0,0019
Q7	0,00019	0,025	0,00049088	0	0	0,65	0	0	0,65	0,0049
Q8	0,00221	0,05	0,0019635	0,7	0	0	0	2,3	3	0,1939
Q10	0,00013	0,05	0,0019635	0,7	0,37	0	0	2,3	3,37	0,0007
Q10	0,00013	0,025	0,00049088	0	0	0,65	0	0	0,65	0,0023
Q9	0,00208	0,05	0,0019635	0	0,37	0	0	2,3	2,67	0,1528
Q11	0,0005	0,025	0,00049088	0	0	0	0	2,3	2,3	0,1217
Q12	0,00025	0,025	0,00049088	0	0	0,65	0	2,3	2,95	0,0390
Q13	0,00025	0,025	0,00049088	0,7	0	0,65	0	2,3	3,65	0,0483
Q14	0,00158	0,025	0,00049088	0	0	0	0	2,3	2,3	1,2157
Q15	0,00025	0,025	0,00049088	0	0	0,65	0	2,3	2,95	0,0390
Q16	0,00113	0,05	0,0019635	0	0	0	0	2,3	2,3	0,0388
Q17	0,00019	0,05	0,0019635	0,7	0,37	0	0	2,3	3,37	0,0016
Q17	0,00019	0,025	0,00049088	0	0	0,65	0	0	0,65	0,0049
Q18	0,00114	0,05	0,0019635	0	0	0	0	0,9	0,9	0,0154
Q19	0,00025	0,025	0,00049088	0	0,37	0	0	2,3	2,67	0,0353
Q20	0,00089	0,05	0,0019635	0	0	0	0	0,9	0,9	0,0094
Q21	0,00013	0,025	0,00049088	0,7	0,37	0,65	0	0,9	2,62	0,0093
Q22	0,00076	0,05	0,0019635	0	0	0	0	2,3	2,3	0,0175
Q24	0,00038	0,05	0,0019635	0,7	0	0	0	2,3	3	0,0057
Q27	0,00025	0,025	0,00049088	0	0,37	0,65	0	2,3	3,32	0,0439
Q28	0,00025	0,025	0,00049088	0,7	0,37	0,65	0	2,3	4,02	0,0531
Q23	0,00038	0,05	0,0019635	0,7	0,37	0	0	2,3	3,37	0,0064
Q25	0,00025	0,025	0,00049088	0	0,37	0,65	0	2,3	3,32	0,0439
Q26	0,00025	0,025	0,00049088	0	0,37	0,65	0	2,3	3,32	0,0439
<b>Pérdidas totales Secundarias</b>										<b>2,0939</b>

Pérdida total del tramo 2 Hr= 2.69646156 m

## TRAMO 3 -4

## ➤ DISTRIBUCIÓN DE CAUDALES EN LA PLANTA SEGÚN SUS USOS

Tabla. 62: Distribuciones de caudales en la planta.

Tramo	# Ducha Ino	Q (m <sup>3</sup> /s)	# Lavabos	Q (m <sup>3</sup> /s)	# Duchas	Q (m <sup>3</sup> /s)	# Baños	Q (m <sup>3</sup> /s)	Qtotal (m <sup>3</sup> /s)
3	1	0,0002	3	1E-04	1	2E-04	3	0	0,0016
4	0	0	1	1E-04	0	0	1	0	0,0004
<b>Caudal total</b>									0,0019

## TRAMO 3

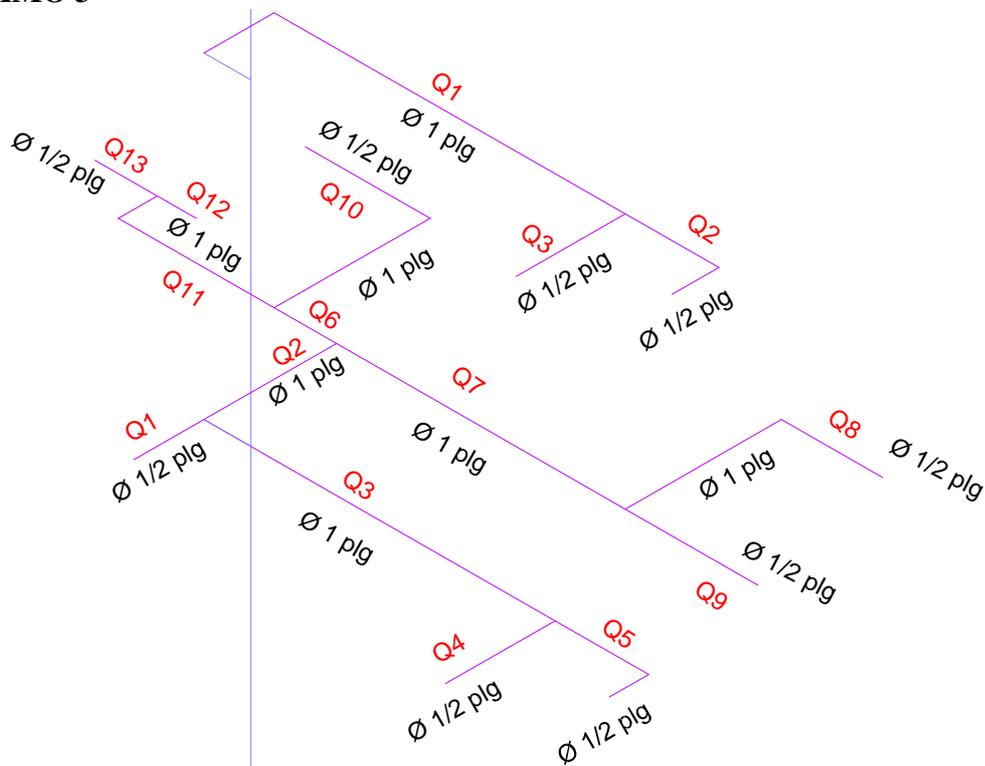


Fig. 29: Piso 4 (hospitalización) tramo 3.

Datos:

Tubería de pvc.

Tubería  $\varnothing = 1 \text{ plg}$        $\varnothing_{int} = 0.032 \text{ m}$

Tubería  $\varnothing = 1/2 \text{ plg}$        $\varnothing_{int} = 0.020 \text{ m}$

$Q_4 = Q_{13} = Q_6 = 0.00025 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $Q_{12} = Q_5 = Q_9 = 0.00013 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $Q_{10} = 0.00022 \text{ m}^3/\text{s}$

$$Q_1 = 0.00019 \text{ m}^3/\text{s}, Q_{11} = Q_{13} + Q_{12} = 0.00038 \text{ m}^3/\text{s}, Q_6 = Q_{10} + Q_{11} = 0.0006 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_2 = Q_7 + Q_6 = 0.00098 \text{ m}^3/\text{s}, Q_7 = Q_8 + Q_9 = 0.00038 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_3 = Q_4 + Q_5 = 0.00038 \text{ m}^3/\text{s}$$

➤ **PERDIDAS PRIMARIAS**

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Rey	k/D	Λ	L (m)	Hrp (m)
<b>Q1</b>	0,00019	0,02	0,00031416	10518	0	0,029	0,9	0,02
<b>Q2</b>	0,00098	0,032	0,00080425	33907	0	0,023	1,7	0,09
<b>Q6</b>	0,0006	0,02	0,00031416	33215	0	0,024	0,8	0,17
<b>Q10</b>	0,00022	0,032	0,00080425	7612	0	0,035	3,6	0
<b>Q10</b>	0,00022	0,02	0,00031416	12179	0	0,028	3,6	0,12
<b>Q11</b>	0,00038	0,032	0,00080425	13148	0	0,028	2	0,02
<b>Q12</b>	0,00013	0,02	0,00031416	7197	0	0,035	0,5	0,01
<b>Q13</b>	0,00025	0,02	0,00031416	13840	0	0,028	0,8	0,04
<b>Q7</b>	0,00038	0,032	0,00080425	13148	0	0,028	3,7	0,04
<b>Q8</b>	0,00025	0,032	0,00080425	8650	0	0,032	3,3	0,02
<b>Q8</b>	0,00025	0,02	0,00031416	13840	0	0,029	3,3	0,15
<b>Q9</b>	0,00013	0,032	0,00080425	4498	0	0,039	1,7	0
<b>Q9</b>	0,00013	0,02	0,00031416	7197	0	0,035	1,7	0,03
<b>Q3</b>	0,00038	0,032	0,00080425	13148	0	0,028	3,9	0,04
<b>Q4</b>	0,00025	0,02	0,00031416	13840	0	0,028	1,4	0,06
<b>Q5</b>	0,00013	0,02	0,00031416	7197	0	0,035	0,5	0,01
<b>Pérdidas totales primarias</b>								<b>0,84</b>

**Tabla. 63:** Pérdidas primarias del tramo 3.

➤ **PERDIDAS SECUNDARIAS**

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Codos	Reduc	Válvula y UU	Uni	T	ε	Hrs
Q1	0,00019	0,02	0,00031416	0	0,37	0,65	0	2,3	3,32	0,06195
Q2	0,00098	0,032	0,00080425	0	0	0	0	2,3	2,3	0,17423
Q6	0,0006	0,02	0,00031416	0	0	0	0	2,3	2,3	0,42802
Q10	0,00022	0,032	0,00080425	0,7	0,37	0	0	2,3	3,37	0,01286
Q10	0,00022	0,02	0,00031416	0	0	0,65	0	0	0,65	0,01626
Q11	0,00038	0,032	0,00080425	0	0	0	0	0,9	0,9	0,01025
Q12	0,00013	0,02	0,00031416	0	0,37	0,65	0	2,3	3,32	0,02900
Q13	0,00025	0,02	0,00031416	0,7	0,37	0,65	0	2,3	4,02	0,12988
Q7	0,00038	0,032	0,00080425	0	0	0	0	2,3	2,3	0,02619
Q8	0,00025	0,032	0,00080425	0	0,37	0	0	2,3	2,67	0,01316
Q8	0,00025	0,02	0,00031416	0	0	0,65	0	0	0,65	0,02100
Q9	0,00013	0,032	0,00080425	0	0,37	0	0	0,9	1,27	0,00169
Q9	0,00013	0,02	0,00031416	0	0	0,65	0	0	0,65	0,00567
Q3	0,00038	0,032	0,00080425	0	0	0	0	2,3	2,3	0,02619
Q4	0,00025	0,02	0,00031416	0	0,37	0,65	0	2,3	3,32	0,10726
Q5	0,00013	0,02	0,00031416	0,7	0,37	0,65	0	2,3	4,02	0,03512
<b>Pérdidas totales secundarias</b>										1,08761

**Tabla. 64:** Pérdidas secundarias del tramo 3

Pérdida total del tramo 3: Hr= **1,92336391 m**

**TRAMO 4**

Tramo	# Ducha Ino	Q (m <sup>3</sup> /s)	# Lavabos	Q (m <sup>3</sup> /s)	# Duchas	Q (m <sup>3</sup> /s)	# Baños	Q (m <sup>3</sup> /s)	Qtotal (m <sup>3</sup> /s)
4	0	0	1	1E-04	0	0	1	0	0,0004
<b>Caudal total</b>									0,0004

**Tabla. 65:** Distribuciones de caudales en la planta tramo 4.

Datos:

Tubería de pvc.

Tubería  $\phi = 1 \text{ plg}$        $\phi_{int} = 0.032 \text{ m}$

Tubería  $\phi = 1/2 \text{ plg}$        $\phi_{int} = 0.020 \text{ m}$

$$Q_2 = 0.00025 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_3 = 0.00013 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_1 = Q_3 + Q_2 = 0.00038 \text{ m}^3/\text{s}$$

➤ **PERDIDAS PRIMARIAS**

**Tabla. 66:** Pérdidas primarias del tramo 4

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Rey	k/D	Λ	L (m)	Hrp (m)
Q1	0,00038	0,032	0,00080425	13148	0	0,028	5,4	0,05
Q2	0,00013	0,032	0,00080425	4498	0	0,039	1,5	0
Q2	0,00013	0,02	0,00031416	7197	0	0,035	0,3	0
Q3	0,00025	0,032	0,00080425	8650	0	0,032	0,4	0
Q3	0,00025	0,02	0,00031416	13840	0	0,028	0,8	0,04
<b>Pérdidas totales primarias</b>								0,06

➤ **PERDIDAS SECUNDARIAS**

**Tabla. 67:** Pérdidas secundarias del tramo 4

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Codos	Reduc	Válvula y UU	Uni	T	ε	Hrs
Q1	0,00038	0,032	0,00080425	0,7	0	0	0	2,3	3	0,03417
Q2	0,00013	0,032	0,00080425	0,7	0,37	0,65	0	0	1,97	0,00262
Q2	0,00013	0,02	0,00031416	0	0	0	0	0	0,65	0,00567
Q3	0,00025	0,032	0,00080425	0	0,37	0	0	2,3	2,67	0,01316
Q3	0,00025	0,02	0,00031416	0	0	0	0	0	0,65	0,02100
<b>Pérdidas totales secundarias</b>										0,07663

Pérdida total del tramo 4: Hr= **0.132193334 m**

**PERDIDAS TOTALES DE LOS TRAMOS DEL PISO 4**

**Tabla. 68:** Pérdidas totales del piso 4

Tramo	Hr(m)
1	0,2919
2	2,69646
3	1,92336
4	0,13219
<b>Hr totales de los tramos del piso 4</b>	<b>5,04391</b>

## PISO 5 (Hospitalización)

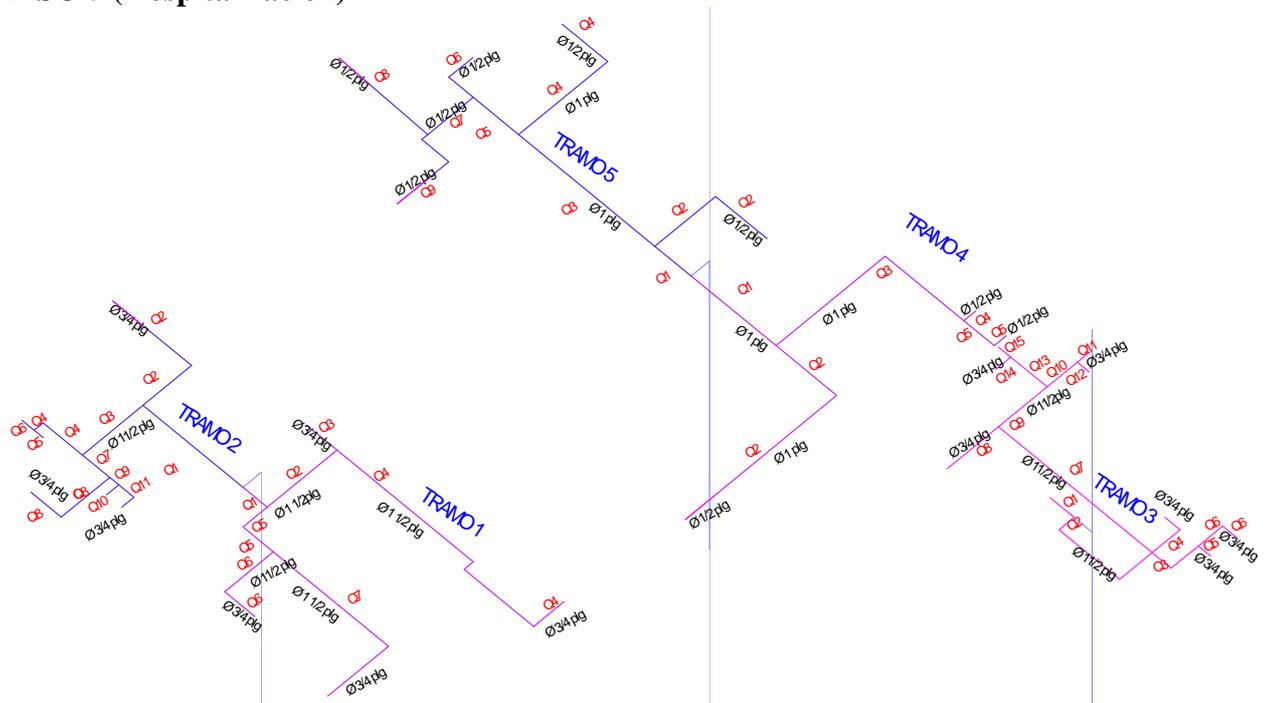


Fig. 30: Piso 5 (hospitalización).

## TRAMO 1

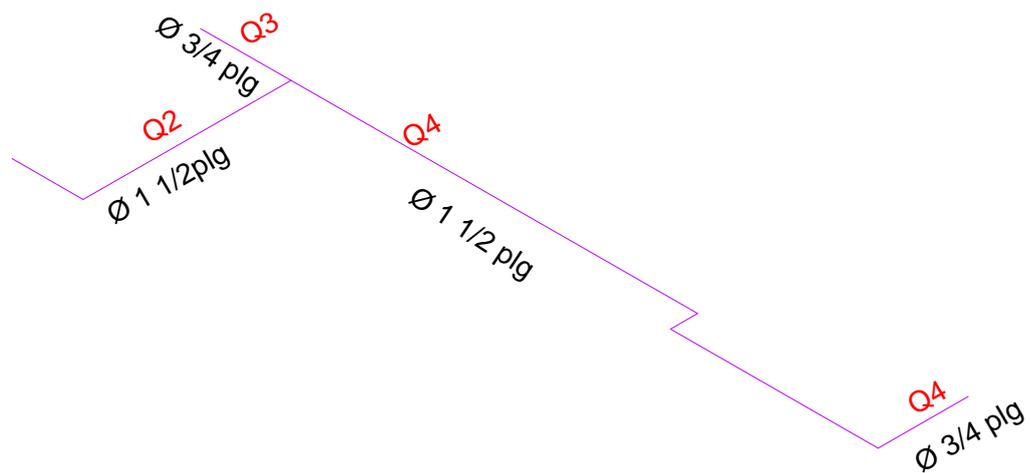


Fig. 31: Piso 5 (hospitalización) tramo 1.

Datos:

Tubería de pvc.

Tubería  $\varnothing = 1\ 1/2\text{plg}$   $\varnothing_{inc} = 0.05\text{ m}$

Tubería  $\varnothing = 3/4\text{plg}$   $\varnothing_{inc} = 0.025\text{ m}$

$Q_1 = Q_2 + Q_5 = 0.00076\text{ m}^3/\text{s}$ ,  $Q_5 = Q_7 + Q_6 = 0.00038\text{ m}^3/\text{s}$ ,  $Q_2 = Q_3 + Q_4 = 0.00038\text{ m}^3/\text{s}$

$Q_3 = 0.00013\text{ m}^3/\text{s}$ ,  $Q_4 = 0.00025\text{ m}^3/\text{s}$ ,  $Q_7 = 0.00025\text{ m}^3/\text{s}$ ,  $Q_6 = 0.00013\text{ m}^3/\text{s}$

### ➤ PERDIDAS PRIMARIAS

**Tabla. 69:** Pérdidas primarias del tramo 1.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Re	k/D	$\lambda$	L (m)	Hrp (m)
Q1	0,00076	0,05	0,00196349	16828,92	0,00003	0,0266	0,8	0,003253
Q2	0,00038	0,05	0,00196349	8414,46	0,00003	0,034	2,3	0,002989
Q3	0,00013	0,025	0,00049087	5757,262	0,00006	0,0365	1	0,005224
Q4	0,00025	0,05	0,00196349	5535,829	0,00003	0,036	7,1	0,004228
Q4	0,00025	0,025	0,00049087	11071,66	0,00006	0,0284	1	0,015034
Q5	0,00038	0,05	0,00196349	8414,46	0,00003	0,0335	1,8	0,002305
Q6	0,00013	0,05	0,00196349	2878,631	0,00003	0,02189	1,6	0,000157
Q6	0,00013	0,025	0,00049087	5757,262	0,00006	0,0365	1	0,005224
Q7	0,00025	0,05	0,00196349	5535,829	0,00003	0,036	4,8	0,002859
Q7	0,00025	0,025	0,00049087	11071,66	0,00006	0,0284	1	0,015034
<b>Pérdidas totales primarias</b>								<b>0,056306</b>

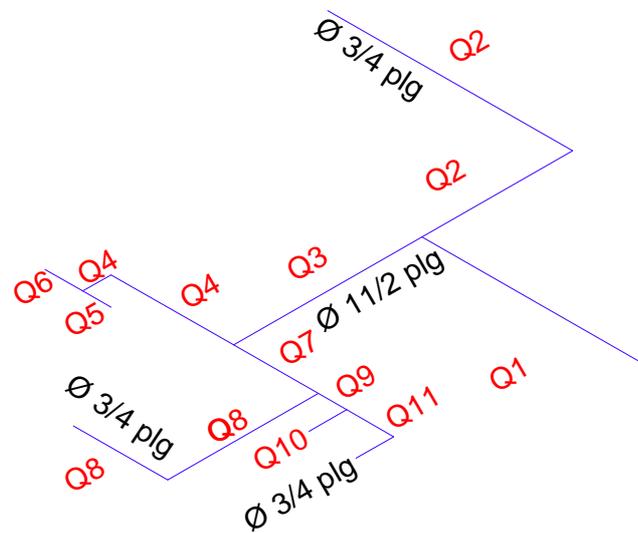
### ➤ PERDIDAS SECUNDARIAS

**Tabla. 70:** Pérdidas secundarias del tramo 1.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Codos	Reduc	Válvula- UU	Uni	Te	E	Hrs (m)
Q1	0,00076	0,05	0,00196349	0	0	0	0	2,3	2,3	0,01758
Q2	0,00038	0,05	0,00196349	0	0	0	0	2,3	2,3	0,00439
Q3	0,00013	0,025	0,00049087	0	0	0,65	0	2,3	2,95	0,01055
Q4	0,00025	0,05	0,00196349	2,1	0,37	0	0	2,3	4,77	0,00394
Q5	0,00038	0,05	0,00196349	0,7	0	0	0	2,3	3	0,00573
Q6	0,00013	0,05	0,00196349	0,7	0,37	0	0	2,3	3,37	0,00075
Q7	0,00025	0,05	0,00196349	0,7	0,37	0	0	0,9	1,97	0,00162
<b>Pérdidas totales secundarias</b>										<b>0,04459</b>

Pérdida total del tramo 1:  $H_r = 0.10089 \text{ m}$

## TRAMO 2



**Fig. 31:** Piso 5 (hospitalización) tramo 2.

Datos:

Tubería de pvc.

Tubería  $\varnothing = 1 1/2 \text{ plg}$        $\varnothing_{inc} = 0.05 \text{ m}$

Tubería  $\varnothing = 3/4 \text{ plg}$        $\varnothing_{inc} = 0.025 \text{ m}$

$$Q_1 = Q_2 + Q_5 = 0.00126 \text{ m}^3/\text{s}, \quad Q_9 = Q_{10} + Q_{11} = 0.00044 \text{ m}^3/\text{s},$$

$$Q_4 = Q_5 + Q_6 = 0.00038 \text{ m}^3/\text{s}, \quad Q_7 = Q_8 + Q_9 = 0.00069 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_3 = Q_4 + Q_7 = 0.00107 \text{ m}^3/\text{s}, \quad Q_2 = 0.00019 \text{ m}^3/\text{s}, \quad Q_8 = 0.00025 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_5 = 0.00019 \text{ m}^3/\text{s}, \quad Q_6 = 0.00025 \text{ m}^3/\text{s}, \quad Q_{11} = Q_{10} = 0.00019 \text{ m}^3/\text{s}$$

➤ **PERDIDAS PRIMARIAS**

**Tabla. 71:** Pérdidas secundarias del tramo 2.

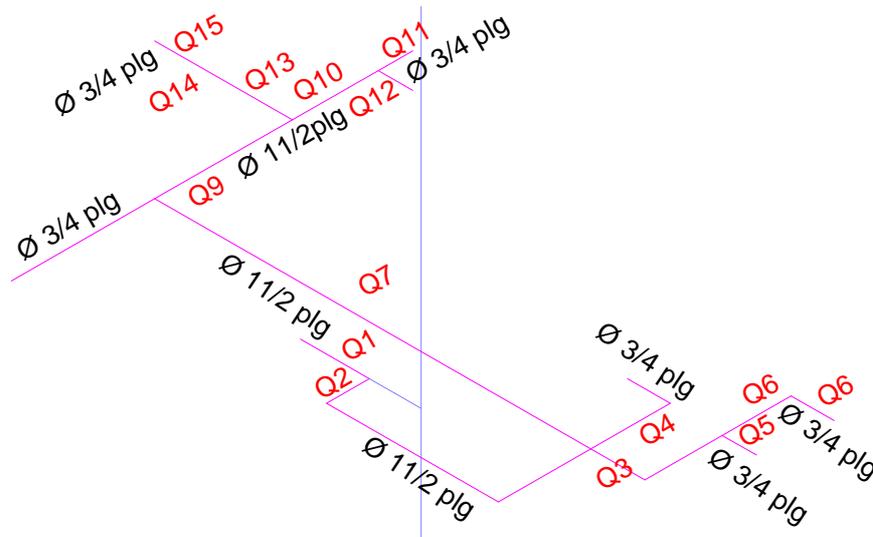
#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Re	k/D	Λ	L (m)	Hrp (m)
Q1	0,00126	0,05	0,00196349	27900,58	0,00003	0,0244	3,3	0,033834
Q2	0,00019	0,05	0,00196349	4207,23	0,00003	0,039	3,2	0,001192
Q2	0,00019	0,025	0,00049087	8414,46	0,00006	0,034	1	0,010396
Q3	0,00107	0,05	0,00196349	23693,35	0,00003	0,0255	2	0,015454
Q4	0,00038	0,05	0,00196349	8414,46	0,00003	0,034	1,3	0,001689
Q5	0,00013	0,025	0,00049087	5757,262	0,00006	0,0365	0,3	0,001567
Q6	0,00025	0,025	0,00049087	11071,66	0,00006	0,0284	0,4	0,006013
Q7	0,00069	0,05	0,00196349	15278,89	0,00003	0,027	0,9	0,003062
Q8	0,00025	0,05	0,00196349	5535,829	0,00003	0,034	1,6	0,0009
Q8	0,00025	0,025	0,00049087	11071,66	0,00006	0,0284	1	0,015034
Q9	0,00044	0,025	0,00049087	19486,12	0,00006	0,028	0,3	0,013774
Q10	0,00022	0,025	0,00049087	9743,059	0,00006	0,032	0,4	0,005247
Q11	0,00022	0,025	0,00049087	9743,059	0,00006	0,032	0,9	0,011806
<b>Pérdidas totales primarias</b>								0,119969

➤ **PERDIDAS SECUNDARIAS**

**Tabla. 72:** Pérdidas secundarias del tramo 2.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Codos	Reduc	Válvula- UU	Uni	Te	E	Hrs (m)
Q1	0,00126	0,05	0,00196	0	0	0	0	2,3	2,3	0,04832
Q2	0,00019	0,05	0,00196	0,7	0	0	0	2,3	3	0,00143
Q2	0,00019	0,025	0,00049	0	0,37	0,65	0		1,02	0,00779
Q3	0,00107	0,05	0,00196	0	0	0	0	2,3	2,3	0,03484
Q4	0,00038	0,05	0,00196	0,7	0	0	0	2,3	3	0,00573
Q5	0,00013	0,025	0,00049	0	0,37	0,65	0	2,3	3,32	0,01188
Q6	0,00025	0,025	0,00049	0	0,37	0,65	0	2,3	3,32	0,04393
Q7	0,00069	0,05	0,00196	0	0	0	0	2,3	2,3	0,01449
Q8	0,00025	0,05	0,00196	0,7	0	0	0	2,3	3	0,00248
Q8	0,00025	0,025	0,00049	0	0,37	0,65	0		1,02	0,01349
Q9	0,00044	0,025	0,00049	0	0	0	0	0,9	0,9	0,03689
Q10	0,00022	0,025	0,00049	0	0	0,65	0	2,3	2,95	0,03023
Q11	0,00022	0,025	0,00049	0,7	0	0,65	0	0,9	2,25	0,02305
<b>Pérdidas totales secundarias</b>										0,27460

Pérdida total del tramo 2: Hr= **0.3946 m**

**TRAMO 3**

**Fig. 32:** Piso 5 (hospitalización) tramo 3.

Datos

Tubería de pvc.

Tubería  $\varnothing = 1\ 1/2\ plg$        $\varnothing_{int} = 0.05\ m$

Tubería  $\varnothing = 3/4\ plg$        $\varnothing_{int} = 0.025\ m$

$$Q_1 = Q_8 = 0.00013\ m^3/s, \quad Q_2 = Q_3 + Q_4 + Q_7 = 0.00152\ m^3/s$$

$$Q_{11} = Q_{18} = 0.00025\ m^3/s, \quad Q_{12} = Q_{14} = 0.00013\ m^3/s, \quad Q_3 = Q_5 + Q_6 = 0.00038\ m^3/s$$

$$Q_{10} = Q_{11} + Q_{12} = 0.00038\ m^3/s, \quad Q_{13} = Q_{15} + Q_{14} = 0.00038\ m^3/s$$

$$Q_9 = Q_{10} + Q_{13} = 0.00076\ m^3/s, \quad Q_7 = Q_8 + Q_9 = 0.00038\ m^3/s$$

➤ **PERDIDAS PRIMARIAS**

**Tabla. 73:** Pérdidas primarias del tramo 3.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Re	k/D	Λ	L (m)	Hrp (m)
Q1	0,00013	0,025	0,00049087	5757,262	0,00006	0,0365	0,8	0,00418
Q2	0,00152	0,05	0,00196349	33657,84	0,00003	0,0235	3,58	0,051446
Q3	0,00038	0,05	0,00196349	8414,46	0,00003	0,034	1,53	0,001988
Q4	0,00025	0,025	0,00049087	11071,66	0,00006	0,0216	1,42	0,016236
Q5	0,00019	0,025	0,00049087	8414,46	0,00006	0,034	0,4	0,004158
Q6	0,00019	0,025	0,00049087	8414,46	0,00006	0,034	1,3	0,013514
Q7	0,00089	0,05	0,00196349	19707,55	0,00003	0,028	5,05	0,029645
Q8	0,00013	0,025	0,00049087	5757,262	0,00006	0,0365	1,7	0,008882
Q9	0,00076	0,025	0,00049087	33657,84	0,00006	0,0235	1,6	0,183942
Q10	0,00038	0,025	0,00049087	16828,92	0,00006	0,026	1	0,031798
Q11	0,00025	0,025	0,00049087	11071,66	0,00006	0,0216	0,4	0,004574
Q12	0,00013	0,025	0,00049087	5757,262	0,00006	0,0365	0,4	0,00209
Q13	0,00038	0,025	0,00049087	16828,92	0,00006	0,026	1,2	0,038158
Q14	0,00013	0,025	0,00049087	5757,262	0,00006	0,0365	0,5	0,002612
Q15	0,00025	0,025	0,00049087	11071,66	0,00006	0,028	0,15	0,002223
<b>Pérdidas totales primarias</b>								<b>0,395446</b>

➤ **PERDIDAS SECUNDARIAS**

**Tabla. 72:** Pérdidas secundarias del tramo 3.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Codos	Reduc	Válvula- UU	Uni	Te	ε	Hrs (m)
Q1	0,00013	0,025	0,00049087	0	0	0	0	0,9	0,9	0,0032
Q2	0,00152	0,05	0,00196349	1,4	0	0	0	2,3	3,7	0,1131
Q3	0,00038	0,05	0,00196349	0,7	0	0	0	2,3	3	0,0057
Q4	0,00025	0,025	0,00049087	0,7	0	0	0	0,9	1,6	0,0211
Q5	0,00019	0,025	0,00049087	0	0	0,65	0	2,3	2,95	0,0225
Q6	0,00019	0,025	0,00049087	0,7	0	0,65	0	0,9	2,25	0,0171
Q7	0,00089	0,05	0,00196349	0	0	0	0	2,3	2,3	0,0241
Q8	0,00013	0,025	0,00049087	0	0	0,65	0	2,3	2,95	0,0105
Q9	0,00076	0,025	0,00049087	0	0	0	0	2,3	2,3	0,2812
Q10	0,00038	0,025	0,00049087	0	0	0	0	0,9	0,9	0,0275
Q11	0,00025	0,025	0,00049087	0	0	0,65	0	0,9	1,55	0,0201
Q12	0,00013	0,025	0,00049087	0	0	0,65	0	2,3	2,95	0,0105
Q13	0,00038	0,025	0,00049087	0	0	0	0	2,3	2,3	0,0703
Q14	0,00013	0,025	0,00049087	0	0	0,65	0	2,3	2,95	0,0105
Q15	0,00025	0,025	0,00049087	0	0	0,65	0	0,9	1,55	0,0205
<b>Pérdidas totales secundarias</b>										<b>0,6589</b>

Pérdida total del tramo 3:  $H_r = 1.0544 \text{ m}$

#### TRAMO 4

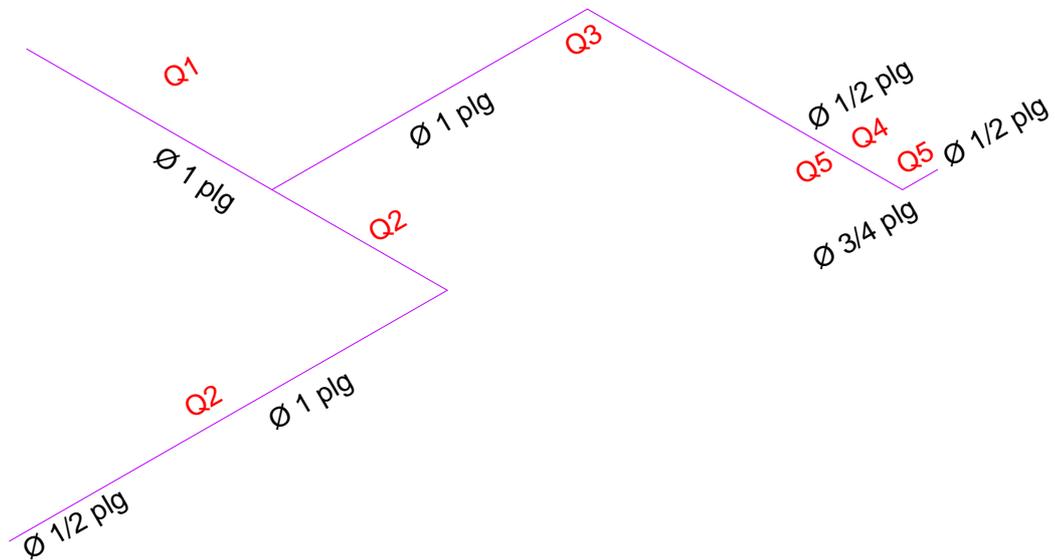


Fig. 33: Piso 5 (hospitalización) tramo 4.

Datos:

Tubería de pvc.

Tubería  $\varnothing = 1 \text{ plg}$        $\varnothing_{int} = 0.032 \text{ m}$

Tubería  $\varnothing = 1/2 \text{ plg}$        $\varnothing_{int} = 0.020 \text{ m}$

$Q_1 = Q_2 + Q_3 = 0.00057 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $Q_9 = 0.00025 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $Q_2 = 0.00019 \text{ m}^3/\text{s}$

$Q_4 = 0.00013 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $Q_2 = Q_4 + Q_5 = 0.00038 \text{ m}^3/\text{s}$

➤ **PERDIDAS PRIMARIAS**

**Tabla. 73: Pérdidas primarias del tramo 4.**

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Re	k/D	λ	L (m)	Hrp (m)
Q1	0,00057	0,032	0,00080425	19721,39	4,688E-05	0,0266	2,8	0,059649
Q2	0,00019	0,032	0,00080425	6573,797	4,688E-05	0,034	6	0,018153
Q2	0,00019	0,02	0,00031416	10518,07	0,000075	0,0264	1	0,024633
Q3	0,00038	0,032	0,00080425	13147,59	4,688E-05	0,027	6,2	0,059585
Q4	0,00013	0,02	0,00031416	7196,577	0,000075	0,0365	0,4	0,006378
Q5	0,00025	0,02	0,00031416	13839,57	0,000075	0,028	1,4	0,063326
<b>Pérdidas totales primarias</b>								<b>0,231724</b>

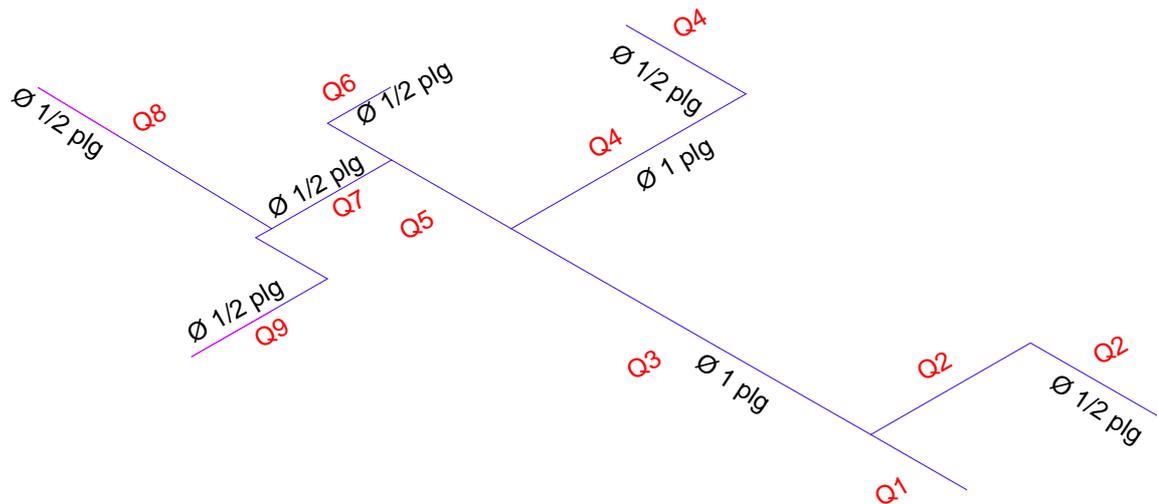
➤ **PERDIDAS SECUNDARIAS**

**Tabla. 77: Pérdidas secundarias del tramo 4.**

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Codos	Reduc	Válvula- UU	Uni	Te	ε	Hrs (m)
Q1	0,00057	0,032	0,00080425	0	0	0	0	2,3	2,3	0,0589
Q2	0,00019	0,032	0,00080425	0,7	0	0	0	0,9	1,6	0,0045
Q2	0,00019	0,02	0,00031416	0	0,37	0,65	0	0	1,02	0,0190
Q3	0,00038	0,032	0,00080425	0,7	0	0	0	2,3	3	0,0341
Q4	0,00013	0,02	0,00031416	0	0,37	0	0	2,3	2,67	0,0233
Q5	0,00025	0,02	0,00031416	0,7	0	0	0	0,9	1,6	0,0516
<b>Pérdidas totales secundarias</b>										<b>0,1917</b>

Pérdida total del tramo 4: Hr= **0.42345 m**

**TRAMO 5**



**Fig. 34:** Piso 5 (hospitalización) tramo 5.

Datos:

Tubería de pvc.

Tubería  $\varnothing = 1 \text{ plg}$        $\varnothing_{int} = 0.032 \text{ m}$

Tubería  $\varnothing = 1/2 \text{ plg}$        $\varnothing_{int} = 0.020 \text{ m}$

$$Q_1 = Q_2 + Q_3 = 0.00101 \text{ m}^3/\text{s}, \quad Q_7 = Q_8 + Q_9 = 0.00038 \text{ m}^3/\text{s}, \quad Q_3 = Q_4 + Q_5 = 0.00057 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_5 = Q_6 + Q_7 = 0.00057 \text{ m}^3/\text{s}, \quad Q_2 = 0.00025 \text{ m}^3/\text{s}, \quad Q_9 = 0.00013 \text{ m}^3/\text{s}, \quad Q_4 = 0.00019 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_6 = 0.00019 \text{ m}^3/\text{s}, \quad Q_8 = 0.00025 \text{ m}^3/\text{s}$$

➤ **PERDIDAS PRIMARIAS**

**Tabla. 78: Pérdidas primarias del tramo 5.**

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Re	k/D	λ	L (m)	Hrp (m)
Q1	0,00101	0,02	0,00031416	55911,87	0,000075	0,0207	1,2	0,6549
Q2	0,00025	0,032	0,00080425	8649,732	4,688E-05	0,033	3,7	0,0188
Q3	0,00076	0,032	0,00080425	26295,19	4,688E-05	0,0276	4,5	0,1768
Q4	0,00019	0,032	0,00080425	6573,797	4,688E-05	0,0216	0,034	6,54E-05
Q4	0,00019	0,02	0,00031416	10518,07	0,000075	0,0264	1,5	0,03695
Q5	0,00057	0,02	0,00031416	31554,22	0,000075	0,0258	1,5	0,324994
Q6	0,00019	0,02	0,00031416	10518,07	0,000075	0,0264	1,59	0,039167
Q7	0,00038	0,02	0,00031416	21036,15	0,000075	0,026	1,5	0,145562
Q8	0,00025	0,032	0,00080425	8649,732	4,688E-05	0,033	2,96	0,015049
Q9	0,00013	0,032	0,00080425	4497,861	4,688E-05	0,0264	1,8	0,00198
Q9	0,00013	0,02	0,00031416	7196,577	0,000075	0,0365	1	0,015944
<b>Pérdidas totales primarias</b>								<b>1,430307</b>

➤ **PERDIDAS SECUNDARIAS**

**Tabla. 79: Pérdidas secundarias del tramo 5.**

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Codos	Reduc	Válvula- UU	Uní	Te	ε	Hrs (m)
Q1	0,00101	0,02	0,00031416	0	0	0	0	2,3	2,3	1,2128
Q2	0,00025	0,032	0,00080425	0,7	0	0,65	0	2,3	3,65	0,0179
Q3	0,00076	0,032	0,00080425	0	0	0	0	0,9	0,9	0,0410
Q4	0,00019	0,032	0,00080425	0,7	0	0	0	2,3	3	0,0085
Q4	0,00019	0,02	0,00031416	0	0,37	0,65	0	0	1,02	0,0190
Q5	0,00057	0,02	0,00031416	0	0	0	0	0,9	0,9	0,1511
Q6	0,00019	0,02	0,00031416	0,7	0	0,65	0	0,9	2,25	0,0419
Q7	0,00038	0,02	0,00031416	0	0	0	0	2,3	2,3	0,1716
Q8	0,00025	0,032	0,00080425	0	0,37	0,65	0	2,3	3,32	0,0163
Q9	0,00013	0,032	0,00080425	0	0	0	0	0,9	0,9	0,0011
Q9	0,00013	0,02	0,00031416	0	0,37	0,65	0	0	1,02	0,0089
<b>Pérdidas totales secundarias</b>										<b>1,69076</b>

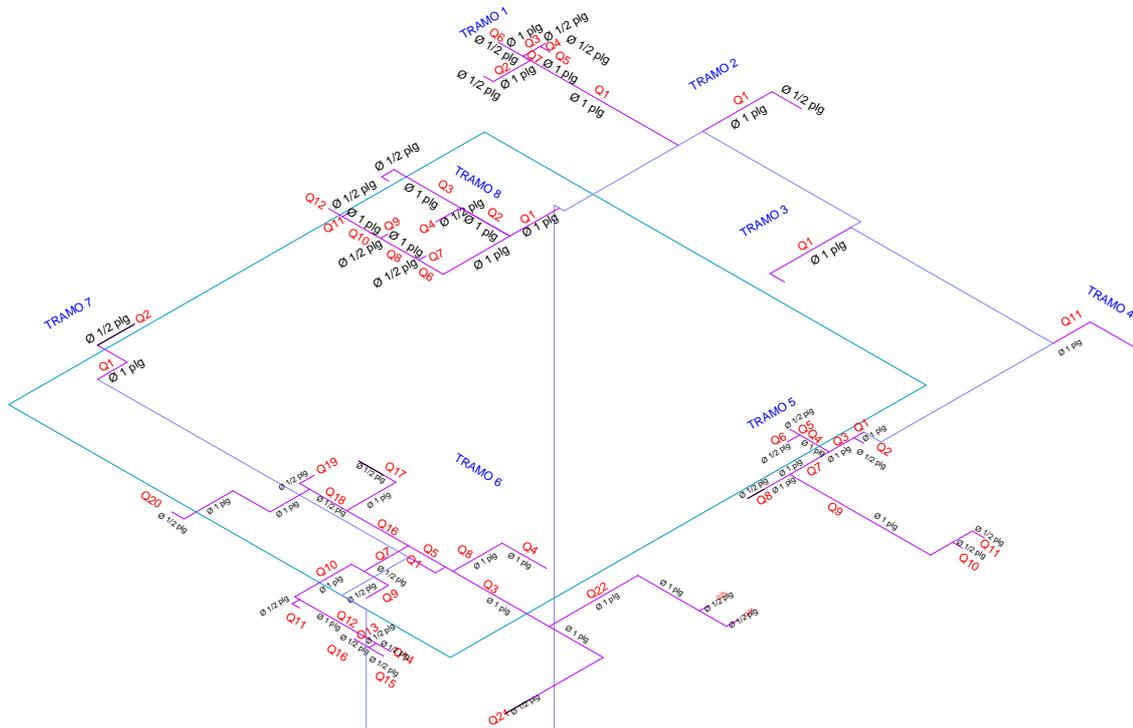
Pérdida total del tramo 5: Hr= **3.12107**

**PERDIDAS TOTALES DE LOS TRAMOS DEL PISO 5**

**Tabla. 80:** Pérdidas totales del piso 5.

TRAMO	Hr
1	0,10089
2	0,3946
3	1,0544
4	0,42345
5	3,12107
<b>Hr totales de los tramos del piso 5</b>	<b>5,0944</b>

**PISO 6 (Hospitalización)**



**Fig. 35:** Piso 6 (hospitalización).

## TRAMO 1

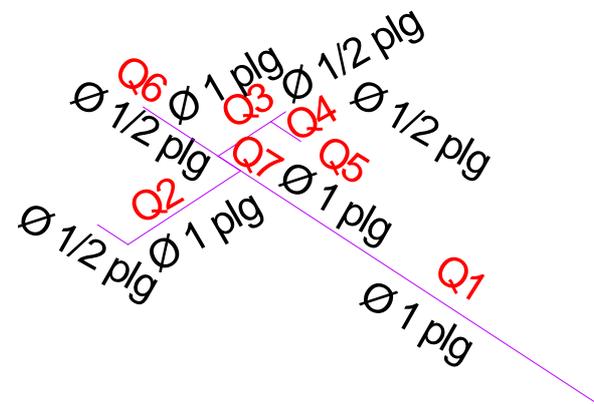


Fig. 36: Piso 6 (hospitalización) tramo 1.

Datos:

Tubería de pvc.

Tubería  $\varnothing = 1 \text{ plg}$        $\varnothing_{int} = 0.032 \text{ m}$

Tubería  $\varnothing = 1/2 \text{ plg}$        $\varnothing_{int} = 0.020 \text{ m}$

$Q_1 = Q_2 + Q_3 = 0.00073 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $Q_7 = Q_6 + Q_3 = 0.0003 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $Q_3 = Q_4 + Q_5 = 0.00038$

$\text{m}^3/\text{s}$

### ➤ PERDIDAS PRIMARIAS

Tabla. 81: Pérdidas primarias del tramo 1.

#Q	Q ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	D (m)	A ( $\text{m}^2$ )	Rey	k/D	$\lambda$	L (m)	Hrp (m)
Q2	0,00013	0,032	0,00080425	4497,84	0,000075	0,03425	1,7	0,0024
Q2	0,00013	0,02	0,00031416	7196,55	0,000046875	0,033	0,2	0,0028
Q4	0,00013	0,032	0,00080425	4497,84	0,000046875	0,035	0,1	0,0001
Q4	0,00013	0,02	0,00031416	7196,55	0,000075	0,033	0,1	0,0014
Q5	0,00025	0,02	0,00031416	13839,52	0,000075	0,0275	0,2	0,0088
Q5	0,00025	0,032	0,00080425	8649,70	0,000046875	0,0325	0,2	0,001
Q3	0,00038	0,032	0,00080425	13147,55	0,000046875	0,027	0,7	0,0067
Q6	0,00022	0,02	0,00031416	12178,78	0,000075	0,0275	0,5	0,017
Q6	0,00022	0,032	0,00080425	7611,740	0,000046875	0,033	0,5	0,0019
Q7	0,0006	0,032	0,00080425	20759,29	0,000046875	0,0265	0,3	0,0070
Q1	0,00073	0,032	0,00080425	25257,13	0,000046875	0,024	6	0,1891
<b>Pérdidas torales primarias</b>								0,2388

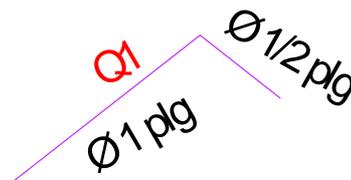
➤ **PERDIDAS SECUNDARIAS**

**Tabla. 82:** Pérdidas secundarias del tramo 1.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Codos	Reduc	Válvula y UU	Uni	T	ε	Hrs
Q2	0,00013	0,032	0,0008042	0,7	0,37	0	0	2,3	3,37	0,00449
Q2	0,00013	0,02	0,0003141	0	0	0,65	0	0	0,65	0,00567
Q4	0,00013	0,032	0,0008042	0	0,37	0	0	0,9	1,27	0,00169
Q4	0,00013	0,02	0,0003141	0	0	0,65	0	0	0,65	0,00567
Q5	0,00025	0,02	0,0003141	0	0	0,65	0	0	0,65	0,02100
Q5	0,00025	0,032	0,0008042	0	0,37	0	0	2,3	2,67	0,01316
Q3	0,00038	0,032	0,0008042	0	0	0	0	2,3	2,3	0,02619
Q6	0,00022	0,02	0,0003141	0	0	0,65	0	0	0,65	0,01626
Q6	0,00022	0,032	0,0008042	0	0,37	0	0	0,9	1,27	0,00484
Q7	0,0006	0,032	0,0008042	0	0	0	0	0,9	0,9	0,02555
Q1	0,00073	0,032	0,0008042	0	0	0	0	2,3	2,3	0,09667
<b>Pérdidas totales secundarias</b>										0,221251

Pérdida total del tramo 1: Hr= **0.46014 m**

**TRAMO 2**



**Fig. 37:** Piso 6 (hospitalización) tramo 2.

Datos:

Tubería de pvc.

Tubería  $\varnothing = 1 \text{ plg}$        $\varnothing_{int} = 0.032 \text{ m}$

Tubería  $\varnothing = 1/2 \text{ plg}$        $\varnothing_{int} = 0.020 \text{ m}$

➤ **PERDIDAS PRIMARIAS**

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Rey	k/D	$\lambda$	L (m)	Hrp (m)
Q1	0,00013	0,032	0,00080425	4497,84657	0,000075	0,03425	3	0,00428036
Q1	0,00013	0,02	0,00031416	7196,55451	0,000468	0,033	1	0,01441494
<b>Pérdidas totales primarias</b>								0,0186953

**Tabla. 83:** Pérdidas primarias del tramo 2.

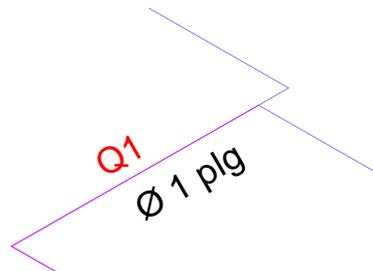
➤ **PERDIDAS SECUNDARIAS**

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Codos	Reduc	Válvula y UU	Uni	T	$\epsilon$	Hrs
Q1	0,00013	0,032	0,00080425	0,7	0,37	0	0	0,9	1,97	0,00262
Q1	0,00013	0,02	0,00031416	0	0	0,65	0	0	0,65	0,00567
<b>Pérdidas totales secundarias</b>										0,00830

**Tabla. 84:** Pérdidas secundarias del tramo 2

Pérdida total del tramo 2: Hr= **0.027 m**

**TRAMO 3**



**Fig. 38:** Piso 6 (hospitalización) tramo 3.

Datos

Tubería de pvc.

Tubería  $\text{Ø} = 1 \text{ plg}$        $\text{Ø}_{inc} = 0.032 \text{ m}$

Tubería  $\text{Ø} = 1/2 \text{ plg}$        $\text{Ø}_{inc} = 0.020 \text{ m}$

➤ **PERDIDAS PRIMARIAS**

**Tabla. 85:** Pérdidas secundarias del tramo 3.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Rey	k/D	$\lambda$	L (m)	Hrp (m)
Q1	0,00013	0,032	0,0008042	4497,8465	0,000468	0,03425	3,4816	0,0049
Q1	0,00013	0,02	0,0003141	7196,5545	0,000075	0,033	0,4	0,0057
<b>Pérdidas torales primarias</b>								0,0107

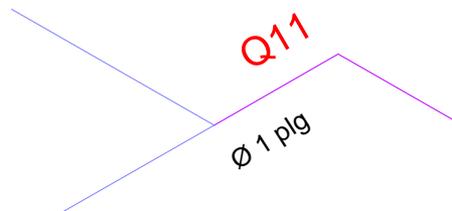
➤ **PERDIDAS SECUNDARIAS**

**Tabla. 86:** Pérdidas secundarias del tramo 3.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Codos	Reduc	Válvula y UU	Uni	T	$\epsilon$	Hrs
Q1	0,00013	0,032	0,00080425	0,7	0,37	0	0	0,9	1,97	0,00262
Q1	0,00013	0,02	0,00031416	0	0	0,65	0	0	0,65	0,00567
<b>Pérdidas totales secundarias</b>										0,00830

Pérdida total del tramo 3: Hr= **0.019033 m**

**TRAMO 4**



**Fig. 39:** Piso 6 (hospitalización) tramo 4.

Datos

Tubería de pvc.

Tubería  $\phi = 1 \text{ plg}$        $\phi_{int} = 0.032 \text{ m}$

Tubería  $\phi = 1/2 \text{ plg}$        $\phi_{int} = 0.020 \text{ m}$

➤ **PERDIDAS PRIMARIAS**

**Tabla. 87:** Pérdidas primarias del tramo 4.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Rey	k/D	λ	L (m)	Hrp (m)
Q1	0,00013	0,032	0,00080425	4497,84657	0,000468	0,03425	2,3749	0,00338
Q1	0,00013	0,02	0,00031416	7196,55451	0,000075	0,033	1	0,01441
<b>Pérdidas torales primarias</b>								<b>0,01780</b>

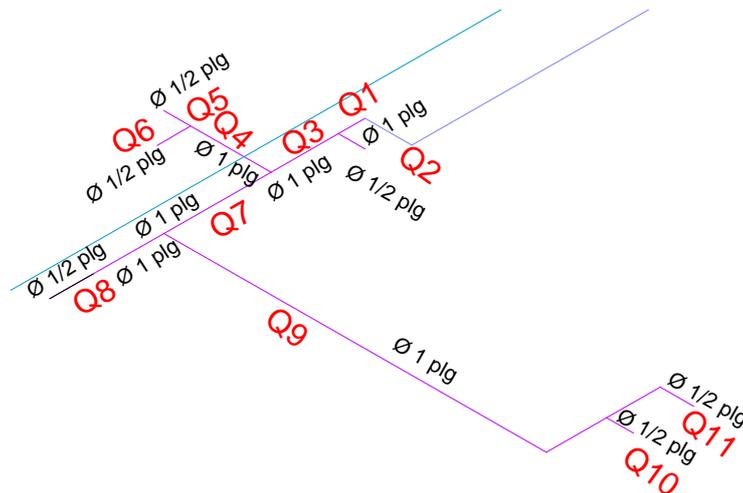
➤ **PERDIDAS SECUNDARIAS**

**Tabla. 89:** Pérdidas secundarias del tramo 4.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Codos	Reduc	Válvula y UU	Uni	T	ε	Hrs
Q1	0,00013	0,032	0,00080425	0,7	0,37	0	0	2,3	3,37	0,0044
Q1	0,00013	0,02	0,00031416	0	0	0,65	0	0	0,65	0,0056
<b>Pérdidas totales secundarias</b>										<b>0,0101</b>

Pérdida total del tramo 4: Hr= **0.0279744 m**

**TRAMO 5**



**Fig. 40:** Piso 6 (hospitalización) tramo 5.

Datos:

Tubería de pvc.

Tubería  $\varnothing = 1 \text{ plg}$        $\varnothing_{inc} = 0.032 \text{ m}$

Tubería  $\varnothing = 1/2 \text{ plg}$        $\varnothing_{inc} = 0.020 \text{ m}$

$$Q_1 = Q_2 + Q_3 = 0.03289 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_3 = Q_4 + Q_7 = 0.00089 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_4 = Q_6 + Q_5 = 0.00038 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_7 = Q_8 + Q_9 = 0.00051 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_9 = Q_{10} + Q_{11} = 0.00073 \text{ m}^3/\text{s}$$

### ➤ PERDIDAS PRIMARIAS

**Tabla. 90:** Pérdidas primarias del tramo 5.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Rey	k/D	$\lambda$	L (m)	Hrp (m)
<b>Q2</b>	0,00013	0,032	0,000804	4498	4,7E-05	0,039	0,2	0,0003
<b>Q2</b>	0,00013	0,02	0,000314	7197	7,5E-05	0,0335	0,2	0,0029
<b>Q5</b>	0,00013	0,02	0,000314	7197	7,5E-05	0,0335	0,2	0,0029
<b>Q5</b>	0,00013	0,032	0,000804	4498	4,7E-05	0,039	0,2	0,0003
<b>Q6</b>	0,00025	0,032	0,000804	8650	4,7E-05	0,034	0,3	0,0016
<b>Q6</b>	0,00025	0,02	0,000314	13840	7,5E-05	0,0275	0,2	0,0089
<b>Q4</b>	0,00038	0,032	0,000804	13148	4,7E-05	0,027	1,2	0,0115
<b>Q8</b>	0,00013	0,032	0,000804	4498	4,7E-05	0,039	1	0,0016
<b>Q8</b>	0,00013	0,02	0,000314	7197	7,5E-05	0,0335	0,7	0,0102
<b>Q11</b>	0,00013	0,02	0,000314	7197	7,5E-05	0,0335	0,3	0,0044
<b>Q11</b>	0,00013	0,032	0,000804	4498	4,7E-05	0,0335	1	0,0014
<b>Q10</b>	0,00025	0,032	0,000804	8650	4,7E-05	0,034	0,2	0,001
<b>Q10</b>	0,00025	0,02	0,000314	13840	7,5E-05	0,0275	0,2	0,0089
<b>Q9</b>	0,00038	0,032	0,000804	13148	4,7E-05	0,027	6,6	0,0634
<b>Q7</b>	0,00051	0,032	0,000804	17645	4,7E-05	0,027	1,6	0,0277
<b>Q3</b>	0,00089	0,032	0,000804	30793	4,7E-05	0,027	1	0,0527
<b>Q1</b>	0,00102	0,032	0,000804	35291	4,7E-05	0,026	0,4	0,0267
<b>Pérdidas totales primarias</b>								<b>0,2266</b>

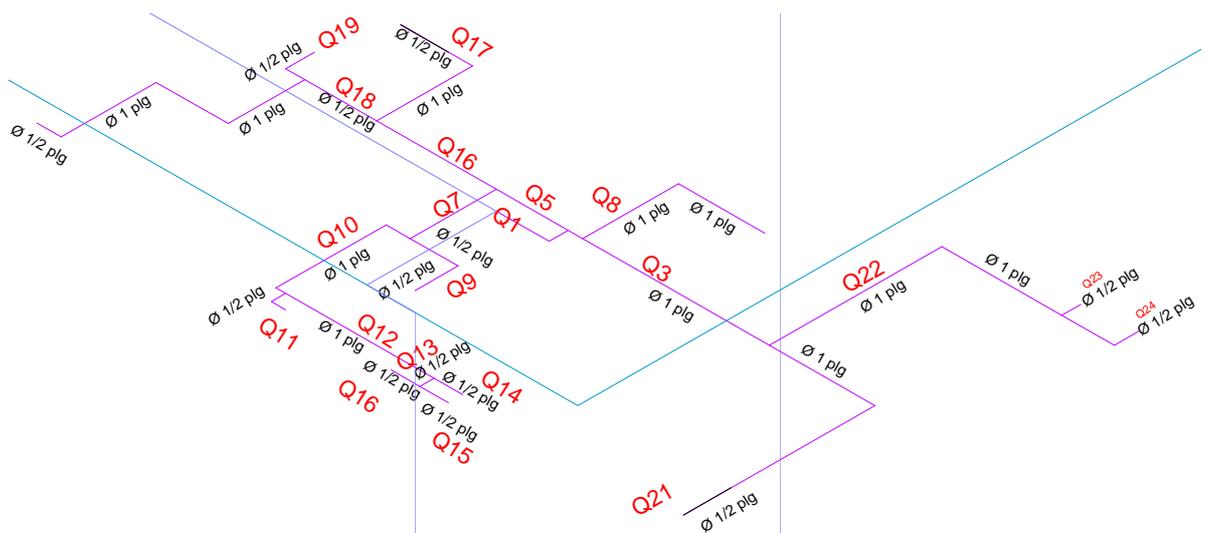
➤ **PERDIDAS SECUNDARIAS**

**Tabla. 91:** Pérdidas secundarias del tramo 5.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Codos	Reduc	Válvula y UU	Uni	T	ε	Hrs
Q2	0,00013	0,032	0,00080425	0,7	0,37	0	0	2,3	3,37	0,0044
Q2	0,00013	0,02	0,00031416	0	0	0,65	0	0	0,65	0,0056
Q5	0,00013	0,02	0,00031416	0	0	0,65	0	0	0,65	0,0056
Q5	0,00013	0,032	0,00080425	0	0,37	0	0	0,9	1,27	0,0016
Q6	0,00025	0,02	0,00031416	0	0	0,65	0	0	0,65	0,0210
Q6	0,00025	0,032	0,00080425	0	0,37	0	0	2,3	2,67	0,0131
Q4	0,00038	0,032	0,00080425	0	0	0	0	2,3	2,3	0,0261
Q8	0,00013	0,032	0,00080425	0	0,37	0	0	0,9	1,27	0,0016
Q8	0,00013	0,02	0,00031416	0	0	0,65	0	0	0,65	0,0056
Q11	0,00013	0,02	0,00031416	0	0	0,65	0	0	0,65	0,0056
Q11	0,00013	0,032	0,00080425	0	0,37	0	0	0,9	1,27	0,0016
Q10	0,00025	0,032	0,00080425	0	0,37	0	0	0	0,37	0,0018
Q10	0,00025	0,02	0,00031416	0		0,65	0	0	0,65	0,0210
Q9	0,00038	0,032	0,00080425	0	0	0	0	2,3	2,3	0,0261
Q7	0,00051	0,032	0,00080425	0	0,37	0	0	0	0,37	0,0075
Q3	0,00089	0,032	0,00080425	0	0,3	0	0	0	0,3	0,0187
Q1	0,00102	0,032	0,00080425	0	0,37	0	0	2,3	2,67	0,2191
<b>Pérdidas totales secundarias</b>										0,3871

Pérdida total del tramo 5: Hr= **0,6137135**

**TRAMO 6**



**Fig. 41:** Piso 6 (hospitalización) tramo 6.

Datos:

Tubería de pvc.

Tubería  $\varnothing = 1 \text{ plg}$        $\varnothing_{\text{int}} = 0.032 \text{ m}$

Tubería  $\varnothing = 1/2 \text{ plg}$        $\varnothing_{\text{int}} = 0.020 \text{ m}$

$$Q_1 = Q_8 + Q_5 = 0.0021 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_8 = Q_4 + Q_3 = 0.00064 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_3 = Q_{22} + Q_{21} = 0.00051 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{22} = Q_{23} + Q_{24} = 0.00038 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_5 = Q_7 + Q_{16} = 0.00146 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{16} = Q_{18} + Q_{17} = 0.0006 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{18} = Q_{19} + Q_{20} = 0.00038 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_7 = Q_9 + Q_{10} = 0.00086 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{10} = Q_{11} + Q_{12} = 0.00073 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{12} = Q_{13} + Q_{14} = 0.006 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{13} = Q_{16} + Q_{15} = 0.00047 \text{ m}^3/\text{s}$$

➤ **PERDIDAS PRIMARIAS****Tabla. 92:** Pérdidas primarias del tramo 6.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Rey	k/D	$\lambda$	L (m)	Hrp (m)
Q24	0,00013	0,02	0,000314	7,20E+03	0,00007500	0,029	0,5	0,0063
Q24	0,00013	0,032	0,000804	4,50E+03	0,00004688	0,039	1,1	0,0017
Q23	0,00025	0,02	0,000314	1,38E+04	0,00007500	0,029	0,5	0,0234
Q22	0,00038	0,032	0,000804	1,31E+04	0,00004688	0,034	6,1	0,0733
Q21	0,00013	0,032	0,000804	4,50E+03	0,00004688	0,034	6,2	0,0087
Q21	0,00013	0,02	0,000314	7,20E+03	0,00007500	0,029	1	0,0126
Q3	0,00051	0,032	0,000804	1,76E+04	0,00004688	0,034	3,9	0,0850
Q15	0,00022	0,02	0,000314	1,22E+04	0,00007500	0,0315	0,6	0,0236
Q16	0,00025	0,02	0,000314	1,38E+04	0,00007500	0,0315	0,6	0,0305
Q13	0,00047	0,02	0,000314	2,60E+04	0,00007500	0,026	0,3	0,0445
Q14	0,00013	0,02	0,000314	7,20E+03	0,00007500	0,0339	0,6	0,0088
Q12	0,0006	0,032	0,000804	2,08E+04	0,00004688	0,026	3,1	0,0715
Q11	0,00013	0,02	0,000314	7,20E+03	0,00007500	0,0339	0,6	0,0088
Q10	0,00073	0,32	0,080424	2,53E+03	0,00000469	0,026	2,8	9,5629
Q9	0,00013	0,02	0,000314	7,20E+03	0,00007500	0,0339	1,9	0,0281
Q7	0,00086	0,032	0,000804	2,98E+04	0,00004688	0,026	1,8	0,0853
Q4	0,00013	0,032	0,000804	4,50E+03	0,00004688	0,026	3,8	0,0041
Q8	0,00064	0,032	0,000804	2,21E+04	0,00004688	0,026	0,3	0,0078
Q20	0,00013	0,02	0,000314	7,20E+03	0,00007500	0,029	0,5	0,0063
Q20	0,00013	0,032	0,000804	4,50E+03	0,00004688	0,039	5,0881	0,0082
Q19	0,00025	0,02	0,000314	1,38E+04	0,00007500	0,029	1	0,046
Q18	0,00038	0,032	0,000804	1,31E+04	0,00004688	0,034	1,5	0,0181
Q17	0,00022	0,032	0,000804	7,61E+03	0,00004688	0,033	3	0,0118
Q17	0,00022	0,02	0,000314	1,22E+04	0,00007500	0,029	0,5	0,0181
Q16	0,0006	0,032	0,000804	2,08E+04	0,00004688	0,026	3,9	0,0899
Q5	0,00146	0,032	0,000804	5,05E+04	0,00004688	0,021	1,5	0,1655
Q1	0,0021	0,032	0,000804	7,27E+04	0,00004688	0,021	1,1	0,2511
<b>Pérdidas totales primarias</b>								<b>1,1414</b>

➤ **PERDIDAS SECUNDARIAS**

**Tabla. 93:** Pérdidas secundarias del tramo 6.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Codos	Reduc	Válvula y UU	Uni	T	ε	Hrs
Q24	0,00013	0,02	0,000314	0,7	0,37	0,65	0	0,9	2,62	0,0228
Q23	0,00025	0,02	0,000314	0	0,37	0,65	0	2,3	3,32	0,1075
Q22	0,00038	0,032	0,000804	0,7		0	0	2,3	3	0,0341
Q21	0,00013	0,032	0,000804	0,7	0,37	0	0	0,9	1,97	0,0026
Q21	0,00013	0,02	0,000314	0	0	0,65	0	0	0,65	0,0056
Q3	0,00051	0,032	0,000804	0	0	0	0	3,2	3,2	0,0656
Q15	0,00022	0,02	0,000314	0	0	0,65	0	2,3	2,95	0,0738
Q16	0,00025	0,02	0,000314	0	0	0,65	0	2,3	2,95	0,0953
Q13	0,00047	0,02	0,000314	0	0,37	0	0	2,3	2,67	0,3048
Q14	0,00013	0,02	0,000314	0	0,37	0	0	0,9	1,27	0,0110
Q12	0,0006	0,032	0,000804	0	0	0	0	0,9	0,9	0,0255
Q11	0,00013	0,02	0,000314	0,7	0,37	0	0	3,2	4,27	0,0373
Q10	0,00073	0,32	0,080424	1,4	0	0	0	2,3	3,7	0,5479
Q9	0,00013	0,02	0,000314	0,7	0,37	0,65	0	2,3	4,02	0,0351
Q7	0,00086	0,032	0,000804	0	0	0	0	2,3	2,3	0,1341
Q4	0,00013	0,032	0,000804	0,7	0	0,65	0	2,3	3,65	0,0048
Q8	0,00064	0,032	0,000804	0	0	0	0	2,3	2,3	0,0743
Q20	0,00013	0,02	0,000314	0	0,37	0,65	0	0	1,02	0,0089
Q20	0,00013	0,032	0,000804	2,1	0	0	0	2,3	4,4	0,0058
Q19	0,00025	0,02	0,000314	0,7	0,37	0,65	0	0,9	2,62	0,0846
Q18	0,00038	0,032	0,000804	0	0	0	0	4,6	4,6	0,0523
Q17	0,00022	0,032	0,000804	0,7	0	0	0	2,3	3	0,0114
Q17	0,00022	0,02	0,000314	0	0,37	0,65	0	0	1,02	0,0255
Q16	0,0006	0,032	0,000804	0	0	0	0	2,3	2,3	0,0653
Q5	0,00146	0,032	0,000804	0	0	0	0	2,3	2,3	0,3867
Q1	0,0021	0,032	0,000804	0	0	0	0,08		0,08	0,0278
<b>Pérdidas totales secundarias</b>										0,9171

Pérdida total del tramo 6: Hr= **2,05857 m**

## TRAMO 7

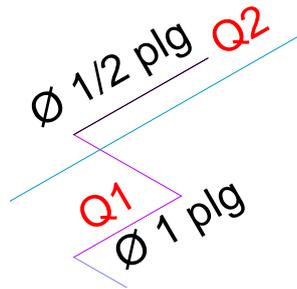


Fig. 42: Piso 6 (hospitalización) tramo 7.

Datos

Tubería de pvc.

Tubería  $\varnothing = 1 \text{ plg}$   $\varnothing_{inc} = 0.032 \text{ m}$

Tubería  $\varnothing = 1/2 \text{ plg}$   $\varnothing_{inc} = 0.020 \text{ m}$

➤ PERDIDAS PRIMARIAS

Tabla. 94: Pérdidas primarias del tramo 7.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Rey	k/D	$\Lambda$	L (m)	Hrp (m)
Q1	0,00013	0,02	0,00031416	7,20E+03	0,000075	0,029	1,5	0,01900
Q1	0,00013	0,032	0,00080425	4,50E+03	0,000046	0,039	2,4	0,00389
<b>Pérdidas totales primarias</b>								0,02290

➤ PERDIDAS SECUNDARIAS

Tabla. 95: Pérdidas secundarias del tramo 7.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Codos	Reduc	Válvula y UU	Uni	T	$\epsilon$	Hrs
Q1	0,00013	0,02	0,0003141	0	0,37	0,65	0	0	1,02	0,0089
Q1	0,00013	0,032	0,0008042	2,1	0	0	0	0	2,1	0,0027
<b>Pérdidas totales secundarias</b>										0,0117

Pérdida total del tramo 7: Hr= **0.03461117m**

## TRAMO 8

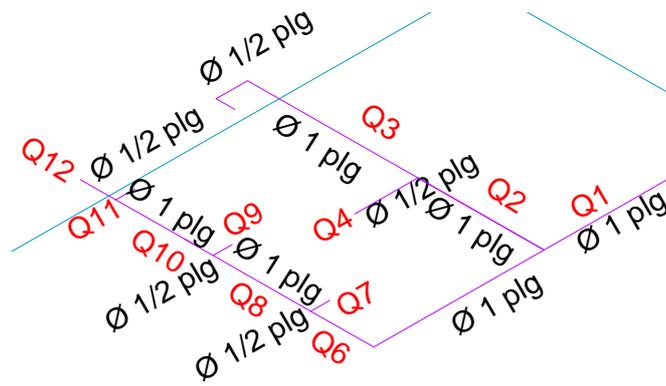


Fig. 42: Piso 6 (hospitalización) tramo 8.

Datos:

Tubería de pvc.

Tubería  $\varnothing = 1 \text{ plg}$        $\varnothing_{int} = 0.032 \text{ m}$

Tubería  $\varnothing = 1/2 \text{ plg}$        $\varnothing_{int} = 0.020 \text{ m}$

$$Q_1 = Q_2 + Q_6 = 0.0021 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_6 = Q_7 + Q_8 = 0.00064 \text{ m}^3/\text{s},$$

$$Q_8 = Q_9 + Q_{10} = 0.00051 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{10} = Q_{11} + Q_{12} = 0.00038 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_2 = Q_3 + Q_4 = 0.00021 \text{ m}^3/\text{s}$$

➤ **PERDIDAS PRIMARIAS**

**Tabla. 96:** Pérdidas primarias del tramo 8.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Rey	k/D	Λ	L (m)	Hrp (m)
Q12	0,00022	0,02	0,000314	1,22E+04	0,000075	0,029	0,5561	0,0201
Q11	0,00025	0,02	0,000314	1,38E+04	0,000075	0,028	0,3	0,0135
Q10	0,00047	0,032	0,000804	1,63E+04	0,000046	0,0275	1,5459	0,0231
Q9	0,00013	0,02	0,000314	7,20E+03	0,000075	0,038	0,3	0,0049
Q8	0,0006	0,032	0,000804	2,08E+04	0,000046	0,026	1,5459	0,0356
Q7	0,00025	0,02	0,000314	1,38E+04	0,000075	0,028	0,3	0,0135
Q6	0,00085	0,032	0,000804	2,94E+04	0,000046	0,0235	3,7	0,1548
Q3	0,00013	0,032	0,000804	4,50E+03	0,000046	0,039	3,2	0,0051
Q3	0,00013	0,02	0,000314	7,20E+03	0,000075	0,038	0,3	0,0049
Q4	0,00025	0,02	0,000314	1,38E+04	0,000075	0,028	1	0,0452
Q2	0,00038	0,032	0,000804	1,31E+04	0,000046	0,0285	2	0,0202
Q1	0,00123	0,032	0,000804	4,26E+04	0,000046	0,04	2	0,2983
<b>Pérdidas totales primarias</b>								<b>0,6400</b>

➤ **PERDIDAS SECUNDARIAS**

**Tabla. 97:** Pérdidas secundarias del tramo 8.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Codos	Reduc	Válvula y UU	Uni	T	ε	Hrs
Q12	0,00022	0,02	0,00031	0	0,37	0,65	0	0	1,02	0,0255
Q11	0,00025	0,02	0,00031	0	0,37	0,65	0	2,3	3,32	0,1072
Q10	0,00047	0,032	0,00080	0	0	0	0	0,9	0,9	0,0156
Q9	0,00013	0,02	0,00031	0	0,37	0,65	0	2,3	3,32	0,0290
Q8	0,0006	0,032	0,00080	0	0	0	0	0,9	0,9	0,0255
Q7	0,00025	0,02	0,00031	0	0,37	0,65	0	2,3	3,32	0,1072
Q6	0,00085	0,032	0,00080	0,7	0	0	0	0,9	1,6	0,0911
Q3	0,00013	0,032	0,00080	0,7	0	0	0	0,9	1,6	0,0021
Q3	0,00013	0,02	0,00031	0	0,37	0,65	0	0	1,02	0,0089
Q4	0,00025	0,02	0,00031	0	0,37	0,65	0	2,3	3,32	0,1072
Q2	0,00038	0,032	0,00080	0	0	0	0	2,3	2,3	0,0261
Q1	0,00123	0,032	0,00080	0	0	0	0	2,3	2,3	0,2744
<b>Pérdidas totales secundarias</b>										<b>0,8204</b>

Pérdida total del tramo 8: Hr= **1.46046 m**

## PERDIDAS DE TODOS LOS TRAMOS DEL PISO 6

**Tabla. 98:** Pérdidas totales del piso 6.

TRAMO	Hr
1	0,4601421
2	0,027
3	0,0190382
4	0,0279744
5	0,6137135
6	2,0585682
7	0,0346112
8	1,46
<b>Hrs totales de los tramos del piso 6</b>	<b>4,7009</b>

➤ **Pérdidas totales en la descarga<sup>5</sup>**

$$H_{rtotal} = H_r (\text{ramales}) + H_r (\text{tub. Princ.}) = 24,796 + 3,5971828 = 28,39318 \text{ m}$$

$$H_d = h_{ed} + h_{vd} + H_{rd} \pm h_{pmd}$$

$$h_{ed} = 41.75 \text{ m}$$

(Rugosidad de Conducto) **A nexo IX**

❖ Diámetro Nominal 6 (Diámetro Interior = 0.1554m):

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{0.039136 \frac{m^3}{s}}{\frac{\pi * (0,1554m)^2}{4}} = 2.0634 \frac{m}{s}$$

$$h_{vd} = \frac{v^2}{2g} = \frac{(2.0634 \frac{m}{s})^2}{19.6 \frac{m}{s^2}} = 0.217 \text{ m}$$

$$H_r = \frac{v^2}{2g} \left( \lambda \frac{L}{D} + \sum k_m \right)$$

<sup>5</sup> C. Mataix. Mecánica de Fluidos y Máquinas Hidráulicas, Editorial Mexicana, México, Septiembre 2001, pp 68-125

$$\text{Re} = \frac{v * D}{\nu} = \frac{2.0634 \frac{m}{s} * 0.1554m}{1.15 \times 10^{-6} \frac{m^2}{s}} = 2.788 * 10^5 \text{ Re ynols}$$

$$\lambda = \frac{0.25}{\left[ \log \left( \left( \frac{K}{3.7D} \right) + \left( \frac{5.74}{\text{Re}^{0.9}} \right) \right) \right]^2} = \frac{0.25}{\left[ \log \left( \left( \frac{0.15mm}{3.7(155.4mm)} \right) + \left( \frac{5.74}{278828.139^{0.9}} \right) \right) \right]^2} = 0.0206m$$

(Pérdidas en Accesorios) **Anexo IX**

<b>Accesorio:</b>	<b>k:</b>
Val. Compuerta	0.3
Val. Check	2
Brida	1

$$\sum k_m = 3.3$$

$$H_r = \frac{\left( 2.2034 \frac{m}{s} \right)^2}{19.6 \frac{m}{s^2}} \left( 0.0206 \frac{12.5m}{0.1554m} + 3.3 \right) = 0.515m$$

$$h_d = 41.75 \text{ m} + 0.2107 \text{ m} + (1.077 + 28.39318m) = 71.4m$$

❖ Diámetro Nominal 5 in (Diámetro Interior = 0.130 m):

$$V_d = \frac{Q}{A} = \frac{0.039136 \frac{m^3}{s}}{\frac{\pi * (0.130m)^2}{4}} = 2.948 \frac{m}{s}$$

$$h_{vs} = \frac{v^2}{2g} = \frac{\left( 2.948 \frac{m}{s} \right)^2}{19.6 \frac{m}{s^2}} = 0.4435 \text{ m}$$

$$H_r = \frac{v^2}{2g} \left( \lambda \frac{L}{D} + \sum k_m \right)$$

$$\text{Re} = \frac{v * D}{\nu} = \frac{2.948 \frac{m}{s} * 0.130m}{1.15 \times 10^{-6} \frac{m^2}{s}} = 5.014 * 10^4 \text{ Re ynols}$$

$$\lambda = \frac{0.25}{\left[ \log \left( \left( \frac{K}{3.7D} \right) + \left( \frac{5.74}{\text{Re}^{0.9}} \right) \right) \right]^2} = \frac{0.25}{\left[ \log \left( \left( \frac{0.15mm}{3.7(130mm)} \right) + \left( \frac{5.74}{501140.55^{0.9}} \right) \right) \right]^2} = 0.021$$

<b>Accesorio:</b>	<b>k:</b>
Val. Compuerta	0.2
Val. Check	2
Brida	1

$$\sum k_m = 3.2$$

$$H_r = \frac{\left( 2.948 \frac{m}{s} \right)^2}{19.6 \frac{m}{s^2}} \left( 0.021 \frac{12.5m}{0.130m} + 3.2 \right) = 0.785m$$

$$h_d = 41.75 \text{ m} + 0.4435\text{m} + (2,315+28.39318\text{m}) = 72.9\text{m}$$

❖ Diámetro Nominal 4 in (Diámetro Interior = 0.1053 m):

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{0.039136 \frac{m^3}{s}}{\frac{\pi * (0.1053m)^2}{4}} = 4.49 \frac{m}{s}$$

$$h_{vd} = \frac{v^2}{2g} = \frac{\left( 4.49 \frac{m}{s} \right)^2}{19.6 \frac{m}{s^2}} = 1.03m$$

$$H_r = \frac{v^2}{2g} \left( \lambda \frac{L}{D} + \sum k_m \right)$$

$$\text{Re} = \frac{v * D}{\nu} = \frac{4.49 \frac{m}{s} * 0.1053m}{1.15 \times 10^{-6} \frac{m^2}{s}} = 4.02 * 10^6 \text{ Re ynols}$$

$$\lambda = \frac{0.25}{\left[ \log \left( \left( \frac{K}{3.7D} \right) + \left( \frac{5.74}{\text{Re}^{0.9}} \right) \right) \right]^2} = \frac{0.25}{\left[ \log \left( \left( \frac{0.15mm}{3.7(105.3mm)} \right) + \left( \frac{5.74}{4023018,71^{0.9}} \right) \right) \right]^2} = 0.0215$$

<b>Accesorio:</b>	<b>k:</b>
Val. Compuerta	0.15
Val. Check	2
Brida	1

$$\sum k_m = 3.15$$

$$H_r = \frac{\left( 4.49 \frac{m}{s} \right)^2}{19.6 \frac{m}{s^2}} \left( 0.0215 \frac{12.5m}{0.1053m} + 3.2 \right) = 5.9m$$

$$h_d = 41.75 \text{ m} + 1.03m + (5.94 + 28.39318m) = 77.11m$$

❖ Determinación de altura útil efectiva H:

$$H = h_d + h_s$$

➤ Para Succión de 8 in:

- Descarga de 4 in:

$$H = 77.11 \text{ m} + 1.2204 \text{ m} = 78.3304 \text{ m}$$

- Descarga de 5 in:

$$H = 72.9 + 1.2204 \text{ m} = 74.1204 \text{ m}$$

- Descarga de 6 in:

$$\mathbf{H = 71.4 + 1.2204 \text{ m} = 72.6204 \text{ m}}$$

➤ Para Succión de 10 in:

- Descarga de 4 in:

$$H = 77.11 \text{ m} + 12.66 \text{ m} = 89.77 \text{ m}$$

- Descarga de 5 in:

$$H = 72.9 + 12.66 \text{ m} = 85.56 \text{ m}$$

- Descarga de 6 in:

$$H = 71.4 + 12.66 \text{ m} = 84.06 \text{ m}$$

### 3.4.7 Cálculo del $NPSH_d$ <sup>6</sup>

$$NPSH_d = \frac{P_b}{\gamma} + h_{es} - H_{rs} - \frac{P_v}{\gamma}$$

Presión de vapor del fluido: 0,24786 PSI abs= 1708,93Pa

Presión atmosférica: 10.4858 PSI abs= 72297.043 Pa

Peso específico =  $9810 \frac{N}{m^3}$

- ❖ Para Succión de 8 in:

$$NPSH|_d = \frac{72297.043 \frac{N}{m^2}}{9810 \frac{N}{m^3}} + 1m - 0,1508m - \frac{1708,93 \frac{N}{m^2}}{9810 \frac{N}{m^3}} = 8.04m$$

- ❖ Para Succión de 10 in:

$$NPSH|_d = \frac{72297.043 \frac{N}{m^2}}{9810 \frac{N}{m^3}} + 1m - 10.889m - \frac{1708.93 \frac{N}{m^2}}{9810 \frac{N}{m^3}} = -2.693m$$

---

<sup>6</sup> C. Mataix. Mecánica de Fluidos y Máquinas Hidráulicas, Editorial Mexicana, México, Septiembre 2001, pp 68-125

ØSuc. (in)	ØDes. (in)	h <sub>s</sub> (m)	h <sub>d</sub> (m)	H (m)	Q (GPM)	NPSH <sub>d</sub> (m)	
<b>8</b>	4	1.2204	77.4	78.3304	<b>620.32</b>	<b>8.04</b>	
	5		72.9	74.1204			
	<b>6</b>		<b>71.4</b>	<b>72.6604</b>			
10	4	12.66	77.4	89.77		<b>620.32</b>	-2.693
	5		72.9	85.56			
	<b>6</b>		71.4	84.06			

**Tabla. 99:** Selección de diámetros de (succión y descarga).

### 3.4.8 Selección de bomba

- Tipo de fluido: Agua
- Temperatura: 15 °C
- Q:  $0.039136 \frac{m^3}{s} = 620.32 \text{ GPM}$
- H=72.6604 m=238.38 ft
- NPSH<sub>d</sub>= 8,04 m=26.718ft

#### ❖ Selección de bomba utilizando el Catálogo de Goulds<sup>7</sup>

##### ➤ OPCIÓN 1

<sup>7</sup> Catálogo de Goulds

# Hydraulic Coverage Model 3996

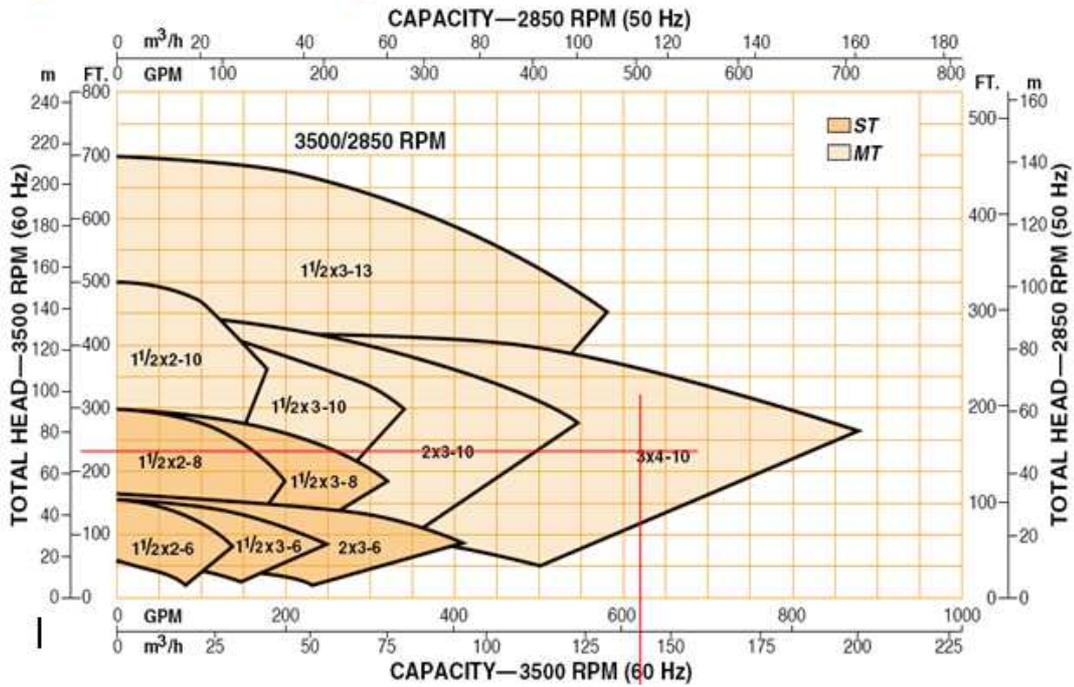


Fig. 43: Selección de bomba Q vs H.

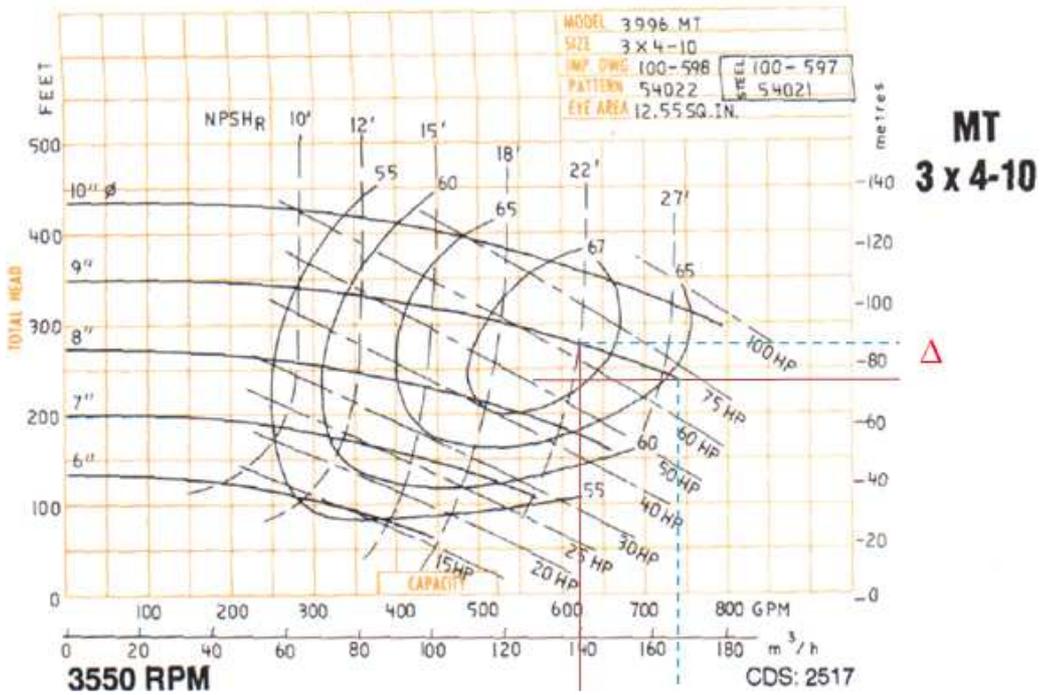


Fig. 44: Curvas del fabricante.

Para la serie 3996 (MT/3x4-10) 100-598 CDS: 2517

- Eficiencia= 67%
- Potencia= 55Hp
- RPM= 3550
- $NPSH)_R = 22.5 \text{ pies} = 6.85 \text{ m}$

En este caso necesita un sistema de By-pass para evacuar el caudal en exceso

donde:  $\Delta Q = 119.68 \text{ GPM}$  Y  $\Delta H = 36.613 \text{ m}$

➤ OPCIÓN 2

## Hydraulic Coverage Model 3196

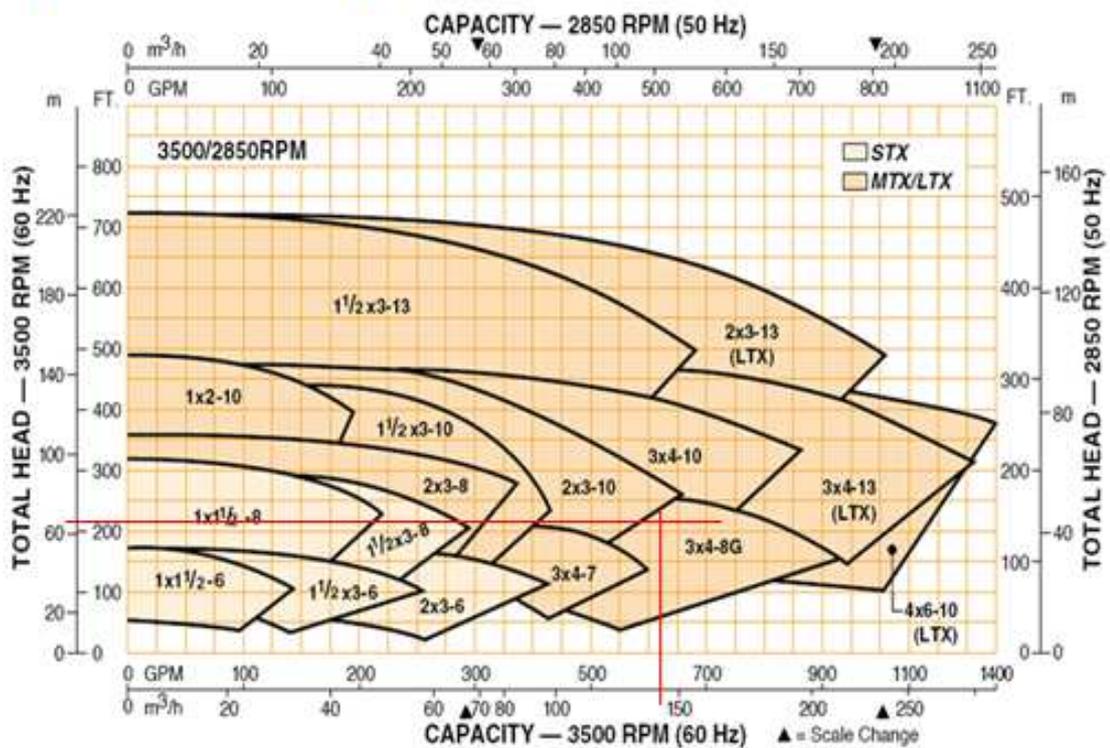


Fig. 45: Selección de bomba Q vs H.

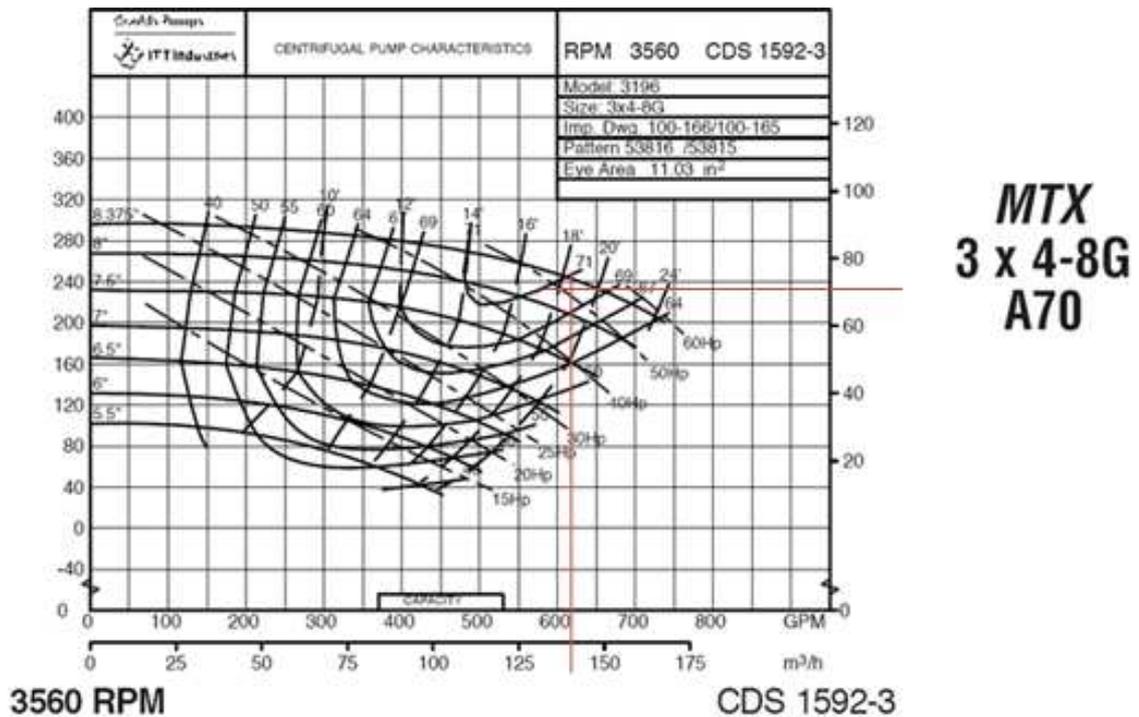


Fig. 46: Curvas del fabricante.

Para la serie 3196 (3 x 4 x 8G) 100-166/100-165 CDS: 1592-3

- Eficiencia= 70%
- Potencia= 53 Hp
- RPM= 3560
- $NPSH)_R = 19$  pies = 5.79 m

Al analizar las opciones obtenidas del catalogo Goulds en función de la eficiencia, potencia, y costos se ha llegado a la conclusión de la bomba más apropiada es:

Para la serie 3196 (3 x 4 x 8G) 100-166/100-165 CDS: 1592-3

- Eficiencia= 70%
- Potencia= 53Hp
- RPM= 3560
- $NPSH)_R = 19$  pies = 5.79 m

### **3.5 Sistema De Bombeo De Agua Calientes**

En el ámbito hospitalario, el agua se consume en tres grandes actividades:

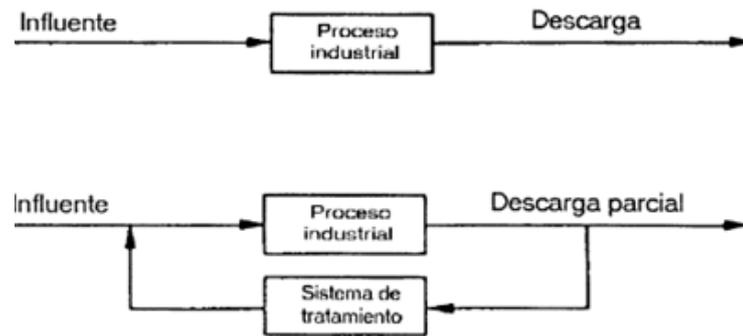
- **Transferencia de calor:** el agua es utilizada en procesos de calentamiento o enfriamiento. Esto es, se utiliza en la generación de vapor por medio de calderas o, para el enfriamiento de vapor, por medio de torres de enfriamiento.
- **Generación de energía:** gran parte de la energía generada se obtiene de plantas termoeléctricas, que utilizan el agua para generar vapor que es utilizado para mover la turbina.
- **Aplicación a procesos:** el agua es utilizada como medio de transporte o como materia prima; sería el caso de la industria del papel, o de las industrias refresqueras.

Las acciones que se recomiendan en el ámbito industrial, para hacer más eficiente el uso del agua, son tres: recirculación, rehuso y reducción del consumo.

En la **Fig. 47**, en la relación a la recirculación, el proceso consiste en utilizar el agua en el mismo proceso donde inicialmente se usó; ésta puede requerir de algún tratamiento, puesto que por lo general sus características físicas y químicas, varían después de ser utilizada la primera vez.

---

<sup>8</sup> C. Mataix. Mecánica de Fluidos y Máquinas Hidráulicas, Editorial Mexicana, México, Septiembre 2001, pp 25-60

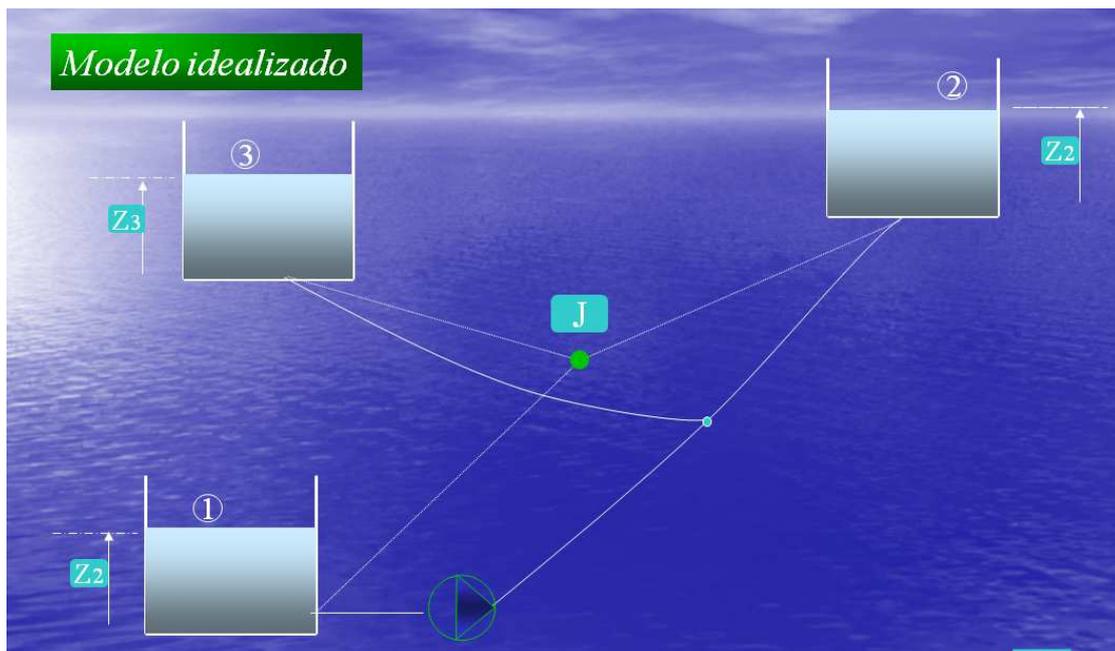


**Fig. 47:** Recirculación, tratamiento.

El rehusó, considera que el efluente de agua de algún proceso, puede ser utilizado en algún otro proceso, siempre y cuando cumpla con la calidad requerida. Según el caso, el efluente de agua, puede recibir o no tratamiento, con el fin de adecuar sus características físicas y químicas.

### 3.5.1 Sistemas de tuberías ramificadas

Otra aplicación sería en la **Figura. 48**, el punto 1 fuera la tubería principal del abastecimiento de agua; entonces 2 y 3 serían los puntos en 2 barriadas donde debería asegurarse una cierta presión y un cierto caudal.



**Fig. 48:** Sistema de tuberías ramificadas.

### **3.5.2 Instalaciones de agua caliente en edificios**

El confort de los edificios modernos requiere la instalación de sistemas de distribución de agua caliente, por lo que es importante conocer los principales aspectos relacionados con éstos. En relación con el agua caliente, sus principales sistemas de alimentación y distribución, sus temperaturas de entrega, la estimación de las demandas, los diversos sistemas de calentamiento y el cálculo de la red de distribución.

### **3.5.3 Sistemas de distribución de agua caliente**

Como ya se mencionado anteriormente, debemos evitar recorridos largos del agua caliente, a fin de reducir las pérdidas de calor que conlleva esta situación. En consecuencia, la gran mayoría de los sistemas de agua caliente, cuentan con tuberías de circulación del agua; esta circulación del agua se ve favorecida por la diferencia de temperaturas de la misma, la más alta que se presenta en el punto más cercano al calentador y, la más baja en el punto más alejado del mismo.

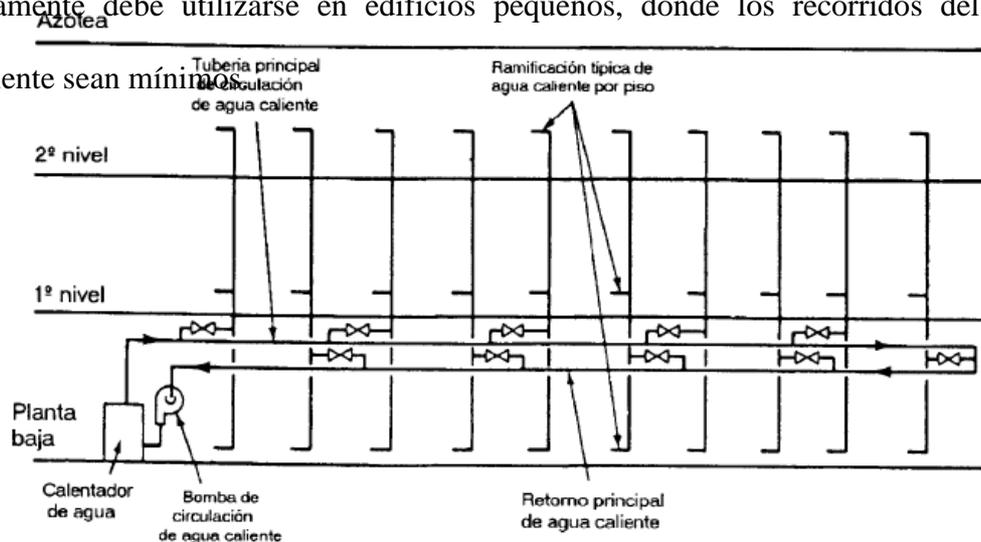
El agua se dilata y pierde peso al incrementarse su temperatura; podemos ver que a medida que la temperatura se incrementa, el peso específico del agua disminuye. Así, para una temperatura entre 0 °C y 20 °C el peso específico del agua es de 1 000 kg/cm<sup>3</sup>, cuando la temperatura llega a los 100 °C, el peso específico disminuye a menos de 960 kg/cm<sup>3</sup>.

Esta característica física del agua, origina que el agua fría desplace al agua caliente, por lo que la circulación se genera de manera natural, por la diferencia de pesos específicos, debido a la diferencia de temperatura; esta circulación natural se conoce como termosifón.

Se puede mencionar cuatro tipos básicos de alimentación o distribución: directa, ascendente, descendente y mixta. Describiremos cada una de ellas.

El agua sale del calentador directamente hasta el sitio de consumo; no cuenta con grandes tuberías de recirculación del agua.

En la **Figura. 49**, podemos ver un tipo de distribución directa que cuenta con un pequeño circuito de recirculación, pero no tiene tuberías de retorno en los ramales de cada entrepiso. La tubería de recirculación está ubicada en el plafón de la planta baja, y desde ahí, se distribuye a los otros niveles, este sistema de distribución solamente debe utilizarse en edificios pequeños, donde los recorridos del agua caliente sean mínimos.



**Fig. 49:** Distribución directa.

El agua sale del calentador e inmediatamente se distribuye en su ascenso, a todos los niveles y retorna por una tubería que parte inmediatamente debajo de la toma más elevada; esta tubería de retorno se conecta a otra tubería general de retorno, que lleva, nuevamente, toda el agua caliente hacia el calentador.

En las partes más altas de las tuberías de distribución, o en los sitios donde se pueden presentar retornos indeseados del agua caliente debidos a las energías existentes, se instalan dispositivos de balanceo o distribución de flujo, mismos que tienen como objetivo principal canalizar el agua caliente hacia la tubería de recirculación.

#### **3.5.4 Temperatura del agua caliente**

Para el agua caliente, una temperatura de 40 °C a la salida de los dispositivos sanitarios, se considera adecuada para satisfacer los requerimientos humanos en los casos de aseo personal y necesidades del hogar, por lo tanto, se ha aceptado como temperatura de la misma a la salida del calentador, 60 °C por la gran mayoría de los diseñadores debido a que en su recorrido, hacia los muebles y dispositivos sanitarios, se tienen pérdidas de calor.

Sin embargo, en caso de uso del agua caliente, en sitios tales como lavanderías, lavado de trastes de cocina, usos en hospitales y clínicas o en procesos industriales, el agua podría ser requerida con una mayor temperatura; también se

recomienda a fin de inhibir el crecimiento de bacterias, mantener temperaturas de 60 °C, o mayores.

Actualmente, el uso de equipos de bombeo para realizar la recirculación del agua caliente en la red de distribución, no requiere de mantener diferencias térmicas en la red de distribución, para generar los flujos por termosifón.

En términos generales, podemos considerar como temperaturas aceptables las siguientes:

- Servicio doméstico o residencia 40 °C - 60 °C.
- Servicio industrial o comercial 70 °C - 80 °C.

A continuación, presentamos la tabla que muestra las temperaturas requeridas por diversos dispositivos:

USO DEL AGUA	TEMPERATURA MÍNIMA DEL AGUA (°C)
Lavabos: Lavado de manos Rasurado	
	40
	45
Duchas y tinas	43
Lavandería comercial	82
Lavandería residencial	60
Lavaplatos residencial (cocina)	60

**Tabla. 100:** Temperaturas requeridas.

En los Hospitales, una parte fundamental para sus servicios es tener un buen sistema de bombeo de agua, en este caso debemos seleccionar adecuadamente la Bomba para trasladar agua caliente desde un tanque de presión que contiene agua a 180 °F (82.2 °C) y re circular el fluido a esta temperatura por todas las instalaciones del hospital.

El sistema de bombeo debe cumplir con el plano de recorrido mostrado en el próximo punto, debe instalarse con cabeza estática de succión y sus especificaciones físicas y técnicas se detallan a continuación:

- Cabeza Estática de Succión: 0.7 m
- Cabeza Estática de Descarga: 35.3 m
- Longitud de Tubería de Succión: 2.5 m
- Longitud de Tubería de Descarga: 422.6 m
- Caudal de Bombeo:  $0.0163 \frac{m^3}{s} = 258.73 \text{ GPM}$
- Tipo de energía disponible: Energía eléctrica monofásica y trifásica
- Tiempo de Funcionamiento: 24 horas
- Lugar: Riobamba
- Altitud: 2754 m.s.n.m.
- Humedad: 14%
- Temperatura ambiente: 8 – 23 °C

Debemos tomar en cuenta que la selección de la tubería debe ser de acuerdo a nuestro entorno comercial de la ciudad para desarrollar el proyecto de la forma más real posible.

### 3.5.5 Dibujo del sistema

Anexo 0 Plano

### 3.5.6 Cálculo del caudal

Tipo de Fluido: Agua caliente

- Propiedades del fluido: **Anexo X**
- Temperatura del fluido: **82.2 °C (180°F)**
- Viscosidad Cinemática:  **$0.36 \times 10^{-6} \frac{m^2}{s}$**
- Densidad:  **$973.7 \frac{Kg}{m^3}$**
- Peso específico:

T	P E
80	9.53
82.2	X
85	9.5

**Tabla. 101:** Interpolación del peso específico.

$$\frac{X - 9.53}{82.2 - 80} = \frac{9.5 - 9.53}{85 - 80}$$

$$X = \left[ \frac{9.5 - 9.53}{85 - 80} \right] (82.2 - 80) + 9.53$$

$$X = 9.5168 \text{ KN/m}^3$$

- Tiempo de funcionamiento: **24 horas al día**
- Altitud del sitio: **2754 m.s.n.m.**
- Presión de vapor del fluido: **7.510 PSI abs**
- Presión atmosférica: **10.4858 PSI abs**

Los accesorios empleados tanto en Succión como en Descarga, como también las diferentes cotas y otros puntos adicionales del Sistema de Bombeo se muestran en anexos.

El material de la tubería es de hierro galvanizado aislado para la tubería principal y el material para la tubería de distribución en cada piso es de pvc cuatricapa.

#### ❖ PISO 0 (Subterráneo)

### DISTRIBUCIÓN DE CAUDALES SEGÚN SUS USOS

**Tabla. 102:** Distribución de caudales subterráneo.

Tramo	# Lavadoras	Q (m <sup>3</sup> /s)	# Lavabos	Q(m <sup>3</sup> /s)	# Duchas	Q (m <sup>3</sup> /s)	Qtotal (m <sup>3</sup> /s)
<b>6</b>	0	0	1	0,00013	0	0	0,00013
<b>7</b>	0	0	1	0,00013	0	0	0,00013
<b>8</b>	0	0	1	0,00013	0	0	0,00013
<b>9</b>	1	0,0005	0	0	0	0	0,0005
<b>10</b>	1	0,0005	0	0	0	0	0,0005
<b>11</b>	1	0,0005	0	0	0	0	0,0005
<b>12</b>	0	0	1	0,00013	1	0,00022	0,00035
<b>13</b>	0	0	1	0,00013	1	0,00022	0,00035
<b>Caudal total</b>							<b>0,00259</b>

## ❖ PISO 1 (consultorios)

**DISTRIBUCIÓN DE CAUDALES SEGÚN SUS USOS****Tabla. 103:** Distribución de caudales consultorios.

<b>Tramo</b>	<b># Lavabos</b>	<b>Q (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b># Duchas</b>	<b>Q(m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>Qtotal (m<sup>3</sup>/s)</b>
<b>1</b>	3	0,00039	0	0	0,00039
<b>2</b>	3	0,00039	0	0	0,00039
<b>3</b>	1	0,00013	0	0	0,00013
<b>4</b>	2	0,00026	1	0,00022	0,00048
<b>5</b>	3	0,00039	1	0,00022	0,00061
<b>Caudal total</b>					<b>0,002</b>

## ❖ PISO 2 (laboratorio y Quirófanos)

**DISTRIBUCIÓN DE CAUDALES EN LA PLANTA SEGÚN SUS USOS****Tabla. 104:** Distribución de caudales laboratorios y quirófanos.

<b>Tramo</b>	<b># Lavabos</b>	<b>Q (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b># Duchas</b>	<b>Q (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>Qtotal (m<sup>3</sup>/s)</b>
<b>1</b>	1	0,00013	0	0	0,00013
<b>2</b>	1	0,00013	0	0	0,00013
<b>3</b>	1	0,00013	0	0	0,00013
<b>4</b>	1	0,00013	0	0	0,00013
<b>Caudal total</b>					<b>0,00052</b>

## ❖ PISO 3 (Hospitalización)

**DISTRIBUCIÓN DE CAUDALES EN LA PLANTA SEGÚN SUS USOS****Tabla. 105:** Distribución de caudales hospitalización.

<b>Tramo</b>	<b># Lavabos</b>	<b>Q (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b># Duchas</b>	<b>Q (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>Qtotal (m<sup>3</sup>/s)</b>
<b>1</b>	3	0,00039	1	0,00022	0,00061
<b>2</b>	1	0,00013	0	0	0,00013
<b>3</b>	0	0	1	0,00022	0,00022
<b>4</b>	1	0,00013	0	0	0,00013
<b>5</b>	1	0,00013	0	0	0,00013
<b>6</b>	1	0,00013	0	0	0,00013
<b>7</b>	1	0,00013	1	0,00022	0,00035
<b>8</b>	1	0,00013	0	0	0,00013
<b>9</b>	1	0,00013	0	0	0,00013
<b>10</b>	1	0,00013	0	0	0,00013
<b>11</b>	1	0,00013	0	0	0,00013
<b>12</b>	1	0,00013	0	0	0,00013
<b>13</b>	1	0,00013	0	0	0,00013
<b>14</b>	1	0,00013	0	0	0,00013
<b>15</b>	1	0,00013	0	0	0,00013
<b>16</b>	1	0,00013	1	0,00022	0,00035
<b>17</b>	1	0,00013	0	0	0,00013
<b>Caudal total</b>					<b>0,00322</b>

## ❖ PISO 4 (Hospitalización)

**DISTRIBUCIÓN DE CAUDALES EN LA PLANTA SEGÚN SUS USOS****Tabla. 106:** Distribución de caudales hospitalización

<b>Tramo</b>	<b># Lavabos</b>	<b>Q (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b># Duchas</b>	<b>Q (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>Qtotal (m<sup>3</sup>/s)</b>
1	3	0,00039	1	0,00022	0,00061
2	1	0,00013	0	0	0,00013
3	0	0	1	0,00022	0,00022
4	1	0,00013	0	0	0,00013
5	1	0,00013	0	0	0,00013
6	1	0,00013	0	0	0,00013
7	1	0,00013	1	0,00022	0,00035
8	1	0,00013	0	0	0,00013
9	1	0,00013	0	0	0,00013
10	1	0,00013	0	0	0,00013
11	1	0,00013	0	0	0,00013
12	1	0,00013	0	0	0,00013
13	1	0,00013	0	0	0,00013
14	1	0,00013	0	0	0,00013
15	1	0,00013	0	0	0,00013
16	1	0,00013	1	0,00022	0,00035
17	1	0,00013	0	0	0,00013
<b>Caudal total</b>					<b>0,00322</b>

## ❖ PISO 5(Hospitalización)

**DISTRIBUCIÓN DE CAUDALES EN LA PLANTA SEGÚN SUS USOS****Tabla. 107:** Distribución de caudales hospitalización.

<b>Tramo</b>	<b># Lavabos</b>	<b>Q (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b># Duchas</b>	<b>Q (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>Qtotal (m<sup>3</sup>/s)</b>
1	3	0,00039	1	0,00022	0,00061
2	1	0,00013	0	0	0,00013
3	0	0	1	0,00022	0,00022
4	1	0,00013	0	0	0,00013
5	1	0,00013	0	0	0,00013
6	1	0,00013	0	0	0,00013

7	1	0,00013	1	0,00022	0,00035
8	1	0,00013	0	0	0,00013
9	1	0,00013	0	0	0,00013
10	1	0,00013	0	0	0,00013
11	1	0,00013	0	0	0,00013
12	1	0,00013	0	0	0,00013
13	1	0,00013	0	0	0,00013
14	1	0,00013	0	0	0,00013
15	1	0,00013	0	0	0,00013
16	1	0,00013	1	0,00022	0,00035
17	1	0,00013	0	0	0,00013
<b>Caudal total</b>					<b>0,00322</b>

❖ PISO 6(Hospitalización)

**DISTRIBUCIÓN DE CAUDALES EN LA PLANTA SEGÚN SUS USOS**

**Tabla. 108:** Distribución de caudales hospitalización.

Tramo	# Lavabos	Q(m <sup>3</sup> /s)	# Duchas	Q(m <sup>3</sup> /s)	Qtotal (m <sup>3</sup> /s)
1	1	0,00013	0	0	0,00013
2	1	0,00013	0	0	0,00013
3	1	0,00013	0	0	0,00013
4	1	0,00013	1	0,00022	0,00035
5	0	0	1	0,00022	0,00022
6	1	0,00013	0	0	0,00013
7	0	0	1	0,00022	0,00022
8	0	0	1	0,00022	0,00022
<b>Caudal total</b>					<b>0,00153</b>

$$Q_{total} = Q_{SB} + Q_{P1} + Q_{P2} + Q_{P3} + Q_{P4} + Q_{P5} + Q_{P6} \quad \left(\frac{m^3}{s}\right)$$

$$Q = 0.0163 \frac{m^3}{s}$$

### 3.5.6 Cálculo de h

Selección de Diámetros Nominales adecuados para succión y descarga en función de nuestro Caudal:

$$Q = 0.0163 \frac{m^3}{s} = 258.73 \text{ GPM}$$

Succión:	Descarga:
5 in	2 1/2 in
<b>6 in</b>	3 in
8 in	<b>4 in</b>

Diámetros Interiores o de trabajo para los Diámetros establecidos:

### 3.5.6.1 Determinación de $h_s$

Utilizando la ecuación (8)

Datos:

$$h_{es} = 0.70\text{m}$$

$$L_s = 2.5 \text{ m}$$

$$K_{\text{Tubería}} = 0.15 \text{ mm}$$

➤ Diámetro Nominal 5 in (Diámetro Interior = 0.130 m):

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{0.0163 \frac{m^3}{s}}{\frac{\pi * (0.130m)^2}{4}} = 1.2280 \frac{m}{s}$$

$$h_{vs} = \frac{v^2}{2g} = \frac{(1.2280 \frac{m}{s})^2}{19.6 \frac{m}{s^2}} = 0.0769424m$$

$$H_{rs} = \frac{v^2}{2g} \left( \lambda \frac{L}{D} + \sum k_m \right)$$

$$\text{Re} = \frac{v * D}{\nu} = \frac{1.2280 \frac{m}{s} * 0.13m}{0.36 \times 10^{-6} \frac{m^2}{s}} = 4.4344 * 10^5 \text{ Reynolds}$$

$$\lambda = \frac{0.25}{\left[ \log \left( \left( \frac{K}{3.7D} \right) + \left( \frac{5.74}{\text{Re}^{0.9}} \right) \right) \right]^2} = \frac{0.25}{\left[ \log \left( \left( \frac{0.15mm}{3.7(130mm)} \right) + \left( \frac{5.74}{44.444.444^{0.9}} \right) \right) \right]^2} = 0.021071$$

<b>Accesorio:</b>	<b>k:</b>
Brida	1
Válvula de compuerta	0.085
Entrada de tubería	0.5

$$\sum K_m = 1.585$$

$$H_{rs} = \frac{(1.2280 \frac{m}{s})^2}{19.6 \frac{m}{s^2}} \left( 0.0210071 \frac{2.5m}{0.130m} + 1.585 \right) = 0.153037 m$$

$$h_{pms} = - 14.05 \text{ mca}$$

$$h_s = 0.70 \text{ m} + 0.07694 \text{ m} + 0.153037 - 14.05 \text{ m} = -13.12 \text{ m}$$

➤ Diámetro Nominal 6 in (Diámetro Interior = 155.4 mm):

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{0.0163 \frac{m^3}{s}}{\frac{\pi * (0.1554m)^2}{4}} = 0.8594 \frac{m}{s}$$

$$h_{vs} = \frac{v^2}{2g} = \frac{(0.8594 \frac{m}{s})^2}{19.6 \frac{m}{s^2}} = 0.03768 m$$

$$H_{rs} = \frac{v^2}{2g} \left( \lambda \frac{L}{D} + \sum k_m \right)$$

$$Re = \frac{v * D}{\nu} = \frac{0.8594 \frac{m}{s} * 0.1554m}{0.36 \times 10^{-6} \frac{m^2}{s}} = 3.7 * 10^5 \text{ Re ynols}$$

$$\lambda = \frac{0.25}{\left[ \log \left( \left( \frac{K}{3.7D} \right) + \left( \frac{5.74}{Re^{0.9}} \right) \right) \right]^2} = \frac{0.25}{\left[ \log \left( \left( \frac{0.15mm}{3.7(155.4mm)} \right) + \left( \frac{5.74}{370974.33^{0.9}} \right) \right) \right]^2} = 0.0205$$

<b>Accesorio:</b>	<b>k:</b>
Brida	1
Válvula de compuerta	0.085
Entrada de tubería	0.5

$$\sum K_m = 1.585$$

$$H_{rs} = \frac{\left(0.8594 \frac{m}{s}\right)^2}{19.6 \frac{m}{s^2}} \left( 0.0205 \frac{2.5m}{0.2065m} + 1.585 \right) = 0.069074m$$

$$h_{pms} = - 14.05 \text{ mca}$$

$$h_s = 0.7 \text{ m} + 0.03768 \text{ m} + 0.069074 \text{ m} - 14.05 \text{ m} = - \mathbf{13.2432 \text{ m}}$$

➤ Diámetro Nominal 8 in (Diámetro Interior = 206.5 mm):

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{0.0163 \frac{m^3}{s}}{\frac{\pi * (0.2065m)^2}{4}} = 0.486696 \frac{m}{s}$$

$$h_{vs} = \frac{v^2}{2g} = \frac{\left(0.486696 \frac{m}{s}\right)^2}{19.6 \frac{m}{s^2}} = 0.012085m$$

$$H_{rs} = \frac{v^2}{2g} \left( \lambda \frac{L}{D} + \sum k_m \right)$$

$$Re = \frac{v * D}{\nu} = \frac{0.486696 \frac{m}{s} * 0.2065m}{0.36 \times 10^{-6} \frac{m^2}{s}} = 2.79 * 10^5 \text{ Re ynols}$$

$$\lambda = \frac{0.25}{\left[ \log \left( \left( \frac{K}{3.7D} \right) + \left( \frac{5.74}{Re^{0.9}} \right) \right) \right]^2} = \frac{0.25}{\left[ \log \left( \left( \frac{0.15mm}{3.7(206.5mm)} \right) + \left( \frac{5.74}{2.79174.23^{0.9}} \right) \right) \right]^2} = 0.019601$$

<b>Accesorio:</b>	<b>k:</b>
Brida	1
Válvula de compuerta	0.085
Entrada de tubería	0.5

$$\sum K_m = 1.585$$

$$H_{rs} = \frac{\left( 486696 \frac{m}{s} \right)^2}{19.6 \frac{m}{s^2}} \left( 0.019601 \frac{2.5m}{0.2065m} + 1.585 \right) = 0.0220226m$$

$$h_{pms} = - 14.05 \text{ mca}$$

$$h_s = 0.7 \text{ m} + 0.012085 \text{ m} + 0.0220226 \text{ m} - 14.05 \text{ m} = - 13.3158 \text{ m}$$

### 3.5.6.2 Determinación de $h_d$

Utilizando la ecuación (2) para agua caliente

$$h_{ed} = 35.3 \text{ m}$$

$$h_{vd} = \frac{Q}{A} = \frac{0.0163 \frac{m^3}{s}}{\frac{\pi * (0.1053m)^2}{4}} = 1.87172 \frac{m}{s}$$

$$hvd = \frac{v^2}{2g} = \frac{(1.87172 \frac{m}{s})^2}{19.6 \frac{m}{s^2}} = 0.095496m$$

### 3.5.7 Cálculo del $H_{rd}$ .

Pérdidas de la tubería principal del edificio

Material: **hierro galvanizado con aislamiento**

#### ➤ PERDIDAS PRIMARIAS

**Tabla. 109:** Pérdidas totales primarias.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	# Re	k/D	λ	L (m)	Hrp (m)
<b>Q5-6</b>	0,0015	0,053	0,0022062	1,02E+05	0,0028302	0,027	5,91	0,073878
<b>Q4-5</b>	0,0047	0,0688	0,0037176	2,44E+05	0,0021802	0,024	5,7	0,165612
<b>Q3-4</b>	0,0079	0,0688	0,0037176	4,10E+05	0,0021802	0,023	5,8	0,469492
<b>Q2-3</b>	0,0111	0,0808	0,0051276	4,90E+05	0,0018564	0,023	10,5	0,726244
<b>Q1-2</b>	0,0117	0,0808	0,0051276	5,13E+05	0,0018564	0,023	7,3	0,572161
<b>QT</b>	0,0163	0,1053	0,0087086	5,47E+05	0,0014245	0,022	63,5	2,371329
<b>Pérdidas Totales Primarias</b>								4,378718

#### ➤ PERDIDAS SECUNDARIAS

**Tabla. 110:** Pérdidas totales secundarias.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Codo	Reduc	V. Compuerta	Uni	T	ξ	Hrs (m)
<b>Q5-6</b>	0,00153	0,053	0,0022062	0,95	0,19	0,12	0	0	1,26	0,0309
<b>Q4-5</b>	0,00475	0,0688	0,0037176	0	0	0,12	0	0,9	1,02	0,085
<b>Q3-4</b>	0,00797	0,0688	0,0037176	0	0,16	0,12	0	0,9	1,18	0,2767
<b>Q2-3</b>	0,01119	0,0808	0,0051276	0	0	0,12	0	0,9	1,02	0,2478
<b>Q1-2</b>	0,01171	0,0808	0,0051276	0	0,2	0,12	0	0,9	1,22	0,3246
<b>QT</b>	0,0163	0,1053	0,0087086	1,3	0	0,24	0,186	3,3	5,03	0,8984
<b>Pérdidas totales secundarias</b>										1,8634

$$Hr = 6.24211742 \text{ m}$$

## ❖ PISO 6 (Hospitalización)

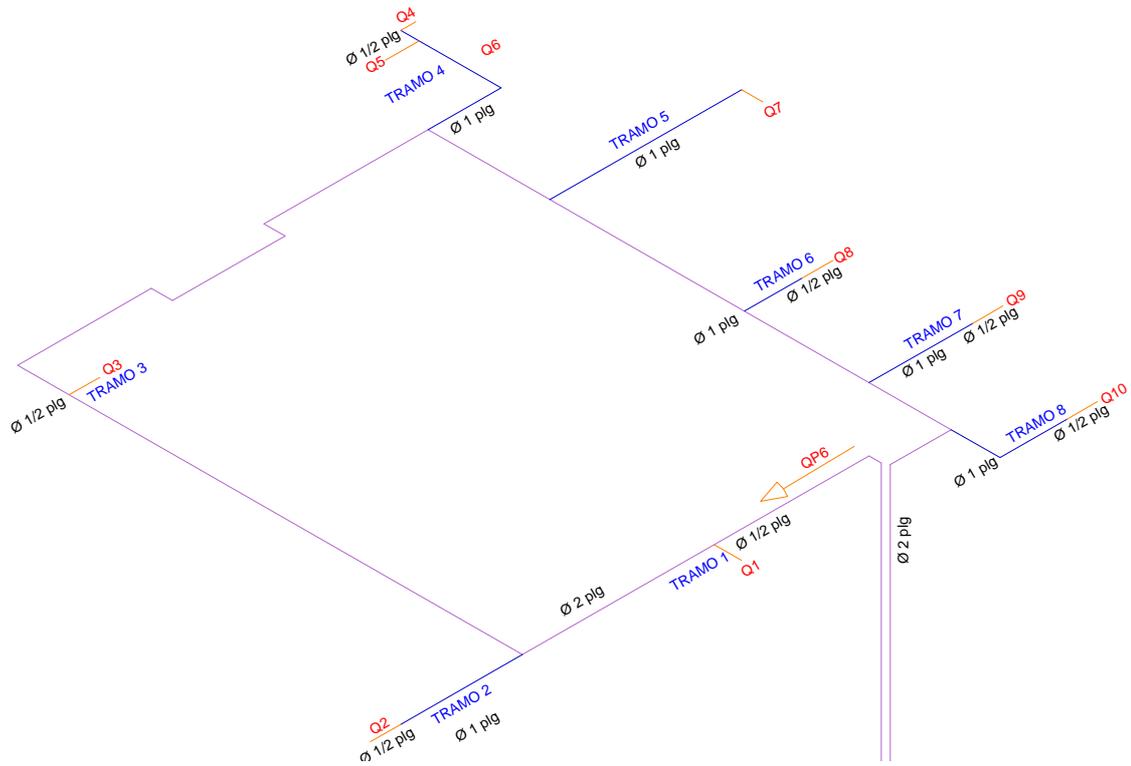


Fig. 50: Piso6 (hospitalización).

Datos:

Tubería $\varnothing = 1 \text{ plg}$	$\varnothing_{int} = 0.0239 \text{ m}$	PVC Cuatricapa
Tubería $\varnothing = 1/2 \text{ plg}$	$\varnothing_{int} = 0.0145 \text{ m}$	PVC Cuatricapa
Tubería $\varnothing = 2 \text{ plg}$	$\varnothing_{int} = 0.053 \text{ m}$	Hierro galvanizado

$$Q_1 = Q_2 = Q_3 = Q_4 = Q_6 = 0.13 * 10^{-3} \left( \frac{m^3}{s} \right)$$

$$Q_5 = Q_7 = Q_9 = Q_{10} = 0.22 * 10^{-3} \left( \frac{m^3}{s} \right)$$

$$Q_4 + Q_5 = Q_6 = 0.35 * 10^{-3} \left( \frac{m^3}{s} \right)$$

$$Q_{total} = Q_{P6} = 1.53 * 10^{-3} \left( \frac{m^3}{s} \right)$$

➤ **PERDIDAS PRIMARIAS**

**Tabla. 111:** Pérdidas Totales Primarias del piso 6.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D(m)	A (m <sup>2</sup> )	# Re	k/D	λ	L (m)	Hrp (m)
Q1	0,00013	0,0145	0,0001651	3,17E+04	0,0001	0,0237	0,9	0,04652
Q2	0,00013	0,0145	0,0001651	3,17E+04	0,0001	0,0237	1	0,05168
Q2	0,00013	0,0239	0,0004486	1,92E+04	6,3E-05	0,0262	4	0,01879
Q3	0,00013	0,0145	0,0001651	3,17E+04	0,0001	0,0238	1	0,0519
Q4	0,00013	0,0145	0,0001651	3,17E+04	0,0001	0,0238	0,5	0,02595
Q5	0,00022	0,0145	0,0001651	5,37E+04	0,0001	0,021	1,1	0,14427
Q6	0,00035	0,0239	0,0004486	5,18E+04	6,3E-05	0,021	5,7	0,15553
Q7	0,00022	0,0145	0,0001651	5,37E+04	0,0001	0,021	0,7	0,09181
Q7	0,00022	0,0239	0,0004486	3,26E+04	6,3E-05	0,0238	6,3	0,07697
Q8	0,00013	0,0145	0,0001651	3,17E+04	0,0001	0,0238	1	0,0519
Q8	0,00013	0,0239	0,0004486	1,92E+04	6,3E-05	0,0262	1,9	0,00892
Q9	0,00022	0,0145	0,0001651	5,37E+04	0,0001	0,021	1	0,13116
Q9	0,00022	0,0239	0,0004486	3,26E+04	6,3E-05	0,0237	3,4	0,04137
Q10	0,00022	0,0145	0,0001651	5,37E+04	0,0001	0,021	1	0,13116
Q10	0,00022	0,0239	0,0004486	3,26E+04	6,3E-05	0,0238	2,2	0,02688
<b>Pérdidas totales Primarias</b>								<b>1,0548</b>

- Para la tubería principal del piso: Hierro galvanizado aislado

**Tabla. 112:** Pérdidas totales primarias del piso 6.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D(m)	A (m <sup>2</sup> )	# Re	k/D	λ	L (m)	Hrp (m)
<b>Q P6</b>	0,00153	0,053	0,0022062	1,02E+05	0,00283	0,027	60,5	0,75628
<b>Pérdida Total Primarias</b>								<b>0,75628</b>

$$H_{rp}=1.05479891+0.75628378= \mathbf{1.81108269 \text{ m}}$$

$$H_{rs}=1.09315153+0.30427285= \mathbf{1.39742438 \text{ m}}$$

$$\text{Pérdida total en el tramo 6: } Hr= \mathbf{3.208507 \text{ m}}$$

## ❖ PISO 5 (hospitalización)

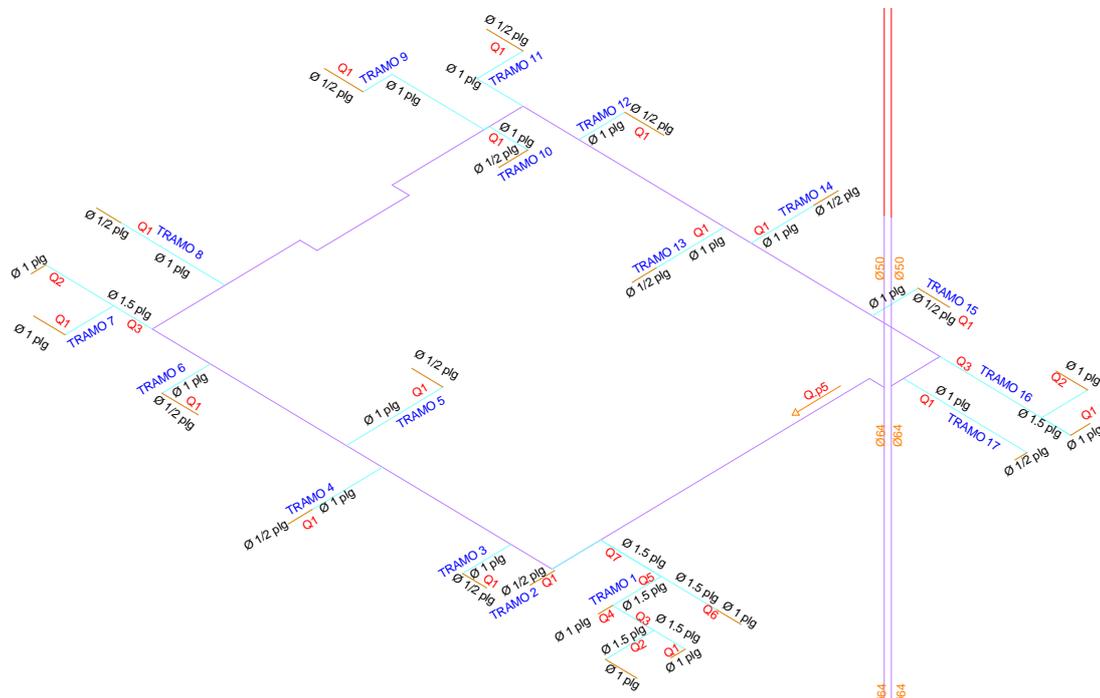


Fig. 51: Piso 5 (hospitalización).

## TRAMO 1

Datos:

$$\text{Tubería } \varnothing = 1 \text{ plg} \quad \varnothing_{int} = 0.0239 \text{ m}$$

$$\text{Tubería } \varnothing = 1/2 \text{ plg} \quad \varnothing_{int} = 0.0145 \text{ m}$$

$$Q_1 = Q_4 = Q_6 = 0.00013(m^3 / s)$$

$$Q_2 = 0.00022(m^3 / s)$$

$$Q_3 = Q_1 + Q_2 = 0.00035(m^3 / s)$$

$$Q_5 = Q_4 + Q_3 = 0.00048(m^3 / s)$$

$$Q_7 = Q_5 + Q_6 = Q_{total} = 0.00061(m^3 / s)$$

➤ **PERDIDAS PRIMARIAS**

**Tabla. 113:** Pérdidas primarias del tramo 1.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D(m)	A (m <sup>2</sup> )	Rey	k/D	λ	L (m)	Hrp (m)
Q1	0,00013	0,0239	0,0004486	1,92E+04	0,000063	0,0295	0,6	0,0031727
Q1	0,00013	0,0357	0,001001	1,29E+04	0,000042	0,029	1,3	0,0009088
Q2	0,00022	0,0239	0,0004486	3,26E+04	0,000063	0,0235	1,3	0,015683
Q2	0,00022	0,0357	0,001001	2,18E+04	0,000042	0,0255	2	0,0035208
Q3	0,00035	0,0357	0,001001	3,47E+04	0,000042	0,023	1,7	0,0068318
Q4	0,00013	0,0239	0,0004486	1,92E+04	0,000063	0,0295	0,6	0,0031727
Q5	0,00048	0,0357	0,001001	4,76E+04	0,000042	0,021	2	0,0138023
Q6	0,00013	0,0239	0,0004486	1,92E+04	0,000063	0,0295	1	0,0052879
Q6	0,00013	0,0357	0,001001	1,29E+04	0,000042	0,029	2,3	0,0016078
Q7	0,00061	0,0357	0,001001	6,04E+04	0,000042	0,02	2,5	0,0265369
<b>Pérdidas totales primarias</b>								<b>0,0805247</b>

➤ **PERDIDAS SECUNDARIAS**

**Tabla. 114:** Pérdidas secundarias del tramo 2.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Codos	Reduc	Válvula y UU	Uni	T	ξ	Hrs
Q1	0,00013	0,0239	0,000449	0	0,37	0,65	0	0	1,02	0,0044
Q1	0,00013	0,0357	0,001001	1,4	0	0	0	2,4	3,8	0,0033
Q2	0,00022	0,0239	0,000449	0	0,37	0,65	0	0	1,02	0,0125
Q2	0,00022	0,0357	0,001001	1,4	0	0	0	0,9	2,3	0,0057
Q3	0,00035	0,0357	0,001001	0	0	0	0	2,4	2,4	0,015
Q4	0,00013	0,0239	0,000449	2	0,37	0	0	0,9	3,27	0,014
Q5	0,00048	0,0357	0,001001	0	0	0	0	2,4	2,4	0,0282
Q6	0,00013	0,0239	0,000449	0	0,37	0,65	0	0	1,02	0,0044
Q6	0,00013	0,0357	0,001001	0	0	0	0	0,9	0,9	0,0008
Q7	0,00061	0,0357	0,001001	0	0,4	0	0	1,5	1,9	0,036
<b>Pérdidas totales secundarias</b>										<b>0,1241</b>

Pérdida total del tramo 1: Hr = **0.2046277 m**

**TRAMO 2**

Tubería  $\emptyset = 1 \text{ plg}$        $\emptyset_{int} = 0.0239 \text{ m}$

Tubería  $\emptyset = 1/2 \text{ plg}$        $\emptyset_{int} = 0.0145 \text{ m}$

$Q_1 = Q_{total} = 0.00013 \text{ (m}^3/\text{s)}$

➤ **PERDIDAS PRIMARIAS**

**Tabla. 115:** Pérdidas primarias del tramo 2.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D(m)	A (m <sup>2</sup> )	Rey	k/D	λ	L (m)	Hrp (m)
Q1	0,00013	0,0145	0,00017	31708,96	0,000103	0,0237	1	0,05168
Q1	0,00013	0,0239	0,00045	19237,65	6,28E-05	0,0295	0,1	0,00053
<b>Pérdidas totales primarias</b>								<b>0,05221</b>

➤ **PERDIDAS SECUNDARIAS**

**Tabla. 116:** Pérdidas secundarias del tramo 2.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Codos	Reduc	Válvula y UU	Uni	T	ξ	Hrs
Q1	0,00013	0,015	0,000165	0	0,37	0,65	0	0	1,02	0,0323
Q1	0,00013	0,024	0,000449	1,4	0,4	0	0	2	4,2	0,018
<b>Pérdidas totales secundarias</b>										<b>0,0502</b>

Pérdida total del tramo 2: Hr= **0.102455 m**

**TRAMO 3**

Tubería  $\phi = 1 \text{ plg}$        $\phi_{int} = 0.0239 \text{ m}$

Tubería  $\phi = 1/2 \text{ plg}$        $\phi_{int} = 0.0145 \text{ m}$

$$Q_1 = Q_{total} = 0.00022(m^3 / s)$$

➤ **PERDIDAS PRIMARIAS**

**Tabla. 117:** Pérdidas primarias del tramo 3.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D(m)	A (m <sup>2</sup> )	Rey	k/D	λ	L (m)	Hrp (m)
Q1	0,00022	0,0145	0,000165	53661,31	0,0001	0,021	1	0,1312
Q1	0,00022	0,0239	0,000449	32556,03	6,3E-05	0,023	2	0,0236
<b>Pérdidas totales primarias</b>								<b>0,1548</b>

➤ **PERDIDAS SECUNDARIAS**

➤ **Tabla. 118:** Pérdidas secundarias del tramo 3.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Codos	Reduc	Válvula y UU	Uni	T	ξ	Hrs
Q1	0,00022	0,0145	0,000165	0	0,37	0,65	0	0	1,02	0,0924
Q1	0,00022	0,0239	0,000449	1,4	0,4	0	0	1,5	3,3	0,0405
<b>Pérdidas totales secundarias</b>										<b>0,1329</b>

Pérdida total del tramo 3:  $H_r = 0.287628 \text{ m}$

#### TRAMO 4

Tubería  $\phi = 1 \text{ plg}$        $\phi_{int} = 0.0239 \text{ m}$

Tubería  $\phi = 1/2 \text{ plg}$        $\phi_{int} = 0.0145 \text{ m}$

$$Q_1 = Q_{total} = 0.00013 (m^3 / s)$$

#### PERDIDAS PRIMARIAS

Tabla. 119: Pérdidas primarias del tramo 4.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D(m)	A (m <sup>2</sup> )	Rey	k/D	$\lambda$	L (m)	H <sub>rp</sub> (m)
Q1	0,00013	0,0145	0,00017	31708,96	0,000103	0,024	1	0,0517
Q1	0,00013	0,0239	0,00045	19237,65	6,28E-05	0,03	2,9	0,0153
<b>Pérdidas totales primarias</b>								<b>0,067</b>

#### ➤ PERDIDAS SECUNDARIAS

Tabla. 120: Pérdidas secundarias del tramo 4.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Codos	Reduc	Válvula y UU	Uni	T	$\xi$	H <sub>rs</sub>
Q1	0,00013	0,015	0,000165	0	0,37	0,65	0	0	1,02	0,0323
Q1	0,00013	0,024	0,000449	0	0,4	0	0	2,4	2,8	0,012
<b>Pérdidas totales secundarias</b>										<b>0,0442</b>

Pérdida total del tramo 4:  $H_r = 0.111266 \text{ m}$

#### TRAMO 5

Tubería  $\phi = 1 \text{ plg}$        $\phi_{int} = 0.0239 \text{ m}$

Tubería  $\phi = 1/2 \text{ plg}$        $\phi_{int} = 0.0145 \text{ m}$

$$Q_1 = Q_{total} = 0.00013 (m^3 / s)$$

➤ **PERDIDAS PRIMARIAS**

**Tabla. 121:** Pérdidas primarias del tramo 5.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D(m)	A (m <sup>2</sup> )	Rey	k/D	λ	L (m)	Hrp (m)
Q1	0,00013	0,015	0,000165	31708,96	0,000103	0,0237	1,3	0,0672
Q1	0,00013	0,024	0,000449	19237,65	6,28E-05	0,0295	4	0,0212
<b>Pérdidas totales primarias</b>								<b>0,0883</b>

➤ **PERDIDAS SECUNDARIAS**

**Tabla. 122:** Pérdidas secundarias del tramo 5.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Codos	Reduc	Válvula y UU	Uni	T	ξ	Hrs
Q1	0,00013	0,015	0,00017	0	0,37	0,65	0	0	1,02	0,0323
Q1	0,00013	0,024	0,00045	1,4	0,4	0	0	2,4	4,2	0,018
<b>Pérdidas totales secundarias</b>										<b>0,0502</b>

Pérdida total del tramo 5: Hr= **0.138586 m**

**TRAMO 6**

Tubería  $\phi = 1 \text{ plg}$        $\phi_{int} = 0.0239 \text{ m}$

Tubería  $\phi = 1/2 \text{ plg}$        $\phi_{int} = 0.0145 \text{ m}$

$Q_1 = Q_{total} = 0.00013 \text{ (m}^3/\text{s)}$

➤ **PERDIDAS PRIMARIAS**

**Tabla. 123:** Pérdidas primarias del tramo 6.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D(m)	A (m <sup>2</sup> )	Rey	k/D	λ	L (m)	Hrp (m)
Q1	0,00013	0,0145	0,000165	31708,96	0,000103	0,0237	1,5	0,0775
Q1	0,00013	0,0239	0,000449	19237,65	6,28E-05	0,0295	2	0,0106
<b>Pérdidas totales primarias</b>								<b>0,0881</b>

➤ **PERDIDAS SECUNDARIAS**

**Tabla. 124:** Pérdidas secundarias del tramo 6.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Codos	Reduc	Válvula y UU	Uni	T	ξ	Hrs
Q1	0,00013	0,015	0,000165	0	0,37	0,65	0	0	1,02	0,032
Q1	0,00013	0,024	0,000449	1,4	0,4	0	0	2,4	4,2	0,018
<b>Pérdidas totales secundarias</b>										<b>0,05</b>

Pérdida total del tramo 6: Hr= **0.138347 m**

**TRAMO 7**

Tubería  $\varnothing = 1 \text{ plg}$        $\varnothing_{int} = 0.0239 \text{ m}$

Tubería  $\varnothing = 1.5 \text{ plg}$        $\varnothing_{int} = 0.0357 \text{ m}$

$$Q_1 = 0.00013 \text{ (m}^3/\text{s)}$$

$$Q_2 = 0.00022 \text{ (m}^3/\text{s)}$$

$$Q_3 = Q_1 + Q_2 = 0.00035 \text{ (m}^3/\text{s)}$$

➤ **PERDIDAS PRIMARIAS**

**Tabla. 125:** Pérdidas primarias del tramo 7.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D(m)	A (m <sup>2</sup> )	Rey	k/D	λ	L (m)	Hrp (m)
Q1	0,00013	0,0239	0,000449	1,92E+04	0,000063	0,026	1,3	0,0061
Q1	0,00013	0,0357	0,001001	1,29E+04	0,000042	0,029	2	0,0014
Q2	0,00022	0,0239	0,000449	3,26E+04	0,000063	0,023	0,6	0,0071
Q2	0,00022	0,0357	0,001001	2,18E+04	0,000042	0,026	2,8	0,0049
Q3	0,00035	0,0357	0,001001	3,47E+04	0,000042	0,024	1,6	0,0066
<b>Pérdidas totales primarias</b>								<b>0,026</b>

➤ **PERDIDAS SECUNDARIAS**

**Tabla. 126:** Pérdidas secundarias del tramo 7.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Codos	Reduc	Válvula y UU	Uni	T	ξ	Hrs
Q1	0,00013	0,024	0,00045	0	0,27	0,54	0	0	0,81	0,0035
Q1	0,00013	0,036	0,001	1,2	0	0	0	2	3,2	0,0028
Q2	0,00022	0,024	0,00045	0	0,27	0,54	0	0	0,81	0,0099
Q2	0,00022	0,036	0,001	1,2	0	0	0	0,9	2,1	0,0052
Q3	0,00035	0,036	0,001	0	0,3	0	0	0,9	1,2	0,0075
<b>Pérdidas totales secundarias</b>										<b>0,0288</b>

Pérdida total del tramo 7: Hr= **0.054862 m**

**TRAMO 8**

Tubería  $\varnothing = 1 \text{ plg}$        $\varnothing_{int} = 0.0239 \text{ m}$

Tubería  $\varnothing = 1/2 \text{ plg}$        $\varnothing_{int} = 0.0145 \text{ m}$

$Q_1 = Q_{total} = 0.00013 \text{ (m}^3/\text{s)}$

➤ **PERDIDAS PRIMARIAS**

**Tabla. 127:** Pérdidas primarias del tramo 8.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D(m)	A (m <sup>2</sup> )	Rey	k/D	λ	L (m)	Hrp (m)
Q1	0,00013	0,015	0,000165	31708,96	0,000103	0,0237	1	0,0517
Q1	0,00013	0,024	0,000449	19237,65	6,28E-05	0,0295	4,3	0,0227
<b>Pérdidas totales primarias</b>								<b>0,0744</b>

➤ **PERDIDAS SECUNDARIAS**

**Tabla. 126:** Pérdidas secundarias del tramo 8.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Codos	Reduc	Válvula y UU	Uni	T	ξ	Hrs
Q1	0,00013	0,0145	0,000165	0	0,37	0,65	0	0	1,02	0,032
Q1	0,00013	0,0239	0,000449	0	0,4	0	0	2,4	2,8	0,012
<b>Pérdidas totales secundarias</b>										<b>0,044</b>

Pérdida total del tramo 8: Hr = **0.11867 m**

**TRAMO 9**

Tubería  $\varnothing = 1 \text{ plg}$        $\varnothing_{int} = 0.0239 \text{ m}$

Tubería  $\varnothing = 1/2 \text{ plg}$        $\varnothing_{int} = 0.0145 \text{ m}$

$$Q_1 = Q_{total} = 0.00013 \text{ (m}^3 / \text{s)}$$

➤ **PERDIDAS PRIMARIAS**

**Tabla. 127:** Pérdidas primarias del tramo 9.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D(m)	A (m <sup>2</sup> )	Rey	k/D	$\lambda$	L (m)	Hrp (m)
Q1	0,00013	0,0145	0,000165	31708,96	0,000103	0,0237	1,6	0,08269
Q1	0,00013	0,0239	0,000449	19237,65	6,28E-05	0,0295	5	0,02644
<b>Pérdidas totales primarias</b>								<b>0,10913</b>

➤ **PERDIDAS SECUNDARIAS**

**Tabla. 128:** Pérdidas secundarias del tramo 9.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Codos	Reduc	Válvula y UU	Uni	T	$\xi$	Hrs
Q1	0,00013	0,0145	0,000165	0	0,37	0,65	0	0	1,02	0,032
Q1	0,00013	0,0239	0,000449	2,8	0,4	0	0	2,4	5,6	0,024
<b>Pérdidas totales secundarias</b>										<b>0,056</b>

Pérdida total del tramo 9: Hr = **0.165377 m**

**TRAMO 10**

Tubería  $\varnothing = 1 \text{ plg}$        $\varnothing_{int} = 0.0239 \text{ m}$

Tubería  $\varnothing = 1/2 \text{ plg}$        $\varnothing_{int} = 0.0145 \text{ m}$

$$Q_1 = Q_{total} = 0.00013 \text{ (m}^3 / \text{s)}$$

➤ **PERDIDAS PRIMARIAS**

**Tabla. 129:** Pérdidas primarias del tramo 10.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D(m)	A (m <sup>2</sup> )	Rey	k/D	$\lambda$	L (m)	Hrp (m)
Q1	0,00013	0,015	0,000165	31708,96	0,000103	0,0237	1,2	0,062
Q1	0,00013	0,024	0,000449	19237,65	6,28E-05	0,0295	1,6	0,0085
<b>Pérdidas totales primarias</b>								<b>0,0705</b>

➤ **PERDIDAS SECUNDARIAS**

**Tabla. 130:** Pérdidas secundarias del tramo 10.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Codos	Reduc	Válvula y UU	Uni	T	ξ	Hrs
Q1	0,00013	0,0145	0,00017	0	0,37	0,65	0	0	1,02	0,0323
Q1	0,00013	0,0239	0,00045	1,4	0,4	0	0	2,4	4,2	0,018
<b>Pérdidas totales secundarias</b>										<b>0,0502</b>

Pérdida total del tramo 10: **Hr= 0.120727 m**

**TRAMO 11**

Tubería  $\phi = 1 \text{ plg}$        $\phi_{int} = 0.0239 \text{ m}$

Tubería  $\phi = 1/2 \text{ plg}$        $\phi_{int} = 0.0145 \text{ m}$

$Q_1 = Q_{total} = 0.00013 (m^3 / s)$

➤ **PERDIDAS PRIMARIAS**

**Tabla. 131:** Pérdidas primarias del tramo 11.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D(m)	A (m <sup>2</sup> )	Rey	k/D	λ	L (m)	Hrp (m)
Q1	0,00013	0,0145	0,000165	31708,96	0,000103	0,0237	1,5	0,07753
Q1	0,00013	0,0239	0,000449	19237,65	6,28E-05	0,0295	3,8	0,02009
<b>Pérdidas totales primarias</b>								<b>0,09762</b>

➤ **PERDIDAS SECUNDARIAS**

**Tabla. 132:** Pérdidas secundarias del tramo 11.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Codos	Reduc	Válvula y UU	Uni	T	ξ	Hrs
Q1	0,00013	0,015	0,000165	0	0,37	0,65	0	0	1,02	0,0323
Q1	0,00013	0,024	0,000449	2,8	0,4	0	0	2,4	5,6	0,024
<b>Pérdidas totales secundarias</b>										<b>0,0562</b>

Pérdida total del tramo 11: **Hr= 0.153864 m**

**TRAMO 12**

Tubería  $\varnothing = 1 \text{ plg}$        $\varnothing_{int} = 0.0239 \text{ m}$

Tubería  $\varnothing = 1/2 \text{ plg}$        $\varnothing_{int} = 0.0145 \text{ m}$

$Q_1 = Q_{total} = 0.00013 \text{ (m}^3 / \text{s)}$

➤ **PERDIDAS PRIMARIAS**

**Tabla. 133:** Pérdidas primarias del tramo 12.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D(m)	A (m <sup>2</sup> )	Rey	k/D	$\lambda$	L (m)	Hrp (m)
Q1	0,00013	0,0145	0,000165	31708,96	0,000103	0,024	1,6	0,0827
Q1	0,00013	0,0239	0,000449	19237,65	6,28E-05	0,03	1,9	0,01
<b>Pérdidas totales primarias</b>								<b>0,0927</b>

➤ **PERDIDAS SECUNDARIAS**

**Tabla. 134:** Pérdidas secundarias del tramo 12.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Codos	Reduc	Válvula y UU	Uni	T	$\xi$	Hrs
Q1	0,00013	0,015	0,000165	0	0,37	0,65	0	0	1,02	0,032
Q1	0,00013	0,024	0,000449	1,4	0,4	0	0	2,4	4,2	0,018
<b>Pérdidas totales secundarias</b>										<b>0,05</b>

Pérdida total del tramo 12: Hr= **0.120727 m**

**TRAMO 13**

Tubería  $\varnothing = 1 \text{ plg}$        $\varnothing_{int} = 0.0239 \text{ m}$

Tubería  $\varnothing = 1/2 \text{ plg}$        $\varnothing_{int} = 0.0145 \text{ m}$

$Q_1 = Q_{total} = 0.00013 \text{ (m}^3 / \text{s)}$

➤ **PERDIDAS PRIMARIAS**

**Tabla. 135:** Pérdidas primarias del tramo 13.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D(m)	A (m <sup>2</sup> )	Rey	k/D	λ	L (m)	Hrp (m)
Q1	0,00013	0,0145	0,00017	31708,96	0,000103	0,024	1	0,0517
Q1	0,00013	0,0239	0,00045	19237,65	6,28E-05	0,03	2,8	0,0148
<b>Pérdidas totales primarias</b>								<b>0,0665</b>

➤ **PERDIDAS SECUNDARIAS**

**Tabla. 136:** Pérdidas secundarias del tramo 13.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Codos	Reduc	Válvula y UU	Uni	T	ξ	Hrs
Q1	0,00013	0,015	0,0002	0	0,37	0,65	0	0	1,02	0,0323
Q1	0,00013	0,024	0,0004	0	0,4	0	0	2,4	2,8	0,012
<b>Pérdidas totales secundarias</b>										<b>0,0442</b>

Pérdida total del tramo 13: Hr= **0.110738 m**

**TRAMO 14**

Tubería  $\phi = 1 \text{ plg}$        $\phi_{int} = 0.0239 \text{ m}$

Tubería  $\phi = 1/2 \text{ plg}$        $\phi_{int} = 0.0145 \text{ m}$

$$Q_1 = Q_{total} = 0.00013 (m^3 / s)$$

➤ **PERDIDAS PRIMARIAS**

**Tabla. 137:** Pérdidas primarias del tramo 14.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D(m)	A (m <sup>2</sup> )	Rey	k/D	λ	L (m)	Hrp (m)
Q1	0,00013	0,0145	0,000165	31708,96	0,000103	0,0237	1	0,05168
Q1	0,00013	0,0239	0,000449	19237,65	6,28E-05	0,0295	2,6	0,01375
<b>Pérdidas totales primarias</b>								<b>0,06543</b>

➤ **PERDIDAS SECUNDARIAS**

**Tabla. 138:** Pérdidas secundarias del tramo 14.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Codos	Reduc	Válvula y UU	Uni	T	ξ	Hrs
Q1	0,00013	0,015	0,00017	0	0,37	0,65	0	0	1,02	0,0323
Q1	0,00013	0,024	0,00045	0	0,4	0	0	2,4	2,8	0,012
<b>Pérdidas totales secundarias</b>										<b>0,0442</b>

Pérdida total del tramo 14: Hr = **0.109680 m**

**TRAMO 15**

Tubería  $\phi = 1 \text{ plg}$        $\phi_{int} = 0.0239 \text{ m}$

Tubería  $\phi = 1/2 \text{ plg}$        $\phi_{int} = 0.0145 \text{ m}$

$$Q_1 = Q_{total} = 0.00013 (m^3 / s)$$

➤ **PERDIDAS PRIMARIAS**

**Tabla. 139:** Pérdidas primarias del tramo 15.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D(m)	A (m <sup>2</sup> )	Rey	k/D	λ	L (m)	Hrp (m)
Q1	0,00013	0,0145	0,00017	31708,96	0,000103	0,0237	1,3	0,0672
Q1	0,00013	0,0239	0,00045	19237,65	6,28E-05	0,0295	1,9	0,01
<b>Pérdidas totales primarias</b>								<b>0,0772</b>

➤ **PERDIDAS SECUNDARIAS**

**Tabla. 140:** Pérdidas secundarias del tramo 15.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Codos	Reduc	Válvula y UU	Uni	T	ξ	Hrs
Q1	0,00013	0,0145	0,0002	0	0,37	0,65	0	0	1,02	0,0323
Q1	0,00013	0,0239	0,0004	1,4	0,4	0	0	2,4	4,2	0,018
<b>Pérdidas totales secundarias</b>										<b>0,0502</b>

Pérdida total del tramo 15: Hr = **0.127482 m**

**TRAMO 16**

Tubería  $\varnothing = 1 \text{ plg}$        $\varnothing_{int} = 0.0239 \text{ m}$

Tubería  $\varnothing = 1.5 \text{ plg}$        $\varnothing_{int} = 0.0357 \text{ m}$

$$Q_1 = 0.00013(m^3 / s)$$

$$Q_2 = 0.00022(m^3 / s)$$

$$Q_3 = Q_1 + Q_2 = 0.00035(m^3 / s)$$

### ➤ PERDIDAS PRIMARIAS

**Tabla. 141:** Pérdidas primarias del tramo 16.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D(m)	A (m <sup>2</sup> )	Rey	k/D	$\lambda$	L (m)	Hrp (m)
Q1	0,00013	0,024	0,000449	1,92E+04	6,28E-05	0,0265	0,8	0,0038
Q1	0,00013	0,036	0,001001	1,29E+04	4,202E-05	0,026	1,2	0,0008
Q2	0,00022	0,024	0,000449	3,26E+04	6,276E-05	0,023	1,3	0,0153
Q2	0,00022	0,036	0,001001	2,18E+04	4,202E-05	0,0255	1,9	0,0033
Q3	0,00035	0,036	0,001001	3,47E+04	4,202E-05	0,0228	4,2	0,0167
<b>Pérdidas totales primarias</b>								<b>0,04</b>

### ➤ PERDIDAS SECUNDARIAS

**Tabla. 142:** Pérdidas secundarias del tramo 16.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Codos	Reduc	Válvula y UU	Uni	T	$\xi$	Hrs
Q1	0,0001	0,024	0,00045	0	0,27	0,54	0	0	0,8	0,0035
Q1	0,0001	0,036	0,001	1,2	0	0	0	0,9	2,1	0,0018
Q2	0,0002	0,024	0,00045	0	0,27	0,54	0	0	0,8	0,0099
Q2	0,0002	0,036	0,001	1,2	0	0	0	2	3,2	0,0079
Q3	0,0004	0,036	0,001	0	0,3	0	0	0,9	1,2	0,0075
<b>Pérdidas totales secundarias</b>										<b>0,0306</b>

Pérdida total del tramo 16: Hr= **0.070565 m**

### TRAMO 17

Tubería  $\varnothing = 1 \text{ plg}$        $\varnothing_{int} = 0.0239 \text{ m}$

Tubería  $\varnothing = 1/2 \text{ plg}$        $\varnothing_{int} = 0.0145 \text{ m}$

$$Q_1 = Q_{total} = 0.00013(m^3 / s)$$

➤ **PERDIDAS PRIMARIAS**

**Tabla. 143:** Pérdidas primarias del tramo 17.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D(m)	A (m <sup>2</sup> )	Rey	k/D	λ	L (m)	Hrp (m)
Q1	0,00013	0,0145	0,000165	31708,96	0,0001	0,024	0,5	0,0258
Q1	0,00013	0,0239	0,000449	19237,65	6,3E-05	0,03	5,1	0,027
<b>Pérdidas totales primarias</b>								<b>0,0528</b>

➤ **PERDIDAS SECUNDARIAS**

**Tabla. 144:** Pérdidas secundarias del tramo 17.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Codos	Reduc	Válvula y UU	Uni	T	ξ	Hrs
Q1	0,00013	0,015	0,0002	0	0,37	0,65	0	0	1,02	0,0323
Q1	0,00013	0,024	0,0004	1,4	0,4	0	0	2,4	4,2	0,018
<b>Pérdidas totales secundarias</b>										<b>0,0502</b>

Pérdida total del tramo 17: Hr= **0.103056 m**

**PERDIDAS DE TODOS LOS TRAMOS DEL PISO 5**

**Tabla. 145:** Pérdidas totales del piso 5

TRAMO	Hr
1	0,204627
2	0,102455
3	0,287628
4	0,111266
5	0,138586
6	0,138347
7	0,054862
8	0,11867
9	0,165377
10	0,120727
11	0,153864
12	0,120727
13	0,110738
14	0,10968
15	0,127482
16	0,070556
17	0,103056
<b>Hr totales de los tramos del piso 5</b>	<b>2,238648</b>

➤ **PERDIDAS EN LA TUBERÍA PRINCIPAL DEL PISO 5**

Material: **hierro galvanizado**

Tubería  $\varnothing = 2\ 1/2\ plg$        $\varnothing_{int} = 68.8\ mm$

$Q_{piso5} = 0.00322\ (m^3 / s)$

➤ **PERDIDAS PRIMARIAS**

**Tabla. 146:** Pérdidas totales primarias.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D(m)	A (m <sup>2</sup> )	Rey	k/D	$\lambda$	L (m)	Hrp (m)
<b>Q.P5</b>	0,00322	0,069	0,00372	1,66E+05	0,00218	0,025	65,2	0,8887
<b>Pérdidas totales primarias</b>								<b>0,8887</b>

➤ **PERDIDAS SECUNDARIAS**

**Tabla. 147:** Pérdidas totales secundarias.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Codos	Reduc	Válvula y UU	Uni	Tr	TI	$\xi$	Hrs
<b>Q.P5</b>	0,0032	0,069	0,0037	4,25	0	0,4	0,05	6	12	16,4	0,628
<b>Pérdidas totales secundarias</b>											<b>0,628</b>

Pérdida total en la tubería principal del piso 5: **Hr= 1.516397 m**

➤ **PERDIDAS TOTALES EN EL PISO 5**

$Hr_{total} = Hr(\text{ramales}) + Hr(\text{tub. Princ.}) = 2.238648 + 1.516397 = 3.755045\ m$

**Hr<sub>total</sub> = 3.755045 m**

## ❖ PISO 4 (hospitalización)

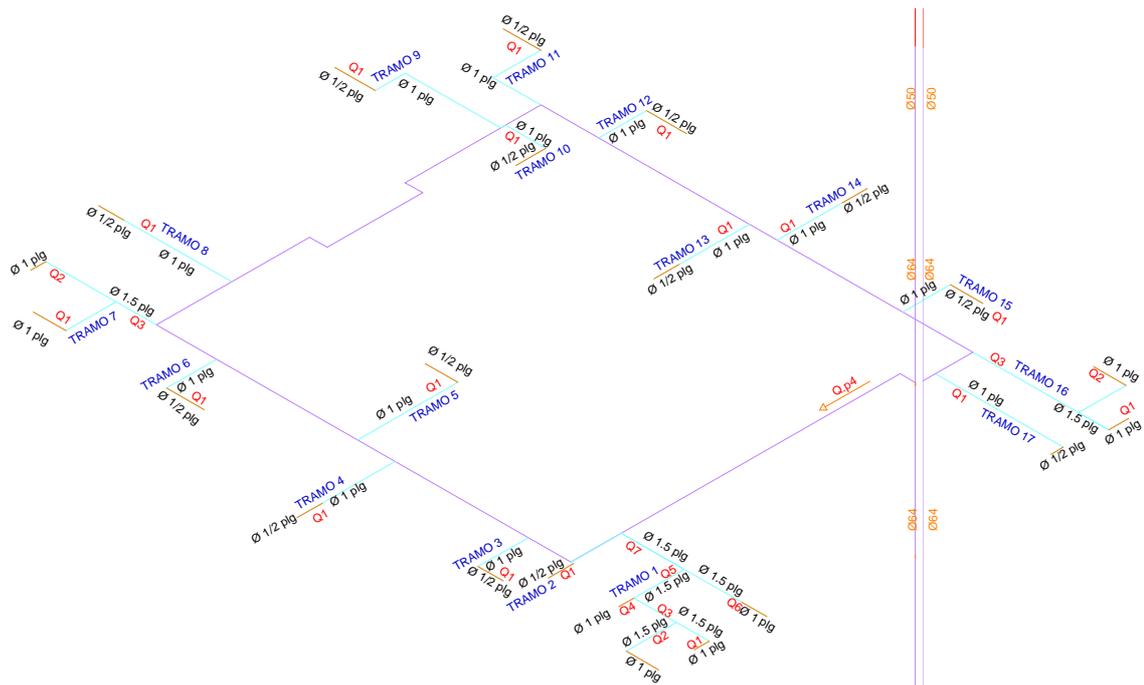


Fig. 52: Piso 4 (hospitalización).

**TRAMO 1**

Tubería  $\varnothing = 1 \text{ plg}$        $\varnothing_{int} = 0.0239 \text{ m}$

Tubería  $\varnothing = 1/2 \text{ plg}$        $\varnothing_{int} = 0.0145 \text{ m}$

$$Q_1 = Q_4 = Q_6 = 0.00013(m^3 / s)$$

$$Q_2 = 0.00022(m^3 / s)$$

$$Q_3 = Q_1 + Q_2 = 0.00035(m^3 / s)$$

$$Q_5 = Q_4 + Q_3 = 0.00048(m^3 / s)$$

$$Q_7 = Q_5 + Q_6 = Q_{total} = 0.00061(m^3 / s)$$

➤ **PÉRDIDAS PRIMARIAS**

**Tabla. 148:** Pérdidas primarias del tramo 1.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D(m)	A (m <sup>2</sup> )	Rey	k/D	λ	L (m)	Hrp (m)
Q1	0,00013	0,0239	0,000449	1,92E+04	0,000063	0,03	0,6	0,00317
Q1	0,00013	0,0357	0,001001	1,29E+04	0,000042	0,029	1,3	0,00091
Q2	0,00022	0,0239	0,000449	3,26E+04	0,000063	0,024	1,3	0,01568
Q2	0,00022	0,0357	0,001001	2,18E+04	0,000042	0,026	2	0,00352
Q3	0,00035	0,0357	0,001001	3,47E+04	0,000042	0,023	1,7	0,00683
Q4	0,00013	0,0239	0,000449	1,92E+04	0,000063	0,03	0,6	0,00317
Q5	0,00048	0,0357	0,001001	4,76E+04	0,000042	0,021	2	0,0138
Q6	0,00013	0,0239	0,000449	1,92E+04	0,000063	0,03	1	0,00529
Q6	0,00013	0,0357	0,001001	1,29E+04	0,000042	0,029	2,3	0,00161
Q7	0,00061	0,0357	0,001001	6,04E+04	0,000042	0,02	2,5	0,02654
<b>Pérdidas totales primarias</b>								<b>0,08052</b>

➤ **PÉRDIDAS SECUNDARIAS**

**Tabla. 149:** Pérdidas secundarias del tramo 2.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Codos	Reduc	Válvula y UU	Uni	T	epsi	Hrs
Q1	0,00013	0,024	0,0004	0	0,37	0,65	0	0	1	0,0044
Q1	0,00013	0,036	0,001	1,4	0	0	0	2,4	3,8	0,0033
Q2	0,00022	0,024	0,0004	0	0,37	0,65	0	0	1	0,0125
Q2	0,00022	0,036	0,001	1,4	0	0	0	0,9	2,3	0,0057
Q3	0,00035	0,036	0,001	0	0	0	0	2,4	2,4	0,015
Q4	0,00013	0,024	0,0004	2	0,37	0	0	0,9	3,3	0,014
Q5	0,00048	0,036	0,001	0	0	0	0	2,4	2,4	0,0282
Q6	0,00013	0,024	0,0004	0	0,37	0,65	0	0	1	0,0044
Q6	0,00013	0,036	0,001	0	0	0	0	0,9	0,9	0,0008
Q7	0,00061	0,036	0,001	0	0,4	0	0	1,5	1,9	0,036
<b>Pérdidas totales secundarias</b>										<b>0,1241</b>

Pérdida total del tramo 1: Hr= **0.2046277 m**

**TRAMO 2**

Tubería  $\varnothing = 1 \text{ plg}$        $\varnothing_{int} = 0.0239 \text{ m}$

Tubería  $\varnothing = 1/2 \text{ plg}$        $\varnothing_{int} = 0.0145 \text{ m}$

$Q_1 = Q_{total} = 0.00013 \text{ (m}^3 / \text{s)}$

➤ **PÉRDIDAS PRIMARIAS**

**Tabla. 150:** Pérdidas primarias del tramo 3.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D(m)	A (m <sup>2</sup> )	Rey	k/D	λ	L (m)	Hrp (m)
Q1	0,00013	0,015	0,000165	31708,96	0,0001	0,024	1	0,05168
Q1	0,00013	0,024	0,000449	19237,65	6,3E-05	0,03	0,1	0,00053
<b>Pérdidas totales primarias</b>								<b>0,05221</b>

➤ **PÉRDIDAS SECUNDARIAS**

**Tabla. 151:** Pérdidas secundarias del tramo 3.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Codos	Reduc	Válvula y UU	Uni	T	ξ	Hrs
Q1	0,00013	0,015	0,00017	0	0,37	0,65	0	0	1,02	0,0323
Q1	0,00013	0,024	0,00045	1,4	0,4	0	0	2	4,2	0,018
<b>Pérdidas totales secundarias</b>										<b>0,0502</b>

Pérdida total del tramo 2: Hr= **0.102455 m**

**TRAMO 3**

Tubería  $\varnothing = 1 \text{ plg}$        $\varnothing_{int} = 0.0239 \text{ m}$

Tubería  $\varnothing = 1/2 \text{ plg}$        $\varnothing_{int} = 0.0145 \text{ m}$

$$Q_1 = Q_{total} = 0.00022(m^3 / s)$$

➤ **PÉRDIDAS PRIMARIAS**

**Tabla. 152:** Pérdidas primarias del tramo 3.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D(m)	A (m <sup>2</sup> )	Rey	k/D	λ	L (m)	Hrp (m)
Q1	0,0002	0,0145	0,000165	53661,3	0,0001	0,02	1	0,1312
Q1	0,0002	0,0239	0,000449	32556	6,3E-05	0,02	2	0,0236
<b>Pérdidas totales primarias</b>								<b>0,1548</b>

➤ **PÉRDIDAS SECUNDARIAS**

**Tabla. 153:** Pérdidas secundarias del tramo 3.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Codos	Reduc	Válvula y UU	Uni	T	ξ	Hrs
Q1	0,00022	0,01	0,00017	0	0,37	0,65	0	0	1	0,09237
Q1	0,00022	0,02	0,00045	1,4	0,4	0	0	1,5	3,3	0,04049
<b>Pérdidas totales secundarias</b>										<b>0,13286</b>

Pérdida total del tramo 3: Hr= **0.287628 m**

**TRAMO 4**

Tubería  $\phi = 1 \text{ plg}$        $\phi_{int} = 0.0239 \text{ m}$

Tubería  $\phi = 1/2 \text{ plg}$        $\phi_{int} = 0.0145 \text{ m}$

$$Q_1 = Q_{total} = 0.00013 (m^3 / s)$$

➤ **PÉRDIDAS PRIMARIAS**

**Tabla. 154:** Pérdidas primarias del tramo 4.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D(m)	A (m <sup>2</sup> )	Rey	k/D	λ	L (m)	Hrp (m)
Q1	0,00013	0,0145	0,000165	31708,96	0,000103	0,0237	1	0,0517
Q1	0,00013	0,0239	0,000449	19237,65	6,28E-05	0,0295	2,9	0,0153
<b>Pérdidas totales primarias</b>								<b>0,067</b>

➤ **PERDIDAS SECUNDARIAS**

**Tabla. 155:** Pérdidas secundarias del tramo 4.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Codos	Reduc	Válvula y UU	Uni	T	ξ	Hrs
Q1	0,00013	0,015	0,00017	0	0,37	0,65	0	0	1	0,0323
Q1	0,00013	0,024	0,00045	0	0,4	0	0	2	2,8	0,012
<b>Pérdidas totales secundarias</b>										<b>0,0442</b>

Pérdida total del tramo 4: Hr= **0.111266 m**

**TRAMO 5**

Tubería  $\varnothing = 1 \text{ plg}$        $\varnothing_{int} = 0.0239 \text{ m}$

Tubería  $\varnothing = 1/2 \text{ plg}$        $\varnothing_{int} = 0.0145 \text{ m}$

$$Q_1 = Q_{total} = 0.00013 \text{ (m}^3 / \text{s)}$$

**PÉRDIDAS PRIMARIAS****Tabla. 156:** Pérdidas primarias del tramo 5.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D(m)	A (m <sup>2</sup> )	Rey	k/D	$\lambda$	L (m)	Hrp (m)
Q1	0,00013	0,0145	0,00017	31709	0,0001	0,024	1,3	0,0672
Q1	0,00013	0,0239	0,00045	19237,7	6,3E-05	0,03	4	0,0212
<b>Pérdidas totales primarias</b>								<b>0,0883</b>

➤ **PÉRDIDAS SECUNDARIAS****Tabla. 157:** Pérdidas secundarias del tramo 5.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Codos	Reduc	Válvula y UU	Uni	T	$\xi$	Hrs
Q1	0,00013	0,015	0,0002	0	0,37	0,65	0	0	1	0,0323
Q1	0,00013	0,024	0,0004	1,4	0,4	0	0	2,4	4,2	0,018
<b>Pérdidas totales secundarias</b>										<b>0,0502</b>

Pérdida total del tramo 5: Hr= **0.138586 m**

**TRAMO 6**

Tubería  $\varnothing = 1 \text{ plg}$        $\varnothing_{int} = 0.0239 \text{ m}$

Tubería  $\varnothing = 1/2 \text{ plg}$        $\varnothing_{int} = 0.0145 \text{ m}$

$$Q_1 = Q_{total} = 0.00013 \text{ (m}^3 / \text{s)}$$

➤ **PÉRDIDAS PRIMARIAS**

**Tabla. 158:** Pérdidas primarias del tramo 6.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D(m)	A (m <sup>2</sup> )	Rey	k/D	λ	L (m)	Hrp (m)
Q1	0,00013	0,0145	0,000165	31709	0,0001	0,024	1,5	0,0775
Q1	0,00013	0,0239	0,000449	19238	6,3E-05	0,03	2	0,0106
<b>Pérdidas totales primarias</b>								<b>0,0881</b>

➤ **PÉRDIDAS SECUNDARIAS**

**Tabla. 159:** Pérdidas secundarias del tramo 6.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Codos	Reduc	Válvula y UU	Uni	T	ξ	Hrs
Q1	0,00013	0,015	0,00017	0	0,37	0,65	0	0	1	0,0323
Q1	0,00013	0,024	0,00045	1,4	0,4	0	0	2,4	4,2	0,018
<b>Pérdidas totales secundarias</b>										<b>0,0502</b>

Pérdida total del tramo 6: Hr= **0.138347 m**

**TRAMO 7**

Tubería  $\varnothing = 1 \text{ plg}$        $\varnothing_{int} = 0.0239 \text{ m}$

Tubería  $\varnothing = 1.5 \text{ plg}$        $\varnothing_{int} = 0.0357 \text{ m}$

$$Q_1 = 0.00013 \text{ (m}^3/\text{s)}$$

$$Q_2 = 0.00022 \text{ (m}^3/\text{s)}$$

$$Q_3 = Q_1 + Q_2 = 0.00035 \text{ (m}^3/\text{s)}$$

➤ **PÉRDIDAS PRIMARIAS**

**Tabla. 160:** Pérdidas primarias del tramo 7.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D(m)	A (m <sup>2</sup> )	Rey	k/D	λ	L (m)	Hrp (m)
Q1	0,00013	0,0239	0,000449	1,92E+04	0,000063	0,026	1,3	0,0061
Q1	0,00013	0,0357	0,001001	1,29E+04	0,000042	0,029	2	0,0014
Q2	0,00022	0,0239	0,000449	3,26E+04	0,000063	0,023	0,6	0,0071
Q2	0,00022	0,0357	0,001001	2,18E+04	0,000042	0,026	2,8	0,0049
Q3	0,00035	0,0357	0,001001	3,47E+04	0,000042	0,024	1,6	0,0066
<b>Pérdidas totales primarias</b>								<b>0,026</b>

➤ **PÉRDIDAS SECUNDARIAS**

**Tabla. 161: Pérdidas secundarias del tramo 7.**

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Codos	Reduc	Válvula y UU	Uni	T	ξ	Hrs
Q1	0,00013	0,024	0,00045	0	0,27	0,54	0	0	0,8	0,0035
Q1	0,00013	0,036	0,001	1,2	0	0	0	2	3,2	0,0028
Q2	0,00022	0,024	0,00045	0	0,27	0,54	0	0	0,8	0,0099
Q2	0,00022	0,036	0,001	1,2	0	0	0	1	2,1	0,0052
Q3	0,00035	0,036	0,001	0	0,3	0	0	1	1,2	0,0075
<b>Pérdidas totales secundarias</b>										<b>0,0288</b>

Pérdida total del tramo 7      Hr= **0.054862 m**

**TRAMO 8**

Tubería  $\phi = 1 \text{ plg}$        $\phi_{int} = 0.0239 \text{ m}$

Tubería  $\phi = 1/2 \text{ plg}$        $\phi_{int} = 0.0145 \text{ m}$

$Q_1 = Q_{total} = 0.00013 \text{ (m}^3/\text{s)}$

➤ **PÉRDIDAS PRIMARIAS**

**Tabla. 162: Pérdidas primarias del tramo 8.**

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D(m)	A (m <sup>2</sup> )	Rey	k/D	λ	L (m)	Hrp (m)
Q1	0,00013	0,015	0,000165	31709	0,000103	0,024	1	0,05168
Q1	0,00013	0,024	0,000449	19237,7	6,28E-05	0,03	4,3	0,02274
<b>Pérdidas totales primarias</b>								<b>0,07442</b>

➤ **PÉRDIDAS SECUNDARIAS**

**Tabla. 163: Pérdidas secundarias del tramo 8.**

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Codos	Reduc	Válvula y UU	Uni	T	ξ	Hrs
Q1	0,00013	0,015	0,0002	0	0,37	0,65	0	0	1	0,0323
Q1	0,00013	0,024	0,0004	0	0,4	0	0	2,4	2,8	0,012
<b>Pérdidas totales secundarias</b>										<b>0,0442</b>

Pérdida total del tramo 8:  $H_r = 0.11867 \text{ m}$

### TRAMO 9

Tubería  $\varnothing = 1 \text{ plg}$        $\varnothing_{int} = 0.0239 \text{ m}$

Tubería  $\varnothing = 1/2 \text{ plg}$        $\varnothing_{int} = 0.0145 \text{ m}$

$$Q_1 = Q_{total} = 0.00013 (m^3 / s)$$

#### ➤ PÉRDIDAS PRIMARIAS

Tabla. 164: Pérdidas secundarias del tramo 9.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D(m)	A (m <sup>2</sup> )	Rey	k/D	$\lambda$	L (m)	H <sub>rp</sub> (m)
Q1	0,00013	0,0145	0,00017	31708,96	0,0001	0,024	1,6	0,0827
Q1	0,00013	0,0239	0,00045	19237,65	6E-05	0,03	5	0,0264
<b>Pérdidas totales primarias</b>								<b>0,1091</b>

#### ➤ PÉRDIDAS SECUNDARIAS

Tabla. 165: Pérdidas secundarias del tramo 9.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Codos	Reduc	Válvula y UU	Uni	T	$\xi$	Hrs
Q1	0,00013	0,015	0,00017	0	0,37	0,65	0	0	1,02	0,0323
Q1	0,00013	0,024	0,00045	2,8	0,4	0	0	2,4	5,6	0,024
<b>Pérdidas Totales Secundarias</b>										<b>0,0562</b>

Pérdida total del tramo 9:  $H_r = 0.165377 \text{ m}$

### TRAMO 10

Tubería  $\varnothing = 1 \text{ plg}$        $\varnothing_{int} = 0.0239 \text{ m}$

Tubería  $\varnothing = 1/2 \text{ plg}$        $\varnothing_{int} = 0.0145 \text{ m}$

$$Q_1 = Q_{total} = 0.00013 (m^3 / s)$$

#### ➤ PÉRDIDAS PRIMARIAS

Tabla. 166: Pérdidas primarias del tramo 10.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D(m)	A (m <sup>2</sup> )	Rey	k/D	$\lambda$	L (m)	H <sub>rp</sub> (m)
Q1	0,00013	0,015	0,000165	31708,96	0,0001	0,02	1,2	0,062
Q1	0,00013	0,024	0,000449	19237,65	6,3E-05	0,03	1,6	0,0085
<b>Pérdidas totales primarias</b>								<b>0,0705</b>

➤ **PÉRDIDAS SECUNDARIAS**

**Tabla. 167:** Pérdidas secundarias del tramo 10.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Codos	Reduc	Válvula y UU	Uni	T	ξ	Hrs
Q1	0,00013	0,01	0,00017	0	0,37	0,65	0	0	1,02	0,0323
Q1	0,00013	0,02	0,00045	1,4	0,4	0	0	2	4,2	0,018
<b>Pérdidas totales secundarias</b>										<b>0,0502</b>

Pérdida total del tramo 10: Hr= **0.120727 m**

**TRAMO 11**

Tubería  $\phi = 1 \text{ plg}$        $\phi_{int} = 0.0239 \text{ m}$

Tubería  $\phi = 1/2 \text{ plg}$        $\phi_{int} = 0.0145 \text{ m}$

$Q_1 = Q_{total} = 0.00013 \text{ (m}^3 / \text{s)}$

➤ **PÉRDIDAS PRIMARIAS**

**Tabla. 168:** Pérdidas primarias del tramo 11.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D(m)	A (m <sup>2</sup> )	Rey	k/D	λ	L (m)	Hrp (m)
Q1	0,00013	0,0145	0,000165	31709	0,0001	0,024	1,5	0,0775
Q1	0,00013	0,0239	0,000449	19237,7	6,3E-05	0,03	3,8	0,0201
<b>Perdidas totales primarias</b>								<b>0,0976</b>

➤ **PÉRDIDAS SECUNDARIAS**

**Tabla. 169:** Pérdidas secundarias del tramo 11.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Codos	Reduc	Válvula y UU	Uni	T	ξ	Hrs
Q1	0,00013	0,015	0,00017	0	0,37	0,65	0	0	1	0,032
Q1	0,00013	0,024	0,00045	2,8	0,4	0	0	2,4	5,6	0,024
<b>Pérdidas totales secundarias</b>										<b>0,056</b>

Pérdida total del tramo 11: Hr= **0.153864 m**

**TRAMO 12**

Tubería  $\varnothing = 1 \text{ plg}$        $\varnothing_{int} = 0.0239 \text{ m}$

Tubería  $\varnothing = 1/2 \text{ plg}$        $\varnothing_{int} = 0.0145 \text{ m}$

$$Q_1 = Q_{total} = 0.00013 (m^3 / s)$$

➤ **PÉRDIDAS PRIMARIAS**

**Tabla. 170:** Pérdidas primarias del tramo 12.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D(m)	A (m <sup>2</sup> )	Rey	k/D	$\lambda$	L (m)	Hrp (m)
Q1	0,00013	0,0145	0,000165	31708,96	0,0001	0,02	1,6	0,0827
Q1	0,00013	0,0239	0,000449	19237,65	6E-05	0,03	1,9	0,01
<b>Pérdidas totales primarias</b>								<b>0,0927</b>

➤ **PÉRDIDAS SECUNDARIAS**

**Tabla. 171:** Pérdidas secundarias del tramo 12.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Codos	Reduc	Válvula y UU	Uni	T	$\xi$	Hrs
Q1	0,00013	0,015	0,00017	0	0,37	0,65	0	0	1,02	0,03225
Q1	0,00013	0,024	0,00045	1,4	0,4	0	0	2,4	4,2	0,01799
<b>Pérdidas totales secundarias</b>										<b>0,05025</b>

Pérdida total del tramo 12: Hr= **0.120727 m**

**TRAMO 13**

Tubería  $\varnothing = 1 \text{ plg}$        $\varnothing_{int} = 0.0239 \text{ m}$

Tubería  $\varnothing = 1/2 \text{ plg}$        $\varnothing_{int} = 0.0145 \text{ m}$

$$Q_1 = Q_{total} = 0.00013 (m^3 / s)$$

➤ **PÉRDIDAS PRIMARIAS**

**Tabla. 172:** Pérdidas primarias del tramo 13.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D(m)	A (m <sup>2</sup> )	Rey	k/D	λ	L (m)	Hrp (m)
Q1	0,00013	0,0145	0,00017	31709	0,000103	0,024	1	0,05168
Q1	0,00013	0,0239	0,00045	19238	6,28E-05	0,03	2,8	0,01481
<b>Pérdidas totales primarias</b>								<b>0,06649</b>

➤ **PÉRDIDAS SECUNDARIAS**

**Tabla. 173:** Pérdidas secundarias del tramo 13.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Codos	Reduc	Válvula y UU	Uni	T	ξ	Hrs
Q1	0,00013	0,01	0,0002	0	0,37	0,65	0	0	1	0,0323
Q1	0,00013	0,02	0,0004	0	0,4	0	0	2,4	2,8	0,012
<b>Pérdidas totales secundarias</b>										<b>0,0442</b>

Pérdida total del tramo 13: Hr= **0.110738 m**

**TRAMO 14**

Tubería  $\varnothing = 1 \text{ plg}$        $\varnothing_{int} = 0.0239 \text{ m}$

Tubería  $\varnothing = 1/2 \text{ plg}$        $\varnothing_{int} = 0.0145 \text{ m}$

$Q_1 = Q_{total} = 0.00013 \text{ (m}^3 / \text{s)}$

➤ **PÉRDIDAS PRIMARIAS**

**Tabla. 174:** Pérdidas primarias del tramo 14.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D(m)	A (m <sup>2</sup> )	Rey	k/D	λ	L (m)	Hrp (m)
Q1	0,00013	0,0145	0,000165	31709	0,0001	0,024	1	0,052
Q1	0,00013	0,0239	0,000449	19238	6E-05	0,03	2,6	0,014
<b>Pérdidas totales primarias</b>								<b>0,065</b>

➤ **PÉRDIDAS SECUNDARIAS**

**Tabla. 175:** Pérdidas secundarias del tramo 14.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Codos	Reduc	Válvula y UU	Uni	T	ξ	Hrs
Q1	0,00013	0,015	0,0002	0	0,37	0,65	0	0	1,02	0,032
Q1	0,00013	0,024	0,0004	0	0,4	0	0	2,4	2,8	0,012
<b>Pérdidas totales secundarias</b>										<b>0,044</b>

Pérdida total del tramo 14: Hr= **0.109680 m**

### TRAMO 15

Tubería  $\varnothing = 1 \text{ plg}$        $\varnothing_{int} = 0.0239 \text{ m}$

Tubería  $\varnothing = 1/2 \text{ plg}$        $\varnothing_{int} = 0.0145 \text{ m}$

$$Q_1 = Q_{total} = 0.00013 \quad (m^3 / s)$$

#### ➤ PÉRDIDAS PRIMARIAS

**Tabla. 176:** Pérdidas primarias del tramo 15.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D(m)	A (m <sup>2</sup> )	Rey	k/D	$\lambda$	L (m)	Hrp (m)
Q1	0,00013	0,015	0,00017	31708,96	0,000103	0,024	1,3	0,0672
Q1	0,00013	0,024	0,00045	19237,65	6,28E-05	0,03	1,9	0,01
<b>Pérdidas totales primarias</b>								<b>0,0772</b>

#### ➤ PÉRDIDAS SECUNDARIAS

**Tabla. 177:** Pérdidas secundarias del tramo 15.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Codos	Reduc	Válvula y UU	Uni	T	$\xi$	Hrs
Q1	0,00013	0,015	0,000165	0	0,37	0,65	0	0	1	0,0323
Q1	0,00013	0,024	0,000449	1,4	0,4	0	0	2,4	4,2	0,018
<b>Pérdidas totales secundarias</b>										<b>0,0502</b>

Pérdida total del tramo 15: Hr= **0.127482 m**

### TRAMO 16

Tubería  $\varnothing = 1 \text{ plg}$        $\varnothing_{int} = 0.0239 \text{ m}$

Tubería  $\varnothing = 1.5 \text{ plg}$        $\varnothing_{int} = 0.0357 \text{ m}$

$$Q_1 = 0.00013 \quad (m^3 / s)$$

$$Q_2 = 0.00022(m^3 / s)$$

$$Q_3 = Q_1 + Q_2 = 0.00035(m^3 / s)$$

➤ **PÉRDIDAS PRIMARIAS**

**Tabla. 178:** Pérdidas primarias del tramo 16.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D(m)	A (m <sup>2</sup> )	Rey	k/D	λ	L (m)	Hrp (m)
Q1	0,00013	0,0239	0,0004	1,92E+04	6,3E-05	0,03	0,8	0,0038
Q1	0,00013	0,0357	0,001	1,29E+04	4,2E-05	0,03	1,2	0,0008
Q2	0,00022	0,0239	0,0004	3,26E+04	6,3E-05	0,02	1,3	0,0153
Q2	0,00022	0,0357	0,001	2,18E+04	4,2E-05	0,03	1,9	0,0033
Q3	0,00035	0,0357	0,001	3,47E+04	4,2E-05	0,02	4,2	0,0167
<b>Pérdidas totales primarias</b>								<b>0,04</b>

➤ **PÉRDIDAS SECUNDARIAS**

**Tabla. 179:** Pérdidas secundarias del tramo 16.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Codos	Reduc	Válvula y UU	Uni	T	ξ	Hrs
Q1	0,00013	0,02	0,0004	0	0,27	0,54	0	0	0,81	0,0035
Q1	0,00013	0,04	0,001	1,2	0	0	0	0,9	2,1	0,0018
Q2	0,00022	0,02	0,0004	0	0,27	0,54	0	0	0,81	0,0099
Q2	0,00022	0,04	0,001	1,2	0	0	0	2	3,2	0,0079
Q3	0,00035	0,04	0,001	0	0,3	0	0	0,9	1,2	0,0075
<b>Pérdidas Totales Secundarias</b>										<b>0,0306</b>

Pérdida total del tramo 16: Hr= **0.070565 m**

**TRAMO 17**

Tubería  $\varnothing = 1 \text{ plg}$        $\varnothing_{int} = 0.0239 \text{ m}$

Tubería  $\varnothing = 1/2 \text{ plg}$        $\varnothing_{int} = 0.0145 \text{ m}$

$Q_1 = Q_{total} = 0.00013 \text{ (m}^3 / \text{s)}$

➤ **PÉRDIDAS PRIMARIAS**

**Tabla. 180:** Pérdidas primarias del tramo 17.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D(m)	A (m <sup>2</sup> )	Rey	k/D	λ	L (m)	Hrp (m)
Q1	0,00013	0,015	0,00017	31709	0,0001	0,0237	0,5	0,0258
Q1	0,00013	0,024	0,00045	19238	6,3E-05	0,0295	5,1	0,027
<b>Pérdidas totales primarias</b>								<b>0,0528</b>

➤ **PÉRDIDAS SECUNDARIAS**

**Tabla. 181:** Pérdidas secundarias del tramo 17.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Codos	Reduc	Válvula y UU	Uni	T	ξ	Hrs
Q1	0,00013	0,0145	0,00017	0	0,37	0,65	0	0	1,02	0,0323
Q1	0,00013	0,0239	0,00045	1,4	0,4	0	0	2	4,2	0,018
<b>Pérdidas totales secundarias</b>										<b>0,0502</b>

Pérdida total del tramo 17: Hr= **0.103056 m**

**PERDIDAS DE TODOS LOS TRAMOS DEL PISO 4**

**Tabla. 182:** Pérdidas totales del piso 4

TRAMO	Hr
1	0,204627
2	0,102455
3	0,287628
4	0,111266
5	0,138586
6	0,138347
7	0,054862
8	0,11867
9	0,165377
10	0,120727
11	0,153864
12	0,120727
13	0,110738
14	0,10968
15	0,127482
16	0,070556
17	0,103056
<b>Hr total de los tramos del piso 4</b>	<b>2,238648</b>

➤ **PÉRDIDAS EN LA TUBERÍA PRINCIPAL DEL PISO 4**

Material: **hierro galvanizado**

Tubería  $\emptyset = 2\frac{1}{2}plg$        $\emptyset_{int} = 68.8 \text{ mm}$

$Q_{piso4} = 0.00322 \text{ (m}^3 / \text{s)}$

➤ **PÉRDIDAS PRIMARIAS**

**Tabla. 183:** Pérdidas totales primarias.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D(m)	A (m <sup>2</sup> )	Rey	k/D	$\lambda$	L (m)	Hrp (m)
<b>Q.p4</b>	0,00322	0,069	0,0037	1,66E+05	0,00218	0,025	65,2	0,88868
<b>Pérdidas totales primarias</b>								<b>0,88868</b>

➤ **PÉRDIDAS SECUNDARIAS**

**Tabla. 184:** Pérdidas totales secundarias.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Codos	Reduc	Válvula y UU	Uni	Tr	TI	$\xi$	Hrs
<b>Q.p4</b>	0,00322	0,07	0,00372	4,25	0	0,4	0,05	6	11,7	16,4	0,6277
<b>Pérdidas totales secundarias</b>											<b>0,6277</b>

Pérdida total en la tubería principal del piso 4: **Hr= 1.516397 m**

➤ **PÉRDIDAS TOTALES EN EL PISO 4**

$Hr_{total} = Hr(\text{ramales}) + Hr(\text{tub. Princ.}) = 2.238648 + 1.516397 = 3.755045 \text{ m}$

**Hr<sub>total</sub> = 3.755045 m**

### PISO 3 (hospitalización)

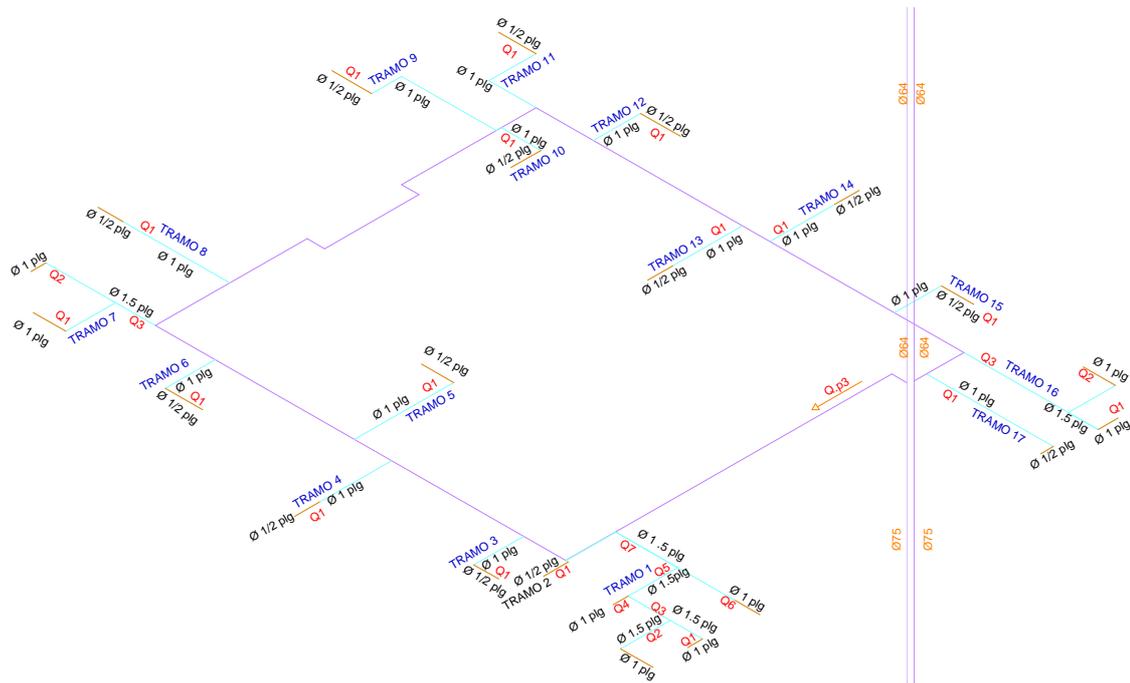


Fig. 53: Piso 3 (hospitalización).

#### TRAMO 1

Tubería  $\varnothing = 1 \text{ plg}$        $\varnothing_{int} = 0.0239 \text{ m}$

Tubería  $\varnothing = 1.5 \text{ plg}$        $\varnothing_{int} = 0.0357 \text{ m}$

$$Q_1 = Q_4 = Q_6 = 0.00013(m^3 / s)$$

$$Q_2 = 0.00022(m^3 / s)$$

$$Q_3 = Q_1 + Q_2 = 0.00035(m^3 / s)$$

$$Q_5 = Q_4 + Q_3 = 0.00048(m^3 / s)$$

$$Q_7 = Q_5 + Q_6 = Q_{total} = 0.00061(m^3 / s)$$

➤ **PÉRDIDAS PRIMARIAS**

**Tabla. 185:** Pérdidas totales primarias del tramo 1.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D(m)	A (m <sup>2</sup> )	Rey	k/D	λ	L (m)	Hrp (m)
Q1	0,00013	0,024	0,0004	1,92E+04	0,000063	0,03	0,6	0,003173
Q1	0,00013	0,036	0,001	1,29E+04	0,000042	0,029	1,3	0,000909
Q2	0,00022	0,024	0,0004	3,26E+04	0,000063	0,024	1,3	0,015683
Q2	0,00022	0,036	0,001	2,18E+04	0,000042	0,026	2	0,003521
Q3	0,00035	0,036	0,001	3,47E+04	0,000042	0,023	1,7	0,006832
Q4	0,00013	0,024	0,0004	1,92E+04	0,000063	0,03	0,6	0,003173
Q5	0,00048	0,036	0,001	4,76E+04	0,000042	0,021	2	0,013802
Q6	0,00013	0,024	0,0004	1,92E+04	0,000063	0,03	1	0,005288
Q6	0,00013	0,036	0,001	1,29E+04	0,000042	0,029	2,3	0,001608
Q7	0,00061	0,036	0,001	6,04E+04	0,000042	0,02	2,5	0,026537
<b>Pérdidas totales primarias</b>								<b>0,080525</b>

➤ **PÉRDIDAS SECUNDARIAS**

**Tabla. 186:** Pérdidas secundarias del tramo 1.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Codos	Reduc	Válvula y UU	Uni	T	ξ	Hrs
Q1	0,00013	0,024	0,0004	0	0,27	0,54	0	0	0,8	0,0035
Q1	0,00013	0,036	0,001	1,2	0	0	0	2	3,2	0,0028
Q2	0,00022	0,024	0,0004	0	0,27	0,54	0	0	0,8	0,0099
Q2	0,00022	0,036	0,001	1,2	0	0	0	0,9	2,1	0,0052
Q3	0,00035	0,036	0,001	0	0	0	0	2	2	0,0125
Q4	0,00013	0,024	0,0004	2	0,27	0	0	0,9	3,2	0,0136
Q5	0,00048	0,036	0,001	0	0	0	0	2	2	0,0235
Q6	0,00013	0,024	0,0004	0	0,27	0,54	0	0	0,8	0,0035
Q6	0,00013	0,036	0,001	0	0	0	0	0,9	0,9	0,0008
Q7	0,00061	0,036	0,001	0	0,3	0	0	1,5	1,8	0,0341
<b>Pérdidas totales secundarias</b>										<b>0,1092</b>

Pérdida total del tramo 1: **Hr= 0.189731 m**

**TRAMO 2**

Tubería  $\phi = 1 \text{ plg}$        $\phi_{int} = 0.0239 \text{ m}$

Tubería  $\phi = 1/2 \text{ plg}$        $\phi_{int} = 0.0145 \text{ m}$

$Q_1 = Q_{total} = 0.00013 \text{ (m}^3 / \text{s)}$

➤ **PÉRDIDAS PRIMARIAS**

**Tabla. 187: Pérdidas primarias del tramo 2.**

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D(m)	A (m <sup>2</sup> )	Rey	k/D	lamda	L (m)	Hrp (m)
Q1	0,00013	0,015	0,00017	31709	0,000103	0,0237	1	0,0517
Q1	0,00013	0,024	0,00045	19238	6,28E-05	0,0295	0,1	0,0005
<b>Pérdidas totales primarias</b>								<b>0,0522</b>

➤ **PÉRDIDAS SECUNDARIAS**

**Tabla. 188: Pérdidas secundarias del tramo 2.**

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Codos	Reduc	Válvula y UU	Uni	T	ξ	Hrs
Q1	0,00013	0,01	0,00017	0	0,37	0,65	0	0	1,02	0,0323
Q1	0,00013	0,02	0,00045	1,4	0,4	0	0	2,4	4,2	0,018
<b>Pérdidas totales secundarias</b>										<b>0,0502</b>

Pérdida total del tramo 2: Hr= **0.102455 m**

**TRAMO 3**

Tubería  $\varnothing = 1 \text{ plg}$        $\varnothing_{int} = 0.0239 \text{ m}$

Tubería  $\varnothing = 1/2 \text{ plg}$        $\varnothing_{int} = 0.0145 \text{ m}$

$$Q_1 = Q_{total} = 0.00022(m^3 / s)$$

➤ **PÉRDIDAS PRIMARIAS**

**Tabla. 189: Pérdidas primarias del tramo 3.**

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D(m)	A (m <sup>2</sup> )	Rey	k/D	λ	L (m)	Hrp (m)
Q1	0,00022	0,0145	0,0002	53661	0,0001	0,021	1	0,1312
Q1	0,00022	0,0239	0,0004	32556	6,3E-05	0,023	2	0,0236
<b>Pérdidas totales primarias</b>								<b>0,1548</b>

➤ **PÉRDIDAS SECUNDARIAS**

**Tabla. 190:** Pérdidas secundarias del tramo 3.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Codos	Reduc	Válvula y UU	Uni	T	ξ	Hrs
Q1	0,00022	0,015	0,0002	0	0,37	0,65	0	0	1,02	0,0924
Q1	0,00022	0,024	0,0004	1,4	0,4	0	0	1,5	3,3	0,0405
<b>Pérdidas totales secundarias</b>										<b>0,1329</b>

Pérdida total del tramo 3: **Hr= 0.287628 m**

**TRAMO 4**

Tubería  $\phi = 1 \text{ plg}$        $\phi_{int} = 0.0239 \text{ m}$

Tubería  $\phi = 1/2 \text{ plg}$        $\phi_{int} = 0.0145 \text{ m}$

$$Q_1 = Q_{total} = 0.00013(m^3 / s)$$

➤ **PÉRDIDAS PRIMARIAS**

**Tabla. 191:** Pérdidas primarias del tramo 4.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D(m)	A (m <sup>2</sup> )	Rey	k/D	λ	L (m)	Hrp (m)
Q1	0,00013	0,015	0,0002	31709	0,000103	0,024	1	0,0517
Q1	0,00013	0,024	0,0004	19238	6,28E-05	0,03	2,9	0,0153
<b>Pérdidas totales primarias</b>								<b>0,067</b>

➤ **PÉRDIDAS SECUNDARIAS**

**Tabla. 192:** Pérdidas secundarias del tramo 4.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Codos	Reduc	Válvula y UU	Uni	T	ξ	Hrs
Q1	0,00013	0,015	0,0002	0	0,37	0,65	0	0	1,02	0,03225
Q1	0,00013	0,024	0,0004	0	0,4	0	0	2,4	2,8	0,012
<b>Pérdidas totales secundarias</b>										<b>0,04425</b>

Pérdida total del tramo 4: **Hr= 0.111266 m**

**TRAMO 5**

Tubería  $\phi = 1 \text{ plg}$        $\phi_{int} = 0.0239 \text{ m}$

Tubería  $\phi = 1/2 \text{ plg}$        $\phi_{int} = 0.0145 \text{ m}$

$$Q_1 = Q_{total} = 0.00013(m^3 / s)$$

➤ **PÉRDIDAS PRIMARIAS**

**Tabla. 193:** Pérdidas primarias del tramo 5.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D(m)	A (m <sup>2</sup> )	Rey	k/D	λ	L (m)	Hrp (m)
Q1	0,00013	0,015	0,0002	31709	0,000103	0,0237	1,3	0,0672
Q1	0,00013	0,024	0,0004	19238	6,28E-05	0,0295	4	0,0212
<b>Pérdidas totales primarias</b>								<b>0,0883</b>

➤ **PÉRDIDAS SECUNDARIAS**

**Tabla. 194:** Pérdidas secundarias del tramo 5.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Codos	Reduc	Válvula y UU	Uni	T	ξ	Hrs
Q1	0,00013	0,015	0,0002	0	0,37	0,65	0	0	1,02	0,032
Q1	0,00013	0,024	0,0004	1,4	0,4	0	0	2,4	4,2	0,018
<b>Pérdidas totales secundarias</b>										<b>0,05</b>

Pérdida total del tramo 5: Hr= **0.138586 m**

**TRAMO 6**

Tubería  $\phi = 1 \text{ plg}$        $\phi_{int} = 0.0239 \text{ m}$

Tubería  $\phi = 1/2 \text{ plg}$        $\phi_{int} = 0.0145 \text{ m}$

$$Q_1 = Q_{total} = 0.00013 (m^3 / s)$$

➤ **PÉRDIDAS PRIMARIAS**

**Tabla. 195:** Pérdidas primarias del tramo 6.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D(m)	A (m <sup>2</sup> )	Rey	k/D	λ	L (m)	Hrp (m)
Q1	0,00013	0,015	0,000165	31709	0,0001	0,02	1,5	0,0775
Q1	0,00013	0,024	0,000449	19238	6E-05	0,03	2	0,0106
<b>Pérdidas totales primarias</b>								<b>0,0881</b>

➤ **PÉRDIDAS SECUNDARIAS**

**Tabla. 196:** Pérdidas secundarias del tramo 6.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Codos	Reduc	Válvula y UU	Uni	T	ξ	Hrs
Q1	0,00013	0,015	2E-04	0	0,37	0,65	0	0	1	0,032
Q1	0,00013	0,024	4E-04	1,4	0,4	0	0	2	4,2	0,018
<b>Pérdidas totales secundarias</b>										<b>0,05</b>

Pérdida total del tramo 6:  $H_r = 0.138347 \text{ m}$

### TRAMO 7

Tubería  $\varnothing = 1 \text{ plg}$        $\varnothing_{int} = 0.0239 \text{ m}$

Tubería  $\varnothing = 1.5 \text{ plg}$        $\varnothing_{int} = 0.0357 \text{ m}$

$$Q_1 = 0.00013 \text{ (m}^3 / \text{s)}$$

$$Q_2 = 0.00022 \text{ (m}^3 / \text{s)}$$

$$Q_3 = Q_1 + Q_2 = 0.00035 \text{ (m}^3 / \text{s)}$$

#### ➤ PÉRDIDAS PRIMARIAS

Tabla. 197: Pérdidas primarias del tramo 7.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D(m)	A (m <sup>2</sup> )	Rey	k/D	$\lambda$	L (m)	Hrp (m)
Q1	0,00013	0,024	0,0004	1,92E+04	0,000063	0,026	1,3	0,0061
Q1	0,00013	0,036	0,001	1,29E+04	0,000042	0,029	2	0,0014
Q2	0,00022	0,024	0,0004	3,26E+04	0,000063	0,023	0,6	0,0071
Q2	0,00022	0,036	0,001	2,18E+04	0,000042	0,026	2,8	0,0049
Q3	0,00035	0,036	0,001	3,47E+04	0,000042	0,024	1,6	0,0066
<b>Pérdidas totales primarias</b>								<b>0,026</b>

#### ➤ PÉRDIDAS SECUNDARIAS

Tabla. 198: Pérdidas secundarias del tramo 7.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Codos	Reduc	Válvula y UU	Uni	T	$\xi$	Hrs
Q1	0,00013	0,02	0,0004	0	0,27	0,54	0	0	0,8	0,0035
Q1	0,00013	0,04	0,001	1,2	0	0	0	2	3,2	0,0028
Q2	0,00022	0,02	0,0004	0	0,27	0,54	0	0	0,8	0,0099
Q2	0,00022	0,04	0,001	1,2	0	0	0	0,9	2,1	0,0052
Q3	0,00035	0,04	0,001	0	0,3	0	0	0,9	1,2	0,0075
<b>Pérdidas totales secundarias</b>										<b>0,0288</b>

Pérdida total del tramo 7:  $H_r = 0.054862 \text{ m}$

### TRAMO 8

Tubería  $\varnothing = 1 \text{ plg}$        $\varnothing_{int} = 0.0239 \text{ m}$

Tubería  $\varnothing = 1/2 \text{ plg}$        $\varnothing_{int} = 0.0145 \text{ m}$

$$Q_1 = Q_{total} = 0.00013 \text{ (m}^3 / \text{s)}$$

➤ **PÉRDIDAS PRIMARIAS**

**Tabla. 199:** Pérdidas primarias del tramo 8.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D(m)	A (m <sup>2</sup> )	Rey	k/D	λ	L (m)	Hrp (m)
Q1	0,00013	0,015	0,000165	31709	0,000103	0,0237	1	0,0517
Q1	0,00013	0,024	0,000449	19238	6,28E-05	0,0295	4,3	0,0227
<b>Pérdidas totales primarias</b>								<b>0,0744</b>

➤ **PÉRDIDAS SECUNDARIAS**

**Tabla. 200:** Pérdidas secundarias del tramo 8.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Codos	Reduc	Válvula y UU	Uni	T	ξ	Hrs
Q1	0,0001	0,015	0,00017	0	0,37	0,65	0	0	1,02	0,032
Q1	0,0001	0,024	0,00045	0	0,4	0	0	2,4	2,8	0,012
<b>Pérdidas totales secundarias</b>										<b>0,044</b>

Pérdida total del tramo 8: Hr= **0.11867 m**

**TRAMO 9**

Tubería  $\varnothing = 1 \text{ plg}$        $\varnothing_{int} = 0.0239 \text{ m}$

Tubería  $\varnothing = 1/2 \text{ plg}$        $\varnothing_{int} = 0.0145 \text{ m}$

$$Q_1 = Q_{total} = 0.00013 (m^3 / s)$$

➤ **PÉRDIDAS PRIMARIAS**

**Tabla. 201:** Pérdidas primarias del tramo 9.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D(m)	A (m <sup>2</sup> )	Rey	k/D	λ	L (m)	Hrp (m)
Q1	0,00013	0,0145	0,000165	31709	0,000103	0,0237	1,6	0,0827
Q1	0,00013	0,0239	0,000449	19238	6,28E-05	0,0295	5	0,0264
<b>Pérdidas totales primarias</b>								<b>0,1091</b>

➤ **PÉRDIDAS SECUNDARIAS**

**Tabla. 202:** Pérdidas secundarias del tramo 9.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Codos	Reduc	Válvula y UU	Uni	T	ξ	Hrs
Q1	0,00013	0,015	0,00017	0	0,37	0,65	0	0	1,02	0,0323
Q1	0,00013	0,024	0,00045	2,8	0,4	0	0	2,4	5,6	0,024
<b>Pérdidas totales secundarias</b>										<b>0,0562</b>

Pérdida total del tramo 9:  $H_r = 0.165377 \text{ m}$

### TRAMO 10

Tubería  $\phi = 1 \text{ plg}$        $\phi_{int} = 0.0239 \text{ m}$

Tubería  $\phi = 1/2 \text{ plg}$        $\phi_{int} = 0.0145 \text{ m}$

$$Q_1 = Q_{total} = 0.00013 (m^3 / s)$$

#### ➤ PÉRDIDAS PRIMARIAS

Tabla. 203: Pérdidas primarias del tramo 9.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D(m)	A (m <sup>2</sup> )	Rey	k/D	$\lambda$	L (m)	Hrp (m)
Q1	0,00013	0,0145	0,0002	31709	0,0001	0,0237	1,2	0,06202
Q1	0,00013	0,0239	0,0004	19238	6,3E-05	0,0295	1,6	0,00846
<b>Pérdidas totales primarias</b>								<b>0,07048</b>

#### ➤ PÉRDIDAS SECUNDARIAS

Tabla. 204: Pérdidas secundarias del tramo 10.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Codos	Reduc	Válvula y UU	Uni	T	$\xi$	Hrs
Q1	0,00013	0,015	0,0002	0	0,37	0,65	0	0	1,02	0,0323
Q1	0,00013	0,024	0,0004	1,4	0,4	0	0	2,4	4,2	0,018
<b>Pérdidas totales secundarias</b>										<b>0,0502</b>

Pérdida total del tramo 10:  $H_r = 0.120727 \text{ m}$

### TRAMO 11

Tubería  $\phi = 1 \text{ plg}$        $\phi_{int} = 0.0239 \text{ m}$

Tubería  $\phi = 1/2 \text{ plg}$        $\phi_{int} = 0.0145 \text{ m}$

$$Q_1 = Q_{total} = 0.00013 (m^3 / s)$$

#### ➤ PÉRDIDAS PRIMARIAS

Tabla. 205: Pérdidas primarias del tramo 11.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D(m)	A (m <sup>2</sup> )	Rey	k/D	$\lambda$	L (m)	Hrp (m)
Q1	0,00013	0,0145	0,00017	31709	0,000103	0,0237	1,5	0,0775
Q1	0,00013	0,0239	0,00045	19238	6,28E-05	0,0295	3,8	0,0201
<b>Perdidas totales primarias</b>								<b>0,0976</b>

➤ **PÉRDIDAS SECUNDARIAS**

**Tabla. 206:** Pérdidas secundarias del tramo 11.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Codos	Reduc	Válvula y UU	Uni	T	ξ	Hrs
Q1	0,00013	0,015	0,0002	0	0,37	0,65	0	0	1	0,032
Q1	0,00013	0,024	0,0004	2,8	0,4	0	0	2,4	5,6	0,024
<b>Pérdidas totales secundarias</b>										<b>0,056</b>

Pérdida total del tramo 11: Hr= **0.153864 m**

**TRAMO 12**

Tubería  $\phi = 1 \text{ plg}$        $\phi_{int} = 0.0239 \text{ m}$

Tubería  $\phi = 1/2 \text{ plg}$        $\phi_{int} = 0.0145 \text{ m}$

$Q_1 = Q_{total} = 0.00013 \text{ (m}^3 / \text{s)}$

➤ **PÉRDIDAS PRIMARIAS**

**Tabla. 207:** Pérdidas primarias del tramo 12.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D(m)	A (m <sup>2</sup> )	Rey	k/D	λ	L (m)	Hrp (m)
Q1	0,00013	0,015	0,00017	31709	0,000103	0,0237	1,6	0,0827
Q1	0,00013	0,024	0,00045	19238	6,28E-05	0,0295	1,9	0,01
<b>Pérdidas totales primarias</b>								<b>0,0927</b>

➤ **PÉRDIDAS SECUNDARIAS**

**Tabla. 208:** Pérdidas secundarias del tramo 12.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Codos	Reduc	Válvula y UU	Uni	T	ξ	Hrs
Q1	0,00013	0,015	0,0002	0	0,37	0,65	0	0	1,02	0,032
Q1	0,00013	0,024	0,0004	1,4	0,4	0	0	2,4	4,2	0,018
<b>Pérdidas totales secundarias</b>										<b>0,05</b>

Pérdida total del tramo 12: Hr= **0.120727 m**

**TRAMO 13**

Tubería  $\phi = 1 \text{ plg}$        $\phi_{int} = 0.0239 \text{ m}$

Tubería  $\phi = 1/2 \text{ plg}$        $\phi_{int} = 0.0145 \text{ m}$

$Q_1 = Q_{total} = 0.00013 \text{ (m}^3 / \text{s)}$

➤ **PÉRDIDAS PRIMARIAS**

**Tabla. 209:** Pérdidas primarias del tramo 13.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D(m)	A (m <sup>2</sup> )	Rey	k/D	λ	L (m)	Hrp (m)
Q1	0,00013	0,0145	0,00017	31709	0,0001	0,0237	1	0,0517
Q1	0,00013	0,0239	0,00045	19238	6,3E-05	0,0295	2,8	0,0148
<b>Pérdidas totales primarias</b>								<b>0,0665</b>

➤ **PÉRDIDAS SECUNDARIAS**

**Tabla. 210:** Pérdidas secundarias del tramo 13.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Codos	Reduc	Válvula y UU	Uni	T	ξ	Hrs
Q1	0,00013	0,015	0,000165	0	0,37	0,65	0	0	1,02	0,0323
Q1	0,00013	0,024	0,000449	0	0,4	0	0	2,4	2,8	0,012
<b>Pérdidas totales secundarias</b>										<b>0,0442</b>

Pérdida total del tramo 13: Hr= **0.110738 m**

**TRAMO 14**

Tubería  $\phi = 1 \text{ plg}$        $\phi_{int} = 0.0239 \text{ m}$

Tubería  $\phi = 1/2 \text{ plg}$        $\phi_{int} = 0.0145 \text{ m}$

$$Q_1 = Q_{total} = 0.00013 (m^3 / s)$$

➤ **PÉRDIDAS PRIMARIAS**

**Tabla. 211:** Pérdidas primarias del tramo 14.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D(m)	A (m <sup>2</sup> )	Rey	k/D	λ	L (m)	Hrp (m)
Q1	0,00013	0,015	0,0002	31709	0,0001	0,024	1	0,0517
Q1	0,00013	0,024	0,0004	19238	6,3E-05	0,03	2,6	0,0137
<b>Pérdidas totales primarias</b>								<b>0,0654</b>

➤ **PÉRDIDAS SECUNDARIAS**

**Tabla. 212:** Pérdidas secundarias del tramo 14.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Codos	Reduc	Válvula y UU	Uni	T	ξ	Hrs
Q1	0,00013	0,015	0,0002	0	0,37	0,65	0	0	1,02	0,032
Q1	0,00013	0,024	0,0004	0	0,4	0	0	2,4	2,8	0,012
<b>Pérdidas totales secundarias</b>										<b>0,044</b>

Pérdida total del tramo 14: Hr= **0.109680 m**

**TRAMO 15**

Tubería  $\varnothing = 1 \text{ plg}$        $\varnothing_{int} = 0.0239 \text{ m}$

Tubería  $\varnothing = 1/2 \text{ plg}$        $\varnothing_{int} = 0.0145 \text{ m}$

$$Q_1 = Q_{total} = 0.00013 \quad (m^3 / s)$$

➤ **PÉRDIDAS PRIMARIAS**

**Tabla. 213:** Pérdidas primarias del tramo 15.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D(m)	A (m <sup>2</sup> )	Rey	k/D	$\lambda$	L (m)	Hrp (m)
Q1	0,00013	0,015	0,00017	31709	0,000103	0,02	1,3	0,0672
Q1	0,00013	0,024	0,00045	19238	6,28E-05	0,03	1,9	0,01
<b>Pérdidas totales primarias</b>								<b>0,0772</b>

➤ **PÉRDIDAS SECUNDARIAS**

**Tabla. 214:** Pérdidas secundarias del tramo 15.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Codos	Reduc	Válvula y UU	Uni	T	epsi	Hrs
Q1	0,00013	0,015	0,000165	0	0,37	0,65	0	0	1	0,0323
Q1	0,00013	0,024	0,000449	1,4	0,4	0	0	2,4	4,2	0,018
<b>Perdidas totales secundarias</b>										<b>0,0502</b>

Pérdida total del tramo 15: Hr= **0.127482 m**

**TRAMO 16**

Tubería  $\varnothing = 1 \text{ plg}$        $\varnothing_{int} = 0.0239 \text{ m}$

Tubería  $\varnothing = 1.5 \text{ plg}$        $\varnothing_{int} = 0.0357 \text{ m}$

$$Q_1 = 0.00013 (m^3 / s)$$

$$Q_2 = 0.00022 (m^3 / s)$$

$$Q_3 = Q_1 + Q_2 = 0.00035 (m^3 / s)$$

➤ **PÉRDIDAS PRIMARIAS**

**Tabla. 215:** Pérdidas primarias del tramo 16.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D(m)	A (m <sup>2</sup> )	Rey	k/D	$\lambda$	L (m)	Hrp (m)
Q1	0,00013	0,0239	0,0004	19238	6,276E-05	0,0265	0,8	0,0038
Q1	0,00013	0,0357	0,001	12879	4,202E-05	0,026	1,2	0,0008
Q2	0,00022	0,0239	0,0004	32556	6,276E-05	0,023	1,3	0,0153
Q2	0,00022	0,0357	0,001	21795	4,202E-05	0,0255	1,9	0,0033
Q3	0,00035	0,0357	0,001	34674	4,202E-05	0,0228	4,2	0,0167
<b>Pérdidas totales primarias</b>								<b>0,04</b>

➤ **PÉRDIDAS SECUNDARIAS**

**Tabla. 216:** Pérdidas secundarias del tramo 16.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Codos	Reduc	Válvula y UU	Uni	T	$\xi$	Hrs
Q1	0,00013	0,0239	0,00045	0	0,27	0,54	0	0	0,81	0,0035
Q1	0,00013	0,0357	0,001	1,2	0	0	0	0,9	2,1	0,0018
Q2	0,00022	0,0239	0,00045	0	0,27	0,54	0	0	0,81	0,0099
Q2	0,00022	0,0357	0,001	1,2	0	0	0	2	3,2	0,0079
Q3	0,00035	0,0357	0,001	0	0,3	0	0	0,9	1,2	0,0075
<b>Pérdidas totales secundarias</b>										<b>0,0306</b>

Pérdida total del tramo 16: Hr= **0.070565 m**

**TRAMO 17**

Tubería  $\varnothing = 1 \text{ plg}$        $\varnothing_{int} = 0.0239 \text{ m}$

Tubería  $\varnothing = 1/2 \text{ plg}$        $\varnothing_{int} = 0.0145 \text{ m}$

$Q_1 = Q_{total} = 0.00013 \text{ (m}^3 / \text{s)}$

➤ **PÉRDIDAS PRIMARIAS**

**Tabla. 217:** Pérdidas secundarias del tramo 17.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D(m)	A (m <sup>2</sup> )	Rey	k/D	$\lambda$	L (m)	Hrp (m)
Q1	0,00013	0,015	0,00017	31709	0,000103	0,0237	0,5	0,0258
Q1	0,00013	0,024	0,00045	19238	6,28E-05	0,0295	5,1	0,027
<b>Pérdidas totales primarias</b>								<b>0,0528</b>

➤ **PÉRDIDAS SECUNDARIAS**

**Tabla. 218: Pérdidas secundarias del tramo 17.**

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Codos	Reduc	Válvula y UU	Uni	T	ξ	Hrs
Q1	0,00013	0,015	0,00017	0	0,37	0,65	0	0	1,02	0,0323
Q1	0,00013	0,024	0,00045	1,4	0,4	0	0	2,4	4,2	0,018
<b>Pérdidas totales secundarias</b>										<b>0,0502</b>

Pérdida total del tramo 17: Hr= **0.103056 m**

**PERDIDAS DE TODOS LOS TRAMOS DEL PISO 3**

**Tabla. 219: Pérdidas totales del piso 3.**

TRAMO	Hr
1	0,204627
2	0,102455
3	0,287628
4	0,111266
5	0,138586
6	0,138347
7	0,054862
8	0,11867
9	0,165377
10	0,120727
11	0,153864
12	0,120727
13	0,110738
14	0,10968
15	0,127482
16	0,070556
17	0,103056
<b>Hr totales de los tramos del piso 3</b>	<b>2,238648</b>

➤ **PÉRDIDAS EN LA TUBERÍA PRINCIPAL DEL PISO 3**

Material: hierro galvanizado

Diámetro de 2 1/2 plg

Diámetro interior de 68.8 mm

$$Q_{\text{piso3}} = 0.00322 \text{ (m}^3 \text{ / s)}$$

➤ **PÉRDIDAS PRIMARIAS**

**Tabla. 220: Pérdidas totales primarias.**

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D(m)	A (m <sup>2</sup> )	Rey	k/D	λ	L (m)	Hrp (m)
Q.p3	0,00322	0,069	0,003718	1,66E+05	0,0022	0,025	65,2	0,8887
<b>Pérdidas totales primarias</b>								<b>0,8887</b>

➤ **PÉRDIDAS SECUNDARIAS**

**Tabla. 221: Pérdidas totales secundarias.**

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Codos	Reduc	Válvula y UU	Uni	Tr	TI	ξ	Hrs
Q.p3	0,0032	0,07	0,0037	4,25	0	0,4	0,1	6	12	16	0,628
<b>Pérdidas totales secundarias</b>											<b>0,628</b>

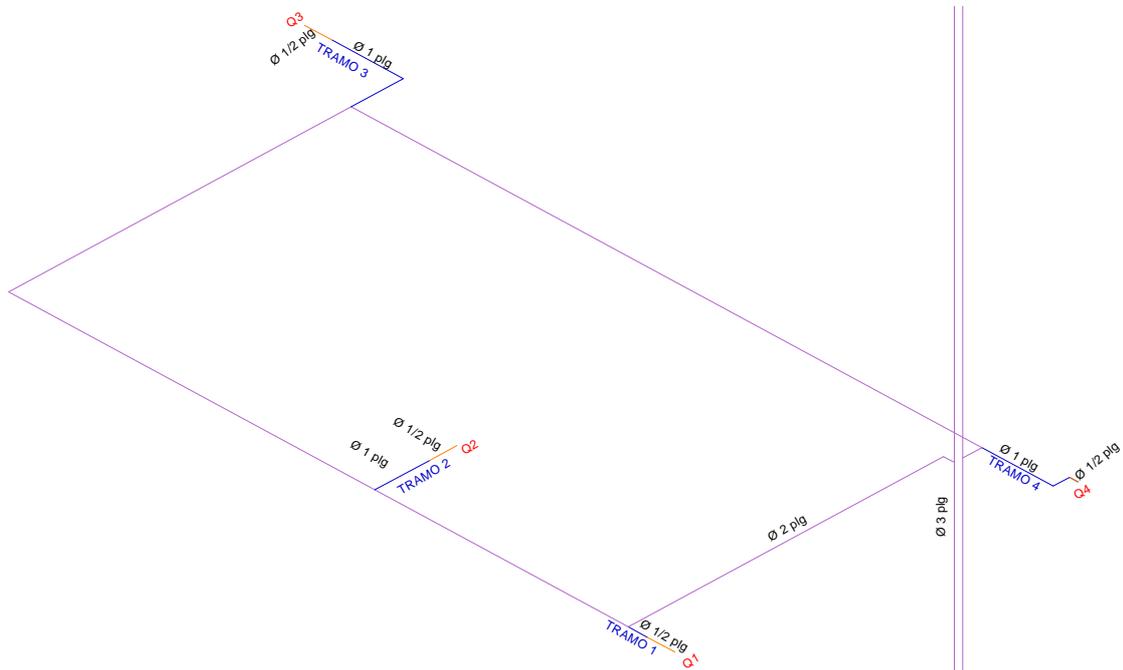
Pérdida total en la tubería principal del piso 3: **Hr= 1.516397 m**

➤ **PÉRDIDAS TOTALES EN EL PISO 3**

$Hr_{total} = Hr(\text{ramales}) + Hr(\text{tub. Princ.}) = 2.238648 + 1.516397 = 3.755045 \text{ m}$

**Hr<sub>total</sub> = 3.755045 m**

## PISO 2 (laboratorio y quirófano)



**Fig. 54:** Piso 2 (laboratorio y quirófano).

Tubería $\varnothing = 1 \text{ plg}$	$\varnothing_{int} = 0.0239 \text{ m}$	PVC Cuatricapa
Tubería $\varnothing = 1/2 \text{ plg}$	$\varnothing_{int} = 0.0145 \text{ m}$	PVC Cuatricapa
Tubería $\varnothing = 2 \text{ plg}$	$\varnothing_{int} = 0.053 \text{ m}$	Hierro galvanizado
Tubería $\varnothing = 3 \text{ plg}$	$\varnothing_{int} = 0.0808 \text{ m}$	Hierro galvanizado

$$Q_1 = Q_2 = Q_3 = Q_4 = 0.13 * 10^{-3} \left( \frac{m^3}{s} \right), Q_{total} = Q_{P2} = 0.52 * 10^{-3} \left( \frac{m^3}{s} \right)$$

### ➤ PÉRDIDAS PRIMARIAS

- Para cada tramo

**Tabla. 222:** Pérdidas totales primarias de todos los tramos del piso 2.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D(m)	A (m <sup>2</sup> )	# Re	k/D	$\lambda$	L (m)	Hrp (m)
Q1	0,00013	0,0145	0,00017	3,17E+04	0,0001	0,02	1	0,0517
Q1	0,00013	0,0239	0,00045	1,92E+04	6E-05	0,03	0,7	0,0033
Q2	0,00013	0,0145	0,00017	3,17E+04	0,0001	0,02	1	0,0519
Q2	0,00013	0,0239	0,00045	1,92E+04	6E-05	0,03	2	0,0094
Q3	0,00013	0,0145	0,00017	3,17E+04	0,0001	0,02	1	0,0458
Q3	0,00013	0,0239	0,00045	1,92E+04	6E-05	0,02	4,5	0,0169
Q4	0,00013	0,0145	0,00017	3,17E+04	0,0001	0,02	0,3	0,0137
Q4	0,00013	0,0239	0,00045	1,92E+04	6E-05	0,02	3,2	0,0137
<b>Pérdidas Primarias Totales de Cada Tramo</b>								<b>0,2064</b>

- Para la tubería principal del piso

Material: **hierro galvanizado aislado**

Diámetro de 2 plg.

Diámetro interior de 53 mm

**Tabla. 223:** Pérdida total primaria de la tubería principal del piso 2.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D(m)	A (m <sup>2</sup> )	# Re	k/D	λ	L (m)	H <sub>rp</sub> (m)
Q P2	0,00052	0,053	0,0022	3,47E+04	0,00283	0,029	70,7	0,1112
<b>Pérdida Total de la Tubería Principal del Piso</b>								<b>0,1112</b>

➤ **PÉRDIDAS SECUNDARIAS**



**Tabla. 224:** Pérdidas totales secundarias de todos los tramos del piso 2.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Codo	Reduc	Válvula y Unión U.	Uni	T	ξ	Hrs (m)
Q1	0,00013	0,01	0,0002	0	0,45	0,65	0	0	1,1	0,03478
Q1	0,00013	0,02	0,0004	0	0,37	0	0	0,9	1,27	0,00544
Q2	0,00013	0,01	0,0002	0	0,45	0,65	0	0	1,1	0,03478
Q2	0,00013	0,02	0,0004	0	0,37	0	0	2,4	2,77	0,01187
Q3	0,00013	0,01	0,0002	0	0,45	0,65	0	2,4	3,5	0,11067
Q3	0,00013	0,02	0,0004	1,4	0,37	0	0	0,9	2,67	0,01144
Q4	0,00013	0,01	0,0002	0	0,45	0,65	0	0	1,1	0,03478
Q4	0,00013	0,02	0,0004	2,8	0,37	0	0	0,9	4,07	0,01744
<b>Pérdidas Secundarias Totales de los Tramos</b>										<b>0,26121</b>

**Tabla. 225:** Pérdida total secundaria de la tubería principal del piso 2.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Codo	Reduc	Válvula y Unión U.	Uni	T	ξ	Hrs (m)
Q P2	0,00052	0,05	0,0022	1,96	0,275	0,45	0,5	6,3	9,4	0,02674
<b>Pérdidas Secundarias Totales de la Tubería Principal</b>										<b>0,02674</b>

Para el piso 2

$$H_{rp} = 0.20639217 + 0.11116197 = \mathbf{0.31755414 \text{ m}}$$

$$H_{rs} = 0.26120576 + 0.02674282 = \mathbf{0.28794858 \text{ m}}$$

$$H_{r_{total}} = \mathbf{0.60550272 \text{ m}}$$

## ❖ PISO 1 (subsuelo)

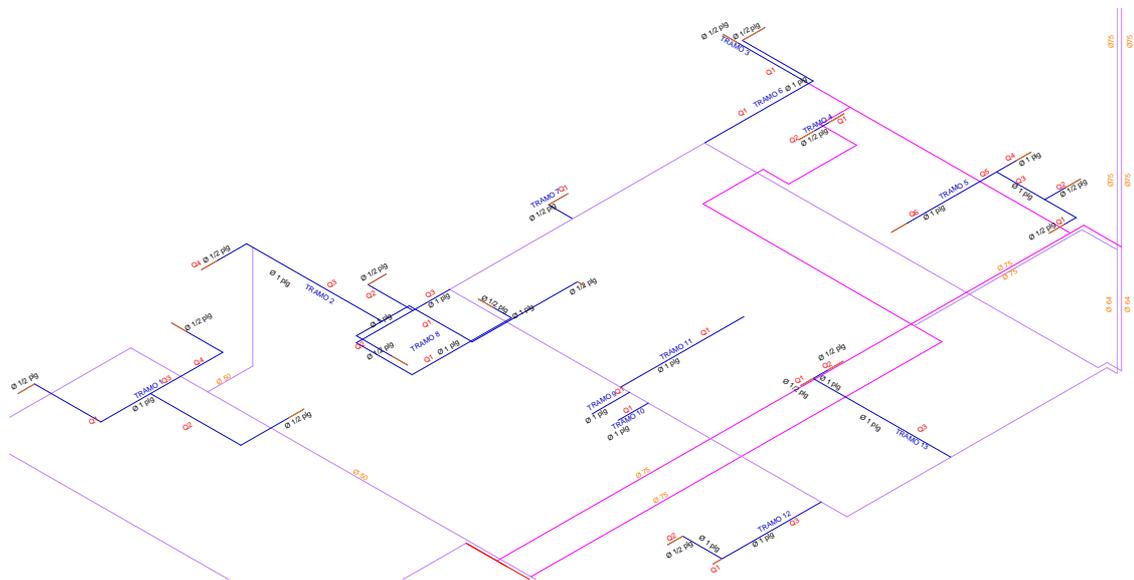


Fig. 55: Piso 1 (subsuelo).

## TRAMO 1 - 2.

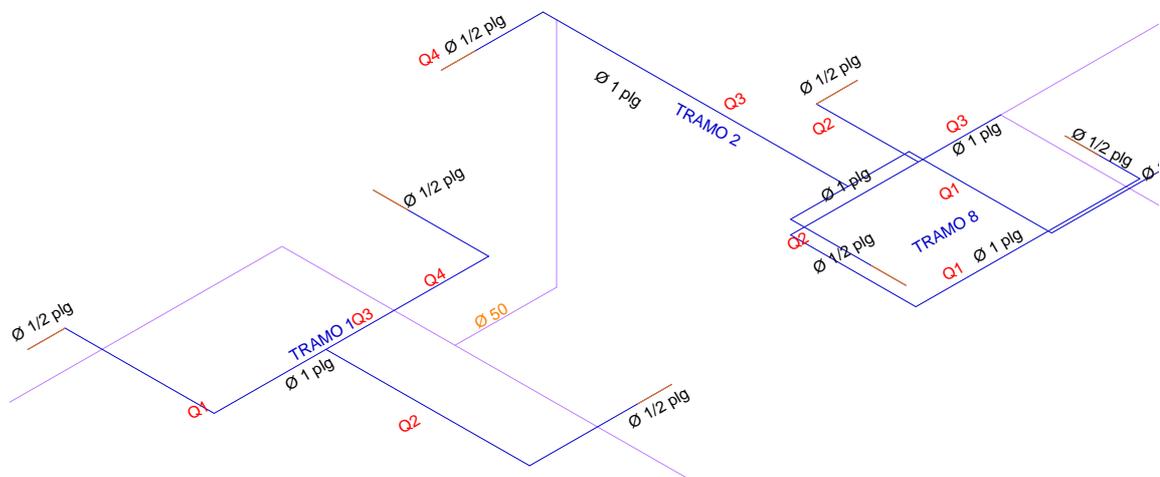


Fig. 56: Piso 1 tramo 1-2.

$$\text{Tubería } \varnothing = 1 \text{ plg} \quad \varnothing_{int} = 0.02376 \text{ m}$$

$$\text{Tubería } \varnothing = 1/2 \text{ plg} \quad \varnothing_{int} = 0.01242 \text{ m}$$

$$Q_1 = Q_2 = Q_4 = 0.00013 \text{ (m}^3 / \text{s)}$$

$$Q_3 = Q_1 + Q_2 = 0.00026 \text{ (m}^3 / \text{s)}$$

### ➤ PÉRDIDAS PRIMARIAS

Tabla. 226: Pérdida primarias del tramo 1.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D(m)	A (m <sup>2</sup> )	Rey	k/D	λ	L	Hrp (m)
Q1	0,00013	0,015	0,00017	31709	0,0001	0,024	1,1	0,05685
Q1	0,00013	0,024	0,00045	19238	6E-05	0,03	7,7	0,04072
Q2	0,00013	0,015	0,00017	31709	0,0001	0,024	1	0,05168
Q2	0,00013	0,024	0,00045	19238	6E-05	0,03	9,2	0,04865
Q3	0,00026	0,024	0,00045	38475	6E-05	0,015	2	0,02079
Q4	0,00013	0,015	0,00017	31709	0,0001	0,024	1	0,05168
Q4	0,00013	0,024	0,00045	19238	6E-05	0,03	5,2	0,0275
<b>Pérdidas totales primarias</b>								<b>0,29788</b>

### ➤ PÉRDIDAS SECUNDARIAS

Tabla. 227: Pérdida secundaria del tramo 1.

Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Codos	Reduc	Válvula y UU	Uni	T	ξ	Hrs
0,00013	0,015	0,0002	0	0,37	0,65	0	0	1,02	0,032
0,00013	0,024	0,0004	2,8	0	0	0	0,9	3,7	0,016
0,00013	0,015	0,0002	0	0,37	0,65	0	0	1,02	0,032
0,00013	0,024	0,0004	1,4	0	0	0	2,4	3,8	0,016
0,00026	0,024	0,0004	0	0,37	0	0	1,7	2,07	0,035
0,00013	0,015	0,0002	0	0,37	0,65	0	0	1,02	0,032
0,00013	0,024	0,0004	1,4	0,37		0	1,7	3,47	0,015
<b>Pérdidas totales secundarias</b>									<b>0,179</b>

Pérdida total del tramo 1: Hr= **0.477104 m**

### TRAMO 2

Tubería  $\emptyset = 1 \text{ plg}$        $\emptyset_{int} = 0.02376 \text{ m}$

Tubería  $\emptyset = 1/2 \text{ plg}$        $\emptyset_{int} = 0.01242 \text{ m}$

$$Q_1 = Q_2 = Q_4 = 0.00013 (\text{m}^3 / \text{s})$$

$$Q_3 = Q_1 + Q_2 = 0.00026 (\text{m}^3 / \text{s})$$

➤ **PÉRDIDAS PRIMARIAS**

**Tabla. 228:** Pérdida primarias del tramo 2.

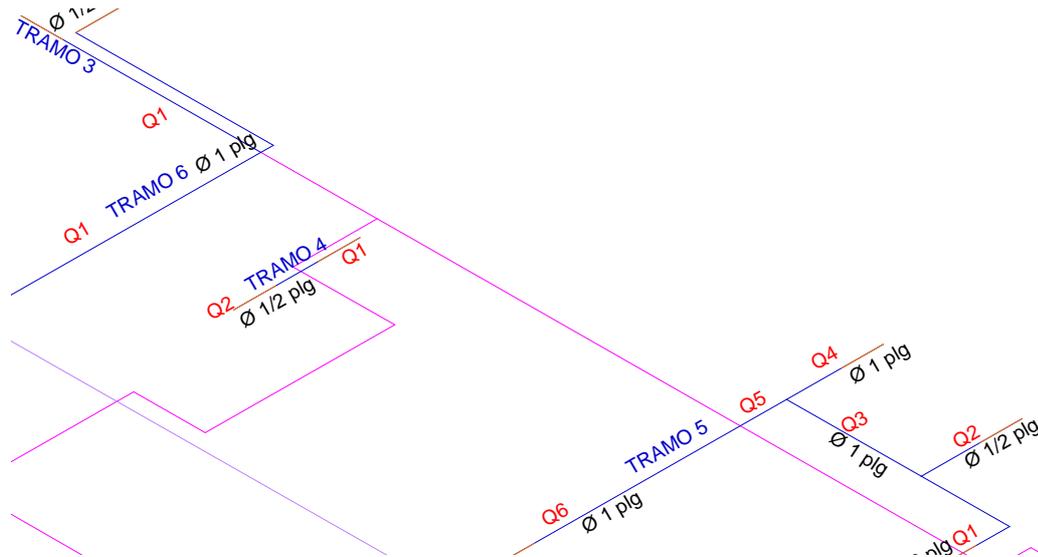
#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D(m)	A (m <sup>2</sup> )	Rey	k/D	$\lambda$	L	Hrp
Q1	0,00013	0,015	0,0002	31709	0,0001	0,02	0,5	0,02584
Q1	0,00013	0,024	0,0004	19238	6E-05	0,03	13	0,06874
Q2	0,00013	0,015	0,0002	31709	0,0001	0,02	1	0,05168
Q2	0,00013	0,024	0,0004	19238	6E-05	0,03	4,1	0,02168
Q3	0,00026	0,024	0,0004	38475	6E-05	0,01	8,6	0,08941
Q4	0,00013	0,015	0,0002	31709	0,0001	0,02	1	0,05168
Q4	0,00013	0,024	0,0004	19238	6E-05	0,03	2,4	0,01269
<b>Pérdidas totales primarias</b>								<b>0,32173</b>

➤ **PÉRDIDAS SECUNDARIAS**

**Tabla. 230:** Pérdida secundaria del tramo 2.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Codos	Reduc	Válvula y UU	Uni	T	$\xi$	Hrs
Q1	0,00013	0,015	0,00017	0	0,37	0,65	0	0	1,02	0,0323
Q1	0,00013	0,024	0,00045	4,2	0	0	0	2,4	6,6	0,0283
Q2	0,00013	0,015	0,00017	0	0,37	0,65	0	0	1,02	0,0323
Q2	0,00013	0,024	0,00045	1,4	0	0	0	2,4	3,8	0,0163
Q3	0,00026	0,024	0,00045	0	0,37	0	0	1,7	2,07	0,0355
Q4	0,00013	0,015	0,00017	0	0,37	0,65	0	0	1,02	0,0323
Q4	0,00013	0,024	0,00045	1,4	0,37		0	1,7	3,47	0,0149
<b>Pérdidas totales secundarias</b>										<b>0,1917</b>

Pérdida total del tramo 2: Hr= **0.513385 m**

**TRAMO 3 - 4 - 5****Fig. 56:** Piso 1 tramo 3-4-5.**TRAMO 3**

Tubería  $\varnothing = 1 \text{ plg}$        $\varnothing_{int} = 0.02376 \text{ m}$

Tubería  $\varnothing = 1/2 \text{ plg}$        $\varnothing_{int} = 0.01242 \text{ m}$

$$Q_1 = 0.00013 (\text{m}^3 / \text{s})$$

➤ **PÉRDIDAS PRIMARIAS****Tabla. 231:** Pérdida primarias del tramo 3.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D(m)	A (m <sup>2</sup> )	Rey	k/D	$\lambda$	L	Hrp
Q1	0,00013	0,0145	0,000165	31709	0,0001	0,02	1	0,0517
Q1	0,00013	0,0239	0,000449	19238	6E-05	0,03	4,7	0,0249
<b>Pérdidas totales primarias</b>								<b>0,0765</b>

➤ **PÉRDIDAS SECUNDARIAS****Tabla. 232:** Pérdida secundaria del tramo 3.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Codos	Reduc	Válvula y UU	Uni	T	$\xi$	Hrs
Q1	0,00013	0,015	0,00017	0	0,37	0,65	0	0	1,02	0,032
Q1	0,00013	0,024	0,00045	0	0,42	0	0	0	0,42	0,002
<b>Pérdidas totales secundarias</b>										<b>0,034</b>

Pérdida total del tramo 3: Hr= **0.110589 m**

**TRAMO 4**

Tubería  $\phi = 1/2 \text{ plg}$        $\phi_{int} = 0.01242 \text{ m}$

$$Q_1 = Q_2 = 0.00013 \text{ (m}^3/\text{s)}$$

➤ **PÉRDIDAS PRIMARIAS**

**Tabla. 233:** Pérdida primarias del tramo 4.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D(m)	A (m <sup>2</sup> )	Rey	k/D	$\lambda$	L	Hrp
Q1	0,00013	0,0145	0,00017	31709	0,0001	0,0237	1	0,0517
Q1	0,00013	0,0239	0,00045	19238	6E-05	0,0295	0,4	0,0021
Q2	0,00013	0,0145	0,00017	31709	0,0001	0,0237	1	0,0517
Q2	0,00013	0,0239	0,00045	19238	6E-05	0,0295	0,6	0,0032
<b>Pérdidas totales primarias</b>								<b>0,1087</b>

➤ **PÉRDIDAS SECUNDARIAS**

**Tabla. 234:** Pérdida secundaria del tramo 4.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Codos	Reduc	Válvula y UU	Uni	T	$\xi$	Hrs
Q1	0,00013	0,015	0,00017	0	0,37	0,65	0	0	1,02	0,0323
Q1	0,00013	0,024	0,00045	0	0,42	0	0	1,5	1,92	0,0082
Q2	0,00013	0,015	0,00017	0	0,37	0,65	0	0	1,02	0,0323
Q2	0,00013	0,024	0,00045	0	0,42	0	0	1,5	1,92	0,0082
<b>Pérdidas totales primarias</b>										<b>0,081</b>

Pérdida total del tramo 4: Hr= **0.189614 m**

**TRAMO 5**

Tubería  $\phi = 1 \text{ plg}$        $\phi_{int} = 0.0239 \text{ m}$

Tubería  $\phi = 1/2 \text{ plg}$        $\phi_{int} = 0.0145 \text{ m}$

$$Q_1 = Q_4 = Q_6 = 0.00013 \text{ (m}^3/\text{s)}$$

$$Q_2 = 0.00022 \text{ (m}^3/\text{s)}$$

$$Q_3 = Q_1 + Q_2 = 0.00035 \text{ (m}^3/\text{s)}$$

$$Q_5 = Q_4 + Q_3 = 0.00048 \text{ (m}^3/\text{s)}$$

➤ **PÉRDIDAS PRIMARIAS**

**Tabla. 235:** Pérdida primarias del tramo 5.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D(m)	A (m <sup>2</sup> )	Rey	k/D	λ	L (m)	Hrp (m)
Q1	0,00013	0,0145	0,00017	31709	0,0001	0,024	1	0,0517
Q1	0,00013	0,0239	0,00045	19238	6E-05	0,03	2,9	0,0153
Q2	0,00022	0,0145	0,00017	53661	0,0001	0,021	1	0,1312
Q2	0,00022	0,0239	0,00045	32556	6E-05	0,023	1,4	0,0165
Q3	0,00035	0,0239	0,00045	51794	6E-05	0,021	3,2	0,0877
Q4	0,00013	0,0145	0,00017	31709	0,0001	0,024	1	0,0517
Q4	0,00013	0,0239	0,00045	19238	6E-05	0,03	1,3	0,0069
Q5	0,00048	0,0239	0,00045	71031	6E-05	0,02	1,1	0,0524
Q6	0,00013	0,0145	0,00017	31709	0,0001	0,024	1	0,0517
Q6	0,00013	0,0239	0,00045	19238	6E-05	0,03	4,9	0,0259
<b>Pérdidas totales primarias</b>								<b>0,491</b>

➤ **PÉRDIDAS SECUNDARIAS**

**Tabla. 234:** Pérdida secundaria del tramo 5.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Codos	Reduc	Válvula y UU	Uni	T	ξ	Hrs
Q1	0,00013	0,015	0,00017	0	0,37	0,65	0	0	1,02	0,0323
Q1	0,00013	0,024	0,00045	1,4	0	0	0	0,9	2,3	0,0099
Q2	0,00022	0,015	0,00017	0	0,37	0,65	0	0	1,02	0,0924
Q2	0,00022	0,024	0,00045	0	0	0	0	2,4	2,4	0,0294
Q3	0,00035	0,024	0,00045	0	0	0	0	2,4	2,4	0,0745
Q4	0,00013	0,015	0,00017	0	0,37	0,65	0	0	1,02	0,0323
Q4	0,00013	0,024	0,00045	0	0	0	0	0,9	0,9	0,0039
Q5	0,00048	0,024	0,00045	0	0,4	0	0	1,7	2,1	0,1227
Q6	0,00013	0,015	0,00017	0	0,37	0,65	0	0	1,02	0,0323
Q6	0,00013	0,024	0,00045	0	0,4	0	0	1,7	2,1	0,009
<b>Pérdidas totales secundarias</b>										<b>0,4385</b>

Pérdida total del tramo 5: Hr= **0.929466 m**

**PÉRDIDAS DE TODOS LOS TRAMOS DEL PISO 1**  
**Tabla. 235: Pérdida totales del piso1.**

TRAMO	Hr
1	0,477104
2	0,513385
3	0,110589
4	0,189614
5	0,929466
<b>Hr totales de los tramos del piso 1</b>	<b>2,220158</b>

➤ **PÉRDIDAS EN LA TUBERÍA PRINCIPAL DEL PISO 1**

En los tramos 1 y 2

Material: **hierro galvanizado**

Diámetro de 2 plg

Diámetro interior de 53 mm

$$Q_{piso1} = 0.00078 \text{ (m}^3 / \text{s)}$$

➤ **PÉRDIDAS PRIMARIAS**

**Tabla. 236: Pérdida totales primarias en tubería principal.**

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D(m)	A (m <sup>2</sup> )	Rey	k/D	$\lambda$	L (m)	Hrp (m)
<b>Q.p1</b>	0,00078	0,053	0,00221	5,21E+04	0,0028	0,029	57,7	0,1979
<b>Pérdidas totales primarias</b>								<b>0,1979</b>

➤ **PÉRDIDAS SECUNDARIAS**

**Tabla. 237: Pérdida totales secundarias en tubería principal.**

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Codos	Reduc	Válvula y UU	Uni	Tr	TI	$\xi$	Hrs
<b>Q.P1</b>	0,00078	0,05	0,00221	4,75	0	0,45	0,3	8,5	0	5,5	0,035
<b>Pérdidas totales secundarias</b>											<b>0,035</b>

Pérdida total en la tubería principal del piso 1 tramo 1 y 2.

$$\mathbf{Hr= 0.232951 \text{ m}}$$

En los tramos 3, 4 y 5.

Material: hierro galvanizado

Diámetro de 3 plg

Diámetro interior de 80.8 mm

$$Q_{\text{piso1}} = 0.00122 \text{ (m}^3/\text{s)}$$

### ➤ PÉRDIDAS PRIMARIAS

**Tabla. 238:** Pérdida totales primarias en tramos 3, 4, 5.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D(m)	A (m <sup>2</sup> )	Rey	k/D	λ	L (m)	Hrp (m)
Q.pl	0,00122	0,081	0,00513	5,34E+04	0,0028	0,027	78,7	0,0745
<b>Pérdidas totales primarias</b>								<b>0,0745</b>

### ➤ PÉRDIDAS SECUNDARIAS

**Tabla. 239:** Pérdida totales secundarias en tramos 3, 4, 5.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Codos	Reduc	Válvula y UU	Uni	Tr	TI	ξ	Hrs
Q.P1	0,00122	0,081	0,0051	5,6	0	0,38	0,4	8,4	0	6,4	0,0184
<b>Perdidas totales secundarias</b>											<b>0,0184</b>

Pérdida total en la tubería principal del piso 1 tramo 3, 4, y 5. **Hr= 0.092957 m**

### ➤ PÉRDIDAS TOTALES EN EL PISO 1

$$Hr_{\text{total}} = Hr(\text{ramales}) + Hr(\text{tub. Princ.}) = 2.220158 + 0.325908 = 2.546066 \text{ m}$$

$$Hr_{\text{total}} = 2.546066 \text{ m}$$

### ❖ Subsuelo

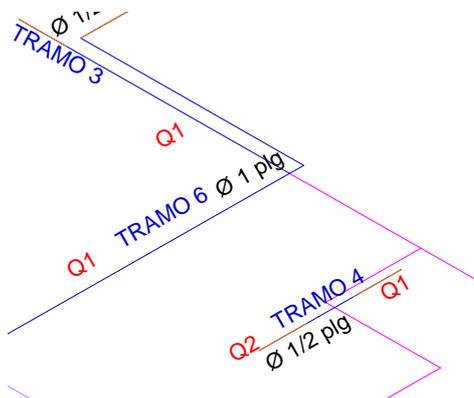


Fig. 57: Piso 1 tramo 6.

**TRAMO 6**

Tubería  $\varnothing = 1 \text{ plg}$        $\varnothing_{int} = 0.02376 \text{ m}$

Tubería  $\varnothing = 1/2 \text{ plg}$        $\varnothing_{int} = 0.01242 \text{ m}$

$Q_1 = 0.00013(m^3 / s)$

➤ **PÉRDIDAS PRIMARIAS**

Tabla. 240: Pérdida total primaria del tramo 6.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D(m)	A (m <sup>2</sup> )	Rey	k/D	$\lambda$	L	Hrp
Q1	0,00013	0,0145	0,00017	31709	0,0001	0,0237	1,5	0,0775
Q1	0,00013	0,0239	0,00045	19238	6E-05	0,0295	12	0,0629
<b>Pérdidas totales primarias</b>								<b>0,1405</b>

➤ **PÉRDIDAS SECUNDARIAS**

Tabla. 241: Pérdida total secundaria del tramos 6.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Codos	Reduc	Válvula y UU	Uni	T	epsi	Hrs
Q1	0,00013	0,015	0,0002	0	0,37	0,65	0	0	1	0,0323
Q1	0,00013	0,024	0,0004	2,8	0,37	0	0	0,9	4,1	0,0174
<b>Pérdidas totales secundarias</b>										<b>0,0497</b>

Pérdida total del tramo 6: Hr= **0.190141 m**

**TRAMO 7 – 8 – 9 – 10 – 11**

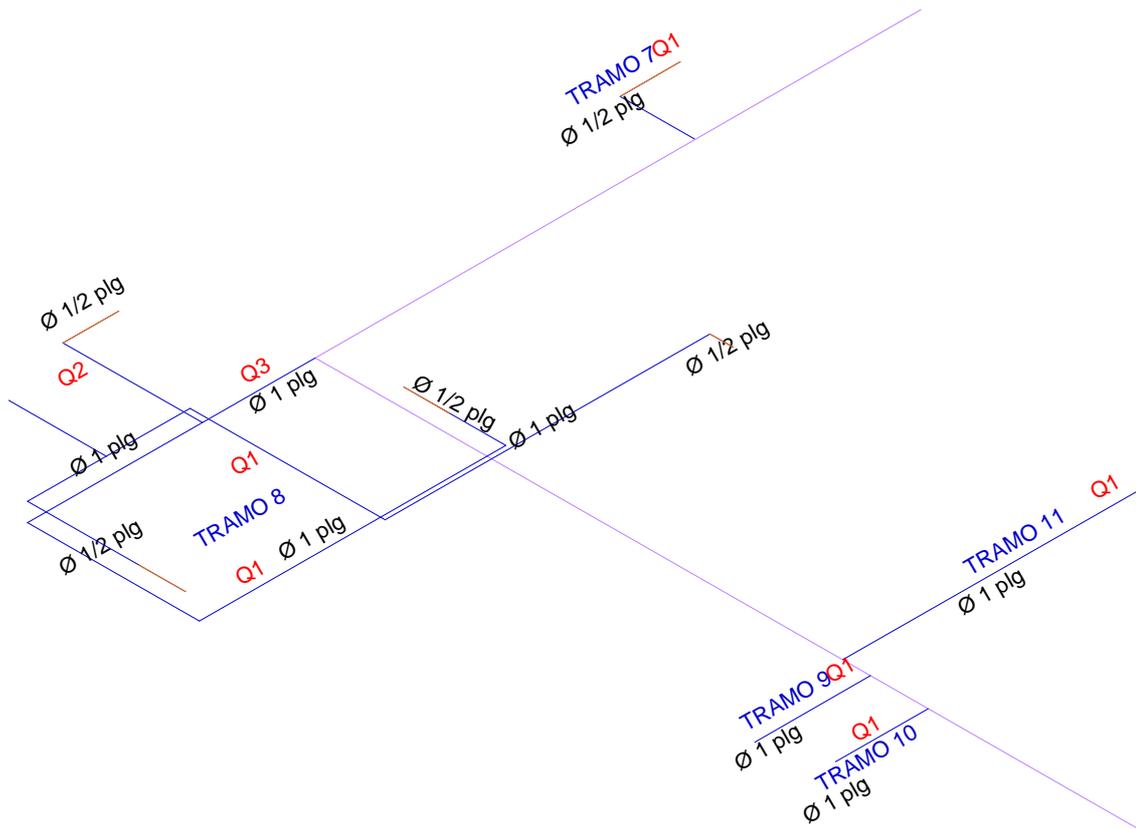


Fig. 58: Piso 1 tramo 7, 8, 9, 10, 11.

### TRAMO 7

Tubería  $\phi = 1 \text{ plg}$        $\phi_{int} = 0.02376 \text{ m}$

Tubería  $\phi = 1/2 \text{ plg}$        $\phi_{int} = 0.01242 \text{ m}$

$$Q_1 = 0.00013 (\text{m}^3 / \text{s})$$

#### ➤ PÉRDIDAS PRIMARIAS

Tabla. 242: Pérdida primaria del tramos 7.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D(m)	A (m <sup>2</sup> )	Rey	k/D	$\lambda$	L	H <sub>rp</sub>
Q1	0,00013	0,0145	0,00017	31709	0,0001	0,02	1	0,0517
Q1	0,00013	0,0239	0,00045	19238	6E-05	0,03	1,6	0,0085
<b>Pérdidas totales primarias</b>								<b>0,0601</b>

#### ➤ PÉRDIDAS SECUNDARIAS

Tabla. 243: Pérdida secundaria del tramos 7.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Codos	Reduc	Válvula y UU	Uni	T	$\xi$	Hrs
Q1	0,00013	0,01	0,00017	0	0,37	0,65	0	0	1	0,0323
Q1	0,00013	0,02	0,00045	1,4	0,4	0	0	1,7	3,5	0,015
<b>Pérdidas totales secundarias</b>										<b>0,0472</b>

Pérdida total del tramo 7:  $H_r = 0.107392 \text{ m}$

### TRAMO 8

Tubería  $\phi = 1 \text{ plg}$        $\phi_{int} = 0.02376 \text{ m}$

Tubería  $\phi = 1/2 \text{ plg}$        $\phi_{int} = 0.01242 \text{ m}$

$Q_1 = 0.00013 (\text{m}^3 / \text{s})$

#### ➤ PÉRDIDAS PRIMARIAS

Tabla. 244: Pérdida primaria del tramo 8.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D(m)	A (m <sup>2</sup> )	Rey	k/D	$\lambda$	L	Hrp
Q1	0,00013	0,015	0,00017	31709	0,0001	0,02	1	0,0517
Q1	0,00013	0,024	0,00045	19238	6,3E-05	0,03	18	0,0936
<b>Pérdida total primaria</b>								<b>0,1453</b>

#### ➤ PÉRDIDAS SECUNDARIAS

Tabla. 245: Pérdida secundaria del tramo 8.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Codos	Reduc	Válvula y UU	Uni	T	$\xi$	Hrs
Q1	0,00013	0,0145	0,000165	0	0,37	0,65	0	0	1,02	0,032
Q1	0,00013	0,0239	0,000449	4,2	0,37	0	0,16	1	5,63	0,024
<b>Pérdida total secundaria</b>										<b>0,056</b>

Pérdida total del tramo 8:  $H_r = 0.2016524 \text{ m}$

### TRAMO 9 - 10 - 11.

Tubería  $\phi = 1 \text{ plg}$        $\phi_{int} = 0.02376 \text{ m}$

Tubería  $\phi = 1/2 \text{ plg}$        $\phi_{int} = 0.01242 \text{ m}$

$Q_1 = 0.00055 (\text{m}^3 / \text{s})$

#### ➤ PÉRDIDAS PRIMARIAS

Tabla. 246: Pérdidas primarias de los tramos 9, 10, 11.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D(m)	A (m <sup>2</sup> )	Rey	k/D	$\lambda$	L (m)	Hrp (m)
Q1(9)	0,0006	0,02	0,00045	81390	6,3E-05	0,019	2,5	0,1524
Q1(10)	0,0006	0,02	0,00045	81390	6,3E-05	0,019	2	0,12192
Q1(11)	0,0006	0,02	0,00045	81390	6,3E-05	0,019	8,2	0,49988
<b>Pérdidas totales primarias</b>								<b>0,7742</b>

➤ **PÉRDIDAS SECUNDARIAS**

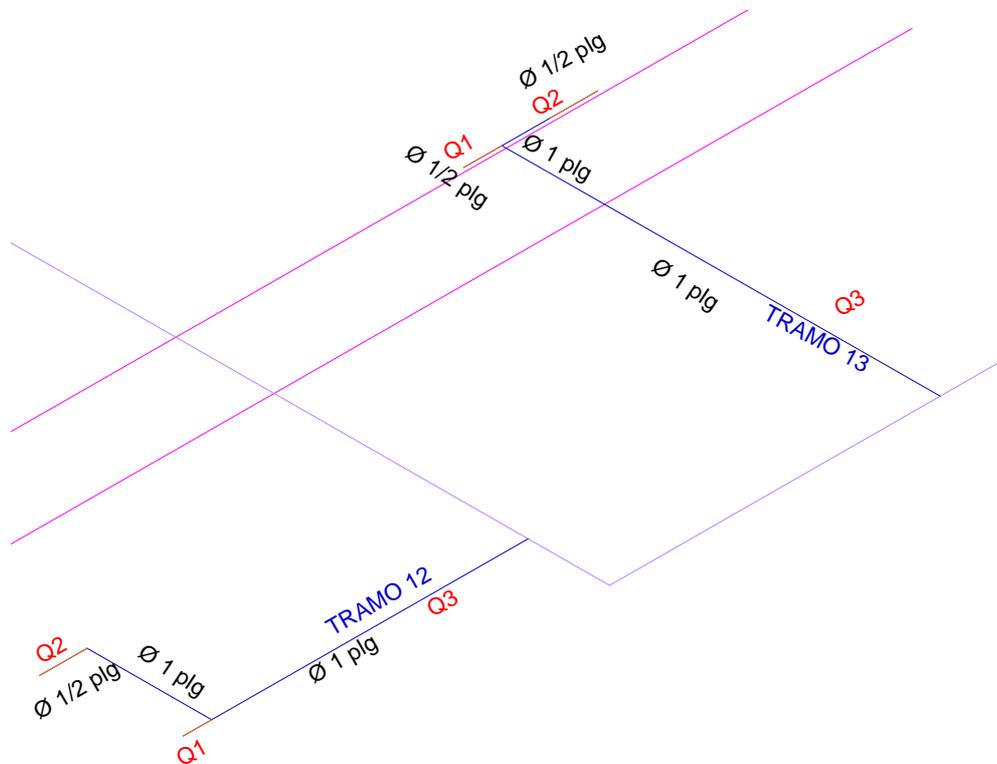


**Tabla. 247:** Pérdidas secundarias de los tramos 9, 10, 11.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Codos	Reduc	Válvula y UU	Uni	T	ξ	Hrs
Q1(9)	0,00055	0,02	0,00045	0	0,4	0,65	0	1,5	2,55	0,1955
Q1(10)	0,00055	0,02	0,00045	0	0,4	0,65	0	1,5	2,55	0,1955
Q1(11)	0,00055	0,02	0,00045	0	0,4	0,65	0	1,5	2,55	0,1955
<b>Pérdidas totales secundarias</b>										<b>0,5866</b>

Pérdida total del tramo 9, 10, 11. Hr= **1.36082451 m**

**TRAMO 12 – 13.**



**Fig. 58:** Piso 1 tramo 12, 13.

**TRAMO 12**

Tubería  $\phi = 1 \text{ plg}$        $\phi_{int} = 0.0239 \text{ m}$

Tubería  $\phi = 1/2 \text{ plg}$        $\phi_{int} = 0.0145 \text{ m}$

$Q_1 = 0.00013(m^3 / s)$

$$Q_2 = 0.00022 \text{ (m}^3/\text{s)}$$

$$Q_3 = Q_1 + Q_2 = 0.00035 \text{ (m}^3/\text{s)}$$

➤ **PÉRDIDAS PRIMARIAS**

**Tabla. 248:** Pérdida primaria del tramo 12.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D(m)	A (m <sup>2</sup> )	Rey	k/D	λ	L (m)	Hrp (m)
<b>Q1</b>	0,00013	0,015	0,000165	31709	0,000103	0,024	0,6	0,031
<b>Q2</b>	0,00022	0,015	0,000165	53661	0,000103	0,021	1	0,1312
<b>Q2</b>	0,00022	0,024	0,000449	32556	6,28E-05	0,023	2,6	0,0307
<b>Q3</b>	0,00035	0,024	0,000449	51794	6,28E-05	0,021	6,6	0,1809
<b>Pérdida total primaria</b>								<b>0,3738</b>

➤ **PÉRDIDAS SECUNDARIAS**

**Tabla. 249:** Pérdida secundaria del tramo 12.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Codos	Reduc	Válvula y UU	Uni	T	ξ	Hrs
<b>Q1</b>	0,00013	0,015	0,00017	0	0,37	0,65	0	0,9	1,92	0,0607
<b>Q2</b>	0,00022	0,015	0,00017	0	0,37	0,65	0	0	1,02	0,0924
<b>Q2</b>	0,00022	0,024	0,00045	1,4	0	0	0	2,4	3,8	0,0466
<b>Q3</b>	0,00035	0,024	0,00045	0	0,4	0	0	1,7	2,1	0,0652
<b>Pérdidas totales secundarias</b>										<b>0,2649</b>

Pérdida total del tramo 12: Hr= **0.638723 m**

**TRAMO 13**

Tubería  $\phi = 1 \text{ plg}$        $\phi_{int} = 0.0239 \text{ m}$

Tubería  $\phi = 1/2 \text{ plg}$        $\phi_{int} = 0.0145 \text{ m}$

$$Q_1 = 0.00013 \text{ (m}^3/\text{s)}$$

$$Q_2 = 0.00022 \text{ (m}^3/\text{s)}$$

$$Q_3 = Q_1 + Q_2 = 0.00035 \text{ (m}^3/\text{s)}$$

➤ **PÉRDIDAS PRIMARIAS**

**Tabla. 250: Pérdida secundaria del tramo 13.**

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D(m)	A (m <sup>2</sup> )	Rey	k/D	λ	L (m)	Hrp (m)
Q1	0,00013	0,0145	0,00017	31709	0,0001	0,0237	0,8	0,0413
Q2	0,00022	0,0145	0,00017	53661	0,0001	0,021	1	0,1312
Q2	0,00022	0,0239	0,00045	32556	6,3E-05	0,023	1	0,0118
Q3	0,00035	0,0239	0,00045	51794	6,3E-05	0,0211	9,14	0,2506
<b>Pérdida total primaria</b>								<b>0,4349</b>

➤ **PÉRDIDAS SECUNDARIAS**

**Tabla. 251: Pérdida secundaria del tramo 13.**

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Codos	Reduc	Válvula y UU	Uni	T	ξ	Hrs
Q1	0,00013	0,015	0,00017	0	0,37	0,65	0	2,4	3,42	0,1081
Q2	0,00022	0,015	0,00017	0	0,37	0,65	0	0	1,02	0,0924
Q2	0,00022	0,024	0,00045	0	0	0	0	2,4	2,4	0,0294
Q3	0,00035	0,024	0,00045	0	0,42	0	0	1,5	1,92	0,0596
<b>Pérdida total secundaria</b>										<b>0,2896</b>

Pérdida total del tramo 13: Hr= **0.724468 m**

**PERDIDAS DE TODOS LOS TRAMOS DEL SUBSUELO**

**Tabla. 252: Pérdida totales del subsuelo.**

Tramo	Hr (m)
6	0,190141
7	0,107392
8	0,201652
9	0,347942
10	0,317462
11	0,695419
12	0,638723
13	0,724468
<b>Hr totales de los tramos del subsuelo</b>	<b>3,223199</b>

➤ **PÉRDIDAS EN LA TUBERÍA PRINCIPAL DE LA PLANTA BAJA**

Material: **hierro galvanizado**

Diámetro de 2 ½ plg

Diámetro interior de 68.8 mm

$$Q_{\text{pis0}} = 0.00259 \text{ (m}^3/\text{s)}$$

➤ **PÉRDIDAS PRIMARIAS**

**Tabla. 253:** Pérdida totales primarias de la tubería principal del subsuelo.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D(m)	A (m <sup>2</sup> )	Rey	k/D	λ	L (m)	Hrp (m)
<b>Q.p0</b>	0,00259	0,0688	0,00372	1,33E+05	0,00218	0,025	103	0,9308
<b>Pérdidas totales primarias</b>								<b>0,9308</b>

➤ **PÉRDIDAS SECUNDARIAS**

**Tabla. 254:** Pérdida totales secundarias de la tubería principal subsuelo.

#Q	Q (m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	Codos	Reduc	Válvula y UU	Uni	Tr	Tl	ξ	Hrs
<b>Q.p3</b>	0,00322	0,05	0,002206	8,5	0	0,25	0,45	10,5	0	9,2	0,9999
<b>Pérdidas totales secundarias</b>											<b>0,9999</b>

Pérdida total en la tubería principal de la planta baja **Hr= 1.930658 m**

➤ **PÉRDIDAS TOTALES EN EL SUBSUELO**

$$H_{\text{total}} = H_{\text{ramales}} + H_{\text{tub. Princ.}} = 3.223199 + 1.930658 = 5.153857 \text{ m}$$

$$H_{\text{totalL}} = 5.153857 \text{ m}$$

$$H_{\text{rd}} = H_{\text{SB}} + H_{\text{P1}} + H_{\text{P2}} + H_{\text{P3}} + H_{\text{P4}} + H_{\text{P5}} + H_{\text{P6}} + H_{\text{PE}}$$

$$H_{\text{rd}} = 5.153857 + 2.546066 + 0.60550272 + 3.755045 + 3.755045 + 3.755045 + 3.208507 + 6.24211742$$

Hrd = **29.02118514m (DE TODOS LOS PISOS)**

Para el agua caliente tenemos el siguiente  $H_d$

Utilizando la ecuación para agua caliente

$h_{ed} = 35.3$  m

Descarga:

Nominal	Interior
2 1/2 in	68.8 mm
3 in	80.8 mm
4 in	105.3 mm
5 in	130 mm

$L_d = 16$  m

$K_{Tuberia} = 0.15$  mm

- Diámetro Nominal 2 1/2 in (Diámetro Interior = 0.0688 m):

$$Vd = \frac{Q}{A} = \frac{0.0163 \frac{m^3}{s}}{\frac{\pi * (0.0688m)^2}{4}} = 4.3845 \frac{m}{s}$$

$$h_{vd} = \frac{v^2}{2g} = \frac{(4.3845 \frac{m}{s})^2}{19.6 \frac{m}{s^2}} = 0.980808 \text{ m}$$

$$H_r = \frac{v^2}{2g} \left( \lambda \frac{L}{D} + \sum k_m \right)$$

$$Re = \frac{v * D}{\nu} = \frac{4.3845 \frac{m}{s} * 0.0688m}{0.36 \times 10^{-6} \frac{m^2}{s}} = 8.379 * 10^5 \text{ Reynolds}$$

$$\lambda = \frac{0.25}{\left[ \log \left( \left( \frac{K}{3.7D} \right) + \left( \frac{5.74}{Re^{0.9}} \right) \right) \right]^2} = \frac{0.25}{\left[ \log \left( \left( \frac{0.15mm}{3.7(68.8mm)} \right) + \left( \frac{5.74}{837926.66^{0.9}} \right) \right) \right]^2} = 0.02426$$

Accesorio:	k:
Val. Compuerta	0.3
Val. Check	2
Brida	1

$$\sum K_m = 3.3$$

$$H_{rd} = \frac{(4.3845 \frac{m}{s})^2}{19.6 \frac{m}{s^2}} \left( 0.02426 \frac{16m}{0.0688m} + 3.3 \right) = 8.77025m$$

$$h_d = 35.3 \text{ m} + 0.9808 \text{ m} + (8.7705m + 29.02118514m) = \mathbf{74.07248 \text{ m}}$$

- Diámetro Nominal 3 in (Diámetro Interior = 0.0808 m):

$$V_d = \frac{Q}{A} = \frac{0.0163 \frac{m^3}{s}}{\frac{\pi * (0.0808m)^2}{4}} = 3.17888 \frac{m}{s}$$

$$h_{vd} = \frac{v^2}{2g} = \frac{(4.3845 \frac{m}{s})^2}{19.6 \frac{m}{s^2}} = 0.515577 \text{ m}$$

$$H_r = \frac{v^2}{2g} \left( \lambda \frac{L}{D} + \sum k_m \right)$$

$$Re = \frac{v * D}{\nu} = \frac{3.17888 \frac{m}{s} * 0.0808m}{0.36 \times 10^{-6} \frac{m^2}{s}} = 7.13 * 10^5 \text{ Reynolds}$$

$$\lambda = \frac{0.25}{\left[ \log \left( \left( \frac{K}{3.7D} \right) + \left( \frac{5.74}{Re^{0.9}} \right) \right) \right]^2} = \frac{0.25}{\left[ \log \left( \left( \frac{0.15mm}{3.7(80.8mm)} \right) + \left( \frac{5.74}{713481.9556^{0.9}} \right) \right) \right]^2} = 0.02333$$

Accesorio:	k:
Val. Compuerta	0.2
Val. Check	2
Brida	1

$$\sum K_m = 3.2$$

$$H_{rd} = \frac{(3.1788 \frac{m}{s})^2}{19.6 \frac{m}{s^2}} \left( 0.02333 \frac{16m}{0.0808m} + 3.2 \right) = 4.031655 m$$

$$h_d = 35.3 m + 0.515577 m + (4.031655m + 29.02118514m) = \mathbf{68.8684 m}$$

- Diámetro Nominal 4 in (Diámetro Interior = 0.1053 m):

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{0.0163 \frac{m^3}{s}}{\frac{\pi * (0.1053m)^2}{4}} = 1.87172 \frac{m}{s}$$

$$h_{vd} = \frac{v^2}{2g} = \frac{(1.87172 \frac{m}{s})^2}{19.6 \frac{m}{s^2}} = 0.095496m$$

$$H_r = \frac{v^2}{2g} \left( \lambda \frac{L}{D} + \sum k_m \right)$$

$$Re = \frac{v * D}{\nu} = \frac{1.87172 \frac{m}{s} * 0.1053m}{0.36 \times 10^{-6} \frac{m^2}{s}} = 5.47478 * 10^5 \text{ Reynolds}$$

$$\lambda = \frac{0.25}{\left[ \log \left( \left( \frac{K}{3.7D} \right) + \left( \frac{5.74}{Re^{0.9}} \right) \right) \right]^2} = \frac{0.25}{\left[ \log \left( \left( \frac{0.15mm}{3.7(105.3mm)} \right) + \left( \frac{5.74}{547478.1^{0.9}} \right) \right) \right]^2} = 0.02198$$

Accesorio:	k:
Val. Compuerta	0.15
Val. Check	2
Brida	1

$$\sum K_m = 3.15$$

$$H_{rd} = \frac{(1.87172 \frac{m}{s})^2}{19.6 \frac{m}{s^2}} \left( 0.02333 \frac{16m}{0.0808m} + 3.2 \right) = 1.35 m$$

$$h_d = 35.3 m + 0.095496 m + (1.35m + 29.02118514m) = \mathbf{65.7667m}$$

- Diámetro Nominal 5 in (Diámetro Interior = 0.130 m):

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{0.0163 \frac{m^3}{s}}{\frac{\pi * (0.130m)^2}{4}} = 1.2280 \frac{m}{s}$$

$$h_{vd} = \frac{v^2}{2g} = \frac{(1.2280 \frac{m}{s})^2}{19.6 \frac{m}{s^2}} = 0.0769424m$$

$$H_r = \frac{v^2}{2g} \left( \lambda \frac{L}{D} + \sum k_m \right)$$

$$Re = \frac{v * D}{\nu} = \frac{1.2280 \frac{m}{s} * 0.13m}{0.36 \times 10^{-6} \frac{m^2}{s}} = 4.4344 * 10^5 \text{ Reynolds}$$

$$\lambda = \frac{0.25}{\left[ \log \left( \left( \frac{K}{3.7D} \right) + \left( \frac{5.74}{Re^{0.9}} \right) \right) \right]^2} = \frac{0.25}{\left[ \log \left( \left( \frac{0.15mm}{3.7(130mm)} \right) + \left( \frac{5.74}{44.444.444^{0.9}} \right) \right) \right]^2} = 0.021071$$

Accesorio:	k:
Val. Compuerta	0.12
Val. Check	2
Brida	1

$$\sum K_m = 3.12$$

$$H_{rd} = \frac{(1.2280 \frac{m}{s})^2}{19.6 \frac{m}{s^2}} \left( 0.0210071 \frac{16m}{0.130m} + 3.12 \right) = 0.2678 m$$

$$h_d = 35.3 m + 0.07694 m + (0.2678m + 29.02118514m) = \mathbf{64.6659m}$$

➤ Determinación de altura útil o efectiva (**H**):

Utilizando la ecuación (1)

a. Para Succión de 5 in:

i. Descarga de 2 1/2 in:

$$H = 74.07248m - 13.12m = 60.9525 m$$

ii. Descarga de 3 in:

$$H = 68.8684 - 13.12m = 55.7484 m$$

iii. Descarga de 4 in:

$$H = 65.7667 - 13.12m = 52.5467 m$$

iv. Descarga de 5 in:

$$H = 64.6659 - 13.12m = 51.5459 m$$

b. Para Succión de 6 in:

i. Descarga de 2 1/2 in:

$$H = 74.07248m - 13.2432m = 60.8293 m$$

ii. Descarga de 3 in:

$$H = 68.8684 - 13.2432\text{m} = 55.6252\text{ m}$$

**iii. Descarga de 4 in:**

$$H = 65.7667 - 13.2432\text{m} = 52.5235\text{ m}$$

iv. Descarga de 5 in:

$$H = 64.6659 - 13.2432\text{m} = 51.4227\text{m}$$

c. Para Succión de 8 in:

i. Descarga de 2 1/2 in:

$$H = 74.07248\text{m} - 13.3158\text{m} = 60.7567\text{ m}$$

ii. Descarga de 3 in:

$$H = 68.8684 - 13.3158\text{m} = 55.5526\text{ m}$$

iii. Descarga de 4 in:

$$H = 65.7667 - 13.3158\text{m} = 52.4509\text{ m}$$

iv. Descarga de 5 in:

$$H = 64.6659 - 13.3158\text{m} = 51.3501\text{m}$$

➤ Cálculo del  $NPSH)_d$

$$NPSH|_d = \pm \frac{P_i}{\gamma} + h_{es} - H_{rs} - \frac{P_v}{\gamma}$$

Presión de vapor del fluido: 7.510 PSI abs= 51779.625 Pa

$$\text{Peso específico} = 9516.8 \frac{N}{m^3}$$

a. Para Succión de 5 in:

$$NPSH|_d = \frac{137895.14 \frac{N}{m^2}}{9516.8 \frac{N}{m^3}} + 0.70\text{m} - 0.153037\text{m} - \frac{51779.625 \frac{N}{m^2}}{9516.8 \frac{N}{m^3}} = 9.901891\text{m}$$

b. Succión de 6 in:

$$NPSH|_d = \frac{137895.14 \frac{N}{m^2}}{9516.8 \frac{N}{m^3}} + 0.70m - 0.069074m - \frac{51779.625 \frac{N}{m^2}}{9516.8 \frac{N}{m^3}} = 9.8179m$$

c. Para Succión de 8 in:

$$NPSH|_d = \frac{137895.14 \frac{N}{m^2}}{9516.8 \frac{N}{m^3}} + 0.70m - 0.0220226m - \frac{51779.625 \frac{N}{m^2}}{9516.8 \frac{N}{m^3}} = 9.77087m$$

**Tabla. 252:** Pérdida totales del subsuelo.

Ø Suc. (in)	É Des. (in)	h <sub>s</sub> (m)	h <sub>d</sub> (m)	H (m)	Q (GPM)	NPSH/d (m)
5	2 1/12	-13.12	74.07248m	609.525	258.73	99.018
	3		688.684	557.484		
	4		657.667	525.467		
	5		646.659	515.459		
6	2 1/12	-13.2432	74.07248m	608.293		98.179
	3		688.684	856.092		
	<b>4</b>		<b>657.667</b>	<b>522.535</b>		
	5		646.659	514.227		
8	2 1/12	-13.3158	74.07248m	607.567		977.087
	3		688.684	555.526		
	4		657.667	524.509		
	5		646.659	513.501		

**Tabla. 253:** Selección de diámetros de succión y descarga.

El diámetro de succión de 6 plg, ofrece menores pérdidas que el diámetro de 5 plg, y es más económico que el de 8 plg, teniendo en cuenta que no existe mucha diferencia entre las pérdidas entre los diámetros de 6 y 8 plgs. De igual manera se tomo el mismo criterio para seleccionar el diámetro de descarga de 4 plg.

➤ Selección de bomba

Tipo de fluido: Agua

Temperatura: **82.2 °C**

Q:  $0.0163 \frac{m^3}{s} = 258.73 \text{ GPM}$

H=**52.5235 m**

$N_{psh)_d} = 9.8179m$

➤ Selección de bombas utilizando el Catálogo de Goulds

## Hydraulic Coverage 50 Hz & 60 Hz

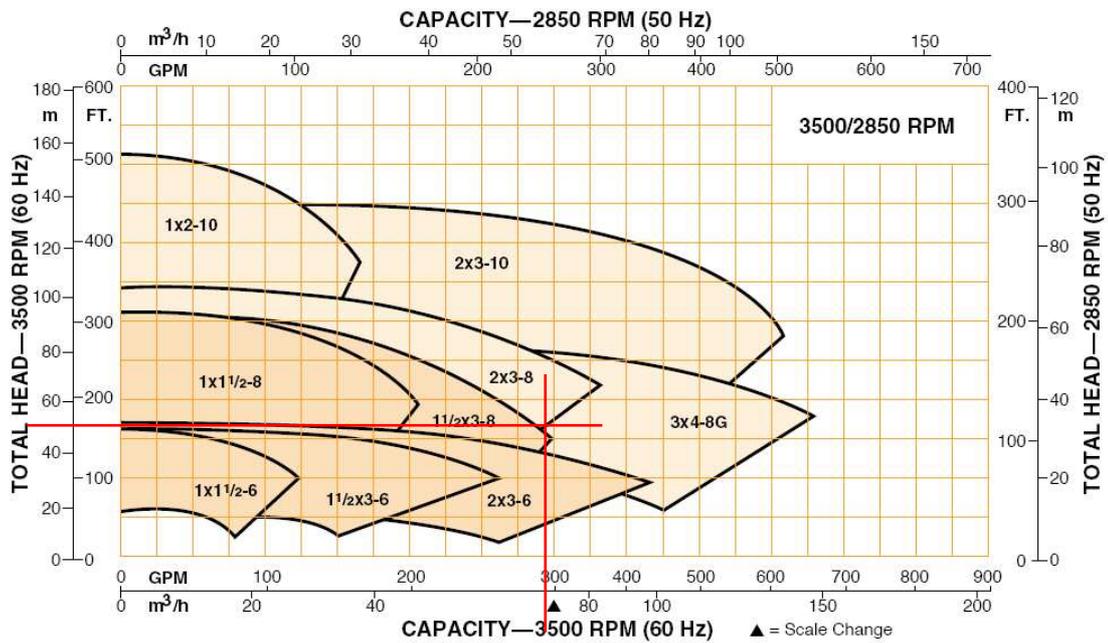


Fig. 59: Selección de bomba Q vs H.

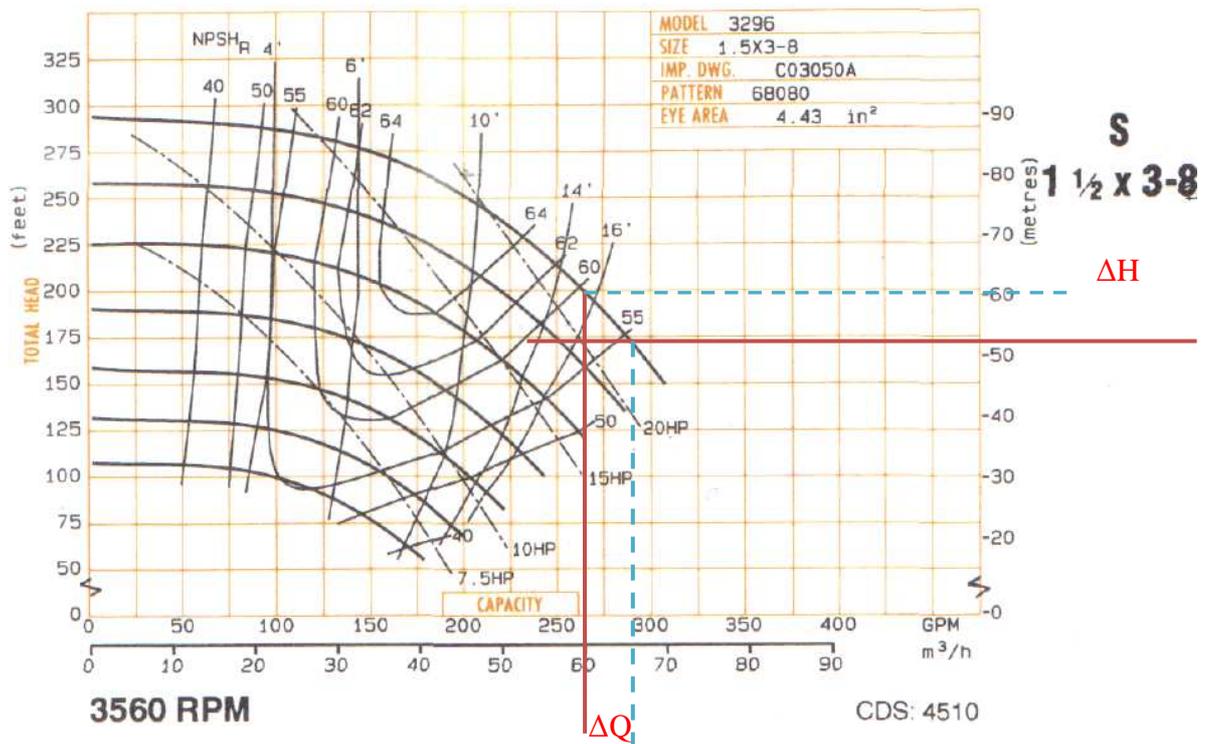


Fig. 60: Curvas del fabricante.

Para la serie 3296 (1 1/2x3-8) CO3050A CDS:4510

- Eficiencia= 57%
- Potencia= 20Hp
- RPM= 3560
- NPSH)R = 16.3 pies = 4.96 m

En este caso se necesita un sistema de By-pass para evacuar el caudal en exceso donde:  $\Delta Q= 25 \text{ GPM}$  Y  $\Delta H= 8.15 \text{ m}$

# Hydraulic Coverage Model 3100

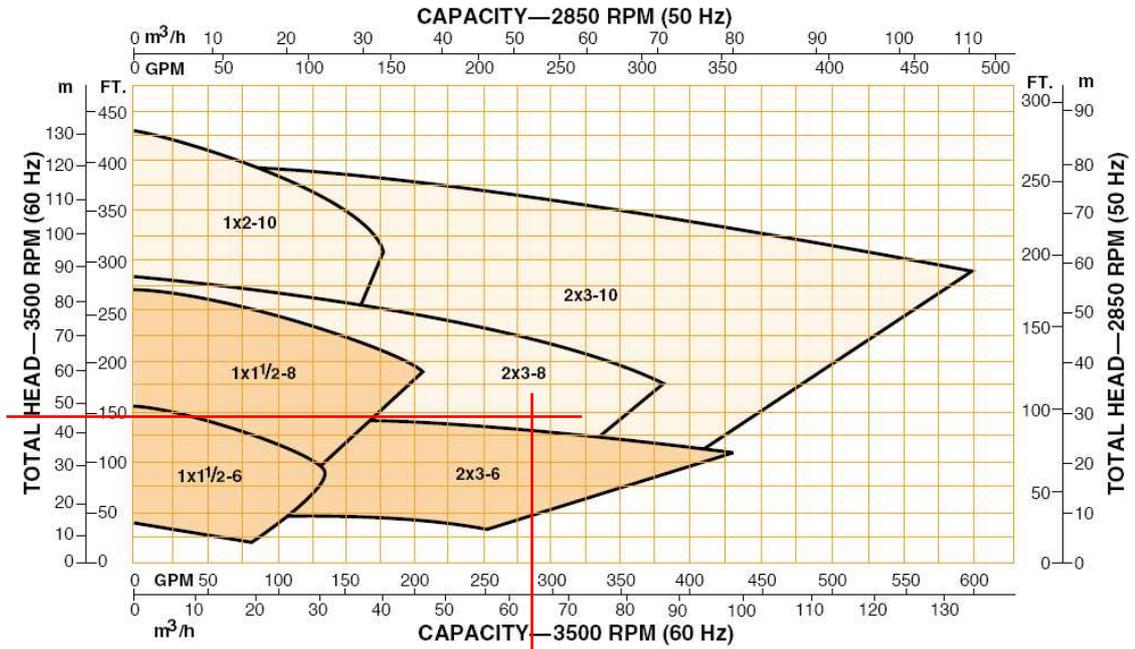


Fig. 61: Selección de bomba Q vs H.

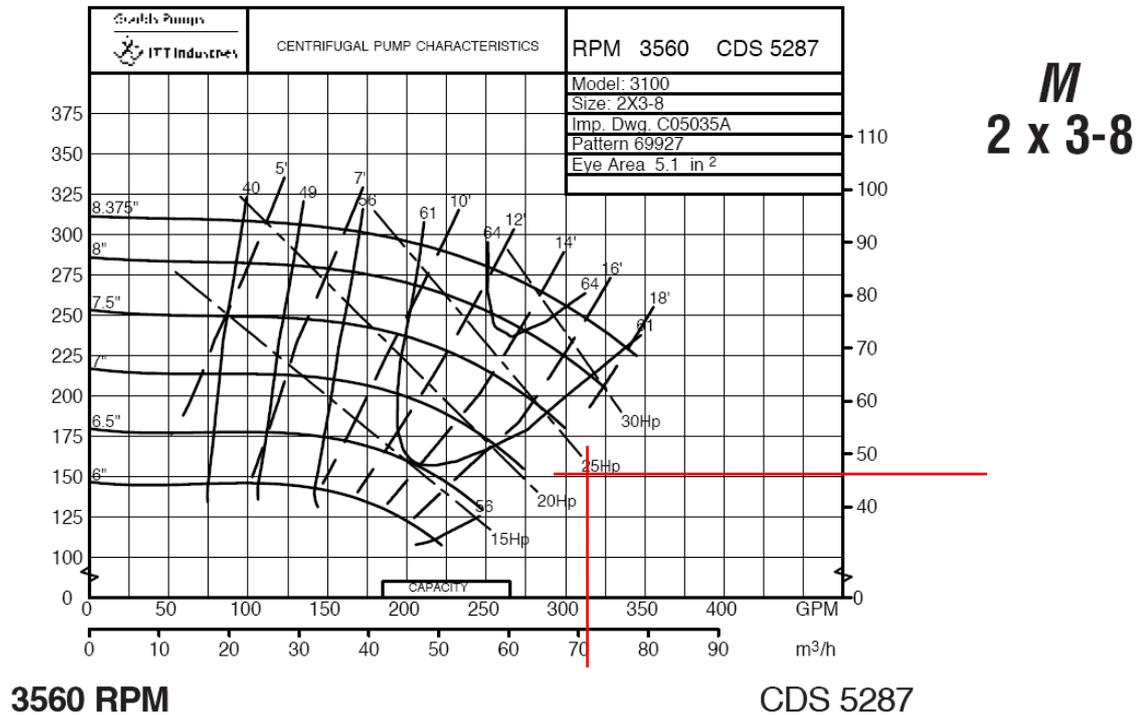
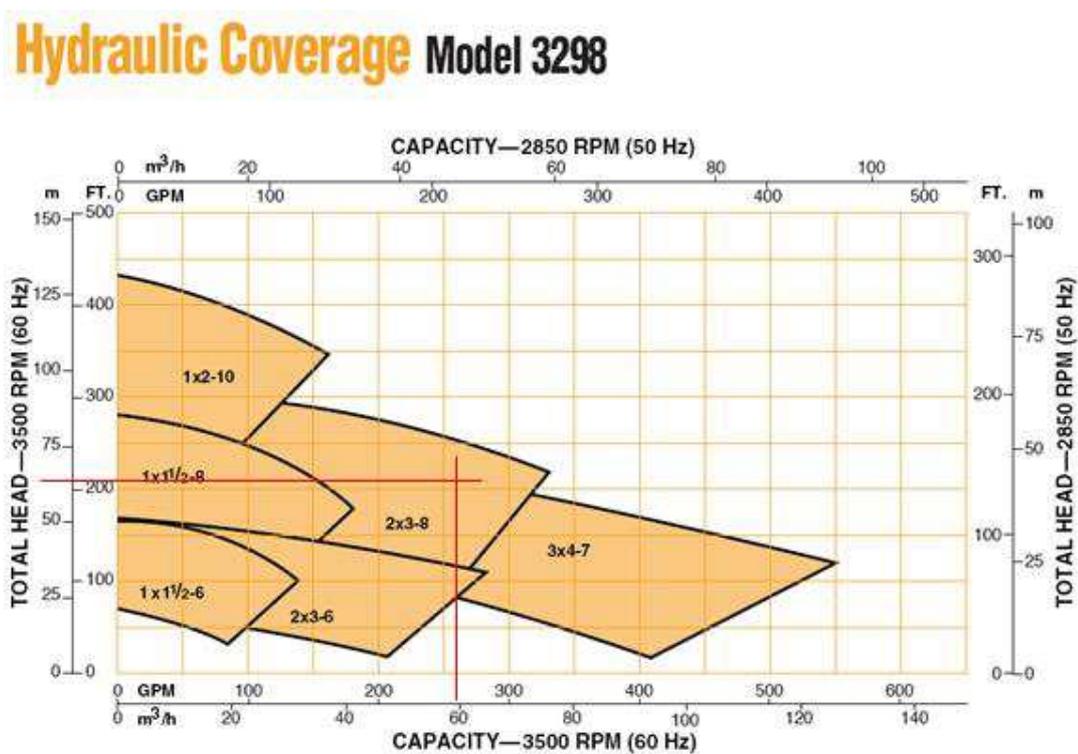


Fig. 62: Curvas del fabricante.

Para la serie 3100 (2x3-7) CO5035A CDS 5287

- Eficiencia= 61%
- Potencia= 20Hp
- RPM= 3560
- NPSH)R = 16pies = 4.87 m

En este caso no se requiere de un sistema de By-pass porque el punto de funcionamiento coincide con la curva de la bomba



**Fig. 63:** Selección de bomba Q vs H.

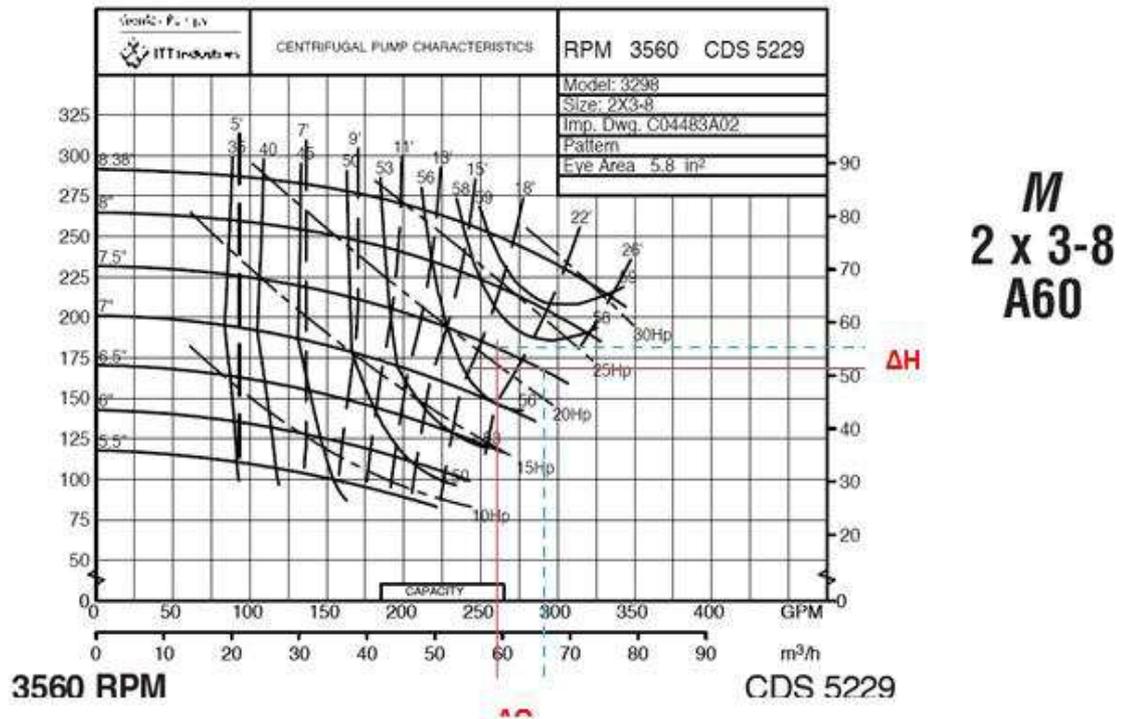


Fig. 64: Curvas del fabricante.

Para la serie 3298 (2x3-7.5) CO4483A02 CDS 5229

- Eficiencia= 56.7%
- Potencia= 20Hp
- RPM=3560
- NPSH)R = 20 pies = 6.1m

En este caso de necesita un sistema de By-pass para evacuar el caudal en exceso:

- $\Delta Q = 30.36$  GPM
- $\Delta H = 4.44$  m

# Hydraulic Coverage Model CV 3196

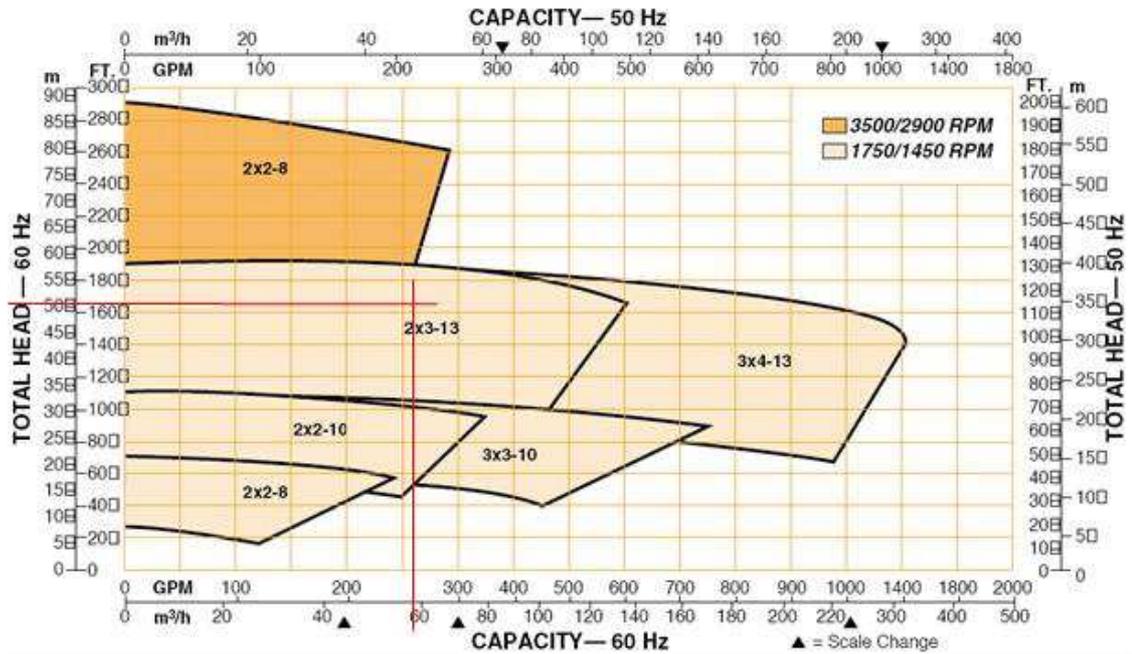


Fig. 65: Selección de bomba Q vs H.

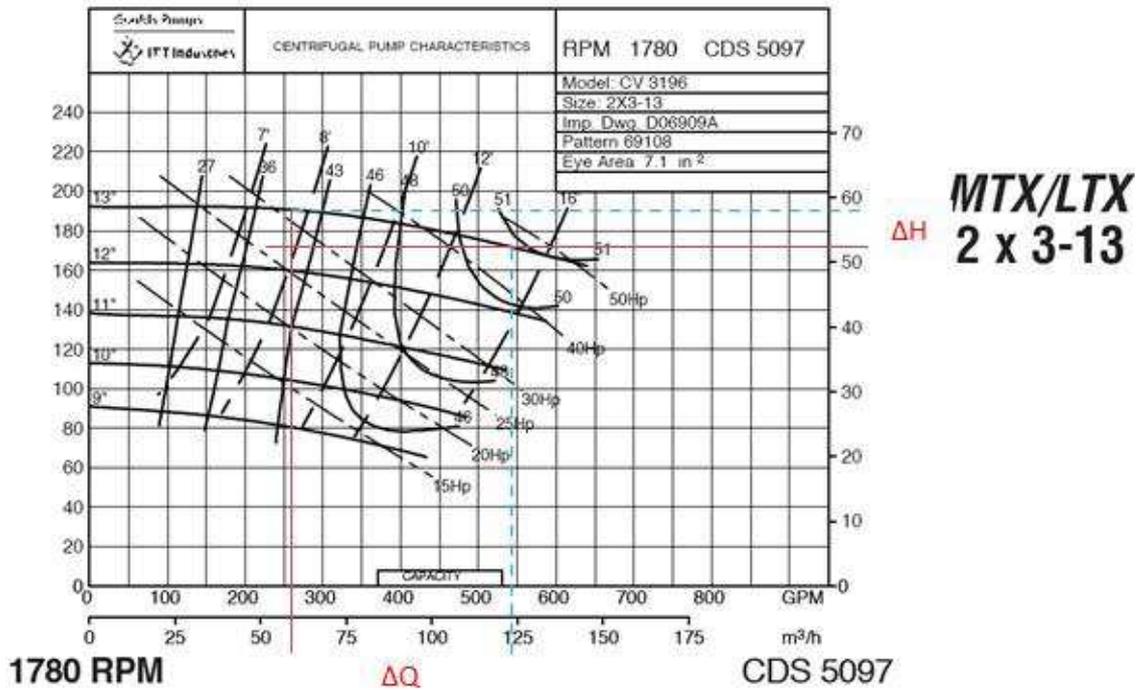


Fig. 66: Curvas del fabricante.

Para la serie CV 3196 (2x3-13) DO6909A CDS 5097

- Eficiencia= 40%
- Potencia= 25Hp
- RPM=1780
- NPSH)R = 8 pies = 2.44 m

En este caso se necesita un sistema de By-pass para evacuar el caudal en exceso:

$\Delta Q = 286.667 \text{ GPM}$  Y  $\Delta H = 5.77 \text{ m}$

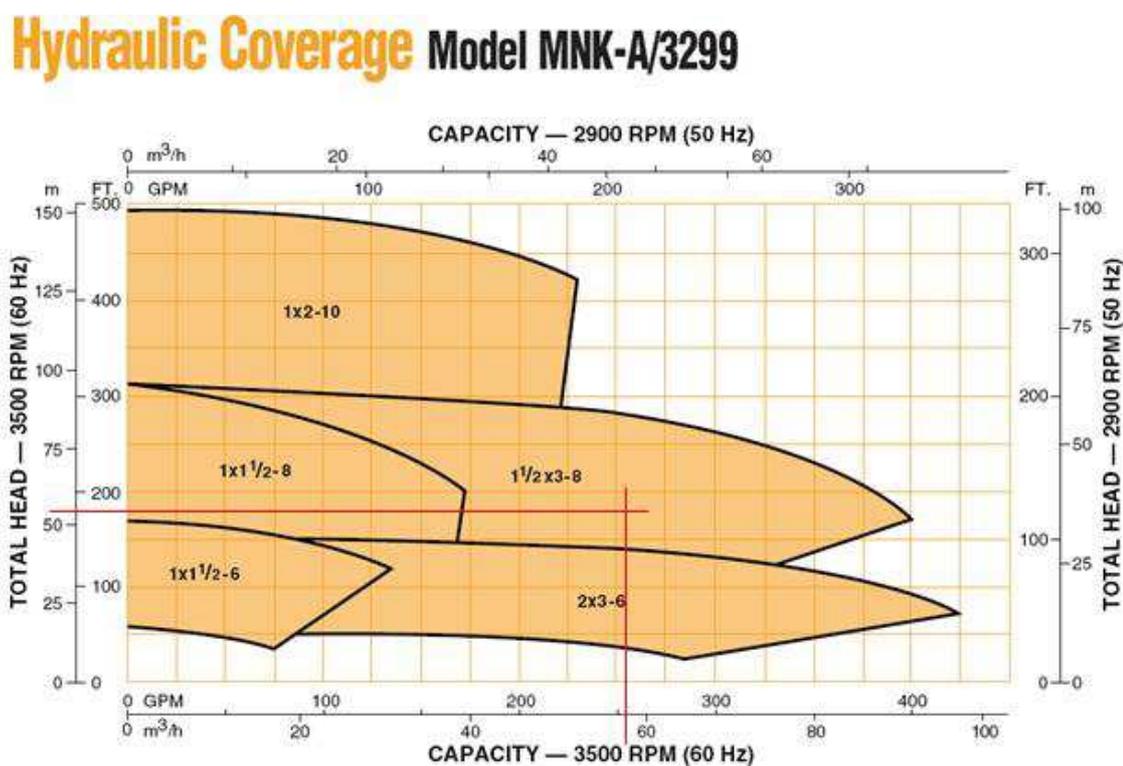


Fig. 67: Selección de bomba Q vs H.

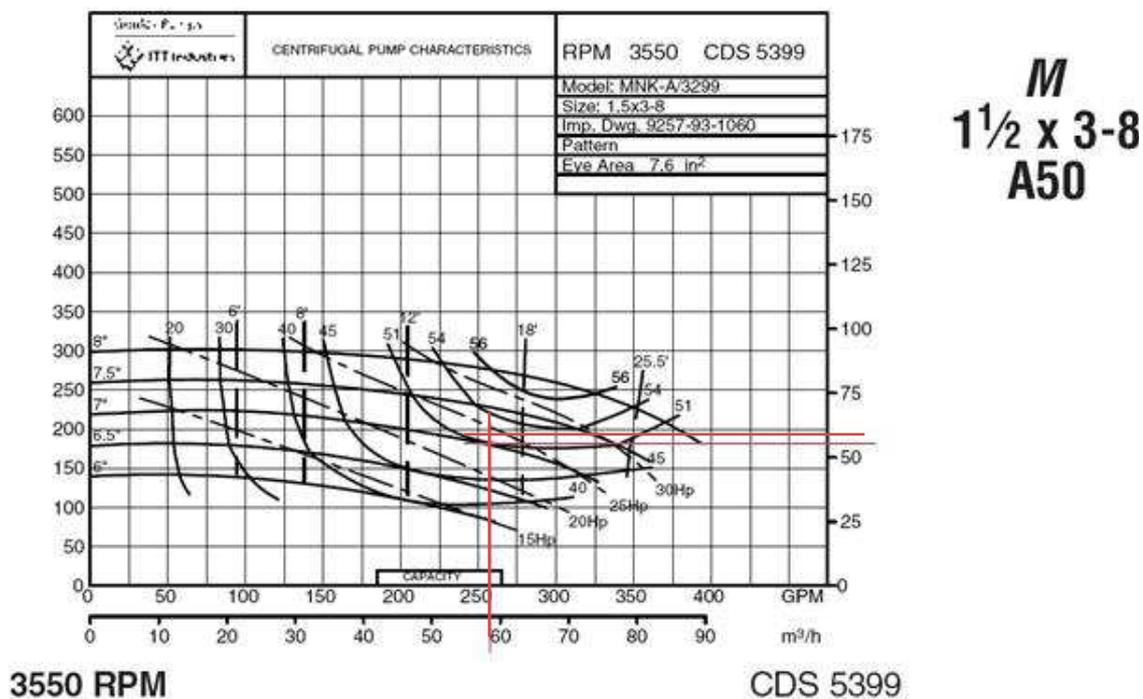


Fig. 68: Curvas del fabricante.

Para la serie MNK-A/3299    9257-93-1060    CDS 5399

- Eficiencia= 51%
- Potencia= 20Hp
- RPM=3550
- NPSH)R = 16pies = 4.87 m

En este caso no se requiere de un sistema de By-pass porque el punto de funcionamiento coincide con la curva de la bomba.

Después de comparar las 5 posibilidades en función de la potencia, eficiencia y costos, hemos concluido que la bomba más apropiada es la de la serie **3100**

**(2x3-7) CO5035A CDS 5287**

- Eficiencia= 61%
- Potencia= 20Hp
- NPSH)R = 16pies = 4.87 m
- RPM= 3560

En este caso no se requiere de un sistema de By-pass porque el punto de funcionamiento coincide con la curva de la bomba por ende se economiza al no instalar dicho sistema. El costo de operación de esta bomba con respecto a las demás analizadas es más bajo porque la potencia es la más baja y la eficiencia es la mayor.

### **3.6 Sistema De Bombeo De Protección Contra Incendios**

#### **3.6.1 Planteamiento del problema**

En el hospital del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS), se procederá a realizar un diseño verificativo del sistema de bombeo contra incendios, principalmente para constatar que la bomba que suministra agua para tal eventualidad esté correctamente seleccionada.

#### **3.6.2 Características de instalación**

- Cabeza Estática de Succión  $h_{es}$  : 1,45 m
- Cabeza Estática de Descarga  $h_{ed}$  : 35,78 m
- Longitud de Tubería de Succión  $L_s$  : 7,5 m
- Longitud de Tubería de Descarga  $L_d$ : 455 m
- Caudal de bombeo : 200 G. P.M = 12,62 lt/s = = 0,01262 m<sup>3</sup>/s
- Tiempo de Funcionamiento : -----

#### **3.6.3 Características del lugar**

- Localización : Riobamba, Provincia de Chimborazo.
- Ubicación geográfica
  - Latitud : 1° 38' S
  - Longitud : 78° 53' W
  - Altitud : 2754 m.s.n.m
- Presión atmosférica : 72423,38 Pa
- Humedad : 60%

- Temperatura : 17 °C

### 3.6.4 Características de fluido

- Nombre : Agua
- Tipo : Newtoniano
- Punto de ebullición : 82°C
- Punto de congelación : 0 °C
- Densidad absoluta : 1000 kg/ m<sup>3</sup>
- Presión de vapor de agua a 15°C : 1829,48 Pa
- Viscosidad cinemática (15 °C) : 1,15 x 10<sup>-6</sup> m<sup>2</sup>/s

**Tabla. 256:** Interpolación de la presión.

<b>h (m)</b>	<b>Pb (mm Hg)</b>
2743,2	544
2754	<b>Pb</b>
2895,6	533

$$P_b = 543,22 \text{ mm Hg} = 72423,38 \text{ Pa}$$

**Tabla. 257:** Interpolación de la presión de vapor.

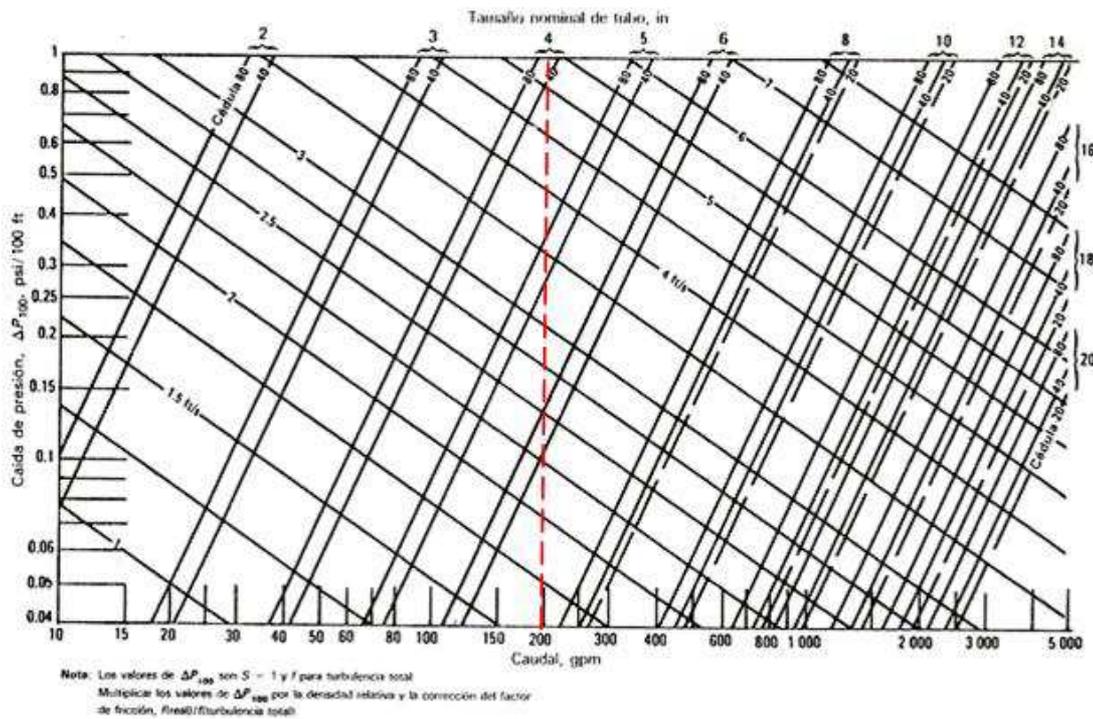
<b>T (°C)</b>	<b>Pv (psi<sub>a</sub>)</b>
15,6	0,2653
15	<b>Pv</b>
18,3	0,3056

$$P_v = 0,2653 \text{ psi}_a = 1829,48 \text{ Pa}$$

### 3.6.5 Procedimiento de selección

#### 3.6.5.1 Selección de diámetros nominales adecuados para succión y descarga en función del caudal $q = 200$ g.p.m

- Selección de diámetros para la succión



**Fig. 69:** Tuberías de succión.

- De acuerdo con la **Fig. 69**, al caudal ( $Q = 200$  GPM) de bombeo los posibles diámetros para la succión:  $\left\{ \begin{array}{l} \text{Ø}4'' \\ \text{Ø}5'' \\ \text{Ø}6'' \end{array} \right.$
- El diámetro de la tubería para la succión es de 6", debido que a mayor diámetro en la succión se producen menores pérdidas.

➤ Selección de diámetros para la descarga

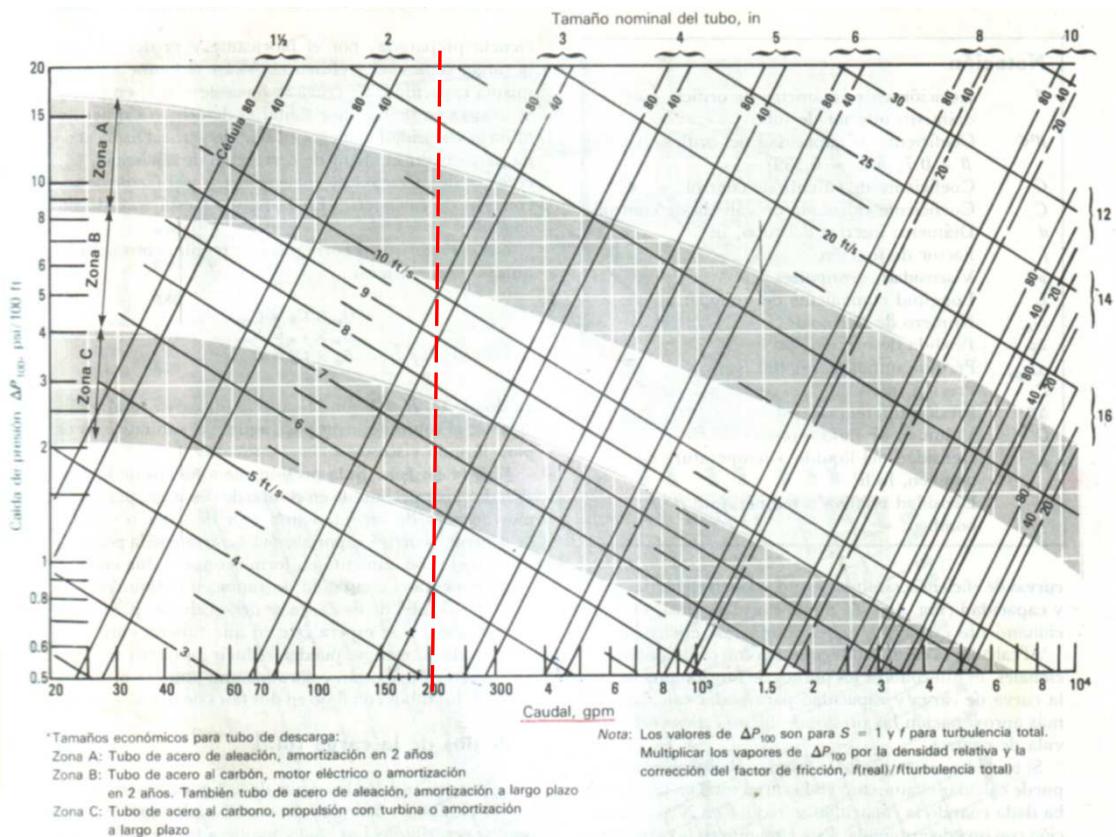


Fig. 70: Tuberías de descarga.

- En la **Fig. 70**, se obtuvo como resultado de la intersección en la gráfica, de acuerdo al caudal ( $Q = 200$  GPM) de bombeo los posibles diámetros para la descarga:  $\begin{cases} \emptyset 3'' \\ \emptyset 4'' \end{cases}$
  - El diámetro de la tubería para la descarga de 3", debido que a menor diámetro en la descarga se producen menores pérdidas."
- Selección y justificación del material de la tubería.

Las tuberías están fabricadas de muchos materiales como acero, acero inoxidable, hierro fundido, arcilla vitrificada, cobre y plástico, entre otros. Por otra

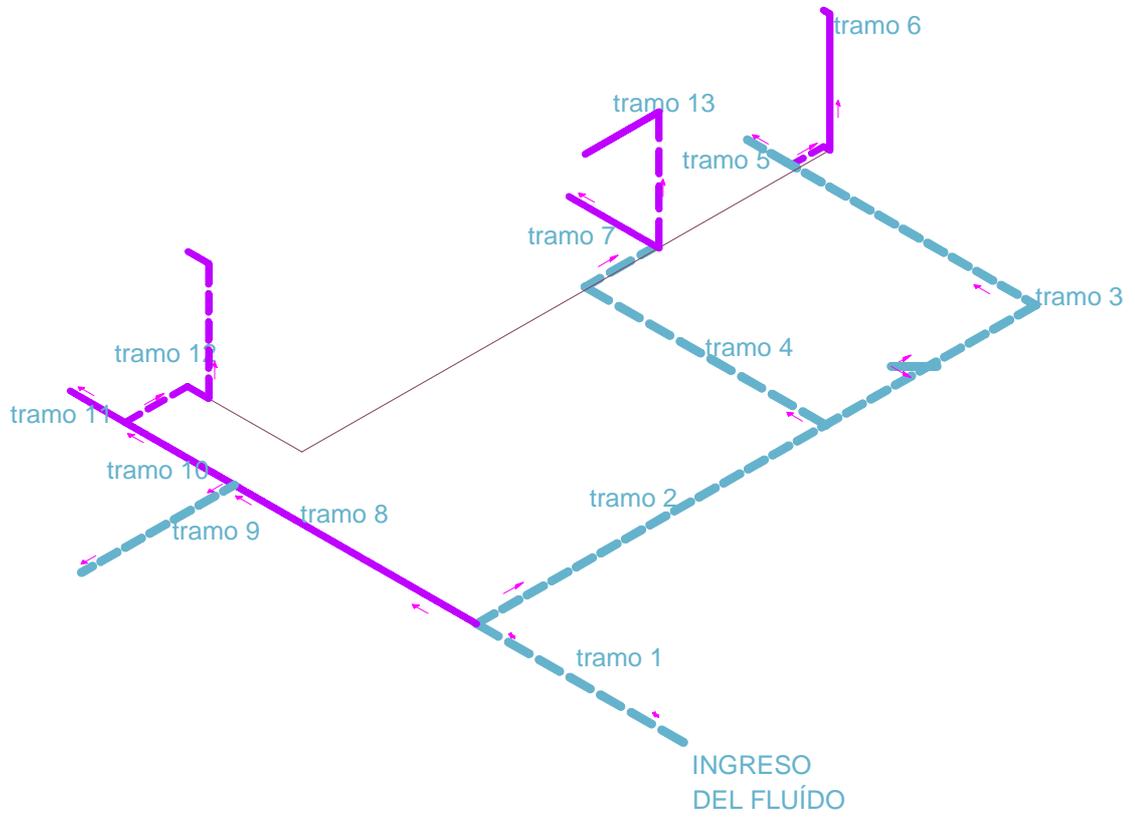
parte, las presiones y temperaturas de los materiales transportados por las tuberías pueden ser muy altas, de modo que, algunas tuberías se sueldan en sus uniones.

- Tuberías de hierro fundido: Son resistentes a la corrosión y se usan para gas, agua y desperdicios. Se emplean en aplicaciones subterráneas a causa de la larga vida del material. Han sustituido a las tuberías de plomo, sobre todo en instalaciones de agua caliente. Son bastante duras y, por lo tanto, difíciles de manipular. Se pueden cortar con sierras para metales.
- Dimensiones de tubos de hierro fundido

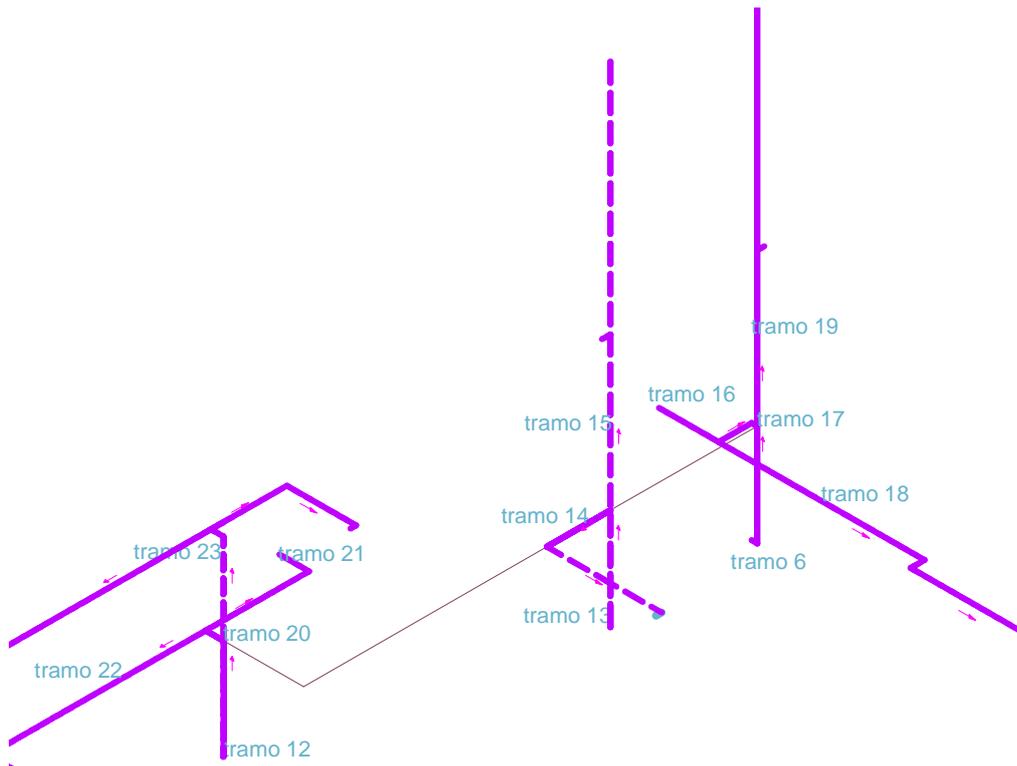
**Tabla. 258:** Dimensiones de tubos de hierro.

Tamaño nominal (pulg)	Diámetro exterior		Grosor de la pared		Diámetro interior			Área de flujo	
	(pulg)	(mm)	(pulg)	(mm)	(pulg)	(pie)	(mm)	(pie <sup>2</sup> )	(m <sup>2</sup> )
3	3.96	100.6	0.320	8.13	3.32	0.277	84.3	0.0601	$5.585 \times 10^{-3}$
4	4.80	121.9	0.350	8.89	4.10	0.342	104.1	0.0917	$8.518 \times 10^{-3}$
6	6.90	175.3	0.380	9.65	6.14	0.512	156.0	0.2056	$1.910 \times 10^{-2}$
8	9.05	229.9	0.410	10.41	8.23	0.686	209.0	0.3694	$3.432 \times 10^{-2}$
10	11.10	281.9	0.440	11.18	10.22	0.852	259.6	0.5697	$5.292 \times 10^{-2}$
12	13.20	335.3	0.480	12.19	12.24	1.020	310.9	0.8171	$7.591 \times 10^{-2}$
14	15.65	397.5	0.510	12.95	14.63	1.219	371.6	1.167	0.1085
16	17.80	452.1	0.540	13.72	16.72	1.393	424.7	1.525	0.1417
18	19.92	506.0	0.580	14.73	18.76	1.563	476.5	1.920	0.1783
20	22.06	560.3	0.620	15.75	20.82	1.735	528.8	2.364	0.2196
24	26.32	668.5	0.730	18.54	24.86	2.072	631.4	3.371	0.3132

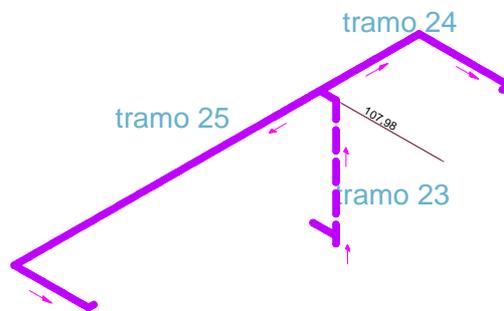
➤ Dibujo del sistema



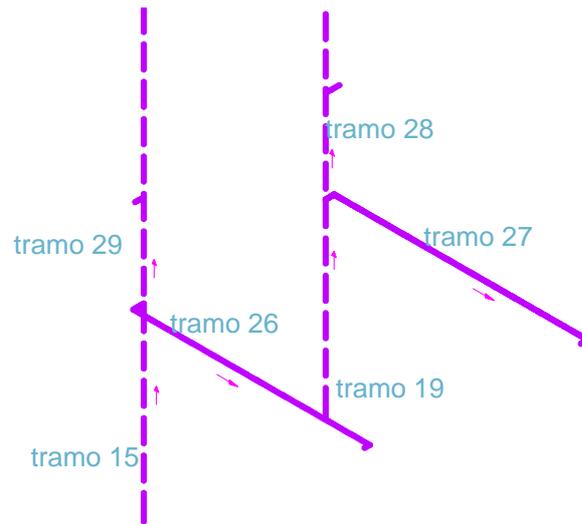
**Fig. 71:** Piso 0 subterráneo.



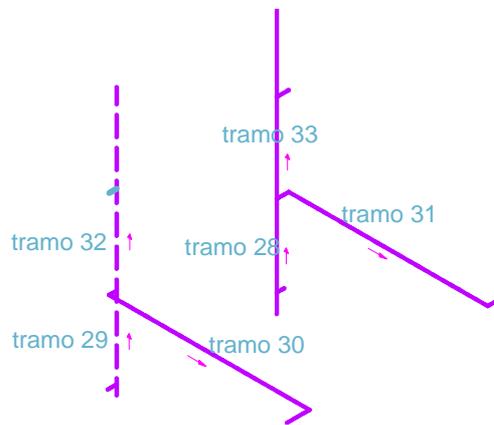
**Fig. 72:** Piso 1 consultorios.



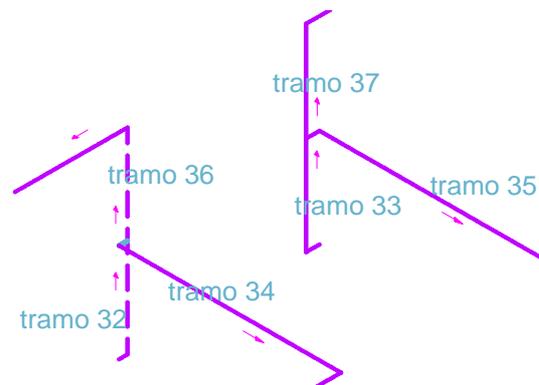
**Fig. 73:** Piso 2 laboratorios y quirófanos.



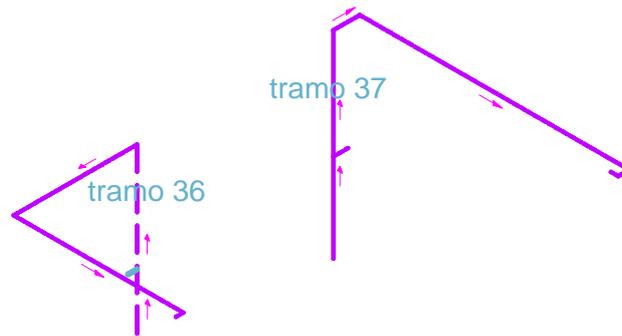
**Fig. 74:** Piso 3 hospitalización.



**Fig. 75:** Piso 4 hospitalización.



**Fig. 76:** Piso 5 hospitalización.



**Fig. 77:** Piso 7 hospitalización.

➤ **Cálculo de  $H = H_s + H_d$ :**

• **Determinación de  $H_s$ :**

$$H_s = h_{es} + h_{vs} + h_{rs} \pm h_{pms} = 0 \text{ Considerando tanques abiertos a la atmósfera.}$$

Rugosidad absoluta de la tubería del hierro fundido  $K = 0,00015 \text{ m}$

• **Ecuaciones utilizadas:**

$$h_{es} = 1,45 \text{ m}$$

$$v_s = \frac{Q}{A_s} = \frac{4 * Q}{\pi * D_s^2}$$

$$h_{v_s} = \frac{v_s^2}{2g}$$

$$Re = \frac{v_s * D_s}{\nu}$$

$$H_{r_s} = \frac{v_s^2}{2g} \left( \lambda_s \frac{L_s}{D_s} + \sum km_s \right)$$

- Datos calculados:

**Tabla. 259:** Datos calculados.

<b>Vs (m/s)</b>	0.6603
<b>Ls (m)</b>	7.5
<b>Ds (m)</b>	0.156
<b>K/Ds</b>	0.0001
<b>Re</b>	8.95E4
$\lambda_s$	0.0188
<b>Codo 90° (D = 6")</b>	0.45
<b>h<sub>es</sub> (m)</b>	<b>1,45</b>
<b>h<sub>vs</sub>(m)</b>	0,0222447
<b>h<sub>pms</sub> (m)</b>	<b>0</b>
<b>h<sub>rs</sub> (m)</b>	0,03012

➤ **Determinación de H<sub>d</sub>:**

$$H_d = h_{ed} + h_{vd} + h_{rd} \pm h_{pmd} = 0 \quad \text{Considerando tanques abiertos a la atmósfera.}$$

- **Ecuaciones utilizadas:**

$$h_{ed} = 35,78 \text{ m}$$

$$v_d = \frac{Q}{A_d} = \frac{4 * Q}{\pi * Dd^2}$$

$$hv_d = \frac{v_d^2}{2g}$$

$$Re = \frac{v_d * D_d}{\nu}$$

- Pérdidas en la descarga

$$Hr_d = \frac{v_d^2}{2g} \left( \lambda d \frac{L_d}{D_d} + \sum km_d \right)$$

**Tabla. 260:** Datos de la bomba.

Datos de placa de la bomba			
Q (GPM)	200	Q (lt/s)	12.6166667
REV (RPM)	3560	REV (rad/s)	372.802328
P (PSIG)	105	P (N/m <sup>2</sup> )	723949.516
P (PSIG)máx	116	P (N/m <sup>2</sup> )máx	799791.846
BHp máx	26.6	BHp máx	-----
Marca: Patterson			

**Tabla. 261:** Datos del sistema de tubería

Datos del sistema de tubería	
Gabinete de incendios	19
Long. tubería descarga (m)	455
Diámetro tubería descarga (m)	0.0843
Q por gabinete (m <sup>3</sup> /s)	0.00066404
Rugosidad absoluta K (m)	0.00015
Longitud succión (m)	7.5
Diámetro tubería succión (m)	0.156

**Tabla. 262:** Accesorios.

Accesorios	Características	Número	Fa(k)
Tee 1	Flujo lineal	12	0.9
Tee 2	Flujo ramal		1.6
Codo a 90°	D=3"	34	0.75
Válvula check	D=3"	1	2.5
Unión. Uni	D=3"	1	0.3
Válvula de co	D=3"	20	0.8

**Tabla. 263:** Datos calculados.

$h_{ed}$ (m)	35.78
$h_{vd}$ (m)	0.60806
$h_{pmd}$ (m)	0
$h_{rd}$ (m)	4.85401

➤ **Tabla de resultados para la descarga.**

**Tabla. 264:** Pérdidas totales primarias del subterráneo.

<b>n° tramos</b>	<b>Q(m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>D (m)</b>	<b>A (m<sup>2</sup>)</b>	<b>V (m/s)</b>	<b>Re</b>	<b>K/D</b>	<b>λ</b>	<b>L (m)</b>	<b>hrd (m)</b>
<b>tramo1</b>	0.012616667	0.0843	0.00558142	226.047.443	1.66E+05	0.001779359	0.0245	12.863	214.775.004
<b>tramo2</b>	0.008632456	0.0843	0.00558142	15.466.404	1.13E+05	0.001779359	0.025	216.984	109.046.349
<b>tramo3</b>	0.004648246	0.0843	0.00558142	0.83280637	6.10E+04	0.001779359	0.026	282.239	0.39826568
<b>tramo4</b>	0.003984211	0.0843	0.00558142	0.71383403	5.23E+04	0.001779359	0.0265	15	0.22527975
<b>tramo5</b>	0.000664035	0.0843	0.00558142	0.11897234	8.72E+03	0.001779359	0.035	2.734	0.00204742
<b>tramo6</b>	0.003984211	0.0843	0.00558142	0.71383403	5.23E+04	0.001779359	0.0265	12.6	0.20696556
<b>tramo7</b>	0.000664035	0.0843	0.00558142	0.11897234	8.72E+03	0.001779359	0.035	5.4	0.00335228
<b>tramo8</b>	0.003984211	0.0843	0.00558142	0.71383403	5.23E+04	0.001779359	0.0247	150.612	0.1615237
<b>tramo9</b>	0.000664035	0.0843	0.00558142	0.11897234	8.72E+03	0.001779359	0.035	9.5	0.00458159
<b>tramo10</b>	0.003320175	0.0843	0.00558142	0.59486169	4.36E+04	0.001779359	0.027	6.8	0.07181807
<b>tramo11</b>	0.000664035	0.0843	0.00558142	0.11897234	8.72E+03	0.001779359	0.035	3.4	0.0022471
<b>tramo12</b>	0.00265614	0.0843	0.00558142	0.47588935	3.49E+04	0.001779359	0.027	12.525	0.09257065
<b>tramo13</b>	0.003320175	0.0843	0.00558142	0.59486169	4.36E+04	0.001779359	0.027	75.852	0.1025369
<b>Pérdidas totales primarias</b>									<b>450.940.223</b>

**Tabla. 265:** Pérdidas totales primarias del consultorio.

n° tramos	Q(m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	V (m/s)	Re	K/D	$\lambda$	L (m)	hrd (m)
<b>tramo14</b>	0.000664035	0.0843	0.00558142	0.11897234	8.72E+03	0.001779359	0.0325	13.3	0.00651935
<b>tramo15</b>	0.00265614	0.0843	0.00558142	0.47588935	3.49E+04	0.001779359	0.0268	11.1	0.06157259
<b>tramo16</b>	0.000664035	0.0843	0.00558142	0.11897234	8.72E+03	0.001779359	0.0325	4.3	0.00293038
<b>tramo17</b>	0.00132807	0.0843	0.00558142	0.23794468	1.74E+04	0.001779359	0.0305	2.8	0.01433654
<b>tramo18</b>	0.000664035	0.0843	0.00558142	0.11897234	8.72E+03	0.001779359	0.0325	309.532	0.01143426
<b>tramo19</b>	0.00265614	0.0843	0.00558142	0.47588935	3.49E+04	0.001779359	0.0268	11.1	0.06157259
<b>tramo20</b>	0.00132807	0.0843	0.00558142	0.23794468	1.74E+04	0.001779359	0.0305	12.751	0.01057634
<b>tramo21</b>	0.000664035	0.0843	0.00558142	0.11897234	8.72E+03	0.001779359	0.0325	96.069	0.00494952
<b>tramo22</b>	0.000664035	0.0843	0.00558142	0.11897234	8.72E+03	0.001779359	0.0325	189.264	0.0075442
<b>tramo23</b>	0.00132807	0.0843	0.00558142	0.23794468	1.74E+04	0.001779359	0.0305	74.765	0.01720201
<b>Pérdidas totales primarias</b>									<b>0.19863777</b>

**Tabla. 266:** Pérdidas totales primarias de laboratorios y quirófanos.

n° tramos	Q(m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	V (m/s)	Re	K/D	$\lambda$	L (m)	hrd (m)
<b>tramo24</b>	0.000664035	0.0843	0.00558142	0.11897234	8.72E+03	0.001779359	0.0325	10.9	0.00585116
<b>tramo25</b>	0.000664035	0.0843	0.00558142	0.11897234	8.72E+03	0.001779359	0.0325	213.022	0.00874728
<b>Pérdidas totales primarias</b>									<b>0.01459844</b>

**Tabla. 267:** Pérdidas totales primarias de hospitalización.

n° tramos	Q(m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	V (m/s)	Re	K/D	$\Lambda$	L (m)	hrd (m)
<b>tramo26</b>	0.000664035	0.0843	0.00558142	0.11897234	8.72E+03	0.001779359	0.0325	14.7	0.00690913
<b>tramo27</b>	0.000664035	0.0843	0.00558142	0.11897234	8.72E+03	0.001779359	0.0325	15.7	0.00718755
<b>tramo28</b>	0.001992105	0.0843	0.00558142	0.35691702	2.62E+04	0.001779359	0.029	54.232	0.02382469
<b>tramo29</b>	0.001992105	0.0843	0.00558142	0.35691702	2.62E+04	0.001779359	0.029	54.232	0.02382469
<b>Pérdida total primaria</b>									<b>0.06174607</b>

**Tabla. 268:** Pérdidas totales primarias de hospitalización.

n° tramos	Q(m <sup>3</sup> /s)	D (m)	A (m <sup>2</sup> )	V (m/s)	Re	K/D	$\lambda$	L (m)	hrd (m)
<b>tramo30</b>	0.000664035	0.0843	0.00558142	0.11897234	8.72E+03	0.001779359	0.0325	15.3	0.00707618
<b>tramo31</b>	0.000664035	0.0843	0.00558142	0.11897234	8.72E+03	0.001779359	0.0325	15	0.00699266
<b>tramo32</b>	0.00132807	0.0843	0.00558142	0.23794468	1.74E+04	0.001779359	0.0305	5.9	0.01136582
<b>tramo33</b>	0.00132807	0.0843	0.00558142	0.23794468	1.74E+04	0.001779359	0.0305	5.9	0.01136582
<b>Pérdida total primaria</b>									<b>0.03680047</b>

**Tabla. 269:** Pérdidas totales primarias de hospitalización.

<b>n° tramos</b>	<b>Q(m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>D (m)</b>	<b>A (m<sup>2</sup>)</b>	<b>V (m/s)</b>	<b>Re</b>	<b>K/D</b>	<b>λ</b>	<b>L (m)</b>	<b>hrd (m)</b>
<b>tramo34</b>	0.000664035	0.0843	0.00558142	0.11897234	8.72E+03	0.001779359	0.0325	15.1	0.0070205
<b>tramo35</b>	0.000664035	0.0843	0.00558142	0.11897234	8.72E+03	0.001779359	0.0325	15	0.00699266
<b>tramo36</b>	0.000664035	0.0843	0.00558142	0.11897234	8.72E+03	0.001779359	0.0325	22.99	0.0092533
<b>tramo37</b>	0.000664035	0.0843	0.00558142	0.11897234	8.72E+03	0.001779359	0.0325	22.14	0.00955827
<b>Pérdida total primaria</b>									<b>0.03282472</b>

- **Determinación de h:**

Utilizando la ecuación  $H = H_d + H_s$

$$H_s = 1,45 + 0,022245 + 0,03012 + 0 = 1,502365 \text{ m}$$

$$H_d = 35,78 + 0,60806 + 4,85401 + 0 = 41,252075 \text{ m}$$

$$H = 41,252075 + 1,502365$$

$$\mathbf{H = 42,75 \text{ m} \approx 42,8 \text{ m}}$$

- **Determinación de NPSH<sub>d</sub>:**

$$NPSH|_d = \frac{P_b}{\gamma} + h_{es} - H_{rs} - \frac{P_v}{\gamma}$$

$$NPSH|_d = \frac{72423,38}{9800} + 1,45 - 0,03012 - \frac{1829,48}{9800}$$

$$NPSH|_d = 8,6234m$$

- Selección de la bomba.
- Selección de acuerdo al catálogo PEDROLLO:

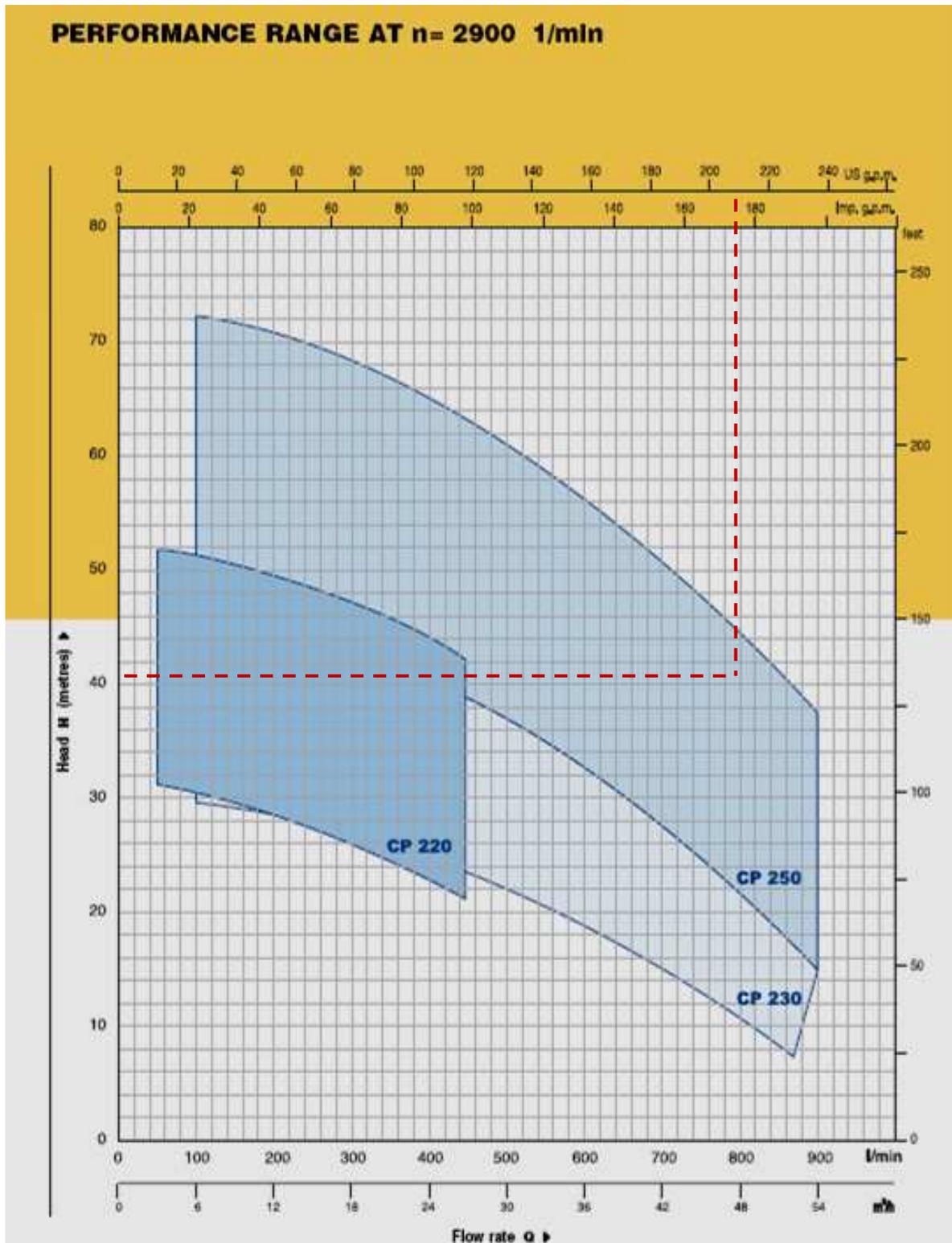


Fig. 78: Selección de bomba  $Q$  vs  $H$ .

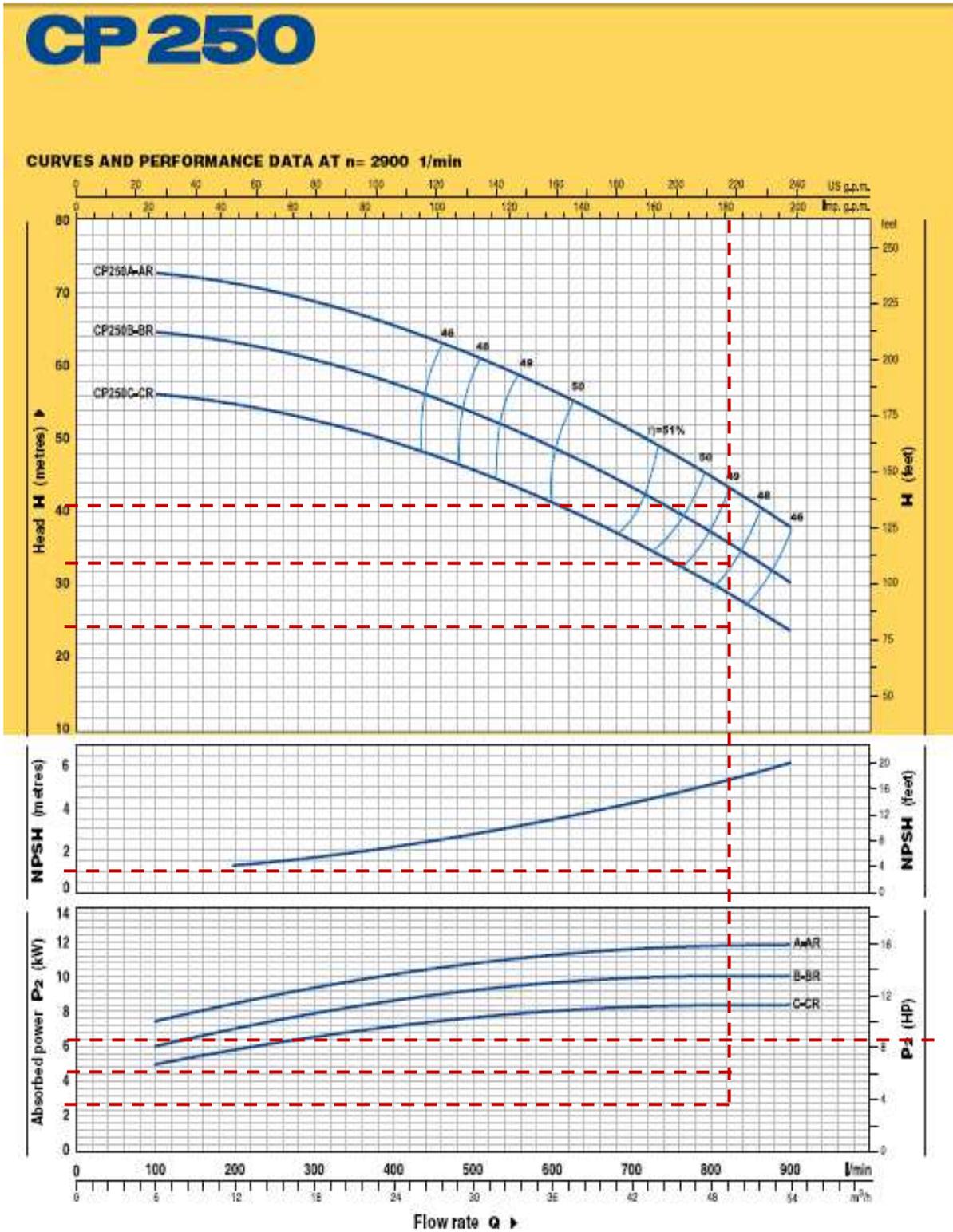


Fig. 79: Curvas del fabricante.

Tabla. 270: Potencia de las bombas.

TYPE POWER Three-phase	POWER		Q	m <sup>3</sup> /h	30	36	42	45.425	48
	kW	HP		l/min	500	600	700	757.083	800
CP 250C	7.5	10	H <sub>metres</sub>	46	41.5	35.5	32.36	30	
CP 250B	9.2	13		53	49	43.5	40.075	37.5	
CP 250A	11	15		61	57	51	47.575	45	
CP 250CR	7.5	10		46	41.5	35.5	32.36	30	
CP 250BR	9.2	13		53	49	43.5	40.075	37.5	
CP 250AR	11	15		61	57	51	47.575	45	

Tabla. 271: Eficiencia de las bombas.

TYPE POWER Three-phase	Q	m <sup>3</sup> /h	45.425
		l/min	757.083
CP 250C-CR	η (%)	49	
CP 250B-BR		50.2	
CP 250A-AR		50.7	

Tabla. 272: NPSH/R de las bombas.

TYPE POWER Three-phase	Q	m <sup>3</sup> /h	45.425
		l/min	757.083
CP 250C-CR	NPSH/R (m)	4.8	
CP 250B-BR		4.8	
CP 250A-AR		4.8	

Tabla. 273: Potencia de las bombas.

TYPE POWER Three-phase	Q	m <sup>3</sup> /h	45.425
		l/min	757.083
CP 250C-CR	Absorber power (kW)	8.2	
CP 250B-BR		10	
CP 250A-AR		11.95	

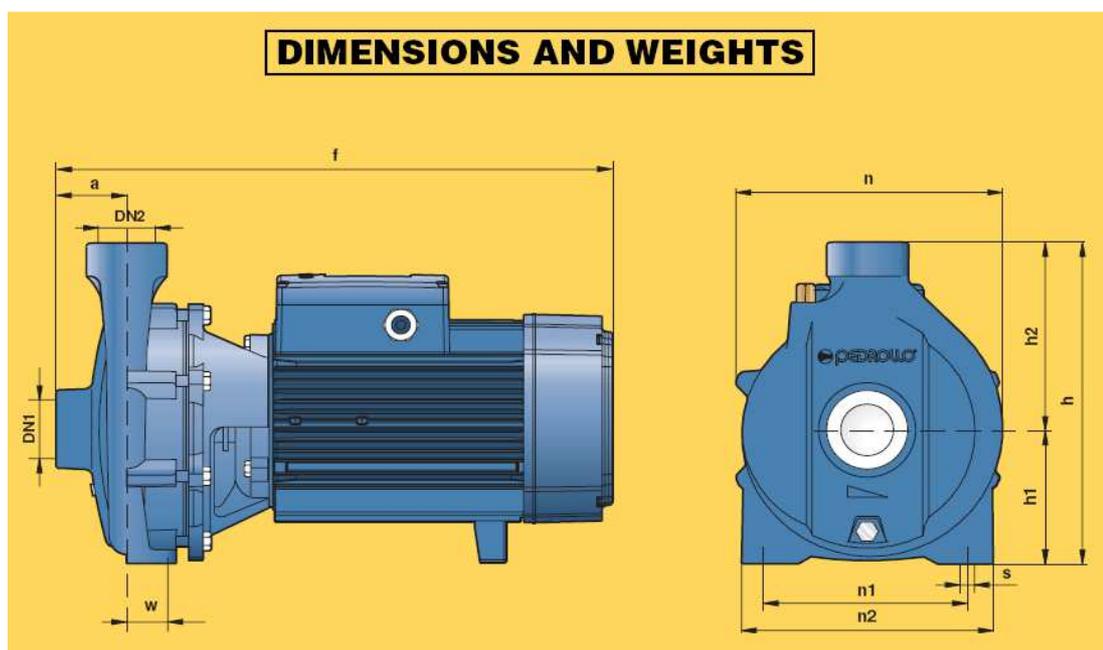


Fig. 80: Forma y dimensiones de la bomba.

Tabla. 274: Dimensiones de la bomba.

TYPE		PORTS		DIMENSIONS mm									kg			
Single-phase	Three-phase	DN1	DN2	a	f	h	h1	h2	n	n1	n2	w	s	1~	3~	
CPm 220C	CP 220C	2"	2"	70	421/402	315	132	183	255	170	230	40	14	33.3	30.5	
CPm 220B	CP 220B				459/421	328/315	136/132	192/183	273/255	190/170	250/230			44.0	33.3	
---	CP 220A				459	328	136	192	273	190	250			-	41.0	
---	CP 220AH				505									-	47.6	
CPm 230C	CP 230C				459/421	328/315	136/132	192/183	273/255	190/170	250/230			41.3	33.0	
---	CP 230B				459	328	136	192	273	190	250			-	41.3	
---	CP 230A				505									-	47.6	
---	CP 250C				507									-	74.0	
---	CP 250B				571									-	96.0	
---	CP 250A				534	392	160	232	322	230	294			45	-	103.0
---	CP 250CR	4"	3"	92	534									-	78.0	
---	CP 250BR				598										-	100.0
---	CP 250AR				598											-

La bomba de diámetro de succión 6" y un diámetro de descarga de 3", la bomba es de tipo centrífuga cuyo **Modelo CP250 A-AR de 2900 RPM, 60 Hz**, para un caudal **Q = 200 GPM** y una altura **H = 42.8 m = 140.38 ft.**

Se cumple con:

- $NPSH/R = 4.8 \text{ m} = 15.74' = 189''$
- $\eta \approx 50.7\%$
- $\text{Potencia}_{\text{absorbida}} = 11.95 \text{ kW} = 16 \text{ hp}$

La bomba más conveniente considerando la eficiencia y el NPSH, de las dos bombas antes especificadas, es la PEDROLLO\_ **Modelo CP250 A-AR.**

Con el catálogo PEDROLLO la bomba seleccionada cumple la condición de que  **$NPSH_D > NPSH_R$ .**

## **CAPÍTULO IV**

### **4. COSTOS**

#### **4.1 Introducción**

El análisis económico y financiero de un proyecto, se realiza para orientar la toma de decisiones en torno a la pertinencia de ejecutarlo o no; puesto que es muy importante no solo para el desarrollo sino también para elevar el nivel de vida de la población. Debe considerarse de manera adecuada su rol de soporte productivo, que cumple en la economía y la función social que ayuda a desempeñar.

Económicamente un proyecto es una fuente de costos y beneficios, que ocurren en diferentes períodos de tiempo; el reto de alguien que toma decisiones en base a la pertinencia de ejecutar o no determinado proyecto es, identificar los costos y beneficios atribuidos al mismo y medirlos (valorarlos) con el objetivo de señalar si es conveniente o no su ejecución. A este enfoque se le denomina evaluación económica de proyectos.

En cambio, financieramente el proyecto toma en cuenta otros aspectos; si se considerara el préstamo de dinero para la ejecución del proyecto, entonces, éste es el origen de un flujo de fondos que provienen de ingresos y egresos de caja, que ocurren a lo largo del tiempo. El desafío de quien toma decisiones es determinar si los flujos de dinero son suficientes para cancelar la deuda. A este enfoque se le llama evaluación financiera de proyectos.

La evaluación financiera, económica y social se efectúa paralelamente, a la que se podría llamar evaluación técnica del proyecto, que consiste en cerciorarse de la factibilidad técnica del mismo: es decir, que existan todas las condiciones para la evaluación económica.

Presupone una adecuada formulación y evaluación administrativa, es decir que exista capacidad de organización y de gestión para llevar adelante el proyecto, lo cual resulta muy importante para valorar la participación de la comunidad.

Finalmente, se requiere también una evaluación institucional y legal, que indique por ejemplo, que no hay problemas de propiedad.

Su evaluación ecológica o de impacto ambiental, se da cuando existe participación de la comunidad en el proyecto; es de vital importancia incorporar sus criterios al proceso evaluativo, tanto en la parte institucional como en la incidencia que puedan tener en la parte económica y financiera, a fin de poder tomar una decisión adecuada sobre el mismo.

La evaluación privada de proyectos incluye una evaluación económica y una evaluación financiera. La primera se refiere a que todas las compras y ventas son al contado riguroso y que todo el capital es "propio". La segunda incluye a todos los flujos financieros del proyecto haciendo la distinción entre capital "propio" y capital "prestado". Este criterio tiene por objetivo valorar la rentabilidad comercial del proyecto.

La evaluación social toma en cuenta el flujo de recursos "reales" utilizados y producidos por el proyecto. En este caso, los costos y beneficios sociales pueden ser distintos de los contemplados por la evaluación privada, puesto que los precios sociales de los bienes y servicios son distintos de los que paga o recibe el inversionista privado, o también por que costos y beneficios recaen sobre terceros, tal es el caso de las externalidades. Este criterio valora el impacto del proyecto en la sociedad.

Estas evaluaciones se realizan utilizando el método beneficio / costo, para lo cual se requiere definir cuáles son los costos, los beneficios, y cuantificados con la mayor precisión posible. En esta definición de costos se debe tener en cuenta que en la evaluación económica no se consideran los préstamos como ingresos, ni el pago de las deudas como costos. Estos factores se deben tener en cuenta para la evaluación financiera.

## 4.2 MATEMÁTICAS FINANCIERAS PARA LA EVALUACIÓN DE PROYECTOS

Para realizar la evaluación beneficio/costo, y para poder determinar las formas de pago de las deudas, se requiere tener en cuenta los siguientes conceptos.

### 4.2.1 Valor futuro del dinero

Es el valor futuro que alcanzará un capital  $P$ , colocado a una tasa de interés compuesto anual  $i$ ; durante un período de  $n$  años. Se expresa mediante la siguiente ecuación.

$$F = P (1 + i)^n \quad (23)$$

Donde:

- $F$  = Valor futuro.
- $P$  = Valor presente.
- $i$  = Tasa de interes.
- $n$  = Número de períodos.

Haciendo:

$$(F/P, i, n) = (1 + i)^n \quad (24)$$

$$F = P (F /P, i, n) \quad (25)$$

Donde:

$(F /P, i, n)$  = Factor de capitalización por pago único para la tasa  $i$  y  $n$  años.

### 4.2.2 Valor presente del dinero

Es el valor actual de un monto de dinero futuro  $F$ ; es decir, es el monto que debemos colocar hoy, a una tasa de interés  $i$ , durante  $n$  años para obtener después de esos años el monto  $F$ . Se expresa por:

$$P = F/(1+i)^n \quad (26)$$

Haciendo:

$$(P/F, i, n) = 1/(1+i)^n \quad (27)$$

Tenemos:

$$P = F. (P /F, i, n) \quad (28)$$

Donde:

$(P /F, i, n)$  = Factor de actualización por pago único.

El valor del factor de actualización se puede obtener a partir de las tablas financieras, para diversas tasas de interés y años.

#### 4.2.3 Valor presente de una serie de amortizaciones iguales

Es el valor actual (P) equivalente a una serie de n pagos periódicos e iguales (A), a una tasa de interés (i), se expresa por:

$$P = A. [(1+i)^n - 1] / [(1+i) x i] \quad (29)$$

Haciendo:

$$P/A = [(1+i)^n - 1] / [(1+i) x i] \quad (30)$$

Tenemos:

$$P = A. (P /A, i, n) \quad (31)$$

Donde:

$(P / A, i, n)$  = Factor de amortización.

El factor de amortización puede obtenerse de tablas financieras para diversas tasas de interés y períodos de tiempo.

### 4.3 Estudio Financiero De Elaboración

El análisis económico del proyecto se realiza como una orientación en los costos que resultaría en construir o importar este tipo de materiales utilizados. Pero la parte financiera estará encaminada a determinar el tiempo de recuperación de la inversión.

### 4.4 Estudio Técnico De Factibilidad

**Tabla. 275:** Costos de tuberías y accesorios agua fría.

Material	Diámetro in (mm)	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
<b>TUBERIAS Y ACCESORIOS PARA AGUA FRIA</b>				
Tubería de Hierro Galvanizado L= 6m	8" (200)	2	520	1040,00
Tubería de Hierro Galvanizado L= 6m	6" (150)	61	350,00	21350,00
Tubería de PVC Plastigama L= 6m	1" (25)	528	25,20	13305,60
Tubería de PVC Plastigama L= 6m	1/2" (12)	840	13,95	11718,00
Bridas de Ace. Galvaniz	8" (200)	8	132	1056,00
Bridas de Ace. Galvaniz	6" (150)	6	104	623,58
Uniones Rectas de Acer. Galvaniz.	8" (200)	3	11,05	33,15
Uniones Rectas de Acer. Galvaniz.	6" (150)	80	9,65	772,00
Uniones Rectas de Acer. Galvaniz.	1" (25)	140	0,65	91,00
Uniones Rectas de Acer. Galvaniz.	1/2" (12,5)	200	0,25	50,00
Uniones Universales de Ac. Galvaniz.	8" (200)	2	56	112,00
Uniones Universales de Ac. Galvaniz.	6" (150)	30	50,04	1501,20
Uniones Universales de Ac. Galvaniz.	1" (25)	100	17,38	1738,00
Uniones Universales de Ac. Galvaniz.	1/2" (12,5)	119	9,03	1074,57
Codos de 90° Ac. Galvaniz.	8" (200)	2	17	34,00
Codos de 90° Ac. Galvaniz.	6" (150)	8	15,12	120,96
Codos de 90° Ac. Galvaniz.	1" (25)	200	1,00	200,00
Codos de 90° Ac. Galvaniz.	1/2" (12,5)	926	0,36	333,36
Tees de Ac.Galvaniz.	8" (200)	1	29,00	29,00
Tees de Ac.Galvaniz.	6" (150)	6	26,42	158,52
Tees de Ac.Galvaniz.	1" (25)	120	7,30	876,00

Tees de Ac.Galvaniz.	1/2" (12,5)	80	3,53	282,40
Reducciones de Ac.Galvaniz.	200 x 150	4	18,20	72,80
Reducciones de Ac.Galvaniz.	150 x 100	8	12,41	99,24
Reducciones de Ac.Galvaniz.	100x 75	4	8,27	33,08
Reducciones de Ac.Galvaniz.	75 x 64	8	4,43	35,44
Reducciones de Ac.Galvaniz.	75 x 50	21	4,43	93,03
Reducciones de Ac.Galvaniz.	64 x 50	37	2,41	89,17
Reducciones de Ac.Galvaniz.	64 x 38	0	1,81	0,00
Reducciones de Ac.Galvaniz.	50 x 38	195	1,45	282,75
Reducciones de Ac.Galvaniz.	50 x 19	22	1,45	31,90
Reducciones de Ac.Galvaniz.	50 x 12	174	1,45	252,30
Reducciones de Ac.Galvaniz.	38 x 12	13	0,85	11,05
Reducciones de Ac.Galvaniz.	38 x 19	122	0,85	103,70
Reducciones de Ac.Galvaniz.	25 x 12	33	0,58	19,14
Reducciones de Ac.Galvaniz.	19 x 12	133	0,42	55,86
Válvulas de Retención (Check)	8" (200)	2	1291,08	2582,16
Válvulas de Retención (Check)	6" (150)	8	770,00	6160,00
Válvulas de Compuerta de Bronce	200	2	125,60	251,20
Válvulas de Compuerta de Bronce	150	8	109,25	874,00
Válvulas de Compuerta de Bronce	100	12	74,10	889,20
Válvulas de Compuerta de Bronce	50	25	59,25	1481,25
Válvulas de Compuerta de Bronce	38	3	37,25	111,75
Válvulas de Compuerta de Bronce	25	2	16,60	33,20
Válvulas de Compuerta de Bronce	12	8	12,85	102,80
<b>TOTAL AGUA FRÍA</b>				<b>70164,36</b>

**Tabla. 276:** Costos de tuberías y accesorios agua caliente.

Material	Diámetro in (mm)	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
<b>TUBERIAS Y ACCESORIOS PARA AGUA CALIENTE</b>				
Tubería de Hierro Galvanizado L= 6m	6" (150)	1	350	350,00
Tubería de Hierro Galvanizado L= 6m	4" (100)	18	200	3600,00
Tubería de Hierro Galvanizado L= 6m	3" (75)	3	150	450,00
Tubería de Hierro Galvanizado L= 6m	2 1/2"(63)	6	125	750,00
Tubería de Hierro Galvanizado L= 6m	2"(50)	10	33,5	335,00
Tuber. de PVC IP termo fusión L= 6m	1 1/2" (38)	40	25,13	1005,20
Tuber. de PVC IP termo fusión L= 6m	1" (25)	85	16,75	1423,75

Tuber. de PVC IP termo fusión L= 6m	12	105	7,45	782,25
Unión rectas de PVC IP termo fusión	150	5	40,4	202,00
Unión rectas de PVC IP termo fusión	100	7	36,8	257,60
Unión rectas de PVC IP termo fusión	75	25	24,6	615,00
Unión rectas de PVC IP termo fusión	63	23	19,9	457,70
Unión rectas de PVC IP termo fusión	50	67	7,5	502,50
Unión rectas de PVC IP termo fusión	38	21	5,2	109,20
Unión rectas de PVC IP termo fusión	25	25	2,75	68,75
Unión rectas de PVC IP termo fusión	19	71	2,1	149,10
Unión rectas de PVC IP termo fusión	12	105	1,5	157,50
Uniones universales PVC IP termofu.	150	7	100	700,00
Uniones universales PVC IP termofu.	100	10	91	910,00
Uniones universales PVC IP termofu.	75	25	57	1425,00
Uniones universales PVC IP termofu.	64	23	39	897,00
Uniones universales PVC IP termofu.	50	67	21	1407,00
Uniones universales PVC IP termofu.	38	21	15,2	319,20
Uniones universales PVC IP termofu.	25	25	8,4	210,00
Uniones universales PVC IP termofu.	19	71	5,5	390,50
Uniones universales PVC IP termofu.	12	105	3,98	417,90
Codos de 90° PVC IP termo fusión	150	2	35,6	71,20
Codos de 90° PVC IP termo fusión	100	10	30,34	303,40
Codos de 90° PVC IP termo fusión	75	6	27,3	163,80
Codos de 90° PVC IP termo fusión	64	6	15,6	93,60
Codos de 90° PVC IP termo fusión	50	27	11,3	305,10
Codos de 90° PVC IP termo fusión	38	4	6,38	25,52
Codos de 90° PVC IP termo fusión	25	1	3,3	3,30
Codos de 90° PVC IP termo fusión	19	22	2,1	46,20
Codos de 90° PVC IP termo fusión	12	598	1,85	1106,30
Tees de PVC IP termo fusión	150	4	60,4	241,60
Tees de PVC IP termo fusión	100	10	55,5	555,00
Tees de PVC IP termo fusión	75	7	49	343,00
Tees de PVC IP termo fusión	64	7	39	273,00
Tees de PVC IP termo fusión	50	11	15,8	173,80
Tees de PVC IP termo fusión	38	5	10,5	52,50
Tees de PVC IP termo fusión	25	1	5,46	5,46
Tees de PVC IP termo fusión	19	29	3,1	89,90
Tees de PVC IP termo fusión	12	7	2,3	16,10

Reducciones de PVC IP termo fusión	150x100	2	40	80,00
Reducciones de PVC IP termo fusión	100x75	10	35	350,00
Reducciones de PVC IP termo fusión	100x50	11	30	330,00
Reducciones de PVC IP termo fusión	75x64	4	19	76,00
Reducciones de PVC IP termo fusión	64x50	32	14,5	464,00
Reducciones de PVC IP termo fusión	50x38	4	8,5	34,00
Reducciones de PVC IP termo fusión	50x25	4	9,64	38,56
Reducciones de PVC IP termo fusión	50x19	336	10,78	3622,08
Reducciones de PVC IP termo fusión	50x12	73	10,78	786,94
Reducciones de PVC IP termo fusión	38x25	6	5,4	32,40
Reducciones de PVC IP termo fusión	38x19	11	9,32	102,52
Reducciones de PVC IP termo fusión	38x12	12	5,38	64,56
Reducciones de PVC IP termo fusión	25x12	32	3,38	108,16
Reducciones de PVC IP termo fusión	19x12	203	2,1	426,30
Válvulas de Compuerta de Bronce	6" (150)	2	160,4	320,80
Válvulas de Compuerta de Bronce	4" (100)	12	150,3	1803,60
Válvulas de Compuerta de Bronce	3" (75)	10	146,8	1468,00
Válvulas de Compuerta de Bronce	2 1/2" (64)	4	142,6	570,40
Válvulas de Compuerta de Bronce	2" (50)	10	59,25	592,50
Válvulas de Compuerta de Bronce	1 1/2" (38)	3	31,9	95,70
Válvulas de Compuerta de Bronce	1" (25)	1	11,5	11,50
Válvulas de Compuerta de Bronce	3/4" (19)	5	9,41	47,05
Válvulas de Compuerta de Bronce	1/2" (12)	6	6,63	39,78
<b>TOTAL AGUA CALIENTE</b>				<b>33186,00</b>

**Tabla. 277:** Costos total de tuberías y accesorios.

<b>Material</b>	<b>Diámetro in (mm)</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Precio Total</b>
<b>TUBERIAS Y ACCESORIOS DE INSTALACIONES CONTRA INCENDIOS</b>				
Tubería de Hierro Galvanizado L= 6m	6" (150)	2	350,00	700,00
Tubería de Hierro Galvanizado L= 6m	3" (75)	76	150,00	11400,00
Uniones rectas de acero galvanizado	6" (150)	20	3,89	77,80
Uniones rectas de acero galvanizado	3" (75)	25	3,32	83,00
Reducciones de Acero Galvaniz	150X100	3	10,4	31,20
Reducciones de Acero Galvaniz	100X75	49	6,7	328,30
Reducciones de Acero Galvaniz	75X64	2	4,43	8,86
Reducciones de Acero Galvaniz	64X38	35	1,81	63,35

Codos de 90° Ac. Galvanizado	6" (150)	4	10,50	42,00
Codos de 90° Ac. Galvanizado	3" (75)	25	5,73	143,25
Válvulas de Retención (Check)	6" (150)	2	770,00	1540,00
Válvulas de Retención (Check)	3" (75)	8	330,00	6160,00
Válvulas de Compuerta de Bronce	6" (150)	4	25,60	102,40
Válvulas de Compuerta de Bronce	3" (75)	36	13,21	475,56
Tees de Ac. Galvaniz	6" (150)	4	70,40	281,60
Tees de Ac. Galvaniz	3" (75)	20	35,70	714,00
<b>TOTAL CONTRA INCENDIOS</b>				<b>22151,32</b>
<b>TOTAL</b>				<b>125501,68</b>

**Tabla. 278:** Costos total de bombas.

<b>COSTO DE BOMBAS</b>		
<b>Bomba Durco 2K Mark III</b>	<b>Bomba 2 Durco 2K</b>	<b>Bomba 3 Pedrollo ModeloCP250 A-AR</b>
Tipo de fluido = Agua	Tipo de fluido = Agua	Tipo de fluido = Agua
Temperatura = 15°C	Temperatura = 82,2°C	Temperatura = 15°C
Caudal = 620,32 gpm	Caudal = 258,73 gpm	Caudal = 200 gpm
H = 72,6604	H = 52,5235 m	H = 42,8 m
Datos técnicos	Datos técnicos	Datos técnicos
Diámetros = 4x3x77/8	Diámetros = 3x2-7	
Eficiencia = 71,5%	Eficiencia = 64,1%	Eficiencia = 50,7%
Potencia = 52,9 Hp	Potencia = 20 Hp	Potencia = 16 Hp
NPSH)R = 15 ft	NPSH)R = 9 ft	RPM = 2000
RPM = 3550	RPM = 3550	Hz = 60
<b>Precio (USD) = 2700</b>	<b>Precio (USD) = 2900</b>	<b>Precio (USD) = 2200</b>
<b>IVA = 300</b>	<b>IVA = 348</b>	<b>IVA = 265</b>
<b>TOTAL = 3000</b>	<b>TOTAL = 3248</b>	<b>TOTAL = 2464</b>
<b>TOTAL BOMBAS = 8712</b>		

**Tabla. 279:** Costos de desarmado e instalación de tubería.

<b>DESARMADO E INSTALACION</b>					
<b>Ítem</b>	<b>Actividad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P.Unitario</b>	<b>P.Total</b>
1	Desarmado e instalación de tubería de 200-150 mm	ML	66,00	9,16	604,56
2	Desarmado e instalación de tubería de 100-75 mm	ML	97,00	4,57	443,29
3	Desarmado e instalación de tubería de 63-50-38 mm	ML	56,00	3,46	193,76
4	Desarmado e instalación de tubería de 25-12 mm	ML	1558,00	2,28	3552,24
5	Desarmado e instalación de lavabos	Unidad	116,00	22,40	2598,40
6	Desarmado e instalación de inodoros	Unidad	72,00	19,27	1387,44
7	Desarmado e instalación de otros accesorios	Unidad	83,00	11,39	945,37
8	Picado y corchado de piso y paredes	ML	250,00	2,72	680,00
<b>TOTAL DESARMADO E INSTALACION</b>					<b>10405,06</b>

**Tabla. 280:** Costos total del proyecto.

<b>COSTO TOTAL DEL PROYECTO</b>		
<b>Ítem</b>	<b>Actividad</b>	<b>Costo</b>
1	Tuberías y accesorios	<b>125501,68</b>
2	Bombas	8712
3	Desarmado e instalación	10405,16
<b>TOTAL</b>		<b>144618,84</b>

**Tabla. 281:** Costos total del proyecto en acero inoxidable.

<b>COSTO TOTAL DEL PROYECTO EN ACERO INOXIDABLE</b>	
<b>TOTAL</b>	<b>296662,13</b>

El proyecto es factible de implementación con el material que se selecciono debido a que hay una gran diferencia con el costo total en acero inoxidable.

El análisis de costo del presente presupuesto, no se lo puede realizar debido a que no se cuenta con un tiempo de recuperación, es decir una vez instalada el sistema de tuberías, accesorios en el hospital no se va a volver a sacar después de un periodo de tiempo, y vender las tuberías y accesorios (valor de salvamento) como ocurre en el caso, cuando se adquiere una maquina o equipo para una fabrica en donde se necesita producir algún tipo de producto, una vez transcurrido el tiempo esta máquina se puede vender.

#### **4.5 Comportamiento Del Acero Galvanizado**

El galvanizado más común consiste en depositar una capa de zinc (Zn) sobre hierro (Fe); en la reacción, el zinc (más electropositivo), por diferencia de potencial eléctrico fluye hacia el acero proporcionándole una protección de sacrificio; ya que, al ser el zinc más oxidable, menos noble, que el hierro y generar un óxido estable, protege al hierro de la oxidación al exponerse al oxígeno del aire. Se usa de modo general en tuberías para la conducción de agua cuya temperatura no debe rebasar los 60 °C ya que entonces se invierte la polaridad del zinc respecto del acero del tubo y éste se corroe en vez de estar protegido por el zinc.

Para evitar la corrosión en general es fundamental evitar el contacto entre materiales disímiles, con distinto potencial de oxidación, que puedan provocar problemas de corrosión galvánica por el hecho de su combinación. Puede ocurrir que cualquiera de ambos materiales sea adecuado; lo que ocurre es que su combinación inadecuada es la que produce la corrosión.

Uno de los errores que se comenten con más frecuencia es el del empleo de tuberías de cobre combinadas con tuberías de acero galvanizado (normas UNE 12502.3, UNE

112076, UNE 112081). Si la tubería de cobre, que es un material más noble, se sitúa aguas arriba de la de galvanizado, los iones cobre, que necesariamente existen en el agua o las partículas de cobre que se puedan arrastrar por erosión o de cualquier otra procedencia, se cementarán sobre el zinc del galvanizado aguas abajo y éste se oxidará por formarse una pila bimetalica local Cu/Zn en los puntos en los que los iones cobre se hayan depositado como cobre metálico sobre el galvanizado. A partir de ese momento se acelerará la corrosión del recubrimiento galvanizado en todos esos puntos.

Desaparecido el zinc del recubrimiento la pila será Cu/Fe y continuará corroyéndose hasta perforarse el tubo de acero. Como el galvanizado está instalado anteriormente este fallo pasa desapercibido y se suele atribuir al fin de la vida en servicio o, incluso, a la mala calidad del galvanizado. La causa, sin embargo ha sido la mala calidad del diseño: la instalación de la tubería de cobre aguas arriba, que es la que ha provocado la corrosión del galvanizado, aguas abajo. Por el contrario, en el caso de que las tuberías de cobre se instalen al final de la red, es decir, aguas abajo de la tubería de galvanizado, no existe ese problema siempre que se garantice que no haya agua de retorno que después de pasar por el cobre pase por el galvanizado. Si existe ese riesgo se deberá colocar un sistema antiretorno.

La vida protectora de un galvanizado está determinada primordialmente por el espesor del recubrimiento y la severidad de las condiciones de exposición.

Estas condiciones incluyen ambientes atmosféricos clasificados como altamente industriales, moderadamente industriales (urbanos), suburbanos, rurales y marinos.

#### 4.5.1 Protección por años según espesor de zinc y tipo de atmósfera

**Tabla. 282:** Protección por años y tipo de atmósfera.

	ESPESOR DE ZINC EN MICRONES											
	10	20	33	43	53	66	76	86	96	106	119	129
TIPO DE ATMÓSFERA	AÑOS DE PROTECCIÓN HASTA 5% DE OXIDACIÓN DE LA SUPERFICIE											
RURAL	7	12	19	25	31	38	43	50	57	62	68	74
MARINO TROPICAL	5	10	15	20	24	29	33	39	43	48	53	58
MARINO TEMPLADO	4	9	13	17	21	26	30	35	39	43	48	51
SUBURBANO	3	6	10	14	18	21	24	29	32	36	40	42
MODERADAMENTE INDUSTRIAL	2	4	8	11	14	18	21	24	28	31	34	38
INDUSTRIAL PESADO	1	2	4	7	9	11	13	15	15	19	21	22

En la corrosión de los galvanizados influyen muchos factores. Los siguientes, dentro de la amplia clasificación de los ambientes atmosféricos, son los que más influyen.

#### 4.5.2 Ambientes Industriales y Urbanos

En esta clasificación de exposición atmosférica están comprendidas las emisiones industriales generales tales como gases sulfurosos, neblinas y vapores corrosivos que se liberan inadvertidamente de las plantas químicas, refinerías y plantas de procesamiento similares. Las condiciones de corrosión más agresivas puede esperarse que ocurran en áreas de actividad industrial intensa donde el recubrimiento frecuentemente está expuesto a la lluvia, a una condensación o a la nieve.

En estas áreas, los compuestos de azufre se combinan con la humedad del aire y convierten los normalmente impermeables óxidos y carbonatos de zinc en sulfito de zinc y

sulfato de zinc. Debido a que estos compuestos de zinc-azufre son solubles en agua ya que su adhesión a la superficie del zinc es deficiente, se deslavan fácilmente con la lluvia, dejando expuesta una superficie de zinc despejada para que comience un nuevo ciclo de corrosión.

Los recubrimientos galvanizados son resistentes al ataque químico entre un pH de 6 y 12,5 lo cual cubre la mayor parte de las aguas naturales.

#### **4.5.3 Ambientes rurales y Suburbanos**

A diferencia de los ambientes industriales, los entornos de las atmósferas rurales y suburbanas son relativamente benignos, particularmente si las exposiciones se encuentran lejos de las costas y de las actividades industriales y urbanas. En las atmósferas, rurales o suburbanas, la corrosión es relativamente lenta. Debido a que las películas de la reacción del zinc que se forman en estas atmósferas tienden a ser adherentes y por lo general no se deslavan de la superficie del zinc, su retención al zinc proporciona una protección superior para el acero.

#### **4.5.4 Ambientes Marinos**

La protección de la galvanización en los ambientes marinos está influenciada por la proximidad del litoral, topografía costera y vientos que prevalezcan. En el aire marino, los cloruros de la niebla de mar reaccionan con la película normalmente protectora y producen cloruros de zinc solubles. Estas sales de zinc pueden eliminarse de la superficie con la lluvia o la neblina, y dejar expuesta una superficie de zinc despejada que reaccione más adelante. Bajo algunas condiciones, la velocidad de corrosión podría acelerarse por la arena que sopla el viento que puede extraer la película de zinc de la superficie expuesta.

#### **4.6 Normas De Galvanización**

Las normas internacionales de galvanización en caliente de componentes de acero, excepto tubo y chapa, son las ISO-R-1461-1970.

Las normas españolas de galvanización en caliente y ensayo son las UNE-37.501 y UNE-7183 y existe una norma para tubo UNE-37505

Las normas DIN tienen una norma de generalidades DIN-50.975 otra para productos de hierro y acero DIN-50.976 y otra DIN-2444 sobre tubos de acero.

Las normas USA son la ASTM-A153-65 sobre recubrimientos féreos, ASTM-A53-67 sobre tubos de acero, así como la ASTM-A120-66 para tubos con recubrimiento galvanizado en caliente.

El galvanizado en caliente, al sumergir piezas de acero en un baño de zinc fundido, forma una película de zinc sobre el acero que lo protege de dos maneras: protección de barrera y protección galvánico, esto quiere decir que si la capa de galvanizado se daña, raya o presenta discontinuidades, el zinc adyacente al acero formará una sal insoluble de zinc sobre el acero expuesto. Esto resana la ruptura y continúa protegiendo la superficie contra cualquier corrosión.

Para evitar la corrosión, además del galvanizado del material se debe realizar el análisis físico químico del agua, y se pueden utilizar los siguientes elementos para inhibir la misma.

#### 4.6.1 Determinación de pH , oxígeno disuelto, temperatura y conductividad

Se mide el pH, temperatura, conductividad y oxígeno disuelto en las diferentes zonas al momento de la recolección de las muestras de acuerdo a las técnicas de medición analítica estándar.

- **pH:** El término pH es usado universalmente para determinar si una solución es ácida o básica. El pH óptimo de las aguas debe estar entre 6,5 y 8,5, es decir, entre neutra y ligeramente alcalina, el máximo aceptado es 9. Las aguas de pH menor de 6,5 son corrosivas debido al anhídrido carbónico, ácidos o sales ácidas que tienen en disolución.
- **Temperatura.** La temperatura influye de forma muy significativa en las especies acuáticas determinando su metabolismo, productividad primaria, respiración y descomposición de materia orgánica. Por ejemplo cuando la temperatura aumenta se da una proliferación del fitoplancton aumentando también la absorción de nutrientes disueltos.

Un líquido caliente que vuelca a un curso receptor, puede aumentar la temperatura del entorno e incidir en la solubilidad del oxígeno disuelto en él, a mayor temperatura disminuye la solubilidad del oxígeno, influye también en las velocidades de las reacciones químicas, en los usos del agua y en la vida de la flora y la fauna acuática, ya que puede provocar la coagulación de las proteínas de la materia orgánica y aumentar la toxicidad de algunas sustancias.

La lectura de cifras de temperatura se utiliza también en el cálculo de diversas formas de alcalinidad, en estudios de saturación y estabilidad respecto al carbonato de calcio, en el cálculo de la salinidad y en las operaciones generales de laboratorio. Igualmente incide en los procesos biológicos, la temperatura óptima para el desarrollo bacteriano se encuentra comprendida en el rango de 25 a 35 °C, estos procesos se inhiben cuando se llega a los 50 °C. A los 15 °C las Bacterias productoras de metano cesan su actividad. Para la determinación de la temperatura en los análisis se utiliza un termómetro de mercurio sumergido directamente a una profundidad estándar de 8 a 10 cm.

- **Conductividad:** La conductividad es una expresión numérica de la capacidad de una solución para transportar una corriente eléctrica. Esta capacidad depende de la presencia de iones y de su concentración total, de su movilidad, valencia y concentraciones relativas así como de la temperatura de medición. Cuanto mayor sea la concentración de iones mayor será la conductividad. En las aguas continentales los iones que son directamente responsables de los valores de conductividad son entre otros el calcio, magnesio, potasio, sodio, carbonatos, sulfatos y cloratos.

En aguas naturales la medida de la conductividad tiene varias aplicaciones, tal vez la más importante sea la evaluación de las variaciones de la concentración de minerales disueltos en aguas naturales y residuales. La variación estacional mínima que se encuentra en las aguas embalsadas contrasta notablemente con las fluctuaciones diarias de algunas aguas de río contaminadas.

La conductividad se puede expresar de diferentes formas, lo más común es expresarla en microhomios por centímetro ( $\mu\text{mhos/cm}$ ) o si utilizamos el sistema internacional en

micro siemens por centímetro ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ). Para la determinación de la conductividad se tomó una alícuota de la muestra de agua en un vaso colector y se introdujo la celda del conductímetro procurando que quede bien cubierto, de esa forma podremos leer el valor de la conductividad en la pantalla del aparato.

- **Oxígeno Disuelto:** La presencia de oxígeno en el agua es indispensable para la vida acuática y depende de las condiciones ambientales, ya que su cantidad aumenta al disminuir la temperatura o aumentar la presión. Los desperdicios orgánicos que se encuentran en el agua son descompuestos por microorganismos que usan el oxígeno para su respiración, esto quiere decir que cuanto mayor es la cantidad de materia orgánica mayor es el número de microorganismos y por tanto mayor el consumo de oxígeno.

En muchas ocasiones esta falta de oxígeno es la causa de la muerte de peces y otros animales acuáticos más que la existencia de compuestos tóxicos. Por tanto el análisis de oxígeno disuelto es una prueba clave en la determinación de la contaminación del agua. Para el análisis del nivel de oxígeno en las aguas de muestra se utiliza un medidor de oxígeno disuelto YSI, previamente calibrado. Para ello se introduce el dispositivo para medir el oxígeno disuelto de forma que quede bien cubierto directamente en la fuente de agua, tras unos segundos el aparato nos ofrece una medida.

- **Alcalinidad:** La alcalinidad de una muestra de agua es su capacidad para reaccionar o neutralizar iones hidronio, ( $\text{H}_3\text{O}^+$ ), hasta un valor de pH igual a 4,5. La alcalinidad es causada principalmente por los bicarbonatos, carbonatos e hidróxidos presentes en de

solución, y en menor grado por los boratos, fosfatos y silicatos, que puedan estar presentes en la muestra.

En un sentido estricto las principales especies causantes de alcalinidad y su asociación con la fuente, es la siguiente: Hidróxidos,  $\text{OH}^-$  (Aguas naturales, residuales e industriales), Bicarbonatos,  $\text{HCO}_3^-$  (Aguas naturales y residuales) Carbonatos  $\text{CO}_3^{=}$  (Aguas Naturales y residuales). Las aguas subterráneas relativamente antiguas que discurren por estratos arenosos, constituyen una buena excepción, en donde la alcalinidad también se halla relacionada a los silicatos disueltos.

La alcalinidad en la mayoría de los cuerpos de aguas naturales tiene su origen en el sistema carbonato, debido a que el bióxido de carbono y los bicarbonatos forman parte del metabolismo de los organismos vivos, aeróbicos o anaeróbicos, donde quiera que halla agua, materia orgánica y unas condiciones mínimas de supervivencia. La alcalinidad en el agua se expresa como la cantidad equivalente de  $\text{CaCO}_3$ , en mg/l. La alcalinidad, entendida como la concentración de metales alcalinotérreos, tiene importancia en la determinación de la calidad del agua para riego y es además, un factor importante en la interpretación y el control de los procesos de purificación de aguas residuales.

#### **4.6.2 Filtro reenjuagable**

La solución óptima es un filtro reenjuagable. Según la necesidad, está disponible con reducción manual, automática o de presión. Estos filtros le extraen al agua potable las sustancias no disueltas que pueden causar defectos técnicos en la instalación de agua casera.

Los filtros para tuberías metálicas están prescritos en Alemania según DIN y se montan en la instalación de agua potable (instalación de agua casera) directamente detrás del contador de agua. El criterio más importante para elegir un filtro protector es la marca de control DIN-DVGW.



**Fig. 81:** Filtros de reenjuagable.

#### **4.6.3 Dosificar un inhibidor de corrosión**

En tuberías de acero galvanizado y acero inoxidable es posible evitar los procesos de corrosión dosificando en cantidades muy reducidas en el agua un producto de calidad alimentaría.

El producto no modifica las características de sabor ni de potabilidad del agua y forma una capa protectora sobre la superficie interna de las tuberías que las aísla del agua impidiendo que se desarrollen procesos de corrosión.



**Fig. 82:** Dosificadores.

## **CAPÍTULO V**

### **5. SEGURIDAD INDUSTRIAL E IMPACTO AMBIENTAL**

#### **5.1 Elaboración Del Plan De Seguridad E Higiene Industrial**

En el presente capítulo se desarrollará y resaltará la importancia que debería tener la Seguridad e Higiene Industrial en el hospital del IESS, en el área de *casa de máquinas*, con el fin de alcanzar las regulaciones según lineamientos establecidos por organizaciones competentes al tema como son: Instituto nacional Ecuatoriano de Normalización (INEN), ISO, UNE EN, IRAM, otras.

##### **5.1.1 La seguridad industrial como responsabilidad administrativa**

¿La seguridad se puede aprender?, es un tema siempre actual para todas las empresas, por tal motivo es de especial importancia formar a los trabajadores desde sus primeras instancias de trabajo, ya que esta formación contribuirá a formar hábitos de seguridad en sus futuras funciones y obligaciones. Está claro que la Seguridad Industrial e Higiene Laboral fue diseñada para proteger a todos los empleados durante el desempeño de su jornada de trabajo, debido al dramático impacto de los accidentes, los gerentes y empleados por igual podrían prestar más atención a este tipo de aspectos inmediatos de seguridad que a las condiciones laborales peligrosas para la salud.

La protección, seguridad y la salud de los trabajadores es un objetivo primordial de las empresas, ahorra dinero y da un valor agregado a la organización. Cuando los trabajadores

no sufren accidentes y están sanos, las empresas incurren en menos gastos de seguros por indemnización de trabajadores, gastos médicos, menos productos defectuosos y costos reducidos que están asociados con los trabajadores lesionados, existiendo también beneficios indirectos como el aumento de la productividad y reducción de costos en general.

La Administración de la Seguridad y Salud Ocupacional se crea con el fin de ayudar a los empleadores y trabajadores, de esta forma reconocer y comprender el valor que tiene la seguridad y la salud en el trabajo. El objetivo final de la empresa será siempre eliminar las lesiones, enfermedades, accidentes y de esta manera convertirse en una responsabilidad administrativa.

## **5.2 Principios Y Política**

### **5.2.1 Principios, liderazgo y cultura de la seguridad**

El liderazgo y la cultura son los conceptos más relevantes de cuantos condicionan el logro de la perfección en la seguridad. La política de seguridad puede valorarse como más o menos importante, en función de la percepción del trabajador de la identificación y el apoyo cotidiano de la dirección a dicha política. Es frecuente que la dirección elabore una política de seguridad y luego no verifique si los directivos y supervisores la aplican cotidianamente en el trabajo.<sup>9</sup>

---

<sup>9</sup> Dan Peterson

### **5.2.1.1 Principios de la seguridad**

Las empresas viven en un entorno caracterizado por constantes, acelerados y complejos cambios de orden económico, tecnológico, político, social y cultural, los mismos que tornan obsoletas las respuestas del pasado, frente a los problemas actuales vinculados a la gestión de personal. El trabajador forma parte del sistema empresarial y resulta susceptible a los cambios que en este se generan. Sin embargo, el potencial de desarrollo que el trabajador tiene en si, muchas veces no se actualiza por falta de oportunidades que no son sino consecuencia de una concepción tradicionalista en la gestión de personal.

La nueva concepción en la administración del potencial humano se funda en las siguientes ideas:

1°. El reconocimiento de que el trabajador posee potencialidades internas que necesitan desarrollarse; 2°. La valoración de que el trabajador es el factor más importante para impulsar el desarrollo empresarial; y 3°. La comprensión de que el sistema empresarial influye sobre el trabajador y viceversa, por lo que el desarrollo de este necesariamente se encuentra ligado al desarrollo de aquel.

### **5.2.1.2 Liderazgo de la seguridad**

El liderazgo es vital para lograr resultados en el campo de la seguridad, ya que genera la cultura que determina lo que funciona bien o mal en el esfuerzo de la organización en favor de la seguridad. Un buen líder comunica claramente los resultados que se persiguen y transmite con claridad lo que la organización piensa hacer para conseguirlos. El liderazgo es

infinitamente más importante que la política, pues los mandos, con sus acciones y decisiones, envían mensajes claramente perceptibles en todos los niveles de la organización respecto a qué políticas son importantes y cuáles no lo son. En algunas organizaciones se promulgan políticas en las que la salud y la seguridad se definen como valores clave y luego se adoptan medidas y esquemas de recompensas que promueven lo contrario.

El liderazgo, a través de sus actuaciones, sistemas, medidas y recompensas, determina ineludiblemente el éxito o el fracaso de la política de seguridad de la organización. Nunca se ha ensalzado formalmente la importancia de la salud y la seguridad tanto como en estos últimos diez años. Al mismo tiempo, nunca antes se habían producido más recortes o “reajustes” ni más presión en favor del incremento de la producción y de la reducción de los costes, con las secuelas de mayor estrés, más horas extraordinarias forzadas, mayor carga de trabajo para menos trabajadores, mayor miedo al futuro y menos seguridad en el puesto de trabajo.

Los reajustes han provocado la reducción del número de mandos intermedios y de supervisores, y han impuesto un mayor esfuerzo a los trabajadores (los actores principales de la seguridad). Existe la sensación generalizada de sobrecarga en todos los niveles de la organización. La sobrecarga provoca más accidentes, mayor fatiga física y psicológica, más casos de estrés, mayor número de lesiones por esfuerzo repetitivo y más trastornos por traumatismos acumulativos.

Por otra parte, se ha producido un deterioro de las relaciones laborales en empresas que antes se caracterizaban por la tranquilidad y la confianza en la relación de los trabajadores

con la dirección. En el antiguo contexto, era posible que los trabajadores “tocados” siguieran en su puesto.

### **5.2.1.3 Cultura de la seguridad**

La cultura de seguridad es un concepto nuevo para los profesionales de la seguridad y los investigadores universitarios. En la cultura de seguridad se pueden incluir otros conceptos relativos a los aspectos culturales de la seguridad en el trabajo, como los comportamientos y actitudes hacia la seguridad y el clima de seguridad en el lugar de trabajo, que se suelen manejar con más frecuencia y están perfectamente estudiados.

Se plantea la cuestión de si la cultura de seguridad es, simplemente, una nueva denominación de ideas antiguas o si posee un contenido propio, capaz de enriquecer nuestro conocimiento de la dinámica de la seguridad en las organizaciones. En la primera sección de este artículo se responde a ello definiendo la cultura de seguridad y examinando sus posibles implicaciones.

En relación con la cultura de seguridad cabe plantear igualmente la cuestión de su relación con los resultados obtenidos por las empresas en materia de seguridad. Es sabido que entre empresas similares que pertenecen a la misma categoría de riesgo pueden producirse sensibles divergencias en cuanto a los resultados efectivos en materia de seguridad. ¿Constituye la cultura de seguridad un factor determinante de la eficacia de la política de seguridad? En caso afirmativo, ¿qué cultura de seguridad contribuye efectivamente al logro de los efectos deseados? Las dos interrogantes se abordan en la segunda sección del presente artículo mediante la revisión de algunos datos empíricos de los efectos de la cultura de seguridad en la conducta.

En la tercera sección se aborda la cuestión práctica de la gestión de la cultura de seguridad, con objeto de ayudar a los directivos y líderes de las organizaciones a crear una cultura de seguridad que contribuya a reducir los accidentes de trabajo.

#### **5.2.1.4 Crear cultura**

Si la cultura de la organización es tan importante, la labor de gestión de la seguridad se debe orientar en primer lugar a crear esa cultura, con objeto de que las medidas de seguridad que se establezcan produzcan resultados. La cultura se puede definir informalmente como “la forma de hacer las cosas en un lugar determinado”. La cultura de seguridad es positiva si los trabajadores creen sinceramente que la seguridad es uno de los valores principales de la organización y perciben que ocupa un lugar importante entre las prioridades de la misma.

La plantilla sólo adquiere esta conciencia si la dirección es creíble, esto es, si la letra de la política de seguridad se traduce en una experiencia cotidiana, si las decisiones de la dirección en relación con los gastos financieros reflejan un interés en invertir, no sólo en ganar más dinero, sino también en las personas, si el sistema de obligaciones y recompensas implantado por la dirección induce un rendimiento satisfactorio de la labor de los supervisores y mandos intermedios, si los trabajadores participan en la resolución de los problemas y la toma de decisiones, si existe un alto grado de confianza y lealtad entre trabajadores y dirección, si la comunicación entre ambos interlocutores es fluida y si se reconoce abiertamente la labor de los trabajadores.

En una cultura de seguridad positiva, como la anteriormente descrita, prácticamente todos los elementos del sistema de seguridad son eficaces. Ciertamente, las organizaciones que tienen una cultura adecuada apenas necesitan un “programa de seguridad”, ya que ésta se integra en el proceso rutinario de gestión.

El logro de una cultura positiva descansa en el cumplimiento de determinados criterios:

1. Es preciso establecer un sistema que sirva de cauce a la actividad cotidiana de los supervisores o de un equipo.
2. El sistema debe propiciar el desempeño de las tareas y responsabilidades de los mandos intermedios en las áreas siguientes:
  - a) asegurar una conducta regular de los subordinados (supervisor o grupo).
  - b) garantizar la calidad de esa conducta
  - c) realizar algunas actividades perfectamente definidas que muestren que la seguridad es tan importante que incluso los altos directivos hacen algo al respecto.
3. La alta dirección debe mostrar de forma ostensible, con su apoyo, que la seguridad disfruta de elevada prioridad en la organización.
4. Se debe permitir que todos los trabajadores que lo deseen participen en las principales actividades relacionadas con la seguridad.
5. El sistema de seguridad debe ser flexible y admitir alternativas en todos los niveles.
6. La plantilla debe valorar positivamente el trabajo de seguridad.

Estos seis criterios se pueden satisfacer con independencia de que el estilo de gestión sea autoritario o participativo y al margen del enfoque de la seguridad aplicado en la organización.

### 5.2.1.5 Políticas de seguridad

En el hospital del IESS, área casa de máquinas, una política de seguridad serviría de muy poco a menos que se complemente con unos sistemas que la hagan efectiva. Por ejemplo, si en dicha política los supervisores son responsables de la seguridad, esta disposición resulta inoperante si no se hace lo siguiente:

- Que la dirección aplique un sistema en el que las funciones relativas a la seguridad se definan claramente y se especifiquen las actividades que se deben realizar para desempeñar dichas funciones.
- Que los supervisores sepan desempeñar esas funciones con la ayuda de la dirección, confíen en su capacidad para desempeñarlas y las desempeñen efectivamente apoyados en una planificación y una formación adecuadas.
- Que se evalúe periódicamente el desempeño de las funciones especificadas (aunque el criterio de evaluación no debe basarse en la siniestralidad) y se obtenga una retroinformación que permita decidir si es o no preciso modificar las tareas.
- Que en el sistema de evaluación o en cualquier otro esquema rector de la actividad de la organización se prevea la concesión de recompensas por la ejecución de las tareas.

Estos criterios son aplicables en todos los niveles de la organización; en todos se deben definir las tareas, se deben establecer una medida válida del rendimiento (realización de las tareas) y un sistema de recompensas en función del rendimiento. Por tanto, la responsabilidad y no la política de seguridad es el factor determinante de la conducta en materia de seguridad. La responsabilidad es un elemento clave en la creación de cultura.

La dirección únicamente adquiere credibilidad a los ojos de los trabajadores y éstos solamente se convencen de que la alta dirección tiene la intención de hacer cumplir los procedimientos de seguridad que implanta cuando perciben que, tanto la alta dirección, como los supervisores, desempeñan cotidianamente sus tareas respectivas en el ámbito de la seguridad.

### **5.3 Funciones Del Departamento De Seguridad**

La finalidad es mejorar la operatividad del área de seguridad y optimizar los medios disponibles así como también establecer con claridad la asignación de funciones por campos dentro del Departamento de Seguridad del hospital del IESS, área casa de máquinas.

#### **5.3.1 Organigrama estructural del departamento de seguridad**

La ubicación del presente departamento ha sido considerada por medio de "Comité de Calidad" como primordial ya que en dicho comité participan todas y cada una de las áreas existentes en la empresa.

Como consiguiente está la dirección eficaz, el ocupante del cargo es quien tomará las decisiones pertinentes y el liderazgo que compete o exige el perfil del puesto de trabajo. La seguridad según el organigrama general de la empresa está relacionada con las áreas en donde se consideran propensas a tener accidentes como son Control de Calidad, Producción y Mantenimiento así como también con Gestión del personal, ya que el mismo tiene una relación más directa con los trabajadores.

En base a todas las características y las estrechas relaciones que tiene la seguridad con los demás, se determina el plantear funciones de los que se encuentren inmersos en la organización del departamento de Seguridad, siendo no toda la responsabilidad de los mismos ya que muy aparte de todas las medidas que se adopten correrán también por parte de cada persona el cuidar por la seguridad de si misma y también de bienes materiales.

### **5.3.2 Funciones específicas del personal perteneciente al departamento de seguridad**

#### **5.3.2.1 Funciones del director de seguridad**

En su papel como organizador, estimulador y guía del programa de seguridad, el director de seguridad de la organización realiza un número de importantes tareas, entre las cuales se incluyen:

1. Formulación y administración del programa de seguridad.
2. Adquisición de la mejor información disponible acerca del control de riesgos.
3. La representación de la gerencia ante el público, los empleados, las compañías de seguros, y las agencias gubernamentales, como responsable de la seguridad.
4. Dar consejo, en los problemas relativos a la seguridad, a los gerentes de todos los niveles.
5. La reunión y conservación de todos los datos pertinentes a las cuestiones relacionadas con la seguridad, incluyendo causas y estadísticas relativas a las lesiones en el trabajo.
6. El informar periódicamente a la gerencia superior, en forma regular (es decir, mensualmente, trimestralmente, o anualmente) acerca del estado que guardan los esfuerzos de seguridad de la organización.

7. Aconsejar a los supervisores acerca de los programas de entrenamiento para la seguridad.
8. La coordinación con el departamento médico de la organización (o con el médico de medio tiempo y el consejero médico) acerca de los puestos que pueden ocupar con seguridad los empleados nuevos o convalecientes.
9. La inspección de las instalaciones para respetar los reglamentos federales, del estado, y locales, así como el programa de seguridad, estableciendo procedimientos cooperativos y cualquier otra recomendación que sea brindada por las compañías de seguros.
10. Participación en la revisión de las especificaciones de compra, para asegurarse de si existen puntos de peligro en maquinaria inherentemente peligrosa, comprobando que los equipos están correctamente protegidos, e intervenir en el proyecto de nuevos locales, distribución del equipo, o dispositivos de proceso, para determinar si todas las necesidades correspondientes a la seguridad han sido debidamente cumplidas.

#### **5.3.2.2 El ingeniero o especialista en seguridad**

Se mantiene en general la opinión que con la designación de un especialista en seguridad, las responsabilidades del hospital del IESS, para controlar los riesgos pasan a ser responsabilidades del especialista. Esta idea está decididamente equivocada. No sólo eso, la influencia de tal idea sobre los logros de la seguridad resulta destructiva.

El especialista en seguridad va tener a su cargo la organización, el estímulo y la guía del programa de seguridad de la planta, a la vez que se mantiene al día en todos los temas

relativos a la seguridad, con el fin de poder actuar como consultor para cualquiera de las personas implicadas en el trabajo.

En esa capacidad las funciones del especialista en seguridad como persona integrante de la dirección, sin poderes administrativos sobre los componentes operativos del hospital del IESS, es la adecuada. Por supuesto, es bajo la jurisdicción de los funcionarios jerárquicos donde tienen lugar las actividades que pueden traducirse en lesiones, cuando los riesgos no son adecuadamente controlados. Es la dirección, jerárquica, la que tiene los poderes de dirección, adecuados para controlar los actos y las situaciones inseguras. Cuando la "jerarquía" indica sus responsabilidades respecto a la seguridad, algo normal cuando se considera que corresponde al especialista de seguridad suministrar los controles necesarios contra los riesgos, la empresa se verá en dificultades.

De esta forma las responsabilidades antes reseñadas corresponderán a la persona o grupo que realice aquellas funciones, a pesar del hecho que varias de ellas puedan estar combinadas, incluso en forma abreviada, en una sola persona.

### **5.3.2.3 Asistente en seguridad industrial**

Con conocimientos técnicos y su aplicación para la reducción, control y eliminación de accidentes en el trabajo, esta sub área del departamento será la encargada de:

1. Dar estricto cumplimiento a las prescripciones dictadas, la fiel observancia de las normas y disposiciones emitidas por la Subgerencia de Seguridad del hospital del IESS.

2. Evaluar Riesgos y determinar las medidas de protección.
3. Informar a los trabajadores sobre los riesgos y medidas de prevención a tomar.
4. Favorecer la participación de los trabajadores en materias de seguridad, salud en el trabajo y prevención de riesgos profesionales.
5. Elaborar los informes de accidentes de trabajo en coordinación con el Dispensario Médico del Hospital del IESS.
6. Realizar planificaciones e inspecciones de medidas de seguridad y operatividad de todos los automotores que trabajan para el hospital del IESS.

#### **5.4 Planificación, Organización Y Administración De La Seguridad En La Empresa**

Para obtener una planificación adecuada en la seguridad del hospital del IESS, es importante hacer conciencia sobre la probabilidad de que pueden ocurrir accidentes desde las fases administrativas hasta en la evolución del proceso productivo, para lo cual se describirán a continuación las funciones del Departamento de Seguridad de esta forma se conseguirá la administración de la seguridad deseada mediante ambientes de seguridad organizados y eficaces.

#### **5.5 Análisis De Riesgo Del Sistema**

La evaluación de los riesgos laborales es el proceso formal que se realiza durante el estudio empresarial, mediante el cual se identifican los factores de riesgo, se analizan y evalúan los efectos o posibles efectos y se definen las acciones a seguir frente a los mismos, con el fin de disponer de una actuación planificada con el objetivo de minimizarlos.

La evaluación inicial de riesgos constituye el pilar básico para conocer la situación de los riesgos existentes y hasta que punto están o no controlados; a partir de aquí se alcanzará un nivel aceptable de prevención, ya que a través de la evaluación se procederá al diseño y aplicación de un sistema de Gestión de Prevención de Riesgos que integrándose a las estrategias y decisiones del hospital del IESS, responda a los riesgos reales de la misma.

El proceso de evaluación de riesgos se compone de las siguientes etapas:

➤ **Análisis del Riesgo.-** según el cual se:

- Identifica el riesgo
- Se estima el riesgo, valorando conjuntamente la probabilidad y las consecuencias de que se materialice el peligro.

El análisis del riesgo proporciona de qué magnitud es este.

➤ **Valoración del Riesgo.-** con el valor del riesgo obtenido y comparando con el valor del riesgo tolerable, se emite un juicio sobre la tolerabilidad del riesgo en cuestión.

Si de la evaluación del riesgo se deduce que el riesgo es no tolerable, hay que controlar el riesgo. A todo el proceso en conjunto, de evaluación y control del riesgo se le denomina Gestión del Riesgo.

El servicio de prevención, como área técnica en esta investigación, para llevar a cabo la Evaluación Inicial, deberá tener la capacidad suficiente para establecer:

- La organización de la realización de la evaluación inicial.
- La metodología de la evaluación inicial.

La empresa por su parte deberá:

- Validar los objetivos.
- Aportar los medios humanos y materiales para su realización.
- Disponer el sistema de información y participación de los trabajadores.
- Verificar el nivel de eficacia de los resultados de la misma.

La evaluación de riesgos es un proceso dirigido a analizar la magnitud de aquellos riesgos que no hayan podido evitarse, obteniendo la información necesaria para que el empresario esté en condiciones de tomar una decisión apropiada sobre las medidas preventivas a adoptar y el tipo de las mismas.

Las medidas que se adopten deberán ser planificadas con un orden de prioridad y siempre optimizando los recursos de la empresa. Así mismo, el tipo de medidas preventivas a adoptar estarán encaminadas a reducir el nivel de riesgo.

Una vez aplicadas las medidas de prevención necesarias como consecuencia de la evaluación de riesgos, se procederá a efectuar una nueva evaluación, siempre que se produzcan las siguientes circunstancias:

- Cambios significativos de los puestos de trabajo evaluados anteriormente.
- Nuevos puestos de trabajo.
- Accidentes graves en puestos de trabajo ya evaluados.

### 5.5.1 Evaluación general de riesgos

Adoptaremos uno de los distintos métodos de Prevención para la empresa, para establecer la metodología adecuada para la realización de la evaluación de riesgos, que en cualquier caso deberá contemplar la descripción concreta y cuantificada de los siguientes indicadores de riesgo frente a los riesgos detectados:

- a) Factores de riesgo en los puestos de trabajo a evaluar.

Como un paso preliminar a la evaluación de riesgos se debe preparar una lista de actividades de trabajo, agrupándolas en forma racional y manejable. Una posible forma de clasificar las actividades de trabajo es la siguiente:

- Áreas externas a las instalaciones de la empresa.
- Etapas en el proceso de producción.
- Trabajos planificados y de mantenimiento.
- Tareas definidas, por ejemplo: conductores de montacargas.

Para cada actividad de trabajo puede ser preciso obtener información, entre otros, sobre los siguientes aspectos:

- Suelos, pasillos, salidas (estado general, señalización, despejadas, dimensiones, ubicación).
- Plataformas/Andamios. (Acceso seguro, revestimiento del suelo, barandillas, apoyos, ruedas, nivelación, arrastramientos).
- Escaleras de mano y fijas (estado general, colocación, estado de escalones, pasamanos, iluminación, despejada).

- Ventilación (estado general, suficiente, medios adecuados).
- Iluminación (suficiente, adecuada).
- Apilamiento y almacenaje (pasillos despejados, estabilidad, límites de carga, orden y limpieza).
- Productos químicos (almacenamiento adecuado, etiquetado, conocimiento, incompatibilidades)
- Gases comprimidos (almacenamiento vertical y asegurado, separación, identificación, fuentes de calor, compatibilidades).
- Herramientas manuales y portátiles (estado general, cables, mangueras, almacenaje, protección, adecuadas).
- Máquinas (estado general, protecciones, paradas de emergencia, alimentación, uso restringido).
- Equipos de Protección Individual (uso, estado, disponibilidad, almacenaje).
- Electricidad (cuadros cerrados y asegurados, estado y disposición del cableado, aislamiento, conexiones, tomas de tierra).
- Prevención de incendios (extintores, salidas de emergencia, señalización, materiales inflamables).
- Instrucciones y procedimientos de seguridad (estado, cumplimiento, adecuación, formación).
- Actos Inseguros.
- Otras personas que puedan ser afectadas por las actividades de trabajo (por ejemplo: visitantes, subcontratistas, público en general).
- Sustancias o agentes (puedan inhalarse, dañar los ojos, causar daño por absorción de la piel).

- Peligros de vehículos (transporte y tráfico interno, señalización, ubicación, espacios adecuados).

Según los aspectos descritos es necesaria la presentación de fichas mediante las cuales podamos realizar la identificación de los mismos con identificación de riesgos asociados (**Anexo XI**), así como también la identificación de factores de riesgo en el ambiente (**Anexo XII**), y si es requerido se ejecutará la identificación general de riesgos mediante inspección directa según el (**Anexo XIII**). Y se proveerá de una lista de condiciones que puedan suponer riesgo (**Anexo XIV**), la cual servirá de mucha ayuda en el instante que se establezcan las condiciones reales.

b) Consecuencias en caso de materialización de los riesgos detectados.

➤ **Análisis de Riesgos e Identificación de Peligros**

Para llevar a cabo la identificación de peligros hay que preguntarse tres elementos:

- ¿Existe una fuente de daño?
- ¿Quién (o qué) puede ser dañado?
- ¿Cómo puede ocurrir el daño?

Con el fin de ayudar en el proceso de identificación de peligros, es útil categorizarlos en distintas formas, por ejemplo, por temas: mecánicos, eléctricos, radiaciones, sustancias, incendios, explosiones, entre otras.

Complementariamente se puede desarrollar una lista de preguntas, tales como: durante las horas de trabajo, ¿existen los siguientes peligros?

- Golpes y cortes.
- Caídas al mismo nivel.
- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caídas de herramientas, materiales, otros, desde altura.
- Espacio inadecuado.
- Peligros asociados con manejo manual de cargas.
- Peligros en las instalaciones y en las máquinas asociados con la operación, el mantenimiento, la modificación, la reparación.
- Peligros de los vehículos, tanto en el transporte interno como el transporte por carretera.
- Incendios y explosiones.
- Sustancias que pueden inhalarse.
- Sustancias o agentes que pueden dañar los ojos.
- Sustancias que pueden causar daño por el contacto o la absorción por la piel.
- Sustancias que pueden causar daños al ser ingeridas.
- Energías peligrosas (por ejemplo: electricidad, radiaciones).
- Trastornos músculo-esqueléticos derivados de movimientos repetitivos.
- Ambiente térmico inadecuado.
- Condiciones de iluminación inadecuadas.
- Barandillas inadecuadas en escaleras.

La lista anterior no es exhaustiva. Para el caso del hospital del IESS, exponemos una clasificación codificada de los riesgos laborales como se puede ver en el (**Anexo XV**), tomando en cuenta el carácter de sus actividades de trabajo y los lugares en los que se desarrollan.

- c) Grado de peligrosidad, individualizado de cada uno de los riesgos (estimación del riesgo).

Para cada peligro detectado debe estimarse el riesgo, determinando la potencial severidad del daño (consecuencias) y la probabilidad que ocurra el hecho.

➤ **Severidad del Daño**

Para determinar la potencial severidad del daño, debe considerarse:

- Partes del cuerpo que se verán afectadas.
- Naturaleza del daño, graduándolo desde ligeramente dañino a extremadamente dañino.

➤ **Ejemplos de ligeramente dañino**

- Datos superficiales: cortes y magulladuras pequeñas, irritación de los ojos por polvo.
- Molestias e irritación, por ejemplo: dolor de cabeza

➤ **Ejemplos de dañino**

- Laceraciones, quemaduras, conmociones, torceduras importantes, fracturas menores.
- Sordera, dermatitis, asma, trastornos músculo-esqueléticos, enfermedad que conduce a una incapacidad menor.

➤ **Ejemplos de extremadamente dañino**

- Amputaciones, fracturas mayores, intoxicaciones, lesiones múltiples, lesiones fatales.

- Cáncer y otras enfermedades crónicas que acorten severamente la vida.

d) Probabilidad de que Ocurran.

La probabilidad de que ocurra el daño se puede graduar, desde baja hasta alta, con el siguiente criterio.

- Probabilidad baja : Ocurrirá raras veces.
- Probabilidad media: Ocurrirá en algunas ocasiones.
- Probabilidad alta : Ocurrirá siempre o casi siempre.

A la hora de establecer la probabilidad de daño, se debe considerar si las medidas de control ya implantadas son adecuadas. Los requisitos legales y los códigos de buena práctica para medidas específicas de control, también juegan un papel importante. Además de la información sobre las actividades de trabajo, se debe considerar lo siguiente:

- Trabajadores especialmente sensibles a determinados riesgos (características personales o estado biológico).
- Frecuencia de exposición al peligro.
- Fallas en el servicio. Por ejemplo: electricidad y agua.
- Fallas en los componentes de las instalaciones y de las máquinas, así como en los dispositivos de protección.
- Actos inseguros de las personas (errores no intencionados y violaciones intencionadas de los procedimientos).

La **tabla. 283** muestra un ejemplo para estimar los niveles de riesgos en un método sencillo.

**Tabla. 283:** Niveles de riesgo existente.

C O N S E C U E N C I A		PROBABILIDAD		
		BAJA (B)	MEDIA (M)	ALTA (A)
	LIGERAMENTE DAÑINO (LD)	RIESGO TRIVIAL (T)	RIESGO TOLERABLE (TO)	RIESGO MODERADO (MO)
	DAÑINO (D)	RIESGO TOLERABLE (TO)	RIESGO MODERADO (MO)	RIESGO IMPORTANTE (I)
	EXTREMADAMENTE DAÑINO (ED)	RIESGO MODERADO (MO)	RIESGO IMPORTANTE (I)	RIESGO INTOLERABLE (IN)

Por la probabilidad que ocurran accidentes y las consecuencias de los mismos y la necesidad de establecer un método claro de estimación de los riesgos a continuación se establecen mediante una valoración o puntuación para cada una, tanto para la causa como para el efecto, para de esta manera tener claro el grado de riesgo existente en el hospital del IESS, como se muestran en las **tablas 284 y 285**.

**Tabla. 284:** Puntuación de las probabilidades de riesgo.

PROBABILIDAD			
PUNTUACIÓN	BAJA	MEDIA	ALTA
	1	2	3
DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN	El daño ocurrirá varias veces	El daño ocurrirá en algunas ocasiones	El daño ocurrirá siempre o casi siempre

**Tabla. 285:** Puntuación de las consecuencias.

CONSECUENCIA			
PUNTUACIÓN	LIGERAMENTE	DAÑINO	EXTREMADAMENTE
	DAÑINO		DAÑINO
	1	2	3
DESCRIPCIÓN DE LA SEVERIDAD	Lesiones leves no incapacitantes.	Capaz de causar incapacidad transitoria.	Capaz de causar incapacidad permanente
	Ej. Daños superficiales como son: cortes, irritaciones, dolores, etc.	Ej. Laceraciones, quemaduras, torceduras, fracturas, etc.	Ej. Amputaciones, lesiones múltiples, cáncer, etc.

Los niveles de acción de los distintos tipos de riesgos laborales: (seguridad, higiene industrial, ergonomía y vigilancia de la salud) dan como consecuencia, la priorización de las medidas preventivas y el tipo de medidas a tomar de una forma planificada y optimizando los recursos de la empresa, y tomar decisiones sobre la intervención en los riesgos que ameriten, como se muestran en el **tabla 286**.

**Tabla. 286:** Guía para toma de decisiones.

RIESGO	ACCIONES
<b>TRIVIAL</b>	No se requiere ninguna acción.
<b>TOLERABLE</b>	No es preciso mejorar la acción preventiva, al menos hasta que no se hayan eliminado los riesgos superiores. Sin embargo se requieren comprobaciones periódicas.
<b>MODERADO</b>	Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo. Las medidas para reducir el riesgo deben implementarse en un periodo determinado.
<b>IMPORTANTE</b>	No deben empezar los trabajos hasta adoptar una medida que elimine o minimice el riesgo. Las medidas para reducir el riesgo deben implantarse en un periodo menor al moderado.
<b>INTOLERABLE</b>	No deben comenzar ni continuar el trabajo hasta que se produzca el riesgo. Si no es posible reducir el riesgo, prohibir los trabajos.

La magnitud del riesgo permite clasificar los riesgos para priorizar las acciones de control en las etapas de diseño de proyectos; con la ayuda de las **tablas (285 y 286)** se puede visualizar la matriz de magnitud o valoración de riesgos ò eventos a través de la siguiente fórmula:

**Tabla. 287:** Valoración del riesgo.

**Magnitud del Riesgo = Consecuencia x Probabilidad**

C O N S E C U E N C I A		PROBABILIDAD		
		BAJA 1	MEDIA 2	ALTA 3
	LIGERAMENTE DAÑINO 1	1	2	3
	DAÑINO 3	3	6	9
	EXTREMADAMENTE DAÑINO 6	6	12	18

Luego de haber tenido la información de los 3 pasos anteriores como son: identificar, evaluar y valorar los riesgos presentes, es necesario referenciar según la valoración, criterios de intervención adoptando medidas preventivas como las que se determinan en la **tabla 288**.

**Tabla. 288:** Criterios de intervención.

CRITERIOS DE INTERVENCIÓN	
1, 2	Intervención corrigiendo a largo plazo
3,4	Intervención corrigiendo a mediano plazo
6	Intervención corrigiendo a corto plazo
9,12,18	Intervención corrigiendo de forma inmediata

- **Criterio de aceptabilidad.-** Se debe iniciar haciéndose la pregunta ¿Qué seguro es para el hospital del IESS? Estableciendo que nivel o valor de vulnerabilidad se considera “aceptable” y se diseñan los patrones y tablas de medición de riesgos a utilizar.

## **5.6 Señalización Industrial**

### **5.6.1 Introducción**

La señalización industrial es un conjunto de estímulos que condicionan la actuación de la persona que los recibe frente a circunstancias que se pretenden resaltar. Es un sistema que proporciona información de seguridad e higiene que consta de una combinación de figuras geométricas y colores a las que se les añade un símbolo o pictograma con un significado determinado.

### **5.6.2 Criterios para emplear la señalización.**

1. Sin perjuicio de lo dispuesto, la señalización de seguridad y salud en el trabajo deberá utilizarse siempre que el análisis de los riesgos existentes, de las situaciones de emergencia previsibles y de las medidas preventivas adoptadas, ponga de manifiesto la necesidad de:
  - a. Llamar la atención de los trabajadores sobre la existencia de determinados: Riesgos, prohibiciones u obligaciones.
  - b. Alertar a los trabajadores cuando se produzca una determinada situación de emergencia que requiera medidas urgentes de protección o evacuación.

- c. Facilitar a los trabajadores la localización e identificación de determinados medios o instalaciones de protección, evacuación, emergencia o primeros auxilios.
  - d. Orientar o guiar a los trabajadores que realicen determinadas maniobras peligrosas.
2. La señalización no deberá considerarse una medida sustitutiva de las medidas técnicas y organizativas de protección colectiva y deberá utilizarse cuando mediante estas últimas no haya sido posible eliminar los riesgos o reducirlos suficientemente.

Entre los aspectos a considerar para proponer la señalización dentro del hospital del IEES, se encuentran:

- La necesidad de señalar.
- La selección de las señales más adecuadas.
- La adquisición en su caso de señales.
- La normalización interna de señalización.
- El emplazamiento, mantenimiento y supervisión de las señales.

### **5.6.3 Los colores de seguridad.**

Tiene como objetivo, establecer en forma precisa, el uso de diversos colores de seguridad para identificar lugares y objetos, a fin de prevenir accidentes en todas las actividades humanas, desarrolladas en ambientes industriales, comerciales y tareas caseras.

### 5.6.3.1 Objeto

Esta norma establece los colores, señales y símbolos de seguridad, con el propósito de prevenir accidentes y peligros para la integridad física y la salud, así como para hacer frente a ciertas emergencias.<sup>10</sup>

### 5.6.3.2 Alcance

Se aplica a la identificación de posibles fuentes de peligro y para marcar la localización de equipos de emergencia o de protección.

Además no intenta la sustitución, mediante colores o símbolos, de las medidas de protección y prevención apropiadas para cada caso; el uso de colores de seguridad solamente debe facilitar la rápida identificación de condiciones inseguras, así como la localización de dispositivos importantes para salvaguardar la seguridad.

La norma se aplica a colores, señales y símbolos de uso general en seguridad, excluyendo los de otros tipos destinados al uso en calles, carreteros, vías férreas y regulaciones marinas.

### 5.6.3.3 Terminología.

- **Color de seguridad.** Es un color de propiedades colorimétricas y/o foto métricas especificadas, al cual se asigna un significado de seguridad.
- **Símbolo de seguridad.** Es cualquiera de los símbolos o imágenes gráficas usadas en

---

<sup>10</sup> Según Norma NTE INEN 439

la señal de seguridad.

- **Señal de seguridad.** Es aquella que transmite un mensaje de seguridad en un caso particular, obtenida a base de la combinación de una forma geométrica, un color y un símbolo de seguridad. La señal de seguridad puede también incluir un texto (palabras, letras o números).
- **Color de contraste.** Uno de los dos colores neutrales, blanco o negro, usado en las señales de seguridad.
- **Señal auxiliar.** Señal que incluye solamente texto, que se utiliza, de ser necesario, con la señal de seguridad, para aclarar o ampliar la información.
- **Luminancia.** De un punto de determinada dirección, es el cociente de dividir la intensidad luminosa en dicha dirección, para el área de la proyección ortogonal de la superficie infinitesimal que contiene al punto, sobre un plano perpendicular a la dirección dada.

#### 5.6.3.4 Simbología

En esta norma significan:

- $A = \text{Área (m}^2\text{)}$ .
- $I = \text{Distancia (m)}$ .
- $x, y = \text{Coordenadas cromáticas}$
- $\beta = \text{Factor de luminancia}$ .
- $\alpha = \text{Angulo de observación}$ .
- $e = \text{Angulo de entrada (incidencia)}$ .

#### 5.6.3.5 Disposiciones generales.

- a) Colores de Seguridad

La **tabla 289**, establece los tres colores de seguridad, el color auxiliar, sus respectivos significados y da ejemplos del uso correcto de los mismos.

**Tabla. 289:** Colores de seguridad y sus significados.

COLOR	SIGNIFICADO	EJEMPLOS DE USO
	Alto Prohibición	Señal de parada Signos de prohibición  Este color se usa también para prevenir fuego y para marcar equipo contra incendio y su localización.
	Atención  Cuidado, peligro	Indicación de peligros (fuego, explosión, envenenamiento, etc.) Advertencia de obstáculos.
	Seguridad	Rutas de escape, salidas de emergencia, estación de primeros auxilios.
	Acción obligada *)  Información	Obligación de usar equipos de seguridad personal. Localización de teléfono.
*) El color azul se considera color de seguridad sólo cuando se utiliza en conjunto con un círculo.		

b) Colores de contraste

Si se requiere un color de contraste, este debe ser blanco o negro según se indica en la **tabla 290**.

**Tabla. 290:** Colores de seguridad y colores contraste.

<b>Color de seguridad</b>	<b>Color de Contraste</b>
<b>Rojo</b>	<b>Blanco</b>
<b>Amarillo</b>	<b>Negro</b>
<b>Verde</b>	<b>Blanco</b>
<b>Azul</b>	<b>Blanco</b>

El color de contraste para blanco es negro y viceversa.

c) Señales de seguridad.

Establece las formas geométricas y sus significados para las señales de seguridad.

d) Señales auxiliares.

Las señales auxiliares deben ser rectangulares. El color de fondo será blanco con texto en color negro. En forma alternativa, se puede usar como color de fondo, el color de seguridad de la señal principal, con texto en color de contraste correspondiente.

Los tamaños de las señales auxiliares deben estar de acuerdo a los tamaños para rótulos rectangulares, cuyas dimensiones se establecen en la Norma INEN 878. Ejemplos de textos se detallan.

e) Diseño de los símbolos.

El diseño de los símbolos debe ser tan simple como sea posible y deben omitirse detalles no esenciales para la comprensión del mensaje de seguridad.

f) Distancia de observación.

La relación entre la distancia (l) desde la cual la señal puede ser identificada y el área mínima (A) de la señal, está dada por:

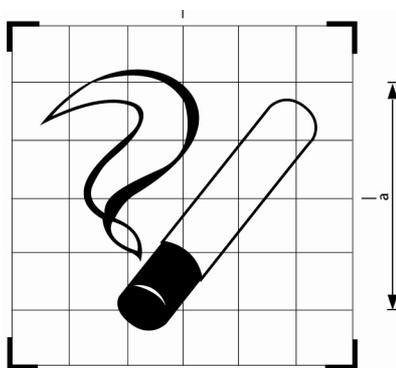
$$A = \frac{F}{2000} \quad (32)$$

La fórmula se aplica a distancias menores a 50 m.

#### 5.6.4 Símbolos Gráficos De Seguridad (Según Normas Inen).

##### 5.6.4.1 Símbolo gráfico: no fumar

**Símbolo Original**  
a = 50 mm



**Fig. 83:** Símbolo no fumar.

Dimensiones reales

Altura = 1,2 a

Ancho = 1,2 a

Aplicaciones: Sobre cualquier instalación. Significado: fumar.

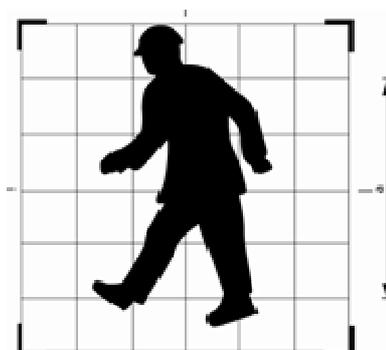
Úsese especialmente en la señal de seguridad para indicar prohibición de fumar.

Puede usarse el símbolo también para indicar áreas donde está permitido fumar.

### 5.6.4.2 Símbolo gráfico: peatón

#### Símbolo Original

$a = 50 \text{ mm}$



**Fig. 84:** Símbolo peatón.

Dimensiones reales

Altura =  $1,4 a$

Ancho =  $0,8 a$

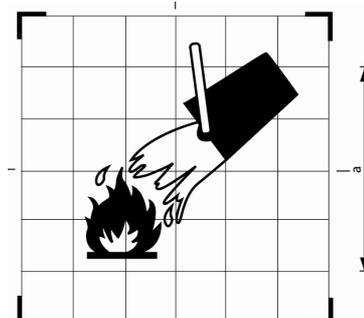
Aplicaciones: Sobre cualquier instalación o material. Significado: persona caminando, peatón.

Úsese el símbolo especialmente en la señal de seguridad 1.3, para indicar prohibición de paso para peatones.

### 5.6.4.3 Símbolo gráfico: agua de incendio.

#### Símbolo Original

$a = 50 \text{ mm}$



**Fig. 85:** Símbolo agua de incendio.

Dimensiones reales:

Altura = 1,2 a

Ancho = 1,2 a

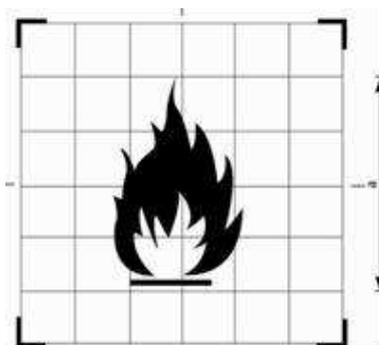
Aplicaciones: Sobre cualquier instalación o material. Significado: agua para sofocar incendios, o extinguir fuego.

Úsese el símbolo especialmente en la señal de seguridad para indicar prohibición de extinguir fuego con agua.

#### 5.6.4.4 Símbolo gráfico: fuego.

**Símbolo Original**

a = 50 mm



**Fig. 85:** Símbolo fuego.

Dimensiones reales:

Altura = 0,9 a

Ancho = 0,6 a

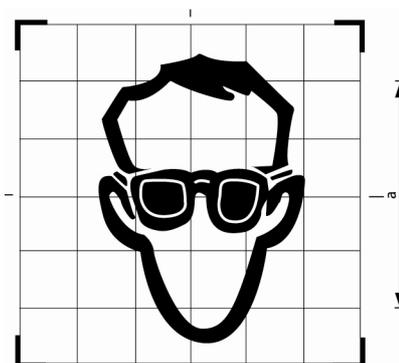
Aplicaciones: Sobre cualquier instalación, equipo o material. Significado: fuego, incendio, inflamabilidad. <sup>11</sup>

<sup>11</sup> Según Norma NTE INEN 878

#### 5.6.4.5 Símbolo gráfico: hombre con gafas.

**Símbolo Original**

$a = 50 \text{ mm}$



**Fig. 86:** Símbolo hombre con gafas.

Dimensiones reales:

Altura =  $1,25 a$

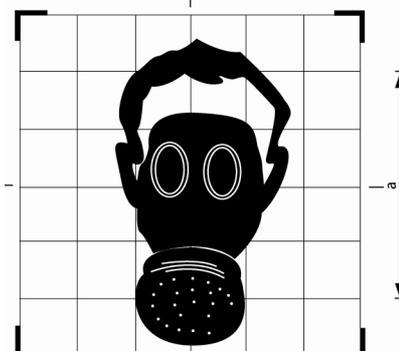
Ancho =  $0,9 a$

Aplicaciones: Símbolo de seguridad para indicar obligación de usar gafas o protección de los ojos.

#### 5.6.4.6 Símbolo gráfico: hombre con máscara respiratoria.

**Símbolo Original**

$a = 50 \text{ mm}$



**Fig. 87:** Símbolo hombre con máscara respiratoria.

Dimensiones reales:

Altura =  $1,2 a$

Ancho =  $1,2 a$

Aplicaciones: Sobre cualquier material o equipo. Significado: obligación de usar protección para las vías respiratorias.

#### 5.6.4.7 Símbolo gráfico: hombre con casco.

**Símbolo Original**

$a = 50 \text{ mm}$

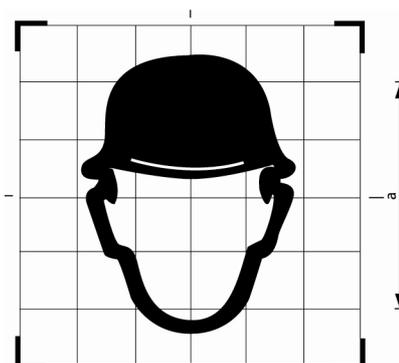


Fig. 88: Símbolo hombre con casco.

Dimensiones reales:

Altura =  $1,25 a$

Ancho =  $0,95 a$

Aplicaciones: Sobre cualquier equipo o material. Significado: obligación de usar casco o protección para la cabeza.

#### 5.6.4.8 Símbolo gráfico: hombre con orejeras.

**Símbolo Original**

$a = 50 \text{ mm}$

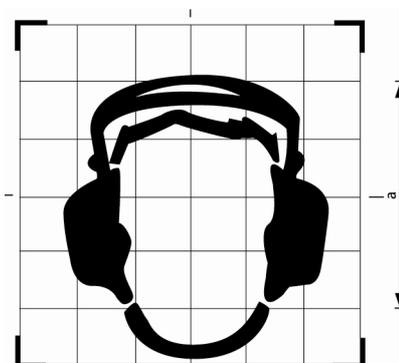


Fig. 89: Símbolo hombre con orejeras.

Dimensiones reales:

Altura =  $1,25 a$

Ancho =  $0,95 a$

Aplicaciones: Sobre cualquier equipo o material. Significado: obligación de usar protección para los oídos.

#### 5.6.4.9 Símbolo gráfico: guantes.

##### Símbolo Original

$a = 50 \text{ mm}$

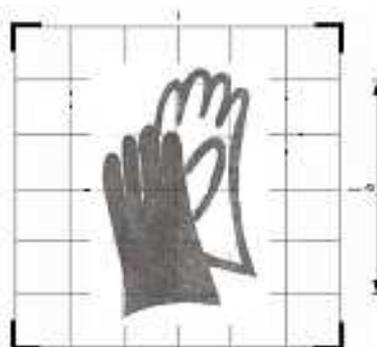


Fig. 90: Símbolo guantes.

Dimensiones reales:

Altura =  $1,05 a$

Ancho =  $0,7 a$

Aplicaciones: Sobre cualquier equipo o material. Significado: obligación de usar guantes o protección para las manos.

#### 5.6.4.10 Símbolo gráfico: zapatos.

##### Símbolo Original

$a = 50 \text{ mm}$

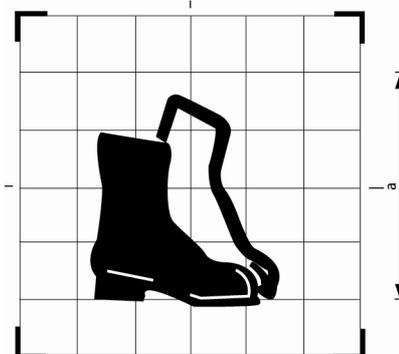


Fig. 91: Símbolo zapatos.

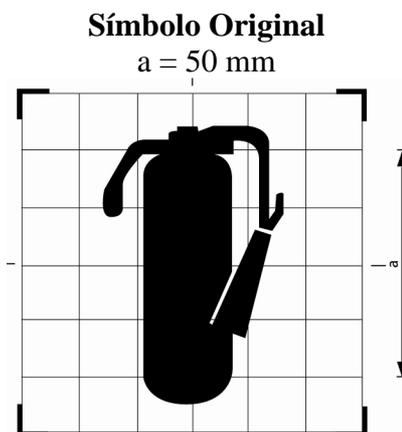
Dimensiones reales:

Altura =  $1,05 a$

Ancho =  $0,9 a$

Aplicaciones: Sobre cualquier equipo o material. Significado: obligación de usar protección para los pies, zapatos de seguridad, botas de caucho, etc.

#### 5.6.4.11 Símbolo gráfico: extinguidor de fuego.



**Fig. 92:** Símbolo extintor de fuego.

Dimensiones reales:

Altura = 1,25 a

Ancho = 0,8 a

Aplicaciones: Sobre cualquier equipo o material. Significado: indicación de la localización de extinguidores para fuego.

### 5.6.5 TIPOS DE SEÑALIZACIÓN EN EL LUGAR DE TRABAJO

La señalización empleada como técnica de seguridad puede clasificarse de la siguiente manera:

#### 1. Señales en forma de Panel

- a) Advertencia
- b) Prohibición
- c) Obligación
- d) Lucha contra incendios
- e) Salvamento o socorro

## 2. Señales Luminosos y Acústicas

## 3. Comunicaciones Verbales

## 4. Señales Gesticulares

### 5.6.5.1 Señales en forma de panel.

- La forma y colores de estas señales dependen de la señal que se trate.
- Los pictogramas son los más sencillos posibles, evitándose detalles inútiles para su comprensión.
- Las señales serán de un material que resista lo mejor posible a los golpes, a las inclemencias del tiempo y a las agresiones medioambientales.
- Las dimensiones de las señales así como sus características polimétricas y fotométricas garantizan una buena visibilidad y comprensión.

#### ➤ Tipos de Señales.

- **Señales de Advertencia.**

Fondo amarillo. Franja triangular negra. El símbolo de seguridad será negro y estará colocado en el centro de la señal, la franja periférica amarilla es opcional. El color amarillo debe cubrir por lo menos el 50% del área de la señal. **Fig. 93.**

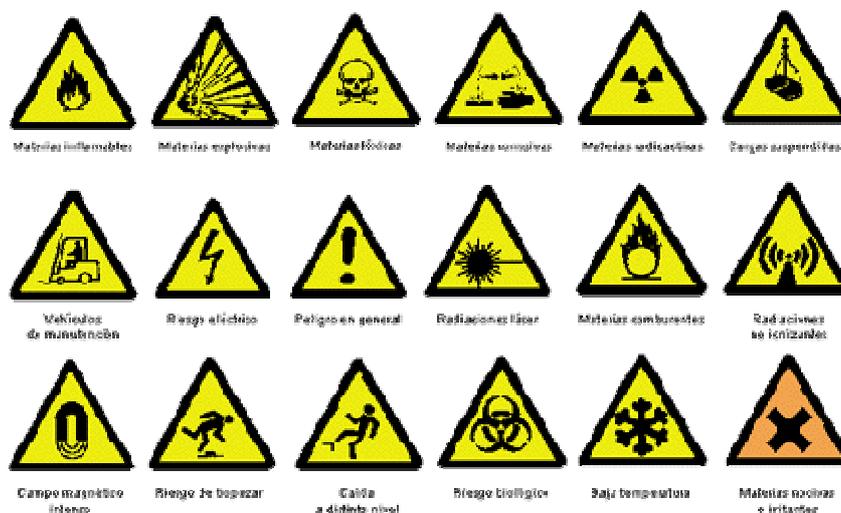


Fig. 93: Señales de advertencia.

- **Señales de Prohibición**

Fondo blanco círculo y barra inclinada rojos. El símbolo de seguridad será negro, colocado en el centro de la señal, pero no debe superponerse a la barra inclinada roja. La banda de color blanco periférica es opcional. Se recomienda que el color rojo cubra por lo menos el 35% del área de la señal. Como en la Fig. 94.



Fig. 94: Señales de prohibición.

- **Señales de Obligación.**

Fondo azul. El símbolo de seguridad o el texto serán blancos y colocados en el centro de la señal, la franja blanca periférica es opcional. El color azul debe cubrir por lo menos el

50% del área de la señal. Los símbolos usados en las señales de obligación presentados se establecen tipos generales de protección. En caso de necesidad, debe indicarse el nivel de protección requerido, mediante palabras y números en una señal auxiliar usada conjuntamente con la señal de seguridad. Como en la **Fig. 95**.



**Fig. 95:** Señales de obligación.

- **Señales Relativas a los Equipos de Lucha Contra Incendios.**

Forma rectangular o cuadrada. Pictograma blanco sobre fondo rojo (el rojo deberá cubrir como mínimo el 50 por 100 de la superficie de la serial). Como en la **Fig. 96**.



**Fig. 96:** Señales relativas a los equipos de lucha contra incendios.

- **Señales de Salvamento o Socorro.**

Fondo verde. Símbolo o texto de seguridad en blanco y colocada en el centro de la señal. La forma de la señal debe ser un cuadrado o rectángulo de tamaño adecuado para alojar el símbolo y/o texto de seguridad. El fondo verde debe cubrir por lo menos un 50% del área de la señal. La franja blanca periférica es opcional.

Forma rectangular o cuadrada. Pictograma blanco sobre fondo verde (el verde deberá cubrir como mínimo el 50 por 100 de la superficie de la señal). Como en la **figura 97**.



**Fig. 97: Señales de salvamento o socorro.**

Todos los colores para este tipo de señales se encuentran estandarizados y representados sus símbolos a nivel mundial.

### **5.6.5.2 Señales luminosas y acústicas.**

#### **➤ Características y requisitos de las señales luminosas.**

La señalización luminosa contempla aquellos elementos que por su situación, dimensiones y otras particularidades deben estar convenientemente señalizados incluso de noche, debiendo cumplir las siguientes disposiciones:

- La superficie luminosa que emita una señal podrá ser de color uniforme, o llevar un pictograma sobre un fondo determinado. En el primer caso, el color deberá ajustarse a lo dispuesto en las normas; en el segundo caso, el pictograma deberá respetar las reglas aplicables a las señales en forma de panel ya definidas.
- Si un dispositivo puede emitir una señal tanto continua como intermitente, la señal intermitente se utilizará para indicar, con respecto a la señal continua, un mayor grado de peligro o una mayor urgencia de la acción requerida.
- No se utilizarán al mismo tiempo dos señales luminosas que puedan dar lugar a confusión, ni una señal luminosa cerca de otra emisión luminosa apenas diferente. Cuando se utilice una señal luminosa intermitente, la duración y frecuencia de los destellos deberán permitir la correcta identificación del mensaje, evitando que pueda ser percibida como continua o confundida con otras señales luminosas.
- Los dispositivos de emisión de señales luminosas para uso en caso de peligro grave deberán ser objeto de revisiones especiales o ir provistos de una bombilla auxiliar.

➤ **Características y requisitos de las señales acústicas.**

Las señales acústicas se basan en la emisión de estímulos sonoros que son recibidos en forma instantánea, pueden abarcar grandes extensiones y afectar a una gran población que las recibe al momento, debiendo las mismas cumplir las siguientes disposiciones:

- La señal acústica deberá tener un nivel sonoro superior al nivel del ruido ambiental, de forma que sea claramente audible, sin llegar a ser excesivamente molesto.
- El tono de la señal acústica o cuando se trate de señales intermitentes, la duración, intervalo y agrupación de impulsos, deberá permitir su correcta identificación y clara distinción frente a otras señales acústicas simultáneas.
- El sonido de una señal de evacuación deberá ser continua.

### **5.6.5.3 Comunicaciones verbales.**

La comunicación verbal se establece entre el locutor o emisor y uno a varios oyentes, en un lenguaje formado por textos cortos, frases, grupos de palabras o palabras aisladas eventualmente codificados.

Los mensajes verbales serán tan cortos, simples y claros como sea posible, la aptitud verbal del locutor y las facultades auditivas de él o de los oyentes deberán bastar para garantizar la comunicación verbal segura. La comunicación verbal será directa (voz humana) o indirecta (voz humana sintética, difundida por un medio apropiado). El nivel sonoro de reproducción de frases se recomienda sea un mínimo de 10 dB por encima del nivel sonoro y se debe evitar el uso de palabras de fonética similar.

#### **5.6.5.4 Señales gesticulares.**

Una señal gestual deberá ser precisa, simple, amplia, fácil de realizar y comprender y claramente distinguible de cualquier otra señal gestual. La utilización de los dos brazos al mismo tiempo se hará en forma simétrica y para una sola señal gestual y cumpliendo además unas reglas para su utilización:

- La persona que emite las señales que se denomina “encargado de las señales” dará las instrucciones de maniobra mediante señales gestuales al destinatario de las mismas denominado “operador”.
- El encargado de las señales deberá poder seguir visualmente el desarrollo de las maniobras sin estar amenazado por las mismas.
- El encargado de las señales deberá dedicarse exclusivamente a dirigir las maniobras y a la seguridad de los trabajadores situados en las proximidades.
- El encargado de las señales llevará uno o varios elementos de identificación apropiados como chaqueta, mangos, casco y otros implementos necesarios.

Significado	Descripción	Ilustración
Comienzo: Atención. Toma de mando.	Los dos brazos extendidos de forma horizontal, las palmas de las manos hacia adelante.	
Alto: Interrupción. Fin del movimiento.	El brazo derecho extendido hacia arriba, la palma de la mano hacia adelante.	
Fin de las operaciones.	Las dos manos juntas a la altura del pecho.	

**Fig. 98:** Gestos generales.

## 5.7 SELECCIÓN DEL TIPO DE EXTINTOR (D. C. I)

El sistema contra incendios vigente en el hospital del IESS, y aprobado por el Benemérito Cuerpo de Bomberos de Riobamba, se limita básicamente a:

### 5.7.1 Sistema de extinción portátiles y fijos.

#### 5.7.1.1 Sistemas de extinción portátiles.

En el hospital del IESS, los principales medios de extinción portátil que se encuentran ubicados en lugares considerados estratégicos son:

- a) **Extintores Tipo PQS – ABC (Figura. 99):** Compuestos internamente de Polvo Químico Seco, y son especialmente utilizados para conatos de incendio de la Clase A,

B y C, su color es rojo. Aquellos cuyo peso total no exceda los 20 Kg., representa el medio más simple y es la primera línea de defensa contra los efectos y riesgos de un incendio que puede utilizarse en la lucha contra los mismos. Tiene una capacidad limitada de agente extintor, y en consecuencia, su capacidad o potencia también es limitada. Son polvos de sales químicas de diferente composición, capaces de combinarse con los productos de descomposición del combustible, paralizando la reacción en cadena.<sup>12</sup>

Pueden ser de dos clases: Normal o Polivalente. Los polvos químicos secos normales son sales de sodio o potasio, perfectamente secas, combinados con otros compuestos para darles fluidez y estabilidad.

Posteriormente se indicarán los tipos y clases de fuegos con cada medio de extinción según el riesgo de probabilidad de incendio analizado, y a su vez la localización estratégica propuesta según sean las deficiencias detectadas en el plan de detección de incendios del hospital del IESS, y para poder comparar sus ubicaciones según los aspectos mencionados.



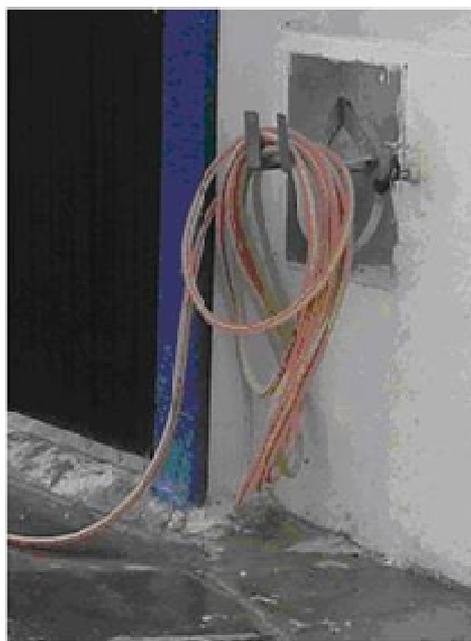
**Fig. 99:** Extintor tipo PQS-ABC.

---

<sup>12</sup> Hospital del IESS.

### 5.7.1.2 Sistema de extinción fijos.

El hospital del IESS, por el momento no está provista de medios de extinción fijos y cuentan con distintas tomas de agua, pero estas son destinadas para la limpieza de las instalaciones considerando no apropiado para el fin en mención, un ejemplo del mismo podemos apreciar en la **Fig. 100**. Por el momento servirían de algún modo como instrumento de mitigación en caso de emergencia.



**Fig. 100:** Tomas de agua utilizada para limpieza.

### 5.7.1.3 Disposición de extintores.

En la actualidad el hospital del IESS, posee una distribución deficiente de extintores portátiles solo del tipo PQS – ABC de 20Kg.

**Tipo PQS – ABC:** 3 extintores

- Oficinas: 1
- Casa de maquinas: 2

#### **5.7.1.4 Deficiencias detectadas en el sistema de D.C.I. actual.**

Cabe resaltar que la empresa posee un plan de manejo de crisis y emergencias, puesto en práctica mediante simulacros y capacitación, pero entre todas estas cosas se menciona algunas de las deficiencias existentes en el sistema podemos mencionar los siguientes:

- No se han realizado los estudios de determinación del grado de probabilidad de incendios y explosiones, según materiales, materias primas, productos, desechos o residuos, y medidas de prevención y combate ante las mismas.
- No se practican ni elaboran procedimientos sobre el uso seguro, manipulación, almacenamiento y transporte de materiales con riesgo de causar incendios.
- La empresa no esta provista de un sistema para detección y extinción de incendios, de acuerdo al grado y tipo de riesgo que puede existir en áreas críticas, sin regirse a normas especificas sobre el tema.
- El acceso a los extintores no es el adecuado como podemos apreciar en **Fig. 101**.
- No posee la suficiente señalización visual y auditivo como para poder tomar medidas de acción, prevención y la protección debida en casos de emergencia.



**Fig. 101:** Acceso a los extintores portátiles.

### **5.7.2 Evaluación de los medios de D.C.I. actuales.**

Para la consideración del estado actual en la que se encuentra el hospital del IESS, sobre los medios de D.C.I., se aplicará fichas de evaluación y valoración de los posibles casos que pueden ocasionar incendios y explosiones dentro de las instalaciones, con criterios de seguridad versus inseguridad como son:

- Ficha de evaluación y valoración de Incendios y Explosiones (**Anexo XVI**), mediante esta podemos determinar las condiciones en las que se encuentran según los materiales utilizados en las instalaciones y su reacción ante el riesgo.
- Ficha de evaluación y valoración de aparatos a presión y gases (**Anexo XVII**), localizaremos el principal riesgo de estos equipos, que es el de explosión debida a las elevadas presiones y también a las temperaturas con que suelen trabajar los mismos.
- Ficha de evaluación y valoración de instalaciones eléctricas (**Anexo XVIII**), ya que en nuestro medio es la forma energética más utilizada, esto unido al hecho de que no es

perceptible por la vista ni por el oído, hace que sea una fuente importante de accidentes, causando lesiones de gravedad variable.

Como resultado de la evaluación integral realizada para la recolección de respuestas para las fichas utilizadas tenemos:



**Fig. 102:** Nivel de seguridad existente en el Hospital del IESS.

Se puede apreciar en la **Fig. (102)**, el nivel de inseguridad existente en la empresa por muchas razones como son el desconocimiento de la cantidad de sustancias y materiales inflamables en la planta, los extintores distribuidos en la planta no son los adecuados, en cantidad y localización según el riesgo para la extinción de incendios, del total del personal en gran porcentaje de mujeres no conoce acerca de la utilización de extintores.

## **5.8 Impacto Ambiental**

### **5.8.1 Contaminación ambiental.**

### **5.8.1.1 El hospital del IESS. Como generador de contaminación.**

El hospital del IESS, como industria está inmersa en la generación de contaminación ambiental, ya que se debe a la maquinaria utilizada dentro de las instalaciones, por procesos y los residuos provocados por los mismos, son las razones suficientes para que de algún modo se puedan minimizar los porcentajes dentro del margen legal considerando los siguientes factores generalizados:

#### **5.8.1.1.1 Electricidad.**

El hospital del IESS, consume energía comprada a terceros (Empresa Eléctrica Riobamba), en caso de cortes de energía la empresa genera electricidad por medio de un generador, provocando de esta manera vapores de combustión.

➤ **Acciones a Incluir:**

- Sensibilizar a todo el personal en el ahorro del recurso.
- Monitorear el índice mensual y compararlo con el estándar definido, generar una nueva meta o estándar si es necesario.
- Organizar distribución eléctrica dando el debido mantenimiento a los tableros e instalaciones eléctricas.

#### **5.8.1.1.2 Combustible.**

El combustible que actualmente usa la empresa es el diesel para los generadores de corriente cuando existen cortes de energía eléctrica, este combustible es utilizado en general para la producción del hospital del IESS, por lo que el índice se determina como gal/producto terminado.

➤ **Acciones a Incluir:**

- Concienciar al ahorro de combustible a todo el personal.
- Monitorear el índice mensual y compararlo con el estándar definido, generar nueva meta o estándar si es necesario.
- Optimizar el funcionamiento del generador.

#### **5.8.1.1.3 Emisiones de aire.**

Se presentan la declaración de emisiones fijas de combustión de emisiones de aire a través del generador, para lo cual se realizan los cálculos de los mismos para determinar si las fuentes fijas son significativas o no.

Con los cálculos obtenidos se puede establecer que si se encuentra dentro de los límites permisibles de emisiones para fuentes fijas de combustión.

Serán designadas como fuentes fijas no significativas todas aquellas que utilizan combustibles fósiles sólidos, líquidos o gaseosos o combinados y cuya potencia calórica sea menor a tres millones de Vatios.

#### **5.8.1.1.4 Residuos.**

Los residuos generados por el hospital del IESS, son:

- Residuos reciclables como cartón, plástico, los cuales se entregan a empresas recicladoras.

- Residuos ordinarios que se disponen a los carros de recolección de basura municipal.

Para todos los residuos se cuenta con el cuarto de desperdicios en el hospital del IESS, los cuales son depositados según el tipo de residuo y su gestión a realizarse.

#### 5.8.1.1.5 Manejo de residuos químicos y peligrosos.

En la **tabla 291**, se presenta en manejo de insumos químicos y peligrosos con los que cuenta el hospital del IESS.

##### ➤ Manejo y Almacenamiento

Los productos se encuentran almacenados en bodegas separadas de la siguiente manera:

- Bodega general de insumos varios.
- Bodega de Cartón, envases y espuma flex.

Además se dispone de fichas de especificaciones técnicas de los productos, como parte de un sistema de gestión de calidad.

**Tabla. 291:** Manejo de insumos químicos y peligrosos en la empresa.

<b>INSUMO</b>	<b>USO</b>	<b>RESPONSABLE</b>
Detergentes Clorados	Detergentes y Desinfectantes	Control de Calidad
Insecticidas	Fumigaciones y control de plagas	Mantenimiento

##### ➤ Acciones a Incluir:

- Coordinar con los proveedores la devolución de los envases plásticos, los mismos que pueden ser reutilizados con el producto.

- Solicitar a los proveedores las hojas de seguridad de los productos en idioma español.
- Capacitar al personal involucrado con el contenido de las hojas de seguridad de los productos.
- Crear conciencia en el personal acerca del manejo adecuado de estos productos, ya que son altamente contaminantes.

## **5.9 Clasificación De Los Desechos Del Hospital**

Siguiendo una norma de control de la contaminación, los residuos se consideran como un subproducto no deseado del proceso de producción que debe controlarse para garantizar que los recursos tierra, aire y agua no sean contaminados por encima de los niveles aceptables, es necesario adoptar normas para la recolección, tratamiento y eliminación de residuos y garantizar de esta manera la protección de medio ambiente.

Los residuos procedentes de la producción y del consumo que no pueden ser reciclados, reducidos, reutilizados o incinerados para producir energía deben ser eliminados, debiendo la toxicidad para el medio ambiente reducirse al mínimo, para que una vez que los residuos se sometan a este tratamiento se depositen en lugares que no contaminen las aguas y los ecosistemas, no se propaguen en la atmósfera, los mares, o los cursos de las aguas.

### **5.9.1 Gestión y reciclado de residuos sólidos.**

Los residuos sólidos suelen describirse como productos residuales cuya eliminación genera un coste.

La gestión de residuos conlleva una compleja serie de impactos potenciales en la seguridad y la salud humana y en el medio ambiente. Aunque los tipos de peligro pueden ser similares, los impactos pueden clasificarse en tres categorías de operaciones:

- Manipulación y almacenamiento en el lugar de producción de los residuos;
- Recogida y transporte,
- Clasificación, tratamiento y evacuación.

No debe olvidarse que los peligros para la seguridad y la salud surgen allí donde se generan los residuos, en la fábrica o en el hogar del consumidor. Por consiguiente, el almacenamiento de residuos en el lugar de origen, y especialmente cuando se realiza allí su separación, puede traducirse en un impacto nocivo sobre el entorno próximo.

El objetivo principal es proporcionar un marco para comprender las técnicas de gestión de residuos sólidos y describir los riesgos para la seguridad y la higiene asociados a la recogida, el transporte, el tratamiento y la evacuación de residuos.

➤ **¿Por qué es necesaria la gestión de los residuos sólidos?**

La gestión de los residuos sólidos se convierte en necesaria e importante en el momento en que la estructura de la sociedad deja de ser agrícola, de baja densidad y dispersa y se convierte en otra urbana de alta densidad. Además, la industrialización ha introducido una gran cantidad de productos que la naturaleza no es capaz de descomponer ni absorber o lo hace de forma muy lenta. Algunos productos industriales contienen sustancias que, por su baja capacidad de degradación o incluso sus características tóxicas, se acumulan en la naturaleza en cantidades tales que representan una amenaza para el aprovechamiento futuro

de los recursos naturales por parte de la humanidad, como por ejemplo, el agua potable, la tierra de labor, el aire, etc.

El objeto de la gestión de los residuos sólidos es evitar la contaminación de la naturaleza. Cualquier sistema de gestión de residuos sólidos debe estar basado en estudios técnicos y procedimientos de planificación global que incluyan:

- Estudios y estimaciones sobre la composición y la cantidad de residuos;
- Estudios sobre las técnicas de recogida;
- Estudios sobre plantas de tratamiento y eliminación;
- Estudios sobre prevención de la contaminación del medio ambiente;
- Estudios sobre las normas de seguridad e higiene en el trabajo,
- Estudios de viabilidad.

Estos estudios deben contemplar aspectos relativos a la protección del medio ambiente y a la seguridad y la higiene en el trabajo, teniendo en cuenta las posibilidades de un desarrollo sostenido. Puesto que rara vez pueden resolverse todos los problemas a la vez, es importante que durante la fase de planificación se elabore una lista de prioridades. El primer paso para resolver los peligros ambientales y profesionales es reconocer la existencia de estos peligros.

Es necesario realizar la clasificación de los residuos sólidos mediante la recolección de los mismos en recipientes de colores estandarizados como se representa en la **tabla 292**.

**Tabla. 292:** Clasificación de los desechos sólidos.

<b>DESECHOS SÓLIDOS</b>		
<b>DESECHOS ORGÁNICOS RECIPIENTE VERDE</b>	<b>DESECHOS RECICLABLES RECIPIENTE AZUL</b>	<b>DESECHOS DE PAPEL Y CARTÓN RECIPIENTE CELESTE</b>
Materiales vegetales Residuos de alimentos Papel higiénico	Botellas de plástico Botellas de vidrio Fundas Plásticas Tiras de sunchos	Hojas de papel bond Cajas de cartón
<b>DESECHOS PELIGROSOS RECIPIENTE ROJO</b>	<b>CHATARRA RECIPIENTE AMARILLO</b>	<b>DESECHOS NO RECICLABLES RECIPIENTE ANARANJADO</b>
Recipientes de insecticidas Pilas Vidrios rotos Baterías Envases de químicos Recipientes de medicinas Residuos de medicinas	Clavos Pernos Hojalata pequeña Material de aluminio	Residuos de pintura Esponjas Trapos absorbentes Filtros Plásticos contaminados Papel contaminados

## 5.9.2 Emisión de efluentes y aguas negras.

### 5.9.2.1 Agua de consumo

El agua utilizada por la empresa proviene de la red normal de distribución de la Empresa de Agua Potable Riobamba, y esta es usada para:

- Limpieza y desinfección de planta (Recepción Mat. Prima, sala de proceso).
- Limpieza de planta externa, baños, cocina, comedor, condensadores, evaporadores, jardín, lavandería.

#### ➤ Acciones a Incluir:

- Concienciar a todo el personal en el ahorro de agua.

- Monitorear el índice mensual y compararlo con el estándar definido, generar una nueva meta o estándar si es necesario.

### 5.9.2.2 Agua residual y vertimientos.

Se identifican cuatro fuentes de generación de agua residual, en la **tabla 293**, se presenta el estado de las aguas residuales de la empresa identificando para cada fuente de acuerdo a la disposición dada:

FUENTE	DISPOSICIÓN	OBSERVACIÓN
Proceso	Directo al suelo, a través de ductos con rejillas y trampas.	No se hace tratamiento
Duchas de Vestidores	Directo al suelo	No se hace tratamiento
Limpieza de áreas	Directo al suelo	No se hace tratamiento
Departamento de Control de Calidad	Reservorio Artificial de Concreto y recubierto	No se hace tratamientos, sino evacuación periódica

**Tabla. 293:** Fuentes de generación y disposición de agua residual.

El manejo actual de las aguas residuales es tan solo evacuar las mismas por medio de ductos a la red de aguas servidas.

### 5.9.3 Relación de la gestión medio ambiental con la prevención de riesgos laborales.

Uno de los aspectos fundamentales de la prevención de riesgos laborales se refiere a los factores contaminantes físicos, químicos y biológicos. El ruido, las vibraciones, las radiaciones, los desengrasantes, los disolventes y una gran diversidad de sustancias y preparados químicos, así como de múltiples agentes biológicos, están presentes en los procesos productivos de los centros de trabajo, constituyendo factores de riesgo para la salud de los trabajadores. La denominada higiene industrial va a ser, en especial, como rama

especifica de la prevención de riesgos laborales, la disciplina dedicada a la identificación y evaluación de este tipo de riesgos, así como a proponer las acciones preventivas y correctoras más adecuadas en cada caso.

El tratamiento del problema pasa por delimitar el campo de responsabilidades de la prevención de riesgos laborales al ámbito constituido por el espacio físico

#### **5.9.4 Sistema de gestión ambiental. Requisitos con orientación para su uso. Según norma INEN – ISO 14001:2004.**

##### **5.9.4.1 Objeto y campo de aplicación.**

Esta Norma Internacional especifica los requisitos para un sistema de gestión ambiental, destinados a permitir que el hospital del IESS, desarrolle e implemente una política y unos objetivos que tengan en cuenta los requisitos legales y otros requisitos que la esta suscriba, y la información relativa a los aspectos ambientales significativos.

Se aplica a aquellos aspectos ambientales que el hospital del IESS identifica que puede controlar y aquel sobre los que puede tener influencia. No establece por sí misma criterios de desempeño ambiental específicos.

Esta Norma Internacional se aplica al hospital del IESS, ya que desea:

- a) establecer, implementar, mantener y mejorar un sistema de gestión ambiental;
- b) asegurarse de su conformidad con su política ambiental establecida;
- c) demostrar la conformidad con esta Norma Internacional por:
  - 1) la realización de una auto evaluación y auto declaración, o

- 2) la búsqueda de confirmación de dicha conformidad por las partes interesadas en la organización, tales como clientes; o
- 3) la búsqueda de confirmación de su auto declaración por una parte externa a la organización; o
- 4) la búsqueda de la certificación/registro de su sistema de gestión ambiental por una parte externa a la organización.

Todos los requisitos de esta Norma Internacional tienen como fin su incorporación a cualquier sistema de gestión ambiental. Su grado de aplicación depende de factores tales como la política ambiental de la empresa, la naturaleza de sus actividades, productos y servicios; la localización, donde y las condiciones en las cuales opera.

#### **5.9.4.2 Normas para consulta.**

No se citan referencias normativas. Este apartado se incluye con el propósito de mantener el mismo orden numérico de los apartados de la edición anterior (ISO 14001:1996).

#### **5.9.4.3 Términos y definiciones.**

Para el propósito de esta norma internacional se aplican las siguientes definiciones.

- **Auditor.-** persona con competencia para llevar a cabo una auditoría
- **Mejora continua.-** proceso recurrente de optimización del sistema de gestión ambiental para lograr mejoras en el desempeño ambiental global de forma coherente con la política ambiental de la organización.
- **Acción correctiva.-** acción para eliminar la causa de una no conformidad detectada.

- **Documento.-** información y su medio de soporte.
- **Medio ambiente.-** entorno en el cual una organización opera, incluidos el aire, el agua, el suelo, los recursos naturales, la flora, la fauna, los seres humanos y sus interrelaciones.
- **Aspecto ambiental.-** elemento de las actividades, productos o servicios de una organización que puede interactuar con el medio ambiente.
- **Impacto ambiental.-** cualquier cambio en el medio ambiente, ya sea adverso o beneficioso, como resultado total o parcial de los aspectos ambientales de una organización.
- **Sistema de gestión ambiental SGA.-** parte del sistema de gestión de una organización, empleada para desarrollar e implementar su política ambiental y gestionar sus aspectos ambientales.
- **Objetivo ambiental.-** fin ambiental de carácter general coherente con la política ambiental, que una organización se establece.
- **Desempeño ambiental.-** resultados medibles de la gestión que hace una organización de sus aspectos ambientales.
- **Política ambiental.-** intenciones y dirección generales de una organización relacionadas con su desempeño ambiental, como las ha expresado formalmente la alta dirección.
- **Meta ambiental.-** requisito de desempeño detallado aplicable a la organización o a partes de ella, que tiene su origen en los objetivos ambientales y que es necesario establecer y cumplir para alcanzar dichos objetivos.
- **Parte interesada.-** persona o grupo que tiene interés o está afectado por el desempeño ambiental de una organización.

- **Auditoría interna.-** proceso sistemático, independiente y documentado para obtener evidencias de la auditoría y evaluarlas de manera objetiva con el fin de determinar la extensión en que se cumplen los criterios de auditoría del sistema de gestión ambiental fijado por la organización.
- **No conformidad.-** incumplimiento de un requisito.
- **Organización.-** compañía, corporación, firma, empresa, autoridad o institución, o parte o combinación de ellas, sean o no sociedades, pública o privada, que tiene sus propias funciones y administración.
- **Acción preventiva.-** acción para eliminar la causa de una no conformidad potencial.
- **Prevención de la contaminación.-** utilización de procesos, prácticas, técnicas, materiales, productos, servicios o energía para evitar, reducir o controlar (en forma separada o en combinación) la generación, emisión o descarga de cualquier tipo de contaminante o residuo, con el fin de reducir impactos ambientales adversos.
- **Procedimiento.-** forma especificada de llevar a cabo una actividad o proceso.
- **Registro documento.-** que presenta resultados obtenidos, o proporciona evidencia de las actividades desempeñadas.

### **5.9.5 Requisitos del sistema de gestión ambiental.**

#### **5.9.5.1 Requisitos generales.**

El hospital del IESS, debe establecer, documentar, implementar, mantener y mejorar continuamente un sistema de gestión ambiental de acuerdo con los requisitos de esta norma internacional, y determinar cómo cumplirá estos requisitos. La empresa debe definir y documentar el alcance de su sistema de gestión ambiental.

### **5.9.5.2 Política ambiental.**

La alta dirección debe definir la política ambiental del hospital del IESS, y asegurarse de que, dentro del alcance definido de su sistema de gestión ambiental, ésta:

- a) es apropiada a la naturaleza, magnitud e impactos ambientales de sus actividades, productos y servicios;
- b) incluye un compromiso de mejora continua y prevención de la contaminación;
- c) incluye un compromiso de cumplir con los requisitos legales aplicables y con otros requisitos que la organización suscriba relacionados con sus aspectos ambientales;
- d) proporciona el marco de referencia para establecer y revisar los objetivos y las metas ambientales;
- e) se documenta, implementa y mantiene;
- f) se comunica a todas las personas que trabajan para la organización o en nombre de ella;
- g) está a disposición del público.

### **5.9.5.3 Planificación.**

#### **➤ Aspectos ambientales**

El hospital del IESS, debe establecer, implementar y mantener uno o varios procedimientos para:

- a) identificar los aspectos ambientales de sus actividades, productos y servicios que pueda controlar y aquellos sobre los que pueda influir dentro del alcance definido del

sistema de gestión ambiental, teniendo en cuenta los desarrollos nuevos o planificados, o las actividades, productos y servicios nuevos o modificados.

- b) determinar aquellos aspectos que tienen o pueden tener impactos significativos sobre el medio ambiente (es decir, aspectos ambientales significativos).

La empresa debe documentar esta información y mantenerla actualizada.

La empresa debe asegurarse de que los aspectos ambientales significativos se tengan en cuenta en el establecimiento, implementación y mantenimiento de su sistema de gestión ambiental.

➤ **Requisitos legales y otros requisitos**

El hospital del IESS, debe establecer, implementar y mantener uno o varios procedimientos para:

- a) identificar y tener acceso a los requisitos legales aplicables y otros requisitos que la organización suscriba relacionados con sus aspectos ambientales; y
- b) determinar cómo se aplican estos requisitos a sus aspectos ambientales.

El hospital del IESS, debe asegurarse de que estos requisitos legales aplicables y otros requisitos que la organización suscriba se tengan en cuenta en el establecimiento, implementación y mantenimiento de su sistema de gestión ambiental.

➤ **Objetivos, metas y programas**

Los objetivos y metas deben ser medibles cuando sea factible y deben ser coherentes con la política ambiental, incluidos los compromisos de prevención de la contaminación, el cumplimiento con los requisitos legales aplicables y otros requisitos que la organización suscriba, y con la mejora continua.

Cuando el hospital del IESS, establece y revisa sus objetivos y metas, debe tener en cuenta los requisitos legales y otros requisitos que la organización suscriba, y sus aspectos ambientales significativos. Además, debe considerar sus opciones tecnológicas y sus requisitos financieros, operacionales y comerciales, así como las opiniones de las partes interesadas.

El hospital del IESS debe establecer, implementar y mantener uno o varios programas para alcanzar sus objetivos y metas. Estos programas deben incluir:

- a) la asignación de responsabilidades para lograr los objetivos y metas en las funciones y niveles pertinentes de la organización; y
- b) los medios y plazos para lograrlos.

➤ **Implementación y operación**

• **Recursos, funciones, responsabilidad y autoridad**

La dirección debe asegurarse de la disponibilidad de recursos esenciales para establecer, implementar, mantener y mejorar el sistema de gestión ambiental. Estos, incluyen

los recursos humanos y habilidades especializadas, infraestructura de la empresa, y los recursos financieros y tecnológicos.

Las funciones, las responsabilidades y la autoridad se deben definir, documentar y comunicar para facilitar una gestión ambiental eficaz. La alta dirección de la organización debe designar uno o varios representantes de la dirección, quien, independientemente de otras responsabilidades, debe tener definidas sus funciones, responsabilidades y autoridad para:

- a) asegurarse de que el sistema de gestión ambiental se establece, implementa y mantiene de acuerdo con los requisitos de esta Norma Internacional; informar a la alta dirección sobre el desempeño del sistema de gestión ambiental para su
- b) revisión, incluyendo las recomendaciones para la mejora.

➤ **Competencia, formación y toma de conciencia**

El hospital del IES, debe asegurarse de que cualquier persona que realice tareas para ella o en su nombre, que potencialmente pueda causar uno o varios impactos ambientales significativos identificados por la organización, sea competente tomando como base una educación, formación o experiencia adecuadas, y debe mantener los registros asociados.

El hospital del IEES, debe identificar las necesidades de formación relacionadas con sus aspectos ambientales y su sistema de gestión ambiental. Debe proporcionar formación o emprender otras acciones para satisfacer estas necesidades, y debe mantener los registros asociados.

El hospital del IESS, debe establecer y mantener uno o varios procedimientos para que sus empleados o las personas que trabajan en su nombre tomen conciencia de:

- a) la importancia de la conformidad con la política ambiental, los procedimientos y requisitos del sistema de gestión ambiental;
- b) los aspectos ambientales significativos, los impactos relacionados reales o potenciales asociados con su trabajo y los beneficios ambientales de un mejor desempeño personal;
- c) sus funciones y responsabilidades en el logro de la conformidad con los requisitos del sistema de gestión ambiental; y
- d) las consecuencias potenciales de desviarse de los procedimientos especificados.

➤ **Comunicación**

En relación con sus aspectos ambientales y su sistema de gestión ambiental, el hospital del IESS, debe establecer, implementar y mantener uno o varios procedimientos para:

- a) la comunicación interna entre los diversos niveles y funciones de la organización;
- b) recibir, documentar y responder a las comunicaciones pertinentes de las partes interesadas externas.

El hospital del IESS, debe decidir si comunica o no externamente información acerca de sus aspectos ambientales significativos y debe documentar su decisión. Si la decisión es comunicarla, la organización debe establecer e implementar uno o varios métodos para realizar esta comunicación externa.

➤ **Documentación**

La documentación del sistema de gestión ambiental debe incluir:

- a) la política, objetivos y metas ambientales;
- b) la descripción del alcance del sistema de gestión ambiental;
- c) la descripción de los elementos principales del sistema de gestión ambiental y su interacción, así como la referencia a los documentos relacionados;
- d) los documentos, incluyendo los registros requeridos en esta Norma Internacional;
- e) los documentos, incluyendo los registros determinados por la organización como necesarios para asegurar la eficacia de la planificación, operación y control de procesos relacionados con sus aspectos ambientales significativos.

➤ **Control de documentos**

Los documentos requeridos por el sistema de gestión ambiental y por esta norma internacional se deben controlar.

El hospital del IESS, debe establecer, implementar y mantener uno o varios procedimientos para:

- a) aprobar los documentos con relación a su adecuación antes de su emisión;
- b) revisar y actualizar los documentos cuando sea necesario, y aprobarlos nuevamente;
- c) asegurarse de que se identifican los cambios y el estado de revisión actual de los documentos;
- d) asegurarse de que las versiones pertinentes de los documentos aplicables están disponibles en los puntos de uso;

- e) asegurarse de que los documentos permanecen legibles y fácilmente identificables;
- f) asegurarse de que se identifican los documentos de origen externo que la empresa ha determinado que son necesarios para la planificación y operación del sistema de gestión ambiental y se controla su distribución; y
- g) prevenir el uso no intencionado de documentos obsoletos, y aplicarles una identificación adecuada en el caso de que se mantengan por cualquier razón.

➤ **Control operacional.**

El hospital del IESS, debe identificar y planificar aquellas operaciones que están asociadas con los aspectos ambientales significativos identificados, de acuerdo con su política ambiental, objetivos y metas, con el objeto de asegurarse de que se efectúan bajo las condiciones especificadas, mediante:

- a) el establecimiento, implementación y mantenimiento de uno o varios procedimientos documentados para controlar situaciones en las que su ausencia podría llevar a desviaciones de la política, los objetivos y metas ambientales; y
- b) el establecimiento de criterios operacionales en los procedimientos; y
- c) el establecimiento, implementación y mantenimiento de procedimientos relacionados con aspectos ambientales significativos identificados de los bienes y servicios utilizados por la organización, y la comunicación de los procedimientos y requisitos aplicables a los proveedores, incluyendo contratistas. <sup>13</sup>

---

<sup>13</sup> Norma INEN-ISO 14001:2004

➤ **Preparación y respuesta ante emergencias.**

El hospital del IESS, debe establecer, implementar y mantener uno o varios procedimientos para identificar situaciones potenciales de emergencia y accidentes potenciales que pueden tener impactos en el medio ambiente y cómo responder ante ellos.

El hospital del IESS, debe responder ante situaciones de emergencia y accidentes reales y prevenir o mitigar los impactos ambientales adversos asociados. El hospital del IESS debe revisar periódicamente, y modificar cuando sea necesario sus procedimientos de preparación y respuesta ante emergencias, en particular después de que ocurran accidentes o situaciones de emergencia.

## **CAPÍTULO VI**

### **CONCLUSIONES RECOMENDACIONES**

#### **6.1 Conclusiones**

- Dotar de la infraestructura indispensable para la instalación y tratamiento de agua potable, para atender las necesidades de salud en toda la población.
- Proveer de instalaciones hidráulicas dentro y adyacentes a las edificaciones, las mismas que permitirán proteger la Salud Pública, la seguridad y bienestar de las personas.
- La corrosión es la causa general de la alteración y destrucción de la mayor parte de los materiales naturales o fabricados por el hombre, aproximadamente un 25% en la producción anual de acero es destruida por la corrosión.
- Conducir el agua a presión con un mínimo de pérdidas de carga, con el objeto de que las fuentes de presión disminuyan al máximo posible su capacidad, provocando ahorro en su inversión, mantenimiento y consumo de energía.
- Las redes de distribución en cualquier tipo de edificación debe instalarse cerrando circuitos, con ello se logra una mejor distribución de presiones pues ello contribuye a una optima presurización de la instalación.
- El tanque de succión está abierto a la atmósfera y la salida del fluido igualmente, por lo tanto la presión en ellos es la atmosférica.

- Las tuberías de succión están expuestas a la atmósfera no se ha tomado en cuenta el valor de  $h_{pms}$  es decir se ha considerado como cero. Los tanques no presentan presiones internas.
- Se ha determinado el diámetro de succión de 8 plg, porque ofrece menores pérdidas que el diámetro de 10 plg, y es más económico, teniendo en cuenta que existe una diferencia entre las pérdidas entre los diámetros de 8 y 10 plgs de esta manera es conveniente la elección realizada. De igual manera se tomo el mismo criterio para seleccionar el diámetro de descarga de 6plg.
- Al analizar las opciones obtenidas del catalogo Goulds en función de la eficiencia, potencia, y costos se ha llegado a la conclusión de la bomba más apropiada es: La serie 3196 (3 x 4 x 8G) 100-166/100-165 CDS:1592-3.
- El agua se dilata y pierde peso al incrementarse su temperatura; podemos ver que a medida que la temperatura se incrementa, el peso específico del agua disminuye.
- La característica física del agua, origina que el agua fría desplace al agua caliente, por lo que la circulación se genera de manera natural, por la diferencia de pesos específicos, debido a la diferencia de temperatura; esta circulación natural se conoce como termosifón.
- En función de la potencia, eficiencia y costos, hemos concluido que la bomba más apropiada es la de la serie 3100 (2x3-7) CO5035A CDS 5287.

- Las tuberías de hierro fundido, son resistentes a la corrosión y se usan para gas, agua y desperdicios. Se emplean en aplicaciones subterráneas a causa de la larga vida del material.
- Con el catálogo PEDROLLO se tiene una  $\eta = 50.7\%$ . Además con el catálogo PEDROLLO la bomba seleccionada cumple la condición de que  $NPSH/D > NPSH/R$ .
- La evaluación financiera, económica y social se efectúa en paralelo con la que podríamos llamar evaluación técnica del proyecto, que consiste en cerciorarse de la factibilidad técnica del mismo: es decir, que existan todas las condiciones para la evaluación económica.
- El proyecto es factible de implementación con el material que se selecciono debido a que hay una gran diferencia con el costo total en acero inoxidable.
- El análisis de costo del presente presupuesto, no se lo puede realizar debido a que no se cuenta con un tiempo de recuperación, es decir una vez instalada el sistema de tuberías, accesorios en el hospital no se va a volver a sacar después de un periodo de tiempo, y vender las tuberías y accesorios (valor de salvamento) como ocurre en el caso, cuando se adquiere una maquina o equipo para una fabrica en donde se necesita producir algún tipo de producto, una vez transcurrido el tiempo esta máquina se puede vender.
- La vida protectora de un galvanizado está determinada primordialmente por el espesor del recubrimiento y la severidad de las condiciones de exposición.

- Los recubrimientos galvanizados son resistentes al ataque químico entre un pH de 6 y 12,5 lo cual cubre la mayor parte de las aguas naturales.
- Luego de haber realizado el análisis de la situación actual de la empresa se puede determinar que el nivel de preparación del personal que labora el hospital del IESS es muy bajo.
- El estado de señalización de seguridad dentro del hospital del IESS es mínimo.
- El orden y limpieza en el hospital del IESS, no es el más óptimo, es satisfactorio.
- Por las características que presentan los procesos dentro del hospital del IESS existen agentes que pueden afectar a la seguridad de los trabajadores, por lo que es necesario mantener un programa de capacitación continua sobre la utilización de los implementos de trabajo.
- Existe además la preocupación del hospital del IESS por reducir lo más posible el impacto ambiental que genera la planta.

## 6.2 Recomendaciones

- Proteger la bomba del funcionamiento en seco. Uno de los modos más usados, es siempre la aplicación en el pozo de un nivel de mínimo que interrumpa el funcionamiento de la bomba apenas llega al nivel peligroso para la misma bomba.
- Evitar recorridos largos del agua caliente, a fin de reducir las pérdidas de calor que conlleva esta situación.
- A fin de inhibir el crecimiento de bacterias, mantener temperaturas de 60 °C, o mayores.
- La tubería de plástico, se emplea en construcciones residenciales para desperdicios y agua. Está hecha de cloruro de polivinilo (PVC). El PVC es muy resistente a productos corrosivos, disfruta de un índice de dilatación térmica razonable y los tramos de tubería se unen fácilmente con adhesivos especiales. Su uso se recomienda para tragantes (tuberías por donde se evacua el agua usada), bajantes (tubo principal de desagüe) o sifones ("obstáculos" de la tubería que permiten filtrar objetos que pueden dañar la tubería, e impiden el retorno de malos olores).
- El uso de tuberías de PVC es limitado, ya que con altas temperaturas el material puede sufrir alteraciones. Las bajas temperaturas también le afectan negativamente, provocan gran rigidez en el plástico y elevan su sensibilidad a los golpes.

- El análisis económico del proyecto se realiza como una orientación en los costos que resultaría en construir o importar este tipo de materiales utilizados. Pero la parte financiera estará encaminada a determinar el tiempo de recuperación de la inversión.
- Para evitar la corrosión en general es fundamental evitar el contacto entre materiales disímiles, con distinto potencial de oxidación, que puedan provocar problemas de corrosión galvánica por el hecho de su combinación.
- La vida protectora de un galvanizado está determinada primordialmente por el espesor del recubrimiento y la severidad de las condiciones de exposición.
- La solución óptima es un filtro reenujagable. Según la necesidad, está disponible con reducción manual, automática o de presión. Estos filtros le extraen al agua potable las sustancias no disueltas que pueden causar defectos técnicos en la instalación de agua.
- En tuberías de acero galvanizado y acero inoxidable es posible evitar los procesos de corrosión dosificando en cantidades muy reducidas en el agua un producto de calidad alimentaría. el producto no modifica las características de sabor ni de potabilidad del agua y forma una capa protectora sobre la superficie interna de las tuberías que las aísla del agua impidiendo que se desarrollen procesos de corrosión.
- Para evitar la corrosión, además del galvanizado del material se debe realizar el análisis físico químico del agua, para inhibir la misma.

- El hospital del IESS, a través de sus directivos mantenga el compromiso de implementar el plan de Seguridad e Higiene Industrial.
- Se debe crear principios y políticas de seguridad para lograr que los trabajadores se involucren en el sistema de gestión de calidad, mejoramiento y seguridad.
- Aplicar los procedimientos de identificación, evaluación y valoración de riesgos propuestos, y registrar a través del sistema de fichas planteado.
- Capacitar a toda la empresa en un sistema contra incendios.
- Aplicar las prácticas estandarizadas y establecidas en el plan de seguridad para el almacenamiento de residuos y desechos en la empresa.
- Es necesario seguir manteniendo y mejorando el sistema de mitigación del impacto ambiental que produce el hospital del IESS.
- Se ha puesto mayor énfasis en la utilización de todos los equipos de seguridad e higiene industrial.

## BIBLIOGRAFÍA

- MATAIX , CLAUDIO. Mecánica de Fluidos y Máquinas Hidráulicas. México: Oxford, 2001
- CORTES, José María. Seguridad e Higiene del Trabajo. 3ra.Ed. México: Graw-Hill. 2004.
- GARCÍA, JORJE. Instalaciones Hidráulicas y sanitarias en edificios. Fundación ICA, MEXICO 2001
- ÁLVAREZ, GABRIEL. Instalaciones Hidráulicas I. México: México 2007
- GOULDS, Manual de Bombas.
- PEDROLLO. Catálogo
- MOTT, ROBERT. Mecánica de fluidos aplicada. 4ta edición
- SALDARRIAGA, JUAN. Mecánica de fluidos. Ed. Alfaomega
- HEINRICH, H. Industrial Accident Prevention. New York: 2da. Ed. Mc. Graw-Hill. 1990
- SIMONDS, R. H. y GRIMALDI, J.V. Safety Management. New York: 1ra. Ed. Irwin. 1986.
- NEVERS Noel. Prevención y Control de Contaminación Industrial. México: Ed. Mc. Graw Hill. 2002.
- Normas ISO 9001 en la Industria Alimenticia. España: España 2002
- SÁNCHEZ, C. PALOMINO, A. y RIVERO, J. Manual para la Integración de Sistemas de Gestión. Madrid: Ed. Fundación Confemetal. 2006.
- INEN - ISO 14001: 2004

## BIBLIOGRAFÍA DE INTERNET

- [ing.unne.edu.ar/pub/instalaciones/cloacas.pdf](http://ing.unne.edu.ar/pub/instalaciones/cloacas.pdf)
- [www.munimadrid.es/boletines-vap/generacionPDF/ANM1942\\_1.pdf?idNormativa=99499d2e3fd4f010VgnVCM1000009b25680aRCRD&nombreFichero=ANM1942\\_1&cacheKey=18](http://www.munimadrid.es/boletines-vap/generacionPDF/ANM1942_1.pdf?idNormativa=99499d2e3fd4f010VgnVCM1000009b25680aRCRD&nombreFichero=ANM1942_1&cacheKey=18)
- [www.contratos.gov.co/archivospuc1/DA/115011000/07-1-23888/DA\\_PROCESO\\_07-1-23888\\_115011000\\_270779.pdf](http://www.contratos.gov.co/archivospuc1/DA/115011000/07-1-23888/DA_PROCESO_07-1-23888_115011000_270779.pdf)
- [www.monografias.com/trabajos14/bombas/bombas.shtml](http://www.monografias.com/trabajos14/bombas/bombas.shtml)
- [www.corrosionentuberias.com](http://www.corrosionentuberias.com)
- [www.tuberiasdehierro galvanizado normas.com](http://www.tuberiasdehierro galvanizado normas.com)
- [bombas-hidroneumaticos.com/](http://bombas-hidroneumaticos.com/)
- Normas NTE INEN para la seguridad industrial  
[www.inen.gov.ec/normas/Index2.php](http://www.inen.gov.ec/normas/Index2.php)
- Administración de Seguridad y Salud Ocupacional  
[www.osha.gov/as/opa/spanish/index.html](http://www.osha.gov/as/opa/spanish/index.html)
- Enciclopedia de seguridad y salud en el Trabajo  
[www.estrucplan.com/institucional/seguridadHigieneyMedicinaLaboral](http://www.estrucplan.com/institucional/seguridadHigieneyMedicinaLaboral).
- Normas de seguridad e higiene industrial  
[www.iram.com.ar/Normalizacion/departamentos/seguridad.htm](http://www.iram.com.ar/Normalizacion/departamentos/seguridad.htm)