

**ALGORITMOS DE CÁLCULO PARA LA ELABORACIÓN DE SOFTWARE EN
EL DISEÑO DE INSTALACIONES HIDROSANITARIAS Y DE GAS EN
EDIFICACIONES**

OSCAR EDUARDO MONCAYO

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL
SAN JUAN DE PASTO
2010**

**ALGORITMOS DE CÁLCULO PARA LA ELABORACIÓN DE SOFTWARE EN
EL DISEÑO DE INSTALACIONES HIDROSANITARIAS Y DE GAS EN
EDIFICACIONES**

OSCAR EDUARDO MONCAYO

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar el título de
Ingeniero Civil**

Director:

I.C.Msc. HERNÁN GÓMEZ ZAMBRANO

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL
SAN JUAN DE PASTO
2010**

“La Universidad de Nariño no se hace responsable de las opiniones o resultados obtenidos en el presente trabajo y para su publicación priman las normas sobre el derecho de autor”.

Artículo 13° del acuerdo No 005 de enero de 25 de 2010 emanado del Honorable Consejo académico de la Universidad de Nariño

Nota de aceptación:

Firma del jurado.

Firma del jurado.

San Juan de Pasto, Abril de 2011

DEDICATORIA

Es satisfactorio cumplir con esta etapa importante de mi vida, la cual represento esfuerzo, satisfacción y dedicación, y con amor y felicidad entrego mi título de Ingeniero Civil a mis padres y mi hermano quienes con su apoyo y comprensión se convirtieron en la cimentación de mi meta hoy alcanzada.

TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN.....	15
2.	MARCO TEÓRICO	17
2.1.	DISEÑO DE SISTEMAS DE SUMINISTRO DE AGUA	17
2.2.	SISTEMAS DE DESAGÜES	26
2.3.	SISTEMAS DE VENTILACIÓN	35
2.4.	INSTALACIONES DE GAS	37
2.5.	DISEÑO DE SISTEMAS DE SUMINISTRO DE AGUA MEDIANTE EL MÉTODO DE HUNTER MODIFICADO	50
2.6.	ALGORITMOS Y PROGRAMAS	54
2.6.1.	Algoritmo	54
2.6.1.1.	Características que deben cumplir un algoritmo	54
2.6.1.2.	Herramientas de programación	55
2.6.1.2.1.	Diagramas de flujo	55
2.6.1.2.2.	Pseudocódigo.....	61
2.6.1.3.	Programación modular	67
2.6.1.4.	Funciones	68
3.	EJEMPLOS DE APLICACIÓN	68
3.1.	MÉTODO DE HUNTER MODIFICADO. PREDIMENSIONAMIENTO ..	73
3.1.1.	Diagrama de flujo pre dimensionamiento	77
3.1.2.	Algoritmo Pre dimensionamiento.....	86
3.2.	DETERMINACIÓN DE LA ENERGÍA MÍNIMA NECESARIA, EN EL MEDIDOR, PARA EL FUNCIONAMIENTO ADECUADO DEL APARATO SANITARIO MAS DESFAVORABLE	90
3.2.1.	Pérdida de energía por fricción (hf)	92
3.2.2.	Pérdida de energía por accesorios (hl)	93

3.2.2.1.	Calculo de pérdidas en accesorios comunes	93
3.2.2.2.	Calculo de pérdidas de energía en medidores	94
3.3.	CALCULO DE CAUDALES EN LA TUBERÍA VERTICAL DE LA EDIFICACIÓN	95
3.3.1.	Calculo de diámetros.....	95
3.3.2.	Perdidas por fricción (hf)	98
3.3.3.	Perdidas de energía por accesorios(h_l).....	99
3.3.4.	Calculo de pérdidas de energía en medidores	100
3.3.5.	Diagrama de flujo tubería vertical.....	101
3.3.6.	Pseudocódigo Tubería vertical.....	109
3.4.	CALCULO DE ACOMETIDA	113
3.4.1.	Algoritmo acometida principal	125
3.5.	EJEMPLO DE DISEÑO DE BAJANTES Y COLECTORES.....	128
3.5.1.	Diagrama de flujo desagües	146
3.5.2.	Pseudocódigo para el programa desagües	157
3.5.3.	Ejemplo de desagüe de aguas lluvias	160
3.5.4.	Diagrama de flujo Aguas Lluvias.....	162
3.5.5.	Pseudocódigo Aguas Lluvias	164
3.6.	EJEMPLO DE DISEÑO DE REDES DE DISTRIBUCIÓN DE GAS....	165
3.6.1.	Diagrama de flujo Instalaciones a Gas	180
4.	CONCLUSIONES	
5.	RECOMENDACIÓN	

LISTA DE TABLAS

TABLA 1 CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO DE LOS APARATOS SANITARIOS – USO PRIVADO	21
TABLA 2 CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO DE LOS APARATOS SANITARIOS – USO PÚBLICO	22
TABLA 3 PÉRDIDAS LOCALES O POR ACCESORIOS.....	24
TABLA 4 CAUDALES RECOMENDADOS PARA MEDIDORES	25
TABLA 5 UNIDADES DE DESCARGA DE ACUERDO A LA NORMA ICONTEC 1500	30
TABLA 6 DISTANCIA MÁXIMA ENTRE LA SALIDA DE UN SELLO DE AGUA Y EL TUBO DE VENTILACIÓN CORRESPONDIENTE	36
TABLA 7 UNIDADES UTILIZADAS COMÚNMENTE EN EL MANEJO DEL GAS NATURAL	38
TABLA 8 CONSUMO DE APARATOS GASODOMÉSTICOS	40
TABLA 9 EQUIVALENCIA ENTRE LAS UNIDADES DE ENERGÍA	43
TABLA 10 EQUIVALENCIA ENTRE LAS UNIDADES DE POTENCIA.....	44
TABLA 11 SIMBOLOGÍA PARA INSTALACIONES RECEPTORAS.....	46
TABLA 12 UNIDADES DE CONSUMO DE ACUERDO A LA NORMA ICONTEC 1500	52
TABLA 13 SIMBOLOGÍA UTILIZADA EN DIAGRAMAS DE FLUJO.....	58
TABLA 14 SÍMBOLOS GRÁFICOS.....	59
TABLA 15 CONSUMOS DE AGUA.....	71
TABLA 16 RANGO DE VALORES DEL DIÁMETRO TEÓRICO, PARA LA ASIGNACIÓN DEL DIÁMETRO COMERCIAL	72
TABLA 17 DIÁMETROS EFECTIVOS DE TUBERÍAS ADOPTADOS	73
TABLA 18 RESULTADOS OBTENIDOS MEDIANTE EL MÉTODO DE HUNTER MODIFICADO.....	75
TABLA 19 CARACTERÍSTICAS DE LA RED DEL APARATO MÁS DESFAVORABLE.....	91
TABLA 20 CÁLCULOS DE LAS PÉRDIDAS DE ENERGÍA POR FRICCIÓN.....	93
TABLA 21 CÁLCULOS DE LAS PÉRDIDAS DE ENERGÍA POR ACCESORIOS.....	94
TABLA 22 CÁLCULOS DE LAS PÉRDIDAS DE ENERGÍA POR FRICCIÓN EN TUBERÍA VERTICAL.....	99
TABLA 23 CÁLCULOS DE LAS PÉRDIDAS DE ENERGÍA POR ACCESORIOS EN TUBERÍA VERTICAL.....	100
TABLA 24 LONGITUDES EQUIVALENTES DE TUBERÍAS RECTAS LE = K1 - K2.....	166
TABLA 25 DIÁMETROS PARA DETERMINAR LA LONGITUD EQUIVALENTE DE LOS ACCESORIOS.....	167
TABLA 26 VALORES DE C PARA LA EXPRESIÓN DE POLE	169
TABLA 27 LONGITUDES DE LA TUBERÍA PARA LA RED DE GAS.....	170

TABLA 28 LONGITUD DE LA TUBERÍAS PARA LOS ENTREPISOS	170
--	-----

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 DISTRIBUCIÓN DE LA PRESIÓN DE DISEÑO	19
FIGURA 2 COMPONENTES DEL SISTEMA DE DESAGÜE Y VENTILACIÓN.....	29
FIGURA 3 DIAGRAMA DE FLUJO	57
FIGURA 4 DISPOSICIÓN DE LOS APARTAMENTOS EN EL PISO.....	69
FIGURA 5 PLANTA TIPO DEL APTO. CON LA UBICACIÓN DE LOS APARATOS SANITARIOS	69
FIGURA 6 VISTA ISOMÉTRICA DE LA RED E IDENTIFICACIÓN DE LOS TRAMOS	70
FIGURA 7: TRAZADO EN PLANTA DE LA RED DE DESAGÜES	129
FIGURA 8 IDENTIFICACIÓN DE LOS TRAMOS.....	130
FIGURA 9 DISTRIBUCIÓN INDIVIDUAL GAS NATURAL BAJA PRESIÓN.....	171

LISTA DE ANEXOS

Anexo A.	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LAS INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS
Anexo B.	MANUAL DEL SOFTWARE
Anexo c.	C.D SOFTWARE DE DISEÑO DE INSTALACIONES HIDROSANITARIAS Y DE GAS EN EDIFICACIONES.

GLOSARIO

Presión de diseño: Es igual a la altura del aparato más alto (desfavorable) o del tanque de la azotea, medida sobre el nivel de la tubería (Ncalle + Profundidad de la tubería) más la pérdida de la carga total en el sistema (por fricción y medidor) más la presión de servicio del aparato más desfavorable (figura 1).

La presión mínima requerida en el aparato más desfavorable es mayor que la presión de diseño, para compensar los descensos de presión que se producen en una red con el tiempo debido al crecimiento poblacional.

Caudal Máximo posible: Se establece con base en la suma de los caudales mínimos requeridos para el funcionamiento adecuado de los aparatos sanitarios. Según la red que se tenga, este caudal se estima como la suma de los caudales requeridos por cada aparato sanitario.

Caudal máximo probable: Es el caudal de un tramo efectivo de la red según el uso normal de los aparatos sanitarios, teniendo en cuenta que no funciona simultáneamente, y se calcula multiplicando el caudal máximo posible por un factor probabilístico (factor de simultaneidad). Este valor es el que se utiliza en el pre dimensionamiento de la red para determinar el diámetro de cada uno de los tramos.

Caudal de consumo diario: Es el caudal de consumo en un día por habitante que presenta un tipo de edificación determinada. La norma hace referencia a estos valores según la edificación y se expresa en L/hab/día.

Este valor es de utilidad para determinar la capacidad del depósito de abastecimiento de una red en aquellos casos en los que la alimentación no se realiza de manera directa.

Unidades de consumo: Se define como el caudal máximo demandado por un lavamanos de tipo privado, por grifo que equivale a un caudal de 1 pie³/min, es decir un factor de seguridad de 2.5 con respecto al caudal mínimo requerido por el mismo aparato para su funcionamiento adecuado.

Válvulas de cheque o retención: Este tipo de válvulas se emplea para evitar el retorno del agua por una tubería, es decir solo el flujo es posible en un solo sentido. Está compuesta por una clapeta fija a un eje horizontal o vertical que se abre al paso del fluido y en caso de que este quiera devolverse se produce su cierre contra un asiento, cerrando totalmente la tubería.

Válvula de paso: este tipo de válvulas se recomienda para todas aquellas aplicaciones en las cuales se requieren una pérdida e carga mínima y un corte rápido del flujo. Su uso es adecuado en instalaciones hidráulicas, neumáticas y de calentamiento, para manejo y control del agua, vapor y otros fluidos.

Válvula de globo: Esta válvula es usada para propósitos de regulación de caudales, está diseñada para abrir y cerrar rápidamente y eficientemente. Se puede operar por largos periodos con un mínimo de mantenimiento.

Medidores: Su función es contabilizar el volumen de agua consumido en un periodo de tiempo, es decir el tiempo transcurrido entre dos lecturas.

Fluido: Se define fluido como toda sustancia capaz de fluir líquidos y gaseosos) y su principal característica es no tener forma propia, pues adquiere la forma del recipiente que lo contiene; esta se deforma continuamente al aplicar un esfuerzo cortante, obviando su magnitud. El esfuerzo cortante con el componente de una fuerza tangencial a una superficie aplicada sobre un área.

Densidad: Se define como su masa por unidad de volumen.

Peso específico: Se define como su peso por la unidad de volumen, y cambia con el lugar por efectos de aceleración de la gravedad.

Densidad relativa: Es la relación existente entre el peso de un fluido y el peso de un volumen igual de agua. Es un parámetro adimensional.

Presión: Es la fuerza por unidad de área.

Viscosidad absoluta: Es una propiedad de fluido y expresa la resistencia al corte ofrecida por el fluido cuando se mueve. Las unidades de la viscosidad absoluta son de fuerza por unidad de tiempo sobre longitud al cuadrado o de la masa por unidad de tiempo.

Viscosidad cinemática: Es la viscosidad absoluta dividida entre la densidad, con el fin de obtener unidades de longitud al cuadrado sobre tiempo.

Longitud equivalente: Consiste en expresar las pérdidas locales en función de una longitud de tubo equivalente (L_e) de igual diámetro para cada uno de los accesorios del sistema, es decir, se busca que se produzca la misma pérdida entre el accesorio en cuestión y el tramo recto de cierta longitud y del mismo diámetro.

Caudal máximo posible: Se establece con base en la suma de los caudales mínimos requeridos para el funcionamiento adecuado de los aparatos sanitarios.

Según la red que se tenga, este caudal se estima como la suma de los caudales requeridos por cada aparato sanitario.

Caudal máximo probable: Es el caudal efectivo de un tramo de la red según uso normal de los aparatos sanitarios, teniendo en cuenta que no funcionan simultáneamente, y se calcula multiplicando el caudal máximo posible por un factor probabilístico (factor de simultaneidad). Este valor es el que se utiliza en el pre dimensionamiento de la red para determinar el diámetro de cada uno de los tramos.

Caudal de consumo diario: Es el caudal de consumo de un día por habitante que presenta un tipo de edificación determinado. La Norma ICONTEC 1500 hace referencia a estos valores según la edificación y se representa en L/hab/día, este valor es la utilidad para determinar la capacidad del depósito de abastecimiento de una red en aquellos casos en los que la alimentación no se realiza de manera directa.

Unidades de abastecimiento o de consumo: La unidad de consumo se define como el caudal máximo demandado por un lavamanos de tipo privado, por grifo, que equivale al caudal de $1 \text{ pie}^3/\text{min}$, es decir, un factor de seguridad de 2,5 con respecto al caudal mínimo requerido por el mismo aparato para el funcionamiento adecuado.

Bajantes: Son tramos verticales por los cuales se conducen las aguas servidas de los ramales horizontales, que son entregados por medio de tees o de yees a 45° , con el fin de reducir las pérdidas de energía, mejorar las condiciones de entrega y así aumentar la capacidad de la tubería.

RESUMEN

En el proyecto en primera instancia se presenta una serie de ejemplos explicativos de cada tema programado, además se realiza su respectivo diagrama de flujo y pseudocódigo. Con base al análisis anterior se procede a realizar la programación en Visual Basic.

Las herramientas con las que se realizó el proceso de este proyecto, fueron las que la Universidad nos ha facilitado, tal como en el estudio de las programaciones, materias que fueron estudiadas al inicio de la carrera, y que han facilitado el desarrollo de este proceso en el área de sistemas, además con los conocimientos adquiridos en el área de Ingeniería Civil, se lleva a cabo el proceso de desarrollo de este software, que permite realizar un análisis de los sistemas hidrosanitarios de manera más rápida.

ABSTRACT

In the first instance the project presents a series of examples explaining each item to be programmed also performed their respective flowchart and pseudocode. Based on the above analysis is necessary to make programming in Visual Basic.

The tools that made the process of this project were that the University has provided, such as in the study of the schedules, subjects were studied at the start of the race, and have facilitated the development of this process in the area of systems, in addition to the knowledge acquired in the area of Civil Engineering, carried out the process of developing this software, which enables an hydrosanitary systems more quickly.

1. INTRODUCCIÓN

Este proyecto fundamentalmente se basa en realizar el análisis de los sistemas hidrosanitarios, para posteriormente llevar los ejemplos de aplicación a un proceso de diseño de diagramas de flujo y pseudocódigo, proceso que permiten realizar una programación de manera adecuada y rápida, para lograr de esta manera la realización de un software que permite de manera fácil y rápida la realización de diseño y análisis de las redes de agua potable y aguas servidas en una edificación.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el análisis del diseño de las instalaciones hidrosanitarias y de gas no se cuenta con una herramienta informática propia desarrollada dentro del alma mater, que permita el estudio, análisis y enseñanza de la conformación y diseño de instalaciones hidráulicas, sanitarias y de gas en edificaciones.

Las opciones y las tecnologías para realizar un correcto y eficiente diseño de este tipo de instalaciones son varias en el medio laboral, sin embargo el costo elevado de este tipo de software imposibilita su adquisición por parte de la universidad de Nariño; Ahora bien si se tiene en cuenta que los docentes capacitan a los estudiantes de tal manera que es posible crear herramientas integrales que permitan la apropiación del conocimiento, es propicio la creación y desarrollo de diferentes alternativas tecnológicas que facilite al docente la enseñanza y permita al futuro profesional desenvolverse en un ambiente que está en continua evolución y cumplir con las expectativas que la sociedad tiene para con el egresado de la Universidad de Nariño.

JUSTIFICACIÓN

Teniendo en cuenta el desarrollo de tecnología que existe en otros países para el desarrollo de software con respecto al diseño de instalaciones hidrosanitarias y de gas en edificaciones, la Universidad necesita incluir el diseño de nuevas tecnologías de informática para el diseño y operación de estas.

El desarrollo de este tipo de proyecto interrelaciona varios programas como son el programa de Ingeniería Civil, Ingeniería de Sistemas, Licenciatura en Informática y Tecnología en Computación, además que la universidad puede contar con su propio software para el diseño de instalaciones hidrosanitarias y a gas que la apropiación de los conceptos, facilitando la enseñanza y las herramientas que

permitirán que la universidad posea mayor credibilidad ya que dentro de ella se estarán desarrollando los programas y no necesita de la adquisición de costosos programas para la enseñanza y la solución de los problemas que se presentan en el diseño de obras.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Crear un algoritmo de cálculo que permita el diseño de instalaciones hidrosanitarias y de gas a través de software.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar y seleccionar la información existente de acuerdo a las metodologías de diseño de las instalaciones hidrosanitarias y de gas en edificaciones, teniendo en cuenta las especificaciones técnicas.
- Construir el algoritmo de cálculo, donde secuencialmente se muestren todos los pasos a seguir para el diseño de instalaciones hidrosanitarias y de gas en edificaciones.
- Transformar la información de los algoritmos en pseudocódigos de programación.
- Realizar ejercicios explicativos para los algoritmos.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. DISEÑO DE SISTEMAS DE SUMINISTRO DE AGUA

El sistema de distribución del suministro de agua para el edificio deberá diseñarse e instalarse de manera que abastezca de agua en todo tiempo a los aparatos y equipo con la mínima cantidad de agua necesaria para obtener un funcionamiento que satisfaga los requisitos de salubridad con presiones y velocidades adecuadas

Requisitos Mínimos de la Norma ICONTEC 1500¹

La norma **ICONTEC NTC 1500** tiene por objeto establecer los requisitos mínimos para garantizar el funcionamiento correcto de los sistemas de abastecimiento de agua potable, los sistemas de desagüe de aguas lluvias y aguas servidas, los sistemas de ventilación y de todos los aparatos y equipos necesarios para el funcionamiento y uso de los sistemas. Así mismo, la norma proporciona las directrices y requisitos mínimos que deben cumplir las instalaciones hidráulicas para garantizar la protección de la salud, seguridad y bienestar público

- La velocidad máxima de diseño será de 2m/seg para tuberías de diámetro inferior a 3" y de 2.5m/seg para diámetros de 3" y mayores.
- Ninguna acometida de suministro de agua tendrá un diámetro menor de ½".
- Cuando la tubería de suministro alimente a un tanque de almacenamiento, se proveerá este de un flotador u otro dispositivo de cierre automático; inmediatamente antes de este se instalara un registro o válvula de compuerta.
- La tubería de suministro de agua deberá de proveerse de un registro o válvula de paso ubicado a continuación del medidor y dentro de la propiedad, de manera que puedas cerrarse el suministro de la edificación.
- Cuando la edificación se abastezca directamente de la red pública deberá de instalarse al menos una válvula de retención (cheque) para evitar el posible refluo del agua.
- Las tuberías se instalaran en forma tal que no debiliten la resistencia de los elementos estructurales.

¹ Rodríguez Díaz Héctor Alfonso. Diseños Hidráulicos, sanitarios y de gas en edificaciones.

- Las tuberías de suministro para los aparatos y los equipos que pertenezcan a un mismo conjunto sanitario, estarán equipadas con una o más válvulas para cerrar el suministro de agua de los aparatos y equipos individuales o el conjunto sanitario servido, sin interferir el suministro a otros conjuntos sanitarios.
- Se permitirá la colocación, en un mismo conducto vertical de las tuberías de aguas negras y lluvia y la tubería de suministro de agua, pero si existe una separación de 20cm entre ellas.
- No se hará interconexión del sistema de suministro de agua potable con el sistema de suministro de agua de desagüe y ventilación. Las tuberías de suministro de agua potable, salidas de agua, válvulas interruptoras de vacío, o aparatos similares, se localizaran de tal manera que eviten la contaminación potencial.
- No se harán conexiones directas del sistema de suministro de agua potable a los siguientes aparatos y equipos Bidets, mesas de operación, bombas usadas para agua no potable, esterilizadoras, aspiradoras, sifones de agua.

Etapas en el diseño de la red de suministro²

1. Insumos: plano arquitectónico de la edificación (con los puntos hidráulicos y sanitarios).
2. Trazado de la red:
 - a. Trazar la red abierta de menor longitud
 - b. Se debe hacer cambio de dirección a 90°
 - c. El trazado se hace desde el punto (aparato) más alejado de la vivienda hasta el suministro
 - d. Se sigue el trazado de las divisiones de la edificación
 - e. Trazar la red de tal forma que se pueda aislar por baterías sanitarias (cocina, baños, patios, etc.), colocar válvula a la entrada de cada batería
 - f. Adquirir la información con la cual se va a diseñar la red (presiones de la red pública, variaciones de caudal)

² Rodríguez Díaz Héctor Alfonso. Diseños Hidráulicos, sanitarios y de gas en edificaciones. Pág. 81

- Si la presión disponible en la red de suministro es insuficiente, se proveerá de un sistema de bombeo y tanque alto de suministro, de tal forma que se satisfaga las presiones requeridas para cada uno de los artefactos
- Cuando la presión sea mayor de la equivalente a una columna de agua de 45m se dispondrá de válvulas reductoras de presión o tanques de quiebre de presión para controlar el golpe de ariete y los ruidos en la red de la tubería
- La presión mínima de diseño de redes de acueducto es de 10m y la máxima es de 50m

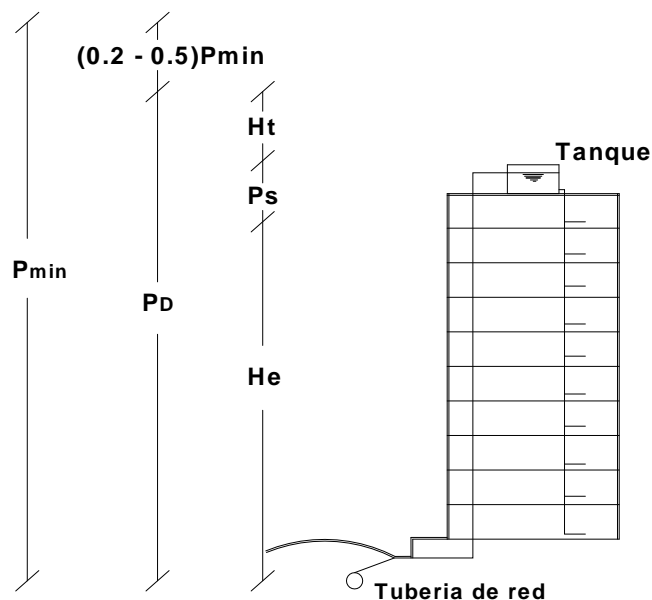


Figura 1 Distribución de la presión de diseño³

PD: Presión de diseño

³ Salazar Cano Roberto. Instalaciones Hidrosanitarias en edificios. Pág. 41

- **$P_{min} = PD + (0.2 - 0.5)P_{min}$** (ver figura 1)

0.2: Zonas saturadas

0.5: Zonas en desarrollo

$$P_{min} = \left(\frac{PD}{1 - (0.2 - 0.5)} \right)$$

He: Altura estática

Ps: Presión de servicio del aparato más desfavorable

Ht: Pérdidas totales (perdidas por medidor + perdidas por accesorios + perdidas por fricción)

Hf: Pérdidas por fricción totales

Hm: Pérdidas en medidor

Hf: Pérdidas por fricción a lo largo del tubo

Ha: Pérdidas por aditamentos

Para el planteamiento de la ecuación de energía entre el punto de suministro (medidor) y el punto de descarga del aparato más desfavorable, el nivel de referencia (cero) coincidirá con la cota del medidor.

$$Z_s + P_s + (V_s^2)/2g = Z_k + P_k + (V_k^2)/2g + (h_f + h_l) \quad 4$$

Si $Z_s = 0$

$$P_s = Z_k + P_k + \Sigma h_f + \Sigma h_l$$

Dónde:

h_f: Pérdidas de energía por fricción.

h_l: Pérdidas de energía por accesorios

Z_s: Nivel del medidor con respecto a un nivel de referencia.

Z_k: Nivel del aparato más desfavorable con respecto a un nivel de referencia.

Ps: Presión en el medidor. Para garantizar la presión de servicio y caudal de servicio del aparato más desfavorable.

Pk: Presión de servicio del aparato más desfavorable.

⁴ Apuntes de Instalaciones Hidráulicas. Hernán Gómez

NOTA: $P_{min} > P_{red}$, se diseña otro sistema de abastecimiento diferente al de suministro directo.

Tabla 1 Condiciones de funcionamiento de los aparatos sanitarios – uso privado⁵

APARATOS	Q _{min.} (lps)	Q recomendada (lps)	Presión mínima (m.c.a)	Presión recomendada (m.c.a)	U.D.C	Diámetro alimentación
Bañera	0,3	0,35	2	7	1,5	3/4"
Bebedero	0,1	0,15	2,5	7	1	1/2"
Bidet	0,1	0,15	3	7	0,8	1/2"
Calentador Eléctrico	0,3	0,45	2	7	--	3/4"
Ducha	0,2	0,3	1,5	7	1,5	1/2"
Inodoro tanque	0,3	0,35	2	7	3	1/2"
Lavadero	0,2 – 0,3	0,3 – 0,45	2	7	1,5	1/2"
Lavamanos	0,2	0,3	2	7	0,8	1/2"
Lavaplatos	0,25 – 0,3	0,4 – 0,45	2	7	2	1/2"
Manguera de jardín	0,25 – 0,3	0,4 – 0,45	10	10	2,5 – 3	3/4"
Orinal sencillo	0,15	0,25	2	7	3	1/2"
Vertedero	0,2	0,3	2	7	2	1/2"

⁵ Rodríguez Díaz Héctor Alfonso. Diseños Hidráulicos, sanitarios y de gas en edificaciones. Pág. 29

Lavadora	0,25 – 0,3	0,4 – 0,45	2	7	2	½"
----------	---------------	------------	---	---	---	----

Tabla 2 Condiciones de funcionamiento de los aparatos sanitarios – uso público⁶

APARATOS	Q min (lps)	Q recomendada (lps)	Presión mínima (m.c.a)	Presión recomendada (m.c.a)	U.D. C	Diámetro alimentación
Bebedero	0,1	0,15	2,5	7	1	½"
Ducha	0,2	0,3	1,5	7	1,5	½"
Inodoro de fluxómetro	1 – 2 – 2,5	---	7 a 14	14		1" – ¼" – 1 ½"
Lavamanos	0,2	0,3	2	7	1,5	½"
Lavaplatos	0,25 – 0,3	0,4 – 0,45	2	7	2	½"
Orinal Fluxómetro	1 a 2	---	5 a 10	10	5	¾"
Vertedero	0,2	0,3	2	7	2	½"

PERDIDAS EN EL CALCULO DE LA RED DE SUMINISTRO

1. Perdidas de energía por fricción⁷

⁶ Rodríguez Díaz Héctor Alfonso. Diseños Hidráulicos, sanitarios y de gas en edificaciones. Pág. 29

⁷ Rodríguez Díaz Héctor Alfonso. Diseños Hidráulicos, sanitarios y de gas en edificaciones. Pág. 180.

La pérdida de energía por fricción es la debida al rozamiento del fluido con las paredes de la tubería. Esta pérdida continúa en la dirección del flujo y puede ser considerable en tramos largos y despreciables en tramos cortos.

Para la determinación de las pérdidas por fricción (h_f), se utiliza la siguiente ecuación deducida por Rafael Pérez Carmona, y obtenida para tubería PVC, considerada la tubería lisa.

$$h_f = \frac{0,1066 * V^{1,79} * \nu^{0,21} * L}{D^{1,21} * g}$$

$$g = 9,8 \text{ m/seg}^2$$

$$v = \frac{0,00000178}{(1 + T^\circ * 0,07) + (0,000221 * T^{\circ 2})} \quad 8$$

Donde

V: Velocidad en m/seg.

L: Longitud del tramo (Horizontal + vertical (si existe) en metros.

D: Diámetro de la tubería en metros.

ν : Viscosidad del agua en m^2/seg .

h_f : Pérdidas por fricción en metros.

g: Gravedad

2. Pérdidas locales o por accesorios⁹

Es la pérdida en una región cercana al sitio donde se presenta cambio en la geometría del conducto o cambio en la dirección del flujo.

⁸ Apuntes de clase de Hidráulica. Hernán Gómez

⁹ Rodríguez Díaz Héctor Alfonso. Diseños Hidráulicos, sanitarios y de gas en edificaciones. Pág. 58.

Tabla 3 Pérdidas locales o por accesorios¹⁰

Accesorios	K
Codo 90°	0,9
Tee salida lateral	0,9
Tee salida bilateral	2,0
Tee paso directo	0,15
Válvula de check	2,5
Válvula de compuerta	0,25
Válvula de cierre rápido	7,7
Reducción ¾" – ½"	0,3
Reducción 1" – ¾"	0,3

$$h_l = K \frac{V^2}{2 * g}$$

Dónde:

Hl: Son las perdidas locales o por accesorios

V: Velocidad del agua en m/seg

G: Gravedad igual a 9,8m²/seg

K: Coeficiente de perdidas locales (Ver

Tabla 3 Pérdidas locales o por accesorios)

3. Perdidas de carga en medidores¹¹

¹⁰ Rodríguez Díaz Héctor Alfonso. Diseños Hidráulicos, sanitarios y de gas en edificaciones. Anexos Pág.211

¹¹ Rodríguez Díaz Héctor Alfonso. Diseños Hidráulicos, sanitarios y de gas en edificaciones. Pág. 59

La pérdida de carga en medidor depende del tipo de medidor –volumétrico (de disco) o de velocidad.

Para calcular las pérdidas de energía en medidores de velocidad o de volumen es necesario tener en cuenta que los caudales máximos que pueden medir los contadores y dependen del diámetro de la tubería de alimentación del mismo. Como regla general se recomienda los siguientes valores:

Tabla 4 Caudales recomendados para medidores¹²

Diámetro entrada mm	Máx. recomendable
mm	M ³ /h
15	3
20	5
30	10
40	20
50	30

Las pérdidas de energía son función del diámetro que alimenta al medidor y se recomienda que estas no superen los 10 m.c.a, en cuyo caso es necesario seleccionar el medidor con un diámetro mayor.

Medidores de velocidad¹³

$$h_m = \frac{0,566 * V^{1,8357}}{D^{0,1394}}$$

Dónde:

V: Velocidad (m/seg)

D: Diámetro del medidor (pulg)

Hm: perdida de carga (m.c.a)

¹² Rodríguez Díaz Héctor Alfonso. Diseños Hidráulicos, sanitarios y de gas en edificaciones. Pág. 60

¹³ Rodríguez Díaz Héctor Alfonso. Diseños Hidráulicos, sanitarios y de gas en edificaciones. Pág. 61

Perdidas de energía en función del diámetro y caudal del sistema

$$h_m = \frac{1,97 * Q^{1,8357}}{D^{3,8108}}$$

Dónde:

Q: Caudal (lps)

D: Diámetro del medidor (pulg)

Hm: pérdida de carga (m.c.a)

*Medidores de volumen*¹⁴

$$h_m = \frac{0,5318 * V^{1,9959}}{D^{0,254}}$$

Dónde:

V: Velocidad (m/seg)

D: Diámetro del medidor (pulg)

Hm: pérdida de carga (m.c.a)

Perdidas de energía en función del diámetro y caudal del sistema

$$h_m = \frac{2,0655 * Q^{1,9959}}{D^{3,7374}}$$

Dónde:

Q: Caudal (lps)

D: Diámetro del medidor (pulg)

Hm: pérdida de carga (m.c.a)

2.2. SISTEMAS DE DESAGÜES¹⁵

El desagüe de una edificación es el conjunto de tuberías, canales, accesorios y demás estructuras que evacúan la descarga de aguas servidas y aguas lluvias en

¹⁴ Rodríguez Díaz Héctor Alfonso. Diseños Hidráulicos, sanitarios y de gas en edificaciones. Pág. 61

¹⁵ Rodríguez Díaz Héctor Alfonso. Diseños Hidráulicos, sanitarios y de gas en edificaciones. Pág. 121.

una edificación y cuyo destino final serán las redes de alcantarillado del lugar, red de aguas sanitarias y red de aguas lluvias.

Las características del sistema más importantes a tener en cuenta son:

- El transporte de las aguas servidas se debe realizar en flujo a superficie libre ya que la energía de evacuación de este tipo de aguas es muy pequeña.
- Los conductos utilizados para este tipo de transporte deben ser cerrados y de sección circular satisfaciendo las condiciones de descarga (caudal y velocidad) de todos los aparatos sanitarios de una edificación.
- La red usada en el sistema de desagüe sanitario debe aislarse completamente y no debe estar en contacto con el medio ambiente para evitar todo tipo de contaminación.
- Es necesario que la conducción del agua se haga con una presión igual a la presión atmosférica y para efectos de diseño se supone condiciones uniformes de flujo.
- Con el fin de prevenir problemas como el sifonamiento inducido (se pierde momentáneamente o definitivamente el sello hidráulico al ocurrir un flujo por alguna parte del sistema lo que genera fluctuaciones de presión), el de autosifonamiento (pérdida parcial del sello hidráulico por la entrada de aire en la tubería a causa del mismo aparato sanitario), y el de los malos olores, debe existir un sello hidráulico en cada uno de los puntos de inicio.
- Un sistema de evacuación de aguas servidas se conforma por tramos de tuberías relativamente horizontales denominadas ramales, y tramos verticales o bajantes.

Condiciones que debe cumplir la red de saneamiento:

- Evacuar rápidamente las aguas alejándolas de los aparatos sanitarios.
- Impedir el paso del aire, olores y microbios de las tuberías al interior del edificio.
- Las tuberías deben ser impermeables al agua, gas y aire.
- Las tuberías serán duraderas e instaladas de modo que los ligeros movimientos de la edificación no den lugar a pérdidas.

- El material de las tuberías deben resistirse a la acción corrosiva de las aguas vertidas en ellas.

La red de evacuación debe llevar las aguas residuales, fecales y pluviales hasta la acometida de la red de alcantarillado, la fosa séptica, el pozo de filtración o el equipo depurador.

Elementos básicos

El sistema de desagües está formado por tres redes básicas que son:

1. La red de desagüe de aguas negras.
2. La red de ventilación de aguas negras.
3. La red de desagües de aguas lluvias.

El sistema de desagües tanto de aguas negras como de aguas lluvias está compuesto por el desagüe final, conjunto de bajantes, ramales de desagüe, ramales de descarga (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

- *Ramales de descarga:* Tubería que recibe directamente los efluentes de aparatos sanitarios.
- *Ramal de desagüe:* Tubería que recibe el efluente del ramal de descarga.
- *Bajantes:* Tubería vertical que recibe y conduce aguas negras y lluvias.
- *Desagüe final:* Tramo de tubería horizontal o de poca pendiente que recibe el agua de los bajantes y la caja final.

La red de ventilación está compuesta por tubos de ventilación principal, secundaria e individual.

- *Tubo de ventilación principal:* Tubo ventilador que tiene una extremidad abierta encima del techo del edificio.
- *Tubo de ventilación secundaria:* Tubo que lleva conectado su extremo superior a un tubo de ventilación principal, a una columna de ventilación o a otro tubo de ventilación secundario.
- *Tubo de ventilación Individual:* Tubo de ventilación secundario que sirve a un solo aparato sanitario.

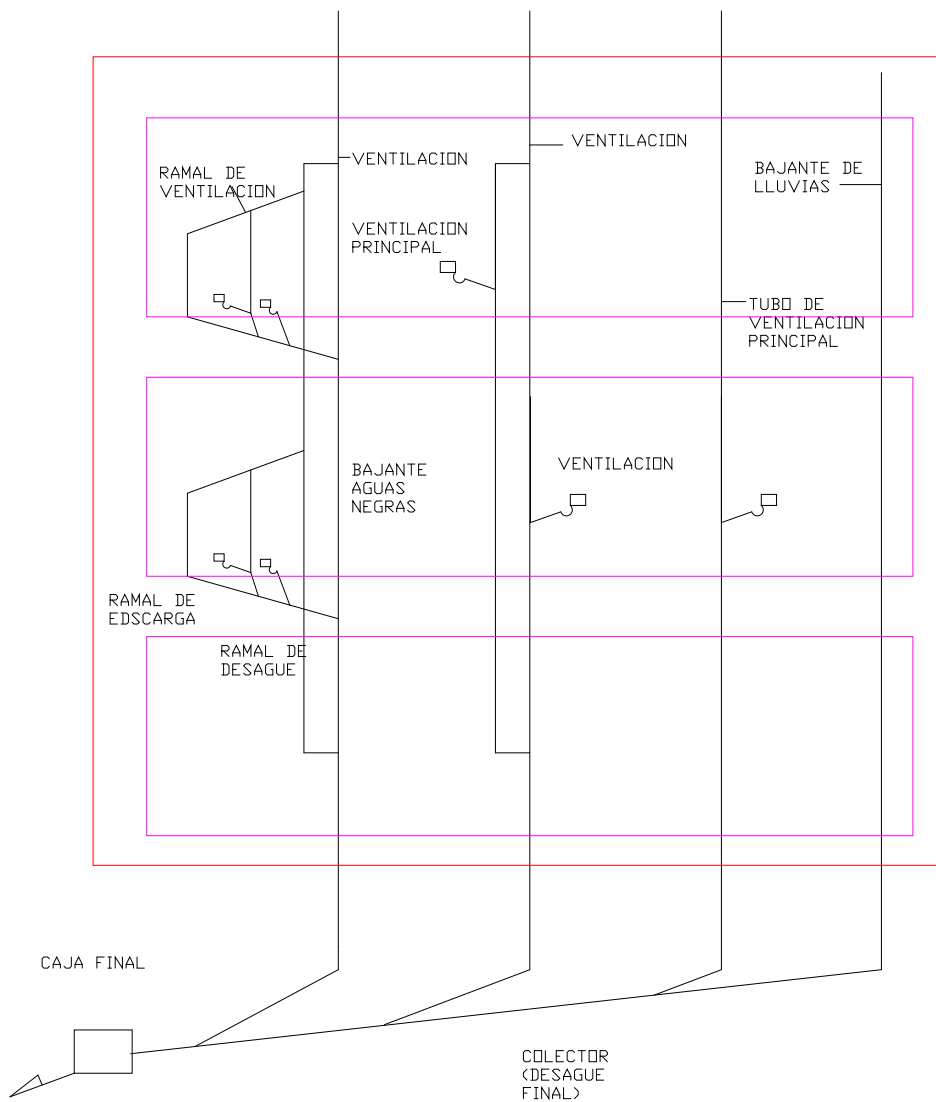


Figura 2 Componentes del sistema de desagüe y Ventilación

Tabla 5 Unidades de descarga de acuerdo a la norma ICONTEC 1500¹⁶

<i>Aparato</i>	<i>Diámetro (pulg.)</i>	<i>U.D</i>
Bañera	1 ½ – 2	2- 3
Bidet	1,5	1
Ducha Privada	2	2
Ducha Publica	2	3
Lavadero	1,5	2
Inodoro Tanque	3 -4	3
Inodoro Fluxómetro	4	8
Lavaplatos	2	1
Lavaplatos con triturador	2	3
Fuente de agua potable	1	1 -2
Lavamanos	1 ½ – 2 ½	1-2
Orinal Tanque	1 ½	2
Orinal Fluxómetro	3	8
Orinal de pared	2	2
Cuarto de baño con sanitario tanque	-	3
Cuarto de baño con sanitario fluxómetro	-	6

¹⁶ Rodríguez Díaz Héctor Alfonso. Diseños Hidráulicos, sanitarios y de gas en edificaciones. Pág.123

Se han propuesto ecuaciones para el cálculo del caudal máximo probable en el diseño de los bajantes y de esta manera reemplazar los datos dados en tablas

- **Caudal de diseño para aparatos sanitarios sin fluxómetro para U.D hasta 240¹⁷**

$$Q_D = 0,1163 * U.D^{0,6875} \quad \text{Ecuación de Díaz Rodríguez}$$

Donde Q_D : en l/seg.

- **Caudal de diseño para aparatos sanitarios con fluxómetro para U.D hasta 240¹⁸**

$$Q_D = 0,7243 * U.D^{0,384} \quad \text{Ecuación de Díaz Rodríguez}$$

Donde Q_D : en l/seg.

- **Caudal de diseño para aparatos sanitarios sin fluxómetro para U.D entre 240 y 1000**

$$q = 0,1163 * U.D^{0,6875} \quad \text{Ecuación de Díaz Rodríguez}$$

Donde Q_D : en l/seg.

- **Caudal de diseño para aparatos sanitarios con fluxómetro para U.D entre 240 y 1000**

$$q = 0,7243 * U.D^{0,384} \quad \text{Ecuación de Díaz Rodríguez}$$

Donde Q_D : en l/seg.

¹⁷ Rodríguez Díaz Héctor Alfonso. Diseños Hidráulicos, sanitarios y de gas en edificaciones. Pag.94

¹⁸ Rodríguez Díaz Héctor Alfonso. Diseños Hidráulicos, sanitarios y de gas en edificaciones. Pag.94

- **Diámetro del bajante (Db)¹⁹**

$$D_b = \left(\frac{Q_D * n}{0,01737 * r^{5/3}} \right)^{3/8}$$

Donde

Q_D: Caudal de diseño en l/seg

n= 0,001

r = 7/24

Db: Diámetro del bajante en pulgadas, para pisos mayores a 3, el diámetro mínimo es de 4"

Ecuaciones para el diseño de colectores²⁰

El caudal de diseño corresponde al que entrega el bajante

- **Área a tubo lleno**

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

Donde

D: Diámetro del colector en metros

A: Área en m²

- **Radio Hidráulico a tubo lleno**

$$R_h = \frac{D}{4}$$

Donde

¹⁹ Apuntes de Instalaciones Hidrosanitarias. Hernán Gómez

²⁰ Apuntes Instalaciones Hidrosanitarias. Hernán Gómez

R_h : Radio hidráulico en metros

- **Caudal a tubo lleno**

$$Q = \frac{A * (R_h)^{2/3} * S^{1/2}}{n}$$

Donde

R_h : Radio hidráulico en metros

A: Área en m^2

S: Pendiente

n: Manning

Q: Caudal a tubo lleno en m^3/seg

- **Velocidad a tubo lleno**

$$V_o = \frac{Q}{A}$$

Donde

A: Área en m^2

Q: Caudal a tubo lleno en m^3/seg

V_o : Velocidad a tubo lleno en m/seg

Relaciones hidráulicas a tubo parcialmente lleno

$$K_f = \frac{\pi}{4^{5/3}} * \frac{Q_D}{Q}$$

Donde

Q_D : Caudal de diseño en l/seg

Q: Caudal a tubo lleno en l/seg

: en radianes

$$\Delta = 4,084 * K_f^{3/13} \left\{ 1 + 2,03 \left(\text{sen}^{-1} [3,08 * K_f] \right)^{0,428} - 2,7 * K_f^{0,423} \right\}$$

- **Radio Hidráulico**

$$R_h = \frac{D}{4} * \frac{\Delta - SEN\Delta}{\Delta}$$

Donde

D: Diámetro del colector en metros
 : en radianes

R_H: Radio hidráulico en metros

- **Profundidad Hidráulica**

$$H = \frac{D}{8} * \frac{\Delta - SEN\Delta}{SEN(\Delta/2)}$$

Donde

D: Diámetro del colector en metros
 : en radianes

- **Esfuerzo cortante medio**

$$= \text{densidad} * R_H * S$$

- Velocidad del tubo parcialmente lleno

$$V_r = V_0 * \left(\frac{q}{Q}\right) * \left(\frac{2 * \pi}{\Delta - SEN\Delta}\right)$$

- Diámetro del bajante

$$D_b = \left(\frac{Q_d * n}{0,01737 * r^{5/3}}\right)$$

Parámetro de diseño.

- Esfuerzo Cortante medio $> 1,5 \text{ N/m}^2$ ---- O.K
- Relación de profundidad H / D_o 75%
- La velocidad real debe ser mayor a $0,45 \text{ m/seg}$

2.3. SISTEMAS DE VENTILACIÓN²¹

La red de ventilación cumple con la función de establecer una comunicación entre las tuberías de desagüe y el aire exterior. Están constituidas por una serie de tuberías que acometen a la red de desagüe cerca de los sifones, estableciendo una comunicación con el aire exterior; consta de las derivaciones que enlazan a los aparatos con la columna de ventilación.

Requerimientos de la Norma ICONTEC 1500 para Sistemas de Ventilación

- Los tubos de ventilación tendrán una pendiente uniforme no menos de 1%, en forma tal que el agua que pudiere condensarse en ellos escurra a un conducto de desagüe o bajante.
- Los tubos de ventilación conectados a un sistema horizontal de desagüe, se orientaran verticalmente o en ángulo no menor de 45° , hasta una altura mínima de 15 cm, por encima del nivel de rebose de las piezas que esos tubos ventilan antes de extenderse horizontalmente.
- Los tramos horizontales de la tubería de ventilación tendrán una altura no menor de 15 cm por encima de la línea de rebose de la pieza sanitaria más alta que esa tubería ventila.
- La pendiente del tramo horizontal de desagüe entre el sifón de un aparato y el tubo vertical de desagüe no será mayor de 2%, para reducir las posibilidades del sifonaje, con excepción de los sanitarios y similares.
- La distancia máxima (L), entre la salida de un sifón y el tubo de ventilación correspondiente, estará de acuerdo con lo especificado en la Tabla 6 Distancia máxima entre la salida de un sello de agua y el tubo de

²¹ Rodríguez Díaz Héctor Alfonso. Diseños Hidráulicos, sanitarios y de gas en edificaciones.

ventilación correspondiente. Esta distancia se medirá a lo largo del conducto de desagüe desde la salida del sello de agua hasta la entrada del tubo de ventilación y no podrá ser menor del doble del diámetro del conducto de desagüe.

Tabla 6 Distancia máxima entre la salida de un sello de agua y el tubo de ventilación correspondiente²²

DIÁMETRO DEL CONDUCTO DEL DESAGÜE DE LA PIEZA		DISTANCIA MAX ENTRE EL SELLO DE AGUA Y EL TUBO DE VENTILACIÓN
<i>cm</i>	<i>Pulg.</i>	<i>M</i>
3,18	1 ¼"	0,75
3,81	1 ½"	1,1
5,08	2"	1,5
7,62	3"	1,8
10,16	4"	3

- Todo bajante de aguas negras podrá prolongarse al exterior, sin disminuir su diámetro, para llenar los requisitos de ventilación. En el caso de que el bajante termine en una terraza accesible o utilizada para cualquier fin, se prolongara por encima del piso hasta una altura no menor de 1.8m; Cuando al cubierta del edificio sea un techo o una terraza inaccesible el bajante será prolongado por encima de el en forma tal que no quede expuesto a inundación. La prolongación no puede ser inferior a 15cm.
- La boca de un bajante en ningún caso podrá quedar a menos de 0.60 m por encima de una entrada del aire, puerta o ventana.

²² Rodríguez Díaz Héctor Alfonso. Diseños Hidráulicos, sanitarios y de gas en edificaciones.

- La junta entre el bajante y la cubierta del techo o terraza se hará a prueba de filtraciones.
- Será obligatoria la Instalación de un tubo principal de ventilación en todo bajante de aguas negras que reciba la descarga de ramales de desagüe de dos o más pisos y cuyos ramales requieran ventilación.

2.4. INSTALACIONES DE GAS²³

Gas natural: Se denomina gas natural a la mezcla de hidrocarburos gaseosos en la que predomina fundamentalmente el metano (en proporción superior al 80 %), que se encuentra en la naturaleza en yacimientos subterráneos, bien solo o bien compartiendo los mismos con petróleo.

Gracias a sus ventajas económicas y ecológicas, el gas natural resulta cada día más atractivo para muchos países. Las características de este producto, como por ejemplo su reducido intervalo de combustión hacen de esta fuente de energía una de las más seguras del momento.

El gas natural presenta una ventaja competitiva frente las otras fuentes de energía, pues solamente alrededor del 10% del gas producido se pierde antes de llegar al consumidor final. Además los avances tecnológicos mejoran constantemente la eficacia de las técnicas de extracción, de transporte y de almacenamiento, así como el rendimiento energético de los equipos que funcionan con el gas natural.

Adicionalmente, se le considera uno de los combustibles fósiles más respetuosos con el medio ambiente, su ventaja en materia ambiental en comparación con el carbón o con el petróleo reside en el hecho de que las emisiones de dióxido de azufre son ínfimas y que los niveles de óxido nitroso y de dióxido de carbono son menores. Una mayor utilización de esta fuente de energía permitirá, en particular limitar los impactos negativos sobre el medio ambiente, tales como la lluvia ácida, el deterioro de la capa de ozono o los gases que produce el efecto invernadero.

Características Técnicas

²³ www.uib.es/facultat/ciencias/prof/victor.martinez/assignatures/instal/material/RIGLO.pdf -

El gas natural es incoloro, inodoro, insípido, sin forma particular y más ligero que el aire. Por razones de seguridad, se le añaden mercaptan, un agente químico que le da un olor característico, con el propósito de detectar una fuga de gas.

El gas natural se considera un combustible limpio. En su forma comercializada casi no contiene azufre y virtualmente no genera dióxidos de azufre (SO₂). Sus emisiones de dióxido de nitrógeno (NO) son menores que las producidas por el petróleo o el carbón.

En general, las unidades usadas más comúnmente en su transporte y utilización son el caudal, la presión, el poder calorífico y la potencia de cada aparato que emplea el gas como fuente de energía.

Tabla 7 Unidades utilizadas comúnmente en el manejo del gas natural²⁴

DIMENSIÓN	UNIDAD
Caudal	M ³ /hora
Presión	Bar, mbar, psi
Poder Calorífico	BTU/ pie ³
Potencia de los aparatos	BTU/h

Características de una red de gas domiciliaria

El gas se debe distribuir en viviendas mediante medidores, que pueden ser húmedos, de aceite o de campanas y cámara volumétrica; estos se llaman medidores ordinarios, que son aquellos que dan paso al gas marcando el consumo que se ha de pagar.

Los medidores de todos los pisos de un edificio se agrupan y forman una batería que se ubica en la planta baja o el sótano.

La red de distribución se une, mediante la acometida, a las instalaciones receptoras, que son las que conducen el gas por la tubería con sus respectivos accesorios y elementos y que finalmente distribuyen el gas a los diferentes aparatos.

En general, puede decirse que una instalación para gas está compuesta de:

²⁴ Rodríguez Díaz Héctor Alfonso. Diseños Hidráulicos, sanitarios y de gas en edificaciones. Pag.148.

1. Ramal exterior o acometida: va desde la tubería principal de distribución urbana hasta el interior de la pared de la fachada que delimita la edificación que se quiere abastecer y termina una válvula de paso puesta por la compañía suministradora de gas en una caja que debe estar empotrada en la pared o en el suelo. El ramal exterior lo ejecuta la compañía suministradora del gas.
2. Red Interna: Es el conjunto de ramales, accesorios y equipos que conforman la red de suministro del inmueble desde el medidor hasta el interior de la red.
 - a. Ramal Interior: Va desde la fachada hasta la batería de medidores. Se debe instalar en tuberías de plomo, cobre o hierro galvanizado en un canal protegido y ventilado convenientemente para evitar el peligro de explosión por acumulaciones de gas en caso de fugas.
 - b. Batería de medidores: Se debe instalar en el sótano o en la planta baja, en un lugar de fácil acceso desde la portería o desde la entrada principal de la edificación y que reúna las debidas condiciones de higiene, ventilación y seguridad. Se ha de instalar independiente y lejos de maquinaria (eléctrica), calderas, etc. La Instalación de la batería consta de un montante, continuación del ramal interior, con un máximo de tres derivaciones horizontales, correspondientes a otros estantes para el apoyo de los medidores, separados de la pared 5 cm para el paso de los tubos.

El montante y las derivaciones horizontales se deben construir en hierro galvanizado y las entradas y salidas de medidores deben ser de cobre.

La capacidad de los medidores y los diámetros requeridos para el montante de baterías y las derivaciones horizontales dependen de la categoría de las instalaciones y el número de viviendas de la edificación.

- c. Centro de medición: Es el conjunto conformado por los equipos y elementos requeridos para efectuar la regulación, control y medición de suministros de gas para uno o varios usuarios.
- d. Montantes: Son las tuberías que van desde el contador hasta el piso correspondiente. Pueden ser de plomo, hierro galvanizado o cobre. Las uniones de tubería y accesorios se tienen que hacer con soldadura. Se deben evitar las condiciones eléctricas y de gas, así como aislarlas convenientemente si el cruzarlas es inevitable.

- e. Instalaciones Interiores: Se debe usar preferiblemente tubo de cobre, con los diámetros que se determinan. También pueden hacerse en tubería de hierro galvanizado o de latón, si la importancia decorativa de la vivienda así lo requiera. Las tuberías irán soldadas y aisladas de toda clase de condiciones, especialmente de las eléctricas. Se deben montar con una pequeña pendiente para evitar la acumulación del agua de condensación y proveerlas de tubos de protección en los pasos de los muros.

El empalme a los aparatos de consumo se debe hacer, si es posible, con tubo de cobre, hierro galvanizado o de latón. En las cocinas, baños y demás habitaciones donde se produzca combustión y en general en todos aquellos sitios por donde pasen tuberías de gas, se debe procurar tener una ventilación eficiente.

Para la determinación de los diámetros necesarios para las tuberías que forman la instalación hay que tener en cuenta el consumo horario máximo de los aparatos y la pérdida de carga admisible (Tabla 8 Consumo de aparatos gasodomésticos)

Tabla 8 Consumo de aparatos gasodomésticos²⁵

APARATO	CONSUMO			
	M3/h	Kcal/h	BTU/h	W(j/h)
Estufa	0,58	5654	22400	23,3 x 10 ⁶
Horno	0,31	3029	12	12, x 10 ⁶
Horno	0,51	5048	20	21,10 x 10 ⁶
Calentador 20G	0,4	6310	25000	26,37 x 10 ⁶
Calentador 30G	0,77	7572	30	31,64 x 10 ⁶
Calentador 50G	1,29	12620	50	52,74 x 10 ⁶
Calentador 120G	1,8	17668	70	73,84 x 10 ⁶
Secadora	0,90	8834	35	36,93 x 10
Secadora	1,35	13251	52500	55,38 x 10
Aire Acondicionado	1,80	17668	70	73,84 x 10 ⁶

Unidades de medida utilizadas²⁶

²⁵ Carmona Pérez Rafael. Agua, desagües y gas para edificaciones. Pág. 344.

Unidades de longitud, superficie y volumen.

Las unidades de longitud, superficie y volumen normalmente utilizadas en el diseño y construcción de instalaciones receptoras y en la ubicación y conexión de los aparatos a gas son las siguientes:

Unidades de longitud (Metro (m)): Longitud de tramos de instalación, distancias en la ubicación de aparatos y ventilaciones.

Centímetro (cm): Distancia de tuberías de gas a otros servicios, ubicación de aparatos y ventilaciones.

Milímetro (mm): Diámetros de tuberías, elementos o accesorios y espesor de las tuberías.

Pulgada (“): Diámetros de tuberías y diámetros de roscas de elementos y accesorios (llaves, contadores, reguladores, etc.)

Unidades de superficie

Centímetro cuadrado (cm²): Para la definición de superficies de ventilación de recintos, de entradas y salidas de aire y de salida de productos de la combustión.

Metro cuadrado (m²): Para la definición de superficies de recintos.

Unidades de volumen

Metro cúbico (m³): Para la medición de consumos de gas y para la definición de locales en los que se instalan aparatos a gas.

Litro (l): Para expresar el volumen de una instalación receptora.

Unidades de caudal másico y volumétrico

Las unidades de caudal másico y volumétrico normalmente utilizadas en el diseño y construcción de instalaciones receptoras y en la ubicación y conexión de los aparatos son las siguientes:

Unidades de caudal másico

²⁶ <http://www.uib.es/facultat/ciencias/prof/victor.martinez/assignatures/instal/material/RIGLO.pdf> -

Kilogramo/hora (kg/h): Para expresar el consumo de los aparatos a gas.

No es una unidad normalmente utilizada para el gas natural.

Unidades de caudal volumétrico

Metro cúbico/hora (m³/h): Para expresar el consumo de los aparatos a gas y el caudal circulante por los tramos de una instalación receptora de gas en unas condiciones de referencia determinadas.

Litro/hora (l/h): Para expresar el consumo de pequeños quemadores y para expresar los caudales de fuga de una instalación receptora en unas condiciones de referencia determinadas.

Litro/minuto (l/min): Para expresar el caudal de agua suministrado por aparatos a gas de producción de agua caliente sanitaria.

Unidades de presión: Los tramos de las instalaciones receptoras están clasificados en función de la presión que se disponga en los mismos. La clasificación de los tramos de instalación por presiones es la siguiente:

Alta presión: Superior a 4 bar efectivos (o relativos).

Media presión B: Comprendida entre 0,4 y 4 bar efectivos (o relativos).

Media presión A: Comprendida entre 0,05 y 0,4 bar efectivos (o relativos).

Baja presión: inferior o igual a 0,05 bar efectivos (o relativos).

Las instalaciones alimentadas en alta presión son principalmente instalaciones industriales, normalmente de gran capacidad, y no son objeto del presente manual.

Las unidades normalmente utilizadas para cada escalón de presión son las siguientes:

Tramos en media presión B: Se utiliza el bar y el kilogramo por centímetro cuadrado (kg/cm²).

Tramos en media presión A: Se utiliza principalmente el bar o el milibar (mbar), pero también suele utilizarse el kilogramo por centímetro cuadrado (kg/cm²), y el milímetro de columna de agua (mm cda).

Tramos en baja presión: Se utiliza principalmente el milibar (mbar), aunque también se utiliza el milímetro de columna de agua (mm cda).

Unidades de energía y potencia. Las unidades de energía y potencia normalmente utilizadas son las siguientes:

- **Unidades de energía:** Las unidades de energía normalmente utilizadas son las siguientes:
 - Mega Julio (MJ)
 - Kilocaloría (43cal)
 - Termia (te)
 - Kilovatio-h (kWh)

Tabla 9 Equivalencia entre las unidades de energía²⁷

	MJ	te	kcal	kWh
MJ	1	0,2389	238,9	0,2778
te	4,186	1	10 ³	1,163
kcal	4,186.10 ⁻³	10 ⁻³	1	1,163.10 ⁻³
kWh	3,6	0,86	860	1

- **Unidades de potencia.** Las unidades de potencia normalmente utilizadas son las siguientes:
 - Kilocaloría/hora (43cal/h)
 - Termia/hora (te/h)
 - Kilovatio (kW)

²⁷ <http://www.uib.es/facultat/ciencias/prof/victor.martinez/assignatures/instal/material/RIGLO.pdf> -

Tabla 10 Equivalencia entre las unidades de potencia

	kW	kcal/h	te/h
kW	1	860	0,86
kcal/h	$1,163 \cdot 10^{-3}$	1	10^{-3}
te/h	1,163	10^3	1

Dispositivos de corte del suministro de gas

Son elementos incorporados a la instalación receptora y que permiten cerrar el suministro de gas a diversos tramos de la misma o a los aparatos a gas.

Los dispositivos de corte del suministro de gas asociados a una instalación receptora de gas son los siguientes:

Llave de acometida: Es el dispositivo de corte más próximo o en el mismo límite de la propiedad, accesible desde el exterior de la propiedad e identificable, que puede interrumpir el paso de gas a la totalidad de la instalación receptora. La llave de acometida es el límite de responsabilidad de la Empresa Suministradora, quien determina su ubicación.

Llave de edificio: Es el dispositivo de corte más próximo o en el muro de cerramiento de un edificio, accionable desde el exterior del mismo, que puede interrumpir el paso de gas a una instalación, individual o común, que suministra a uno o a varios usuarios ubicados en el mismo edificio.

Asimismo, es necesaria en aquellos casos excepcionales y debidamente justificados que se alimente a más de un edificio con la misma acometida. La llave de edificio es necesaria siempre que el tramo comprendido entre la llave de acometida y el muro de cerramiento del edificio sea superior a 10 m si es enterrado o a 25 m si es aéreo o visitable. En el caso de que la acometida interior sea enterrada, la Empresa Suministradora determinará dónde ubicarla.

Llave de montante colectivo: Es el dispositivo de corte que permite cortar el paso de gas al tramo de instalación común que suministra a varios abonados situados en un mismo sector o ala de un edificio. La llave de montante colectivo es necesaria siempre que en la instalación común exista más de un montante colectivo.

Llave de abonado. Es el dispositivo de corte que, perteneciendo a la instalación común, establece el límite entre ésta y la instalación individual y que puede interrumpir el paso de gas a una única instalación individual. La llave de abonado es necesaria en todos los casos, debiendo ser accesible desde zonas de propiedad común, salvo en aquellos casos en que exista autorización expresa de la Empresa Suministradora.

Llave de vivienda o de local privado: Es el dispositivo de corte que, situado lo más próximo posible al punto de penetración de la instalación en la vivienda o local privado, o estando situada en el exterior es accesible desde el interior, permite acceder al usuario al corte o apertura del suministro de gas al resto de su instalación individual.

Llave de contador: Es el dispositivo de corte que ha de estar situado lo más cerca posible de la entrada del contador de gas.





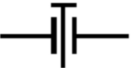





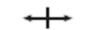





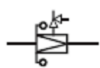

Llave de conexión de aparato: Es el dispositivo de corte que, formando parte de la instalación individual, está situado lo más próximo posible a la conexión de cada aparato a gas y puede interrumpir el suministro de gas a cada uno de ellos. La llave de conexión de aparato no debe confundirse con las llaves de mando que llevan incorporadas los aparatos a gas. La llave de conexión de aparato es necesaria en todos los casos y debe estar ubicada en el mismo local en que se ubica el aparato a gas.

















La simbología a utilizar en la representación de instalaciones receptoras es la siguiente:²⁸











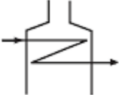


²⁸ <http://www.uib.es/facultat/ciencias/prof/victor.martinez/assignatures/instal/material/RIGLO.pdf> -

Tabla 11 Simbología para Instalaciones receptoras

Símbolo	Denominación	Símbolo	Denominación
\emptyset	Diámetro de la tubería	Ac	Tubería de acero
IX	Tubería de acero inoxidable	Cu	Tubería de cobre
PE	Tubería de polietileno	$\frac{\emptyset 50 \text{ Ac}}{\text{BP}}$	Tubería vista
$\frac{\emptyset 50 \text{ Ac}}{\text{MPA}}$	Tubería empotrada	$\frac{\emptyset 10 \text{ Ac}}{\text{MPB}}$	Tubería enterrada
	Tubería en vaina		Tubería en conducto
$\frac{\emptyset 50 \text{ Ac} \quad 50 \text{ Cu}}{\text{---}}$	Cambio clase de tubería	$\frac{\emptyset 100 \text{ Ac} \quad 50 \text{ Ac}}{\text{---}}$	Cambio diámetro de tubería
$\frac{\emptyset 100 \text{ Ac} \quad 50 \text{ Cu}}{\text{---}}$	Cambio clase y diámetro de tubería		Codo

Símbolo	Denominación	Símbolo	Denominación
	Te		Cruz
	Tapón		Manguito
	Disco ciego		Brida ciega
	Punto de derivación en cruz de tuberías		Punto de derivación en "T" de una tubería
	Pasamuros		Junta dieléctrica
	Punto alto		Llave de paso manual
	Regulador de presión		Regulador de presión con válvula de seguridad por máxima y por mínima presión incorporada
	Regulador de presión con válvula de seguridad por mínima presión incorporada		Regulador de presión con válvula de seguridad por máxima presión incorporada
	Regulador de presión con válvula de seguridad por máxima y mínima presión y de alivio incorporadas		Regulador de presión con válvula de seguridad por máxima presión y de alivio incorporadas

Símbolo	Denominación	Símbolo	Denominación
	Filtro		Válvula de seguridad por máxima presión
	Válvula de seguridad por mínima presión		Válvula de alivio
	Válvula de mariposa		Válvula de esfera
	Manómetro		Llave de corte automático
	Toma de presión		Limitador de caudal
	Contador de gas		Tubo flexible metálico
	Tubo flexible con dispositivo de seguridad		Conducto para evacuación de los productos de la combustión
	Conducto de entrada de aire y evacuación de los productos de la combustión (Circuito estanco)		Extractor de aire

Símbolo	Denominación	Símbolo	Denominación
	Cocina con horno		Cocina sin horno
	Horno independiente		Calentador instantáneo de agua
	Calentador acumulador de agua		Caldera de calefacción
	Caldera mixta		Estufa fija
	Estufa móvil		Radiador mural de circuito estanco
	Radiador mural de circuito abierto con conducto de evacuación de productos de la combustión		Generador de aire caliente
	Frigorífico a gas		Otros aparatos a gas

Requisitos para el diseño de una red de gas domiciliaria²⁹

1. Datos Iniciales. Los datos de partidas para el cálculo de la Instalación de gas serán:
 - Denominación del gas. Instalación diseñada para transporte de gas natural o GLP
 - Poder calorífico superior. Cantidad de energía por unidad de volumen liberada durante la combustión del gas
 - Densidad relativa. Relación entre la densidad del gas y la densidad del aire
 - Índice de Wobbe. Valor obtenido al dividir el poder calorífico del gas y la raíz cuadrada de su densidad relativa.
 - Presión en llave de acometida. Presión disponible en el inicio de la red domiciliaria.
 - Presión nominal de aparatos de utilización. Presión, suministrada por el fabricante del aparato, a la cual este funciona adecuadamente.
 - Número de viviendas. Número de unidades habitacionales que va a hacer alimentado por la red que se está diseñando y el número de aparatos instalados por vivienda.
 - Potencia nominal de los aparatos. Energía por unidad de tiempo que utilizan los aparatos en pleno funcionamiento.
 - Caudal máximo necesario. Caudal demandado por la red. Se calcula teniendo en cuenta la probable simultaneidad de funcionamiento de los aparatos de la red.
 - Régimen de funcionamiento.
 - Régimen de presión previsto en los diferentes tramos de la Instalación.

2.5. DISEÑO DE SISTEMAS DE SUMINISTRO DE AGUA MEDIANTE EL MÉTODO DE HUNTER MODIFICADO³⁰

²⁹ Rodríguez Díaz Héctor Alfonso. Diseños Hidráulicos, sanitarios y de gas en edificaciones. Pag.154

³⁰ Rodríguez Díaz Héctor Alfonso. Diseños Hidráulicos, sanitarios y de gas en edificaciones. Pag.93.

Fundamento Teórico método de Hunter original

Este método se fundamenta en las unidades de abastecimiento, de descarga o de consumo. Dichas unidades de descarga son los caudales demandados por aparato sanitario multiplicado por una constante.

Método de Hunter modificado (Norma Icontec 1500)

Se trata de transformar el método de Hunter original en un método relativamente económico desde el punto de vista de la estimación de los caudales o gastos de los aparatos.

En otras palabras, el método sugerido por el Icontec opera con gastos normales o promedios para los diferentes aparatos sanitarios, sin llegar a los extremos de los gastos mínimos de la

Tabla 1 Condiciones de funcionamiento de los aparatos sanitarios – uso privado o gastos máximos del método Hunter original.

Unidad de consumo modificada

Una unidad de consumo es el gasto normal o promedio demandado por un lavamanos (de dos grifos, de tipo privado) en condiciones de funcionamiento normal.

El gasto normal de un lavamanos, que se toma como unidad, es el valor medio entre el gasto mínimo de la

Tabla 1 Condiciones de funcionamiento de los aparatos sanitarios – uso privado – uso público y el gasto máximo estimado por el método de Hunter Original.

Así, para un lavamanos privado:

- Gasto mínimo: 0.19 l/seg.
- Gasto máximo: 0.47 l/seg. (de Hunter original)

El gasto promedio es 0.33 l/seg. Es la unidad de abasto para el método de Hunter modificado. Por tanto:

- 1 U.C = 0.33 l/seg. ~ 0.3 l/seg.
- 1 U.C = 20 litros/min. (Norma Icontec)

El gasto promedio equivale a un incremento del 50% de los gastos consignados en la

Tabla 1 Condiciones de funcionamiento de los aparatos sanitarios – uso privado – uso público.

Tabla 12 Unidades de consumo de acuerdo a la norma ICONTEC 1500³¹

APARATOS SANITARIO	OCUPACIÓN	TIPO DE CONTROL DE SUMINISTRO	UNIDADES DE CONSUMO
Inodoro	Público	Fluxómetro	10
Inodoro	Público	Tanque de limpieza	5
Orinal	Público	Fluxómetro = 2.5 cm.	10
Orinal	Público	Fluxómetro = 2 cm.	5
	Público	Tanque de limpieza	3
Orinal	Público	Llave	2
Lavamanos	Público	Llave	4
Ducha	Público	Válvula Mezcladora	4
Fregadero de servicio	Hotel Restaurante	Llave	3
APARATOS SANITARIOS DE USO PRIVADO			
Fregadero de cocina	Privado	Llave	4
Inodoro	Privado	Fluxómetro	6
Inodoro	Privado	Tanque de limpieza	3
Lavamanos	Privado	Llave	1
Bidet	Privado	Llave	1
Tina	Privado	Llave	2
Ducha	Privado	Válvula	2

³¹ Rodríguez Díaz Héctor Alfonso. Diseños Hidráulicos, sanitarios y de gas en edificaciones. Pág.89

		Mezcladora	
Cuarto de baño	Privado	Un Fluxómetro por cuarto	8
Cuarto de baño	Privado	Un Tanque de limpieza por cuarto	6
Ducha separada	Privado	Válvula Mezcladora	2
Fregadero de cocina	Privado	Llave	2
Lavadero	Privado	Llave	3
Lavadora	Privado	Llave	3

Para el cálculo del caudal máximo probable en función de las unidades de consumo, se presenta la siguiente ecuación:

Para Unidades de consumo entre $3 < U.C < 240$ ³²

- $Q = 0.1163 (U.C)^{0.6875}$ para aparatos comunes
- $Q = 0.7243 (U.C)^{0.384}$ para aparatos con fluxómetro
- Para Unidades de consumo entre $260 < U.C < 1000$
- $Q = 0.074 (U.C)^{0.7504}$ para aparatos comunes
- $Q = 0.3356 (U.C)^{0.5280}$ para aparatos con fluxómetro

Dónde:

Q: Caudal máximo probable en lps.

U.C: Unidades de consumo.

Para el diseño del sistema de suministro de agua mediante el método de Hunter Modificado se tienen en cuenta las siguientes ecuaciones:³³

- $U.C_{TOTAL} = U.C * N^{\circ}$ de aparatos sanitarios

³² Rodríguez Díaz Héctor Alfonso. Diseños Hidráulicos, sanitarios y de gas en edificaciones

³³ Rodríguez Díaz Héctor Alfonso. Diseños Hidráulicos, sanitarios y de gas en edificaciones

- $D = \sqrt{\frac{4 * Caudal}{\pi * Velocidad}}$

Donde

Caudal (Q): m³/seg

Velocidad (V): m/seg

- Velocidad real

$$Velocidad = \frac{4 * Caudal}{\pi * Diametro^2}$$

Donde

U.C TOTAL: N° total de unidades de consumo

Q: Caudal en m³/seg.

D: Diámetro en metros

V: Velocidad en m/seg.

: Constante igual a 3,141516

Parámetros de diseño³⁴

- Velocidad máxima de diseño de 2m/seg. Para tuberías de diámetro inferior a 3"
- Velocidad máxima de diseño de 2.5m/seg. Para diámetros de 3" y mayores.
- Acometida de suministro con diámetro ½".

2.6. ALGORITMOS Y PROGRAMAS³⁵

³⁴ Rodríguez Díaz Héctor Alfonso. Diseños Hidráulicos, sanitarios y de gas en edificaciones. Pag.90.

³⁵ Joyanes Luis. Problemas de metodología de la programación

2.6.1. Algoritmo

Un algoritmo de cálculo es una lista bien definida, ordenada y finita de operaciones que permite hallar la solución a un problema.

2.6.1.1. Características que deben cumplir un algoritmo

- Un algoritmo debe ser preciso e indicar el orden de realización de cada paso.
- Un algoritmo debe estar definido: si se sigue un algoritmo dos veces, se debe obtener el mismo resultado cada vez.
- Un algoritmo debe ser finito: si se sigue un algoritmo se debe terminar en algún momento.

Debe constar de tres partes:

Entrada: Información dada al algoritmo.

Proceso: Cálculos necesarios para encontrar la solución del problema.

Salida: Respuestas dadas por el algoritmo o resultados finales de los cálculos.

El lenguaje algorítmico suele ser independiente de cualquier lenguaje de programación particular. Lo importante es que el lenguaje algorítmico permita una traducción clara del algoritmo al programa.

2.6.1.2. Herramientas de programación

La estructura de un algoritmo se puede representar en un diagrama estructurado en forma de bloques donde se muestran las diferentes tareas que deben ser ejecutadas y su relación entre ellas.

Las herramientas de programación empleadas como lenguajes algorítmicas son:

- Diagrama de flujo.
- Pseudocódigos.
- Diagramas de Nassi-Shneiderman (N-S).

El concepto de algoritmo, aunque similar y obviamente relacionado, no debe confundirse con el concepto de programa. Mientras el primero es la especificación de un conjunto de pasos (operaciones, instrucciones, órdenes) orientados a la resolución de un problema, el segundo es ese conjunto de operaciones especificadas en un determinado lenguaje de programación y para un computador concreto, susceptible de ser ejecutado (o compilado o interpretado). Un algoritmo, estrictamente hablando, no puede ejecutarse hasta que se implementa, ya sea en un lenguaje de programación, en un circuito eléctrico, en un aparato mecánico, usando papel y lápiz, o en algún otro modelo de computación.

2.6.1.2.1. *Diagramas de flujo: Un diagrama de flujo u organigrama es una representación diagramática que ilustra la secuencia de las operaciones que se realizarán para conseguir la solución de un problema. Los diagramas de flujo se dibujan generalmente antes de comenzar a programar el código frente a la computadora. Los diagramas de flujo facilitan la comunicación entre los programadores y la gente del negocio. Estos diagramas de flujo desempeñan un papel vital en la programación de un problema y facilitan la comprensión de problemas complicados y sobre todo muy largos. Una vez que se dibuja el diagrama de flujo, llega a ser fácil escribir el programa en cualquier idioma de alto nivel.*

Características principales

- Capacidad de Comunicación: Permite la puesta en común de conocimientos individuales sobre un proceso, y facilita la mejor comprensión global del mismo.
- Claridad: Proporciona información sobre los procesos de forma clara, ordenada y concisa.

Ventajas de los Diagramas de Flujo

- Favorecen la comprensión del proceso a través de mostrarlo como un dibujo, ya que el cerebro humano reconoce fácilmente los dibujos, por lo tanto un buen diagrama de flujo reemplaza varias páginas de texto.
- Permiten identificar los problemas y las oportunidades de mejora del proceso.

Proceso para la creación de un diagrama de flujo

Una vez definido el problema, se establece una secuencia de pasos necesarios para obtener las respuestas deseadas a partir de esos datos.

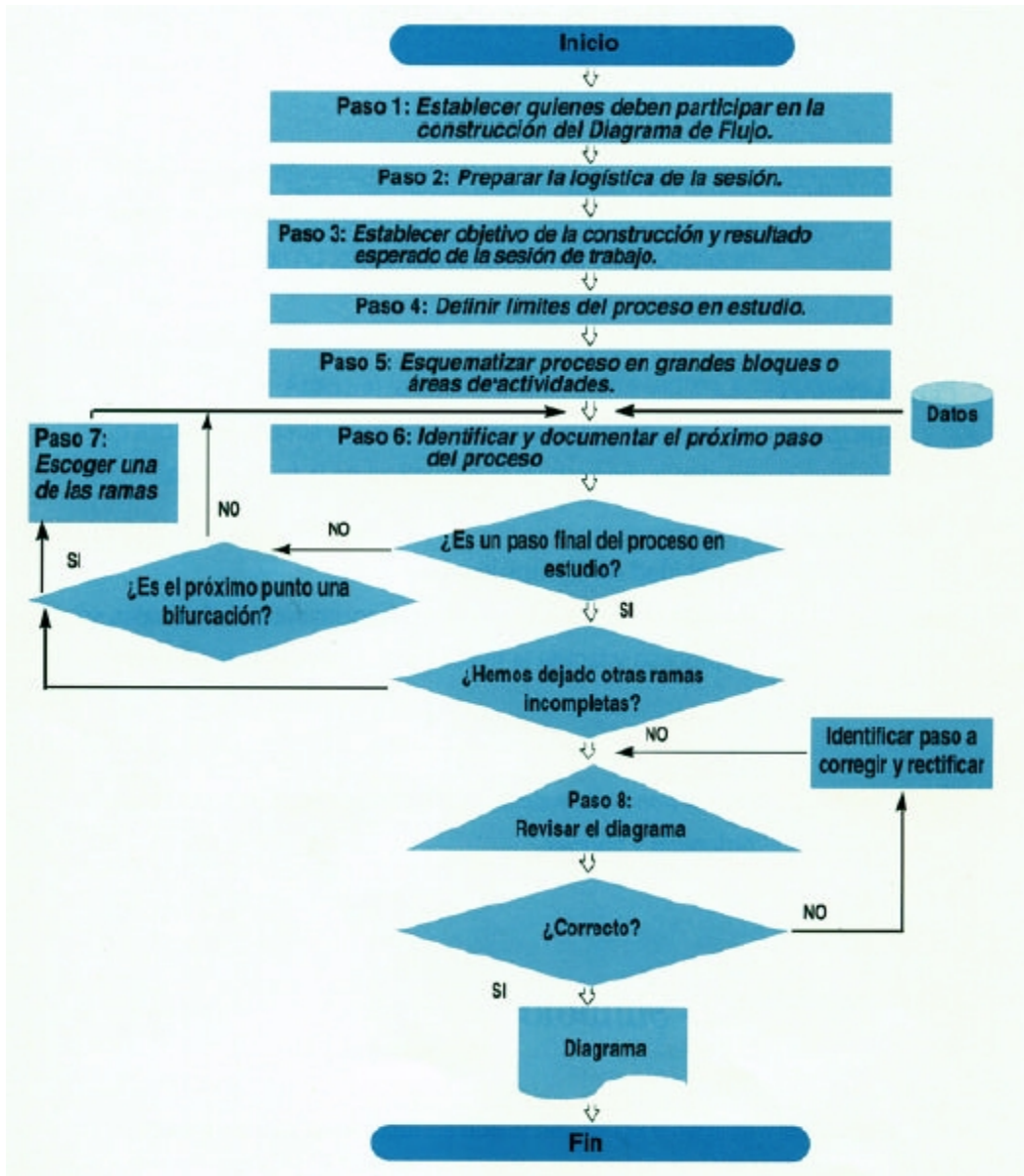


Figura 3 Diagrama de flujo

Simbología³⁶

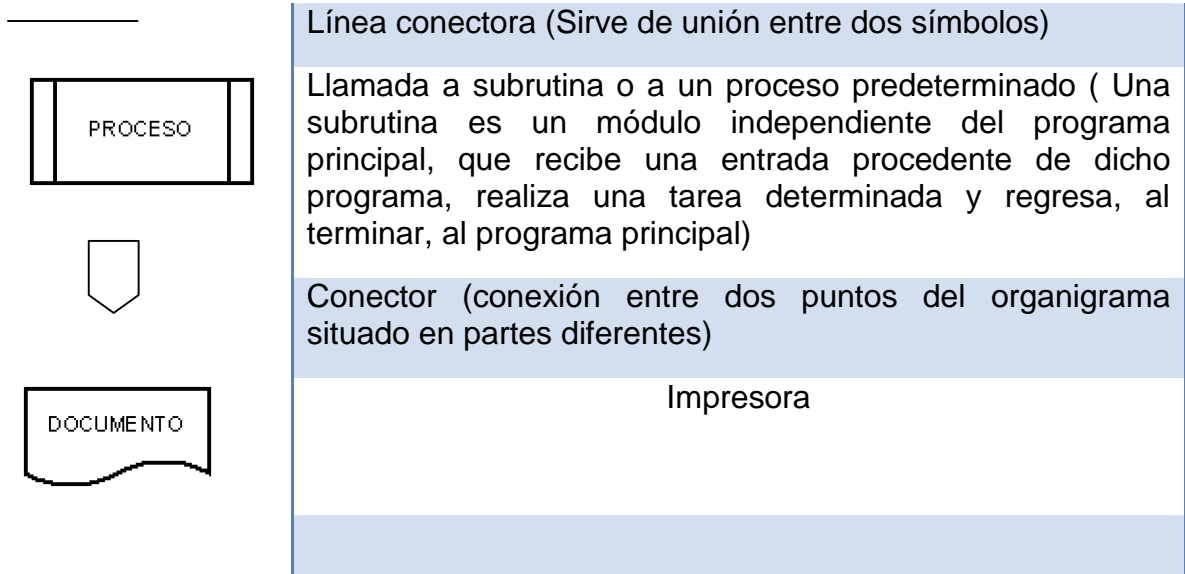
Para la construcción de los Diagramas de Flujo es necesario utilizar una simbología estándar que permita ser reconocida fácilmente por un programador. Los símbolos tienen significados específicos y se conectan por medio de flechas que indican el flujo entre los distintos pasos o etapas.

Los símbolos más comunes son:

Tabla 13 Simbología utilizada en diagramas de flujo

Símbolos	Función
	Representa el inicio y el final de un programa. Puede representar también una parada o interrupción programada que sea necesario realizar en un programa
	Entrada/ salida (Cualquier tipo de introducción de datos en la memoria desde los periféricos, "entrada" o registro de la información procesada en un periférico, "salida".)
	Proceso (Cualquier tipo de operación que pueda originar cambio de valor, formato posición de la información almacenada en memoria, operaciones aritméticas, de transferencia.)
	Indica operaciones lógicas o de comparación entre datos y en función del resultado de la misma determina cuál de los distintos caminos alternativos del programa se debe seguir.
	Sirve para enlazar dos partes cualesquiera de un ordinograma a través de un conector en la salida y otro conector en la entrada
	Indicador de dirección o línea de flujo (indica el sentido de ejecución de las operaciones)

³⁶ Joyanes Luis. Problemas de metodología de la programación



Símbolos gráficos³⁷

Los símbolos gráficos son utilizados específicamente para operaciones aritméticas y relaciones condicionales.

Símbolos más utilizados:

Tabla 14 Símbolos gráficos

Símbolos	Significado
=	Igual
<	Menor que
>	Mayor que
<=	Menor o igual que

³⁷ Joyanes Luis. Problemas de metodología de la programación

>=	Mayor o igual que
#, ><, <>	No igual (distinto)
+	Suma
-	Menos
*	Multiplicación
/	División

Reglas para la creación de Diagramas³⁸

1. Los Diagramas de flujo deben escribirse de arriba hacia abajo, y/o de izquierda a derecha.
2. Los símbolos se unen con líneas, las cuales tienen en la punta una flecha que indica la dirección que fluye la información procesos, se deben de utilizar solamente líneas de flujo horizontal o verticales (nunca diagonales).
3. Se debe evitar el cruce de líneas, para lo cual se quisiera separar el flujo del diagrama a un sitio distinto, se pudiera realizar utilizando los conectores. Se debe tener en cuenta que solo se van a utilizar conectores cuando sea estrictamente necesario.
4. No deben quedar líneas de flujo sin conectar
5. Todo texto escrito dentro de un símbolo debe ser legible, preciso, evitando el uso de muchas palabras.
6. Todos los símbolos pueden tener más de una línea de entrada, a excepción del símbolo final.
7. Solo los símbolos de decisión pueden y deben tener más de una línea de flujo de salida.

Acciones previas a la realización del diagrama de flujo:³⁹

³⁸ Joyanes Luis. Problemas de metodología de la programación

³⁹ Joyanes Luis. Problemas de metodología de la programación

- Identificar a los participantes de la reunión donde se desarrollará el diagrama de flujo. Deben estar presentes los responsables del proceso y otras partes interesadas.
- Definir que se espera obtener del diagrama de flujo.
- Identificar quién lo empleará y cómo.
- Establecer el nivel de detalle requerido.
- Determinar los límites del proceso a describir.

*Los pasos a seguir para construir el diagrama de flujo son:*⁴⁰

1. Establecer el alcance del proceso a describir. De esta manera quedará fijado el comienzo y el final del diagrama. Frecuentemente el comienzo es la salida del proceso previo y el final la entrada al proceso siguiente.
2. Identificar y listar las principales actividades/subprocesos que están incluidos en el proceso a describir y su orden cronológico.
3. Si el nivel incluye actividades menores, listarlas también.
4. Identificar y listar los puntos de decisión.
5. Construir el diagrama respetando la secuencia cronológica y asignando los correspondientes símbolos.
6. Asignar un título al diagrama y verificar que esté completo y describa con exactitud el proceso elegido.

2.6.1.2.2. *Pseudocódigo*⁴¹: *Un pseudocódigo (falso lenguaje), es una serie de porongas léxicas y gramaticales parecidas a la mayoría de los lenguajes de programación, pero sin llegar a la rigidez de la sintaxis de estos ni a la fluidez del lenguaje coloquial. Esto permite codificar un programa con mayor agilidad que en cualquier lenguaje de programación, con la misma validez semántica, normalmente se utiliza en las fases de análisis o diseño de Software, o en el estudio de un algoritmo.*

Pseudocódigo = Pseudo (Supuesto) + Código (Instrucción)

El pseudocódigo describe un algoritmo utilizando una mezcla de frases en lenguaje común, instrucciones de programación y palabras clave que definen las

⁴⁰ Joyanes Luis. Problemas de metodología de la programación

⁴¹ www.itson.mx/die/mdomitsu/bibliotecaDigital/Programacion_Lenguaje_C/TEMA02.PDF -

estructuras básicas. Su objetivo es permitir que el programador se centre en los aspectos lógicos de la solución a un problema.

No siendo el pseudocódigo un lenguaje formal, varían de un programador a otro, es decir, no hay una estructura semántica ni arquitectura estándar. Sin embargo, independientemente de estas diferencias.

*Estructuras de control para desarrollar los procedimientos:*⁴²

Secuencial

Las instrucciones se siguen en una secuencia fija que normalmente viene dada por el número de renglón. Es decir que las instrucciones se ejecutan de arriba hacia abajo.

```
Instrucción1  
Instrucción2  
Instrucción3  
⋮  
Instrucciónn
```

Selectiva

La instrucción selectiva determina si una determinada instrucción se ejecuta o no, según el cumplimiento de una condición P .

⁴² http://www.itson.mx/die/mdomitsu/bibliotecaDigital/Programacion_Lenguaje_C/TEMA02.PDF -

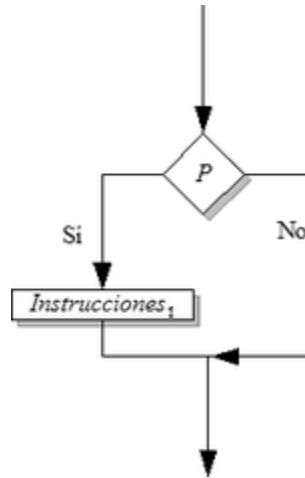


Diagrama de flujo que muestra el funcionamiento de la instrucción condicional

Selectiva doble (alternativa)

La instrucción selectiva realiza una instrucción de dos posibles, según el cumplimiento de una condición P .

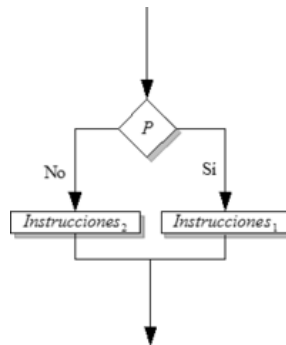


Diagrama de flujo que muestra el funcionamiento de la instrucción condicional

Selectiva múltiple

También es común el uso de una selección múltiple que equivaldría a anidar varias funciones de selección.

si Condición₁ entonces

Instrucciones₁

```

:
Si no si Condiciónn entonces
  Instruccionesn-1
Si no
  Instruccionesn
fin si

```

En este caso hay una serie de condiciones que tienen que ser mutuamente excluyentes, si una de ellas se cumple las demás tienen que ser falsas necesariamente, hay un caso **si no** que será cierto cuando las demás condiciones sean falsas.

En esta estructura si *Condición₁* es cierta, entonces se ejecuta sólo *Instrucciones₁*. En general, si *Condición_i* es verdadera, entonces sólo se ejecuta *Instrucciones_i*.

Selectiva múltiple-Casos

Una construcción similar a la anterior (equivalente en algunos casos) es la que se muestra a continuación.

```

seleccionar Indicador
caso Valor1:
  Instrucciones1
caso Valor2:
  Instrucciones2
  :
caso Valorn-1:
  Instruccionesn-1
[en otro caso:
  Instruccionesn]
Fin seleccionar Indicador

```

En este caso hay un *Indicador* es una variable o una función cuyo valor es comparado en cada caso con los valores "*Valor_i*", si en algún caso coinciden ambos valores, entonces se ejecutarán las *Instrucciones_i* correspondientes. La sección en otro caso es análoga a la sección si no del ejemplo anterior.

Iterativa

Las instrucciones iterativas abren la posibilidad de realizar una secuencia de instrucciones más de una vez.

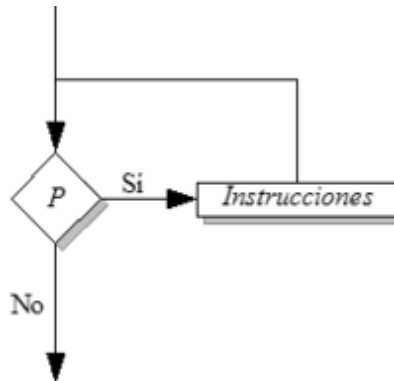


Diagrama de flujo que muestra el funcionamiento de la instrucción **mientras**

mientras *P* **hacer**

Instrucciones

fin mientras

El bucle se repite mientras la condición *P* sea cierta, si al llegar por primera vez al bucle mientras la condición es falsa, el cuerpo del bucle no se ejecuta ninguna vez.

Existen otras variantes que se derivan a partir de la anterior. La estructura de control *hacer* se utiliza cuando es necesario que las instrucciones de una estructura **mientras** se ejecuten al menos una vez:

hacer

Instrucciones

mientras *P*

La estructura anterior equivaldría a escribir

Instrucciones

mientras P hacer

Instrucciones

fin mientras

Una estructura de control muy común es el ciclo **para**, la cual se usa cuando se desea iterar sobre un índice i (por convención se usa i , sin embargo se puede usar cualquier identificador):

para $i \leftarrow x$ hasta n hacer

Instrucciones

fin para

La cual se define como

$i \leftarrow x$

mientras $i \leq n$ hacer

Instrucciones

$i \leftarrow i + 1$

fin mientras

Estructura de control para cada

Esta sentencia se usa cuando se tiene una lista o un conjunto L y se quiere iterar por cada uno de sus elementos:

para cada $x \in L$ hacer

Instrucciones

fin para

Si asumimos que los elementos de L son L_0, L_1, \dots, L_n , entonces esta sentencia equivaldría a

para $i \leftarrow 0$ **hasta** n **hacer**

$x \leftarrow L_i$

Instrucciones

fin para

Es importante recalcar que el pseudocódigo no es un lenguaje estandarizado. Eso significa que diferentes autores podrían dar otras estructuras de control o bien usar estas mismas estructuras, pero con una notación diferente. Sin embargo, las funciones matemáticas y lógicas toman el significado usual que tienen en matemática y lógica, con las mismas expresiones.

2.6.1.2.3. Programación modular⁴³: La programación modular es un método de diseño que permite resolver un problema mediante su descomposición en problemas más simples o módulos que se pueden analizar, programar y poner a punto independiente.

La programación modular se basa en la descomposición descendente (arriba-abajo) o jerarquía de módulos, que se enlazan mediante un módulo principal o raíz conocido como un módulo de control o conductor.

Un programa modular suele constar de un programa principal y subprogramas.

El programa principal debe contener las operaciones fundamentales y las llamadas a los subprogramas.

Los subprogramas son programas independientes que resuelven la función definida por los módulos. Los subprogramas suelen ejecutar tareas simples que se ejecutan una vez en el programa o lo que es más frecuente tareas repetitivas, que se ejecutan cuantas veces se precise y son llamados desde el programa principal u otro programa.

⁴³ Joyanes Luis. Problemas de metodología de la programación

Un programa se simplifica mediante la división en módulos, que se pueden considerar independientemente, y lo **que** interesa es que hace el modulo y **como** lo hace.

Un subprograma como representación de un módulo tiene las propiedades de un programa y se representan mediante los diagramas de flujo.

2.6.1.2.4. *Funciones*⁴⁴: Una función es un programa que proporciona un valor o resultado según sea su argumento (parámetro) de entrada.

Una función se invoca cuando se le hace referencia, mediante su nombre y la lista de parámetros actuales en cualquier instrucción donde se pueda usar una constante o variable.

3. EJEMPLOS DE APLICACIÓN

Para diseño y explicación de la metodología utilizada se tomara como ejemplo una edificación de cuatro pisos y dos apartamentos por piso. El diseño se puede realizar para edificaciones con mayor número de pisos y apartamentos.

Diseñar la red de agua potable para una edificación de cuatro pisos, sabiendo que cada piso tiene dos apartamentos iguales y la altura entre los pisos es de 3 metros. En la Figura 4 Disposición de los apartamentos en el piso, se indica la disposición de los apartamentos en el piso y en Figura 5 Planta tipo del apto. con la ubicación de los aparatos sanitarios, se muestra la planta del apartamento tipo. Los materiales que se van a utilizar en el diseño son P.V.C para la tubería y accesorios como codos y tees y bronce para los accesorios como válvulas de check de compuerta o de globo. Para el ejemplo consideramos una temperatura promedio de 15°C. Además se consideraran todas las pérdidas de energía y se realizara el cálculo hidráulico de la red, evaluando las perdidas localizadas

⁴⁴ Joyanes Luis. Problemas de metodología de la programación

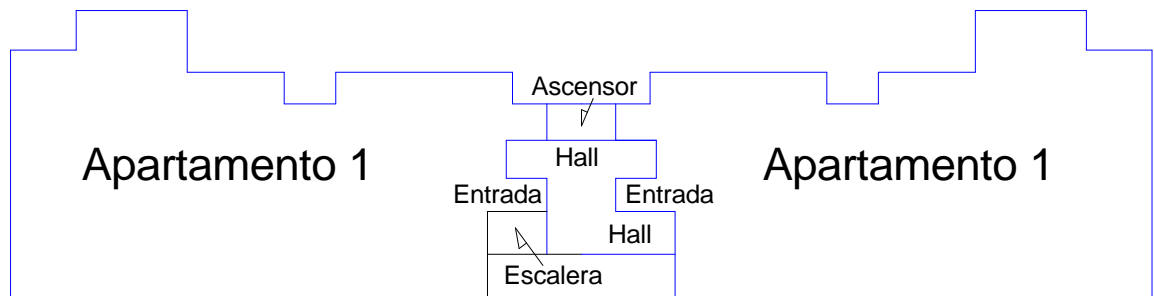


Figura 4 Disposición de los apartamentos en el piso

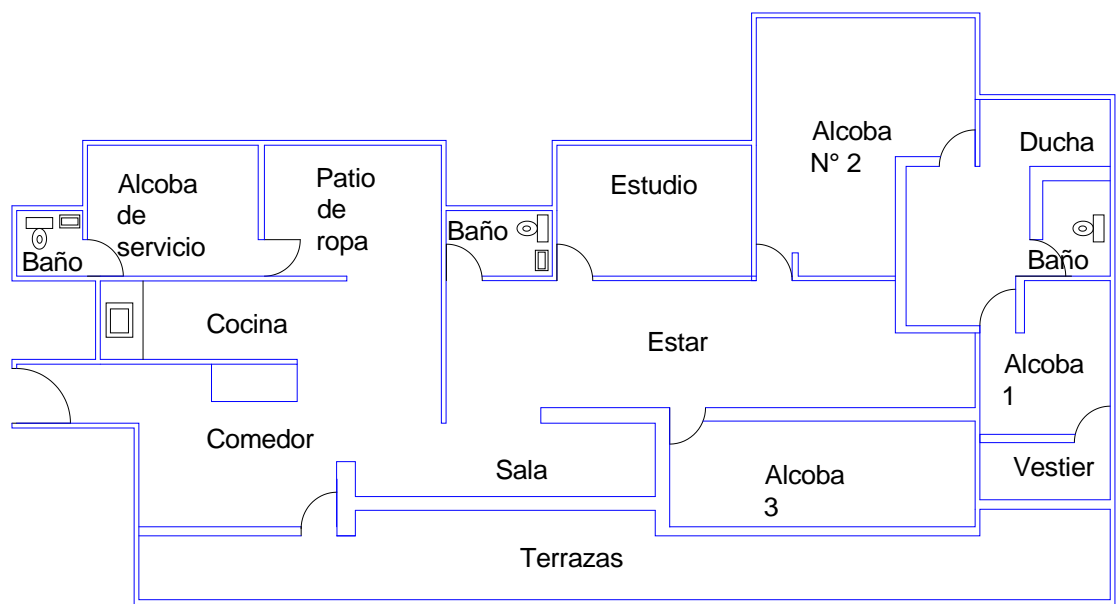


Figura 5 Planta tipo del apto. con la ubicación de los aparatos sanitarios

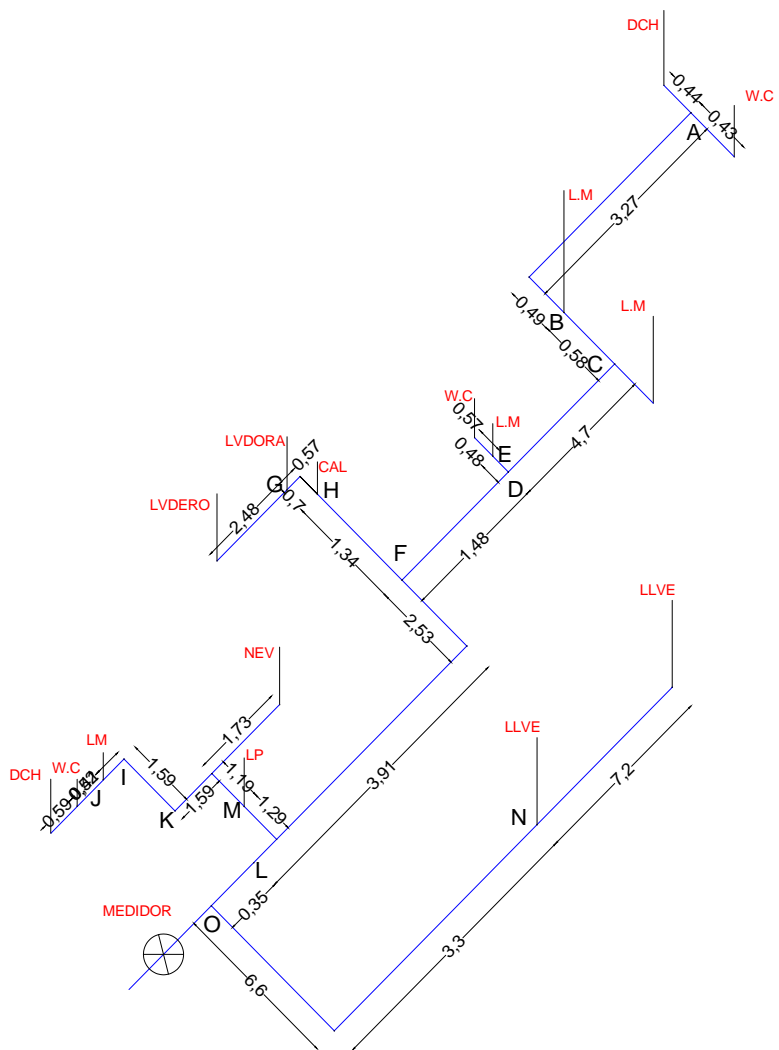


Figura 6 Vista isométrica de la red e identificación de los tramos

Convenciones

- **W.C:** Inodoro
- **L.M:** Lavamanos
- **DCH:** Ducha
- **LP:** Lavaplatos
- **CAL:** Calentador
- **LVDERO:** Lavadora

- **LVDORA:** Lavadora
- **LLVE:** Llave de jardín
- **NEV:** Nevera

Para diseños específicos de edificaciones se tendrán en cuenta los consumos siguientes consumos:

Tabla 15 Consumos de agua⁴⁵

USO DE LA EDIFICACIÓN	CONSUMO (LITROS/HAB/DÍA)
Universidades	50
Internados	250
Edificaciones	250
Hoteles	250 l/cama/día
Oficinas	90
Cuarteles	350
Restaurantes	4 l/comida/día
Hospitales	800 l/cama/día
Prisiones	600
Lavanderías	48 l/kg/ropa
Lavado de carros	400 l/carro
W.C. Públicos	50 l/hora
W.C Intermitentes	150 l/hora
Consultorios médicos	5000 l/h

⁴⁵ Pérez Carmona Rafael. Agua, desagües y gas para edificaciones. Pág. 9.

Clínicas dentales

1000 l/unidad

Tabla 16 Rango de valores del diámetro teórico, para la asignación del diámetro comercial

DIÁMETRO TEÓRICO EN METROS		DIÁMETRO COMERCIAL EN PLG⁴⁶
D	0,01818	1/2"
0,01818 <D	0,02363	3/4"
0,02363 <D	0,0302	1"
0,0302 <D	0,04368	1 1/2"
0,04368 <D	0,05458	2"
0,05458 <D	0,08042	3"
0,08042 <D	0,10342	4"

⁴⁶ Tubería presión PAVCO. Agua fría

Tabla 17 Diámetros efectivos de tuberías adoptados⁴⁷

Diámetros de tubería adoptados en el sistema de acueducto

TIPO	Diámetro nominal		Diámetro efectivo (mm)
	mm	plg	
RDE 13.5 PVC Presión: 2.17 MPa	21	½	18.18
	33	1	28.48
RDE 21 PVC Presión: 1.38 MPa	26	¾	23.63
	33	1	30.2
	48	1 ½	43.68
	60	2	54.58
	73	2 ½	66.07
	88	3	80.42
	114	4	103.42

3.1. MÉTODO DE HUNTER MODIFICADO. PREDIMENSIONAMIENTO

Pasos para el pre dimensionamiento de la red mediante el método hunter modificado

➤ **PASO N° 1**

Se divide la red en tramos identificándolos ya sea con letras, números o convenciones; para el ejemplo tenemos 23 tramos, divididos de cómo se muestra en la Figura 6 Vista isométrica de la red e identificación de los tramos.

➤ **PASO N° 2**

Se identifica el número total de cada uno de los aparatos que forman parte del tramo o a los cuales la red debe alimentar (acumulativo), por ejemplo para el tramo correspondiente entre la **DCH – A**, se tiene una ducha, por lo tanto el N° de aparatos será 1, para el tramo entre **A – B**, se tiene una 2 aparatos sanitarios (DCH y W.C).

⁴⁷ Tubería presión PAVCO. Agua fría

➤ **PASO 3**

Se asigna las unidades de consumo de cada uno de los aparatos sanitarios que hacen parte de la red, unidades establecidas por la Norma ICONTEC 1500. Ver Tabla 12 Unidades de consumo de acuerdo a la norma ICONTEC 1500.

➤ **PASO 4**

Calculo del Caudal máximo probable, el correspondiente de acuerdo a las unidades de consumo, según el método de Hunter

Para el ejemplo y diseño del algoritmo se trabajara con aparatos sin fluxómetro, ecuación [12] y ecuación [14].

Para Unidades de consumo entre $3 < U.C < 240$

- $Q = 0,1163 (U.C)^{0,6875}$ para aparatos comunes

Para Unidades de consumo entre $260 < U.C < 1000$

- $Q = 0,074 (U.C)^{0,7504}$ para aparatos comunes
- En el tramo DCH – A, se tendrá un caudal de:

$$Q = 0,1163 (2)^{0,6875} = 0,19 \text{ lps}$$

➤ **PASO 5**

Diámetro teórico: De acuerdo con la norma ICONTEC 1500, la velocidad máxima de diseño será 2m/seg.

El diámetro se calcula utilizando la ecuación de continuidad: $Q = V * A$, despejando se tiene:

$$D = \sqrt{\frac{4 * \text{Caudal}}{\pi * \text{Velocidad}}} =$$

En el tramo DCH – A, se tendrá un diámetro de:

$$D = \sqrt{\frac{4 * \left(\frac{0,19}{1000}\right)}{\pi * \frac{2m}{seg}}} = 0,0109m$$

➤ **PASO 6**

Diámetro nominal, es el diámetro en pulgadas obtenido en el paso 6, aproximado a un diámetro comercial. Para la solución del ejemplo tenemos los siguientes rangos (Criterio del ingeniero calculista, se trabaja con diámetros hasta 4", por lo que el diseño del algoritmo se realizara para edificaciones hasta de 10 pisos, ya que de lo contrario el diseño sería muy dispendioso).

En el caso del ejemplo, para este tramo se tendrá un diámetro comercial de 1/2". (ver Tabla 16 Rango de valores del diámetro teórico, para la asignación del diámetro comercial)

➤ **PASO 7**

Diámetro efectivo: Obtenido de acuerdo a la clase de tubería (P.V.C, H.G, etc.), para estudio del presente trabajo se utilizara P.V.C para el diseño de suministro de agua potable. Es el diámetro interno real de la tubería (En este caso se utilizó tubería P.V.C PAVCO).

Para el tramo en estudio, el diámetro efectivo de tubería de adoptado es de 18,18mm (Ver Tabla 17 Diámetros efectivos de tuberías adoptados)

➤ **PASO 8**

Velocidad real: Se calcula para la ecuación de continuidad $V = Q/A$.

$$Velocidad = \frac{4 * Caudal}{\pi * Diametro^2} = \frac{4 * (0,19/1000)}{\pi * 0,01818^2} = \frac{0,73m}{seg}$$

➤ **RESULTADOS**

Tabla 18 Resultados obtenidos mediante el método de Hunter modificado

TRAMO	N°	U.D	U.C	Qmax	Diámetro	Diámetro	Diámetro	Ve
-------	----	-----	-----	------	----------	----------	----------	----

	APARATOS SANITARIOS			probable (lps)	min (m)	nominal (plg)	efectivo (m)
DCH - A	1	2	2	0,19	0,011	1/2	0,01818
WC -A	1	3	3	0,25	0,013	1/2	0,01818
A - B	2	5	5	0,35	0,015	1/2	0,01818
B - C	3	6	6	0,40	0,016	1/2	0,01818
LM - C	1	1	1	0,12	0,009	1/2	0,01818
C - D	4	7	7	0,44	0,017	1/2	0,01818
WC - E	1	3	3	0,25	0,013	1/2	0,01818
E - D	2	4	4	0,30	0,014	1/2	0,01818
D - F	6	11	11	0,60	0,020	3/4	0,02363
LVDERO - G	1	3	3	0,25	0,013	1/2	0,01818
G - H	2	6	6	0,40	0,016	1/2	0,01818
H - F	3	9	9	0,53	0,018	3/4	0,02363
F - L	9	20	20	0,91	0,024	1	0,0302
DCH - J	1	2	2	0,19	0,011	1/2	0,01818
J - I	2	5	5	0,35	0,015	1/2	0,01818
I - K	3	6	6	0,40	0,016	1/2	0,01818
NVDERA - K	1	1	1	0,12	0,009	1/2	0,01818
K - M	4	7	7	0,44	0,017	1/2	0,01818
M - L	5	9	9	0,53	0,018	3/4	0,02363
L - O	14	29	29	1,18	0,027	1	0,0302
LLAVE - N	1	3	3	0,25	0,013	1/2	0,01818
N - O	2	6	6	0,40	0,016	1/2	0,01818
O - MEDIDOR	16	35	35	1,34	0,029	1	0,0302

3.1.1. Diagrama de flujo pre dimensionamiento

TR: Nombre de cada uno de los tramos de la red.
APA: Aparato sanitario que forma parte del tramo de la red.
DES: Aparato sanitario más desfavorable en la red
NA: Número de aparatos sanitarios que forman parte del tramo de la red.
UC: Unidades de consumo de cada aparato sanitario ver Tabla 12 Unidades de consumo de acuerdo a la norma ICONTEC 1500.
C: Cuenta el número de tramos que forman parte de toda la red del apartamento.
TEMP: Temperatura del agua
J: Cuenta el número de tramos que forman parte de la red del aparato más desfavorable.
L: Longitud del tramo
QMAX: Caudal máximo probable
DMIN: Diámetro mínimo o también conocido como diámetro teórico.
DNOM: Diámetro nominal.
DEFEC: Diámetro efectivo.
VR: Velocidad real.
ACC: Accesorio que forma parte de la red del aparato más desfavorable
K: Coeficiente de pérdidas locales o por accesorios (Ver

Tabla 3 Pérdidas locales o por accesorios)

SUM: Variable que almacena la sumatoria de las pérdidas por accesorios del tramo

hf: Pérdidas por fricción

hl: Pérdidas por accesorios

M [] [8]: Matriz que almacena los datos del pre dimensionamiento.

H [] [7]: Matriz que almacena los datos de la red de la red del aparato más desfavorable.

Ps : Presión mínima necesaria en la Red

Zs: Nivel de referencia del medidor

Pk: Presión necesaria del aparato más desfavorable (Ver

Tabla 1 Condiciones de funcionamiento de los aparatos sanitarios – uso privado,

Tabla 2 Condiciones de funcionamiento de los aparatos sanitarios – uso público)

hf : Sumatoria de las pérdidas por fricción

hl: Sumatoria de las pérdidas por accesorios

INICIO

CARÁCTER: TR, APA, M [] [8], H [] [5], ACC
ENTERO: NA, UC, C, J
REAL: L, QMAX, DMIN, DNOM , DEFEC, TEMP, VR, SUM, hf, hl, K, v, Ps, Zs, Pk, Σhf, Σhl
CONSTANTES: g

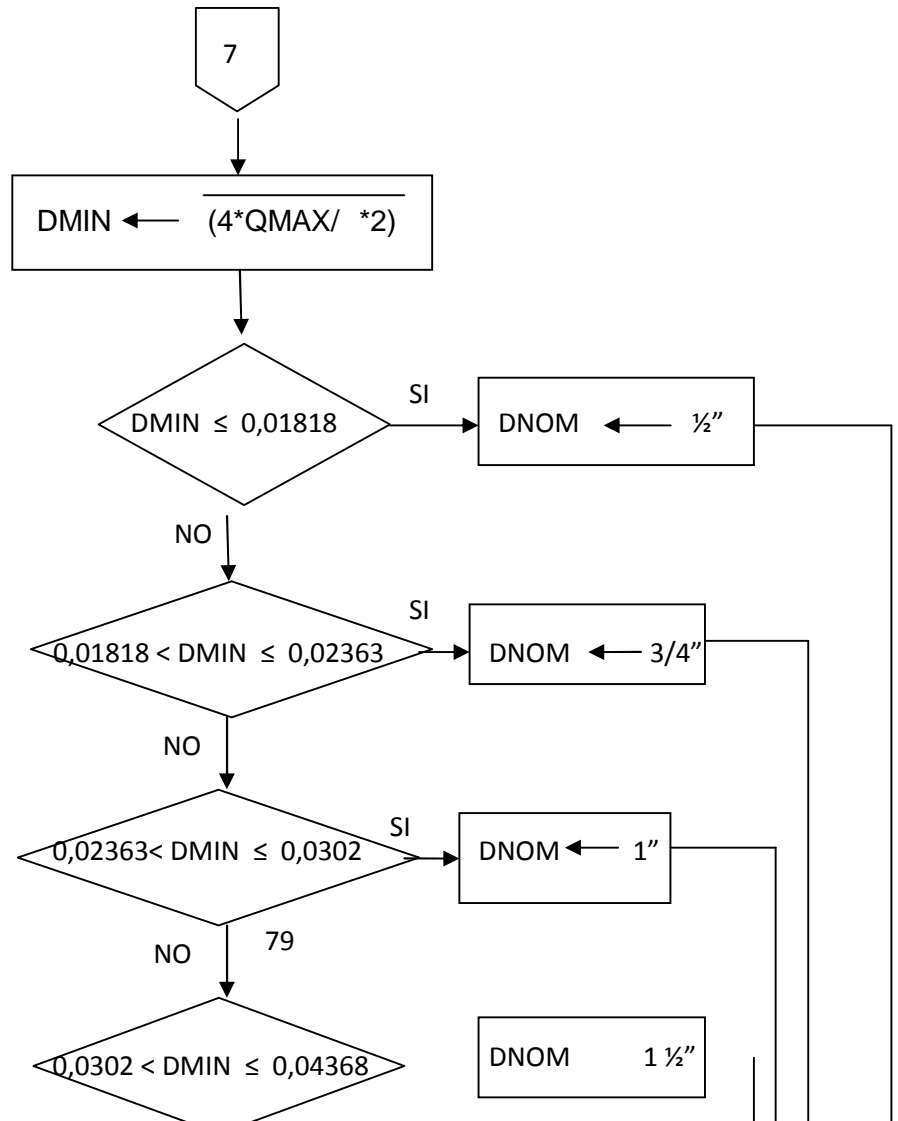
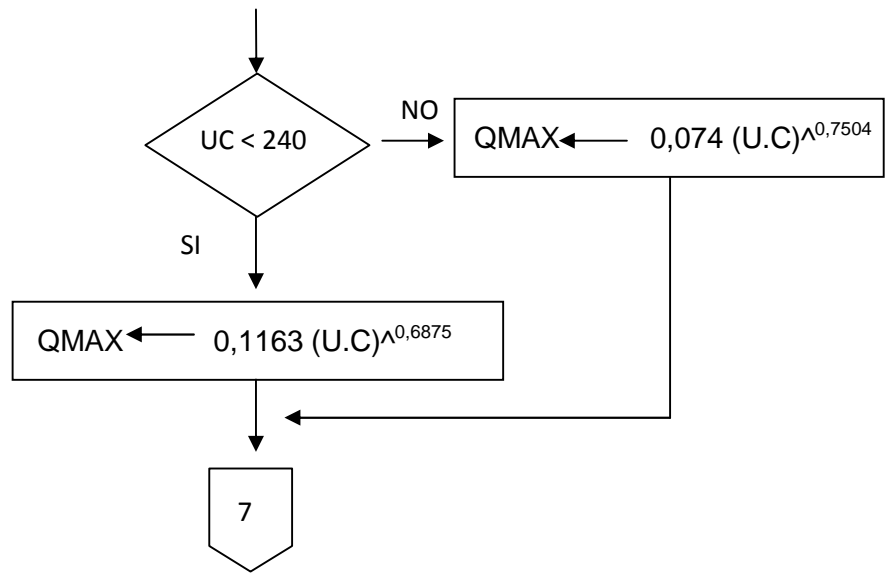
C ← 0
J ← 0
g ← 9.8
Σhl ← 0
Σhf ← 0

DES, PK

12

TR, APA, NA, UC, L, DES, PK

78

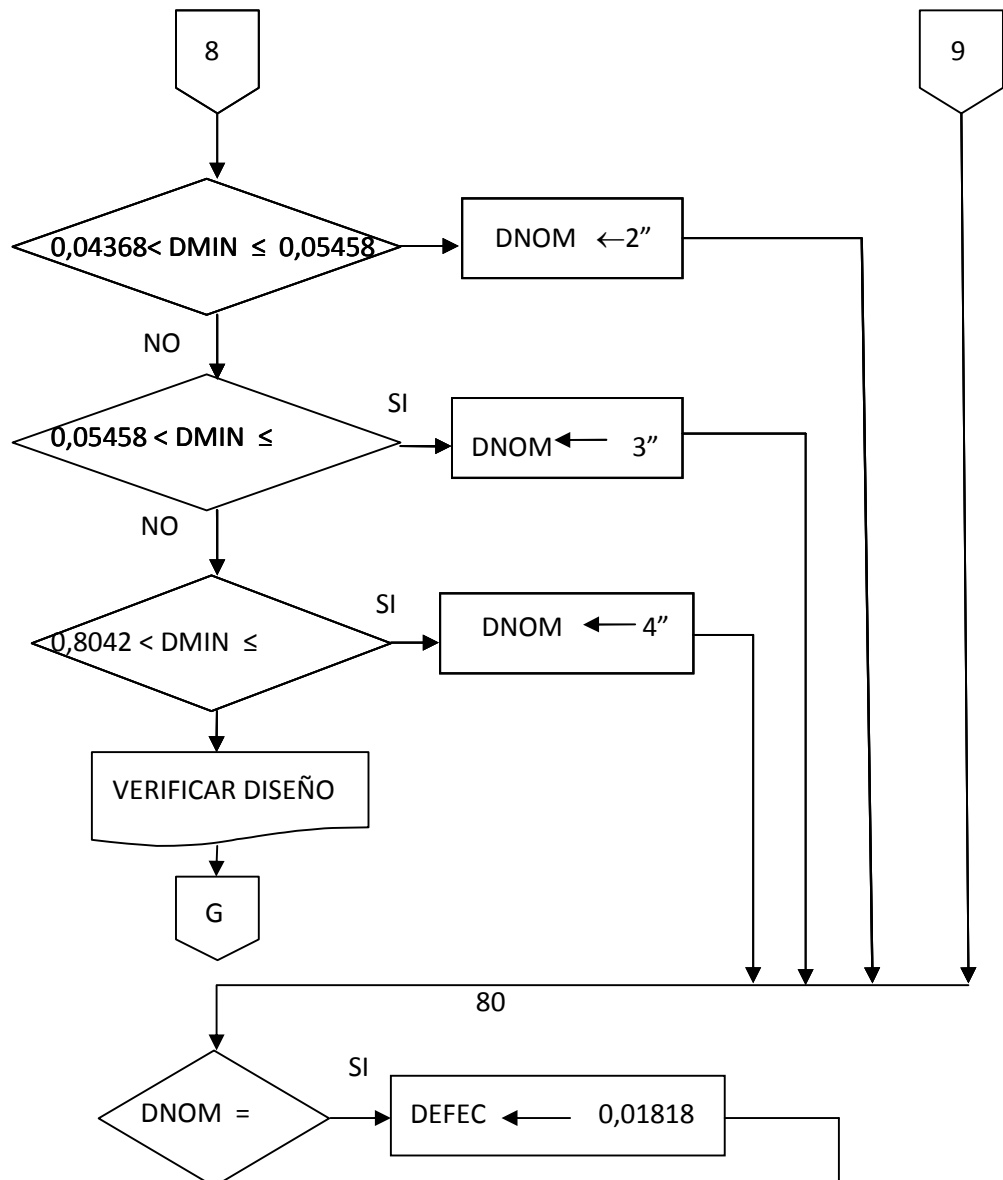


SI → ← —

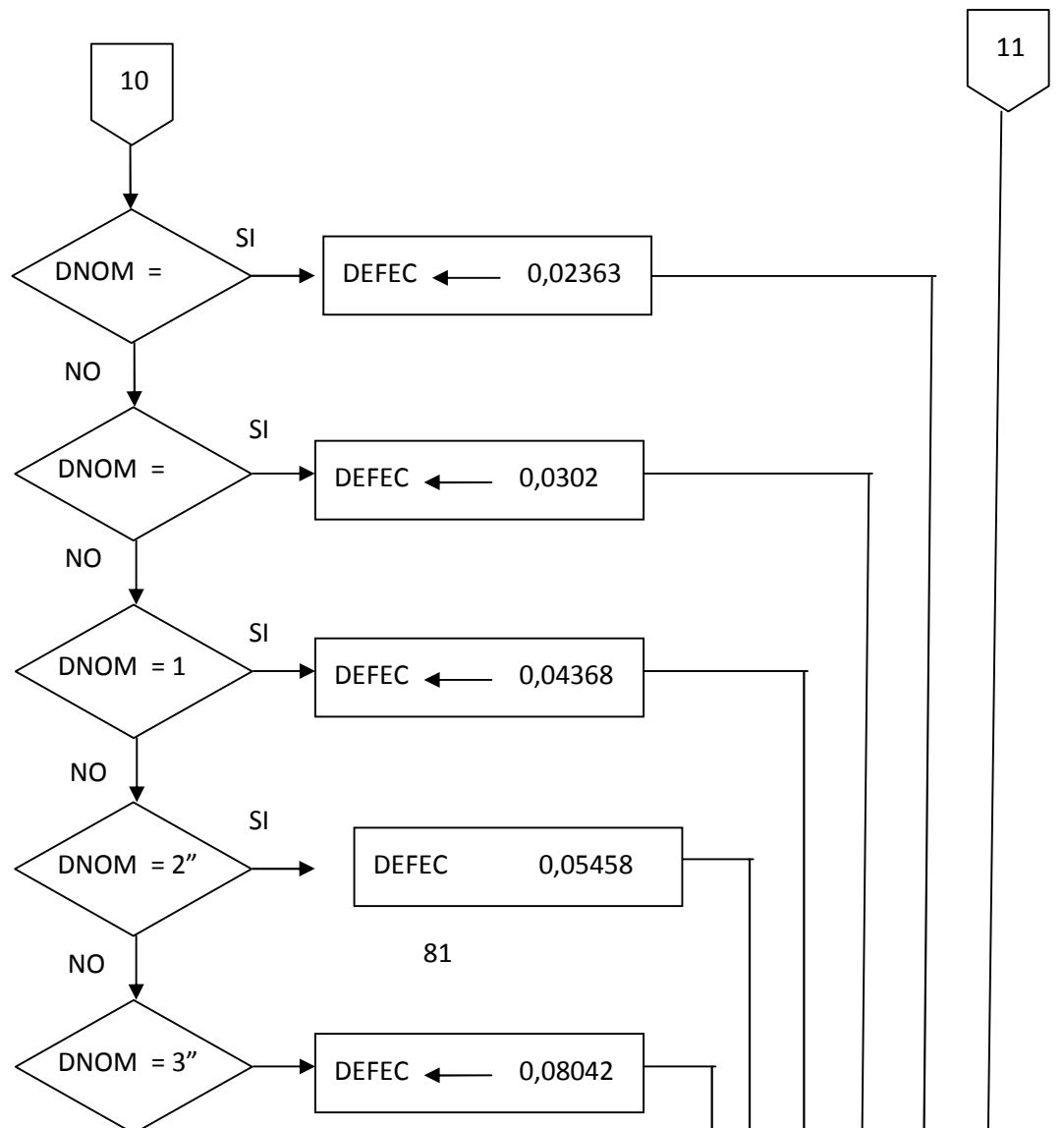
NO

8

9



NO

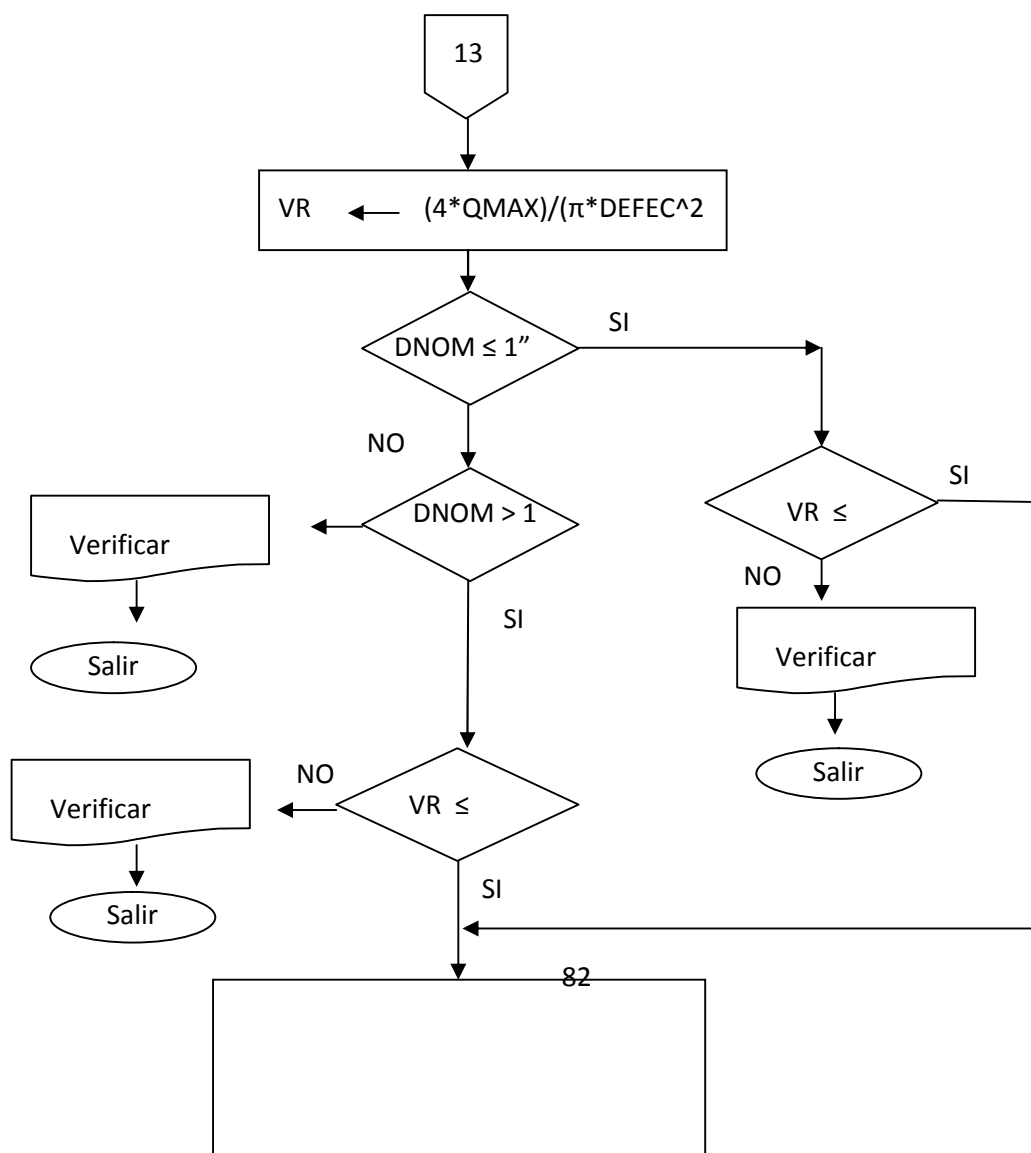


SI

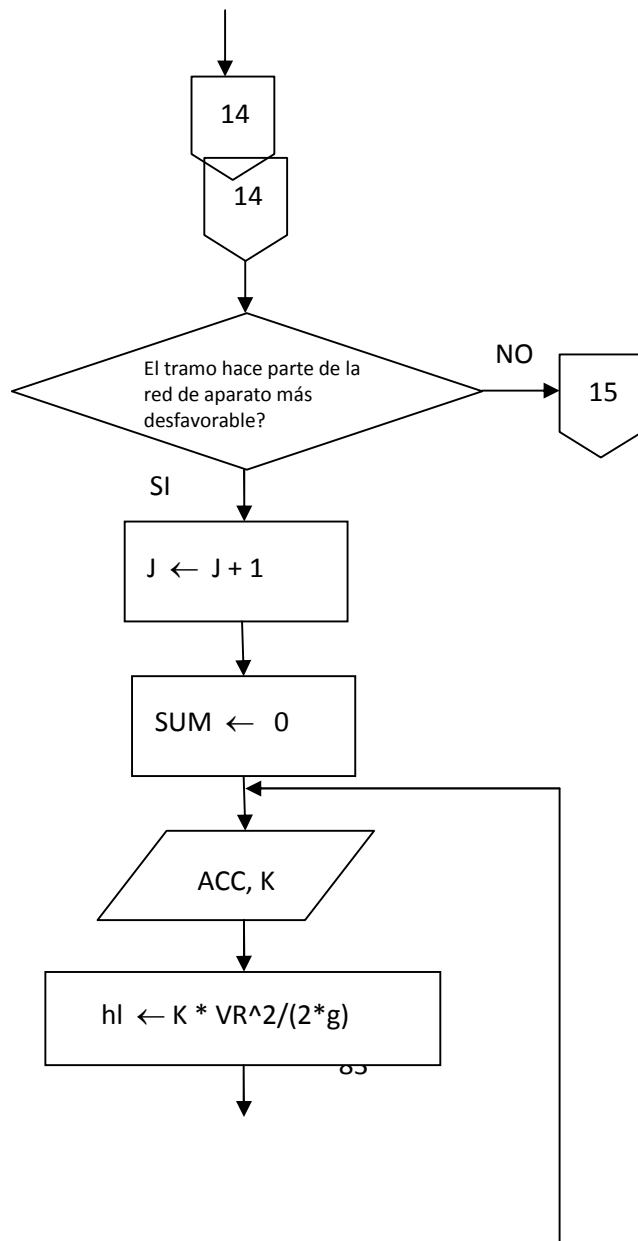
NO

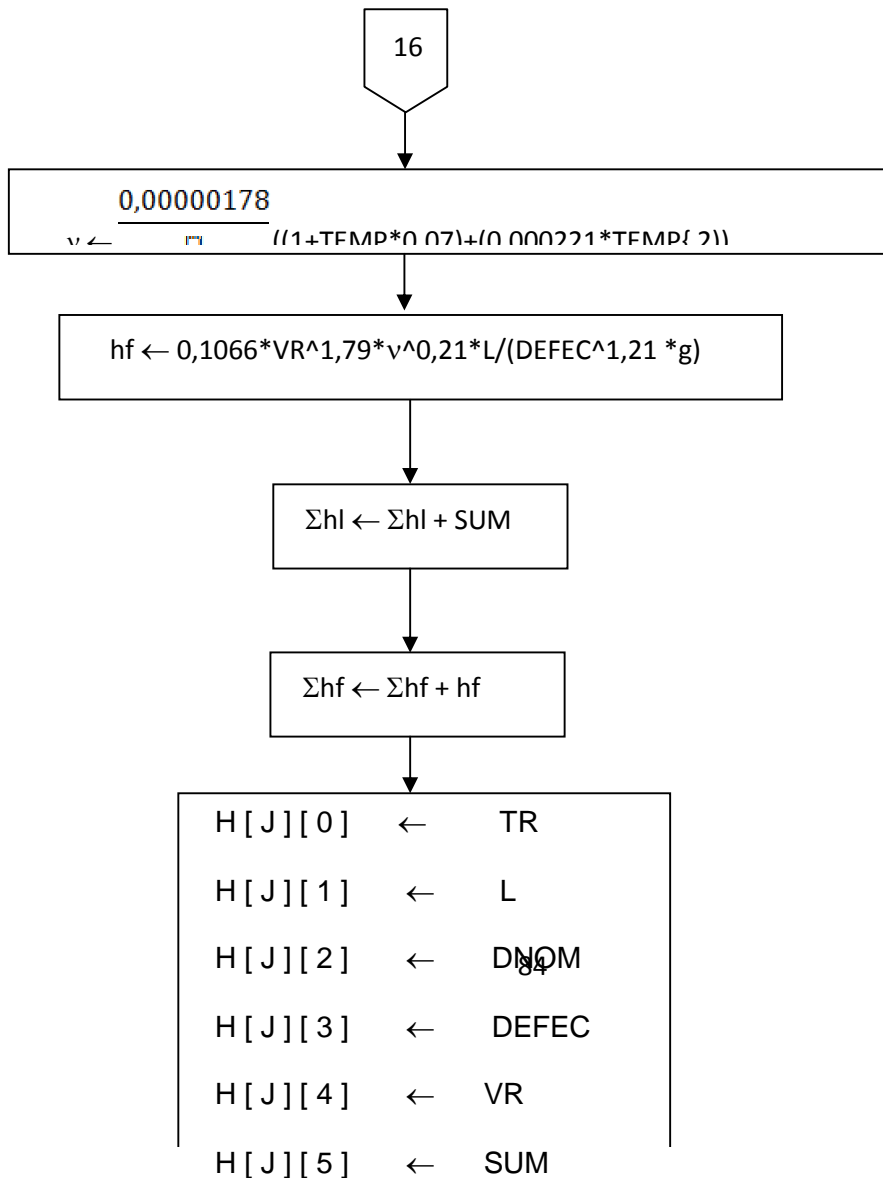
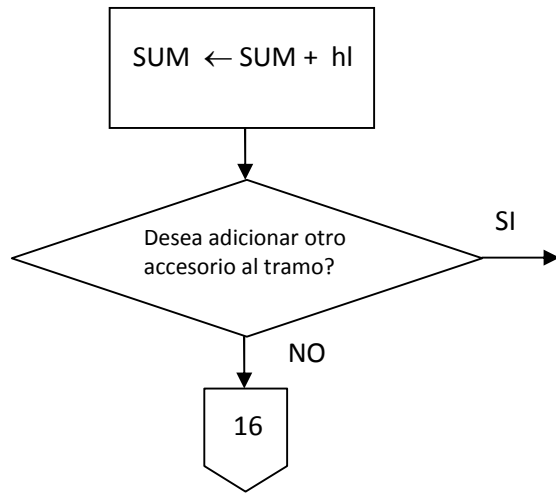
SI

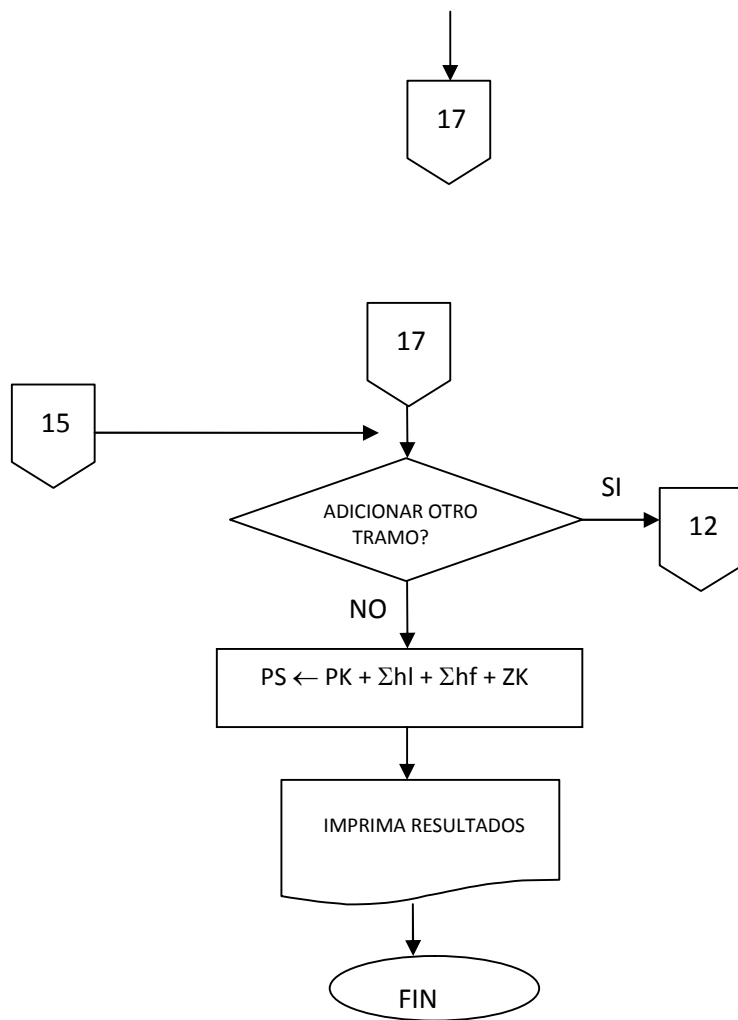
NO



M [C] [0] ← TR
M [C] [1] ← NA
M [C] [2] ← UC
M [C] [3] ← QMAX
M [C] [4] ← DMIN
M [C] [5] ← DNOM
M [C] [6] ← DEFEC
M [C] [7] ← VR







3.1.2. Algoritmo Pre dimensionamiento

Var TR, APA, M [] [8], H [] [5], ACC: Carácter
NA, UC, UD, C, J: Entero
L,TEMP, QMAX, DMIN, DNOM ,DEFEC, VR, g, v,SUM, hf, hl, Ps, Zk, Pk,
hf, hl : Real

Inicio

C ← 0

J ← 0

Leer (TR, APA, NA, UC, L)

QMAX ← $0,1163 (U.C)^{0,6875}$

DMIN ← $(4*QMAX/ *2)$

SI DMI 0,01818

Entonces DNOM ← $\frac{1}{2}$ "

Sino Si $0,01818 < DMIN$ 0,02363

Entonces DNOM ← $\frac{3}{4}$ "

Sino Si $0,02363 < D_{MIN}$ 0,0302

Entonces $D_{NOM} \leftarrow 1''$

Sino Si $0,0302 < D_{MIN}$ 0,04368

Entonces $D_{NOM} \leftarrow 1 \frac{1}{2}''$

Sino Si $0,04368 < D_{MIN}$ 0,05458

Entonces $D_{NOM} \leftarrow 2''$

Sino Si $0,05458 < D_{MIN}$ 0,08042

Entonces $D_{NOM} \leftarrow 3''$

Sino Si $0,08042 < D_{MIN}$ 0,10342

Entonces $D_{NOM} \leftarrow 4''$

Sino TERMINADO

FIN Si

FIN Si

FIN Si

FIN Si

FIN Si

FIN Si

FIN Si

SI $D_{NOM} = \frac{1}{2}''$

Entonces $DEFEC \leftarrow 0,01818$

Sino Si $D_{NOM} = \frac{3}{4}''$

Entonces $DEFEC \leftarrow 0,02363$

Sino Si $D_{NOM} = 1''$

Entonces $DEFEC \leftarrow 0,0302$

Sino Si $D_{NOM} = 1 \frac{1}{2}''$

Entonces DEFEC 0,04368

Sino Si DNOM = 2”

Entonces DEFEC ← 0,05458

Sino Si DNOM = 3”

Entonces DEFEC ← 0,08042

Sino Si DNOM = 4”

Entonces DEFEC ← 0,10342

Sino TERMINADO

FIN Si

FIN Si

FIN Si

FIN Si

FIN Si

FIN Si

FIN Si

$V = \sqrt{(4 * Q) / (\pi * [DEFEC]^2)}$

Si DNO = 1

Entonces Si V > 2

Entonces “O.K”

Sino TERMINAR

Fin Si

Si DNO > 1

Entonces Si V > 2,5

Entonces “O.K”

Sino TERMINAR

Fin Si

Fin Si

M [C] [0] ← TR
M [C] [1] ← NA
M [C] [2] ← UC
M [C] [3] ← QMAX
M [C] [4] ← DMIN
M [C] [5] ← DNOM
M [C] [6] ← DEFEC
M [C] [7] ← VR

SI “El tramo hace parte de la red de aparato más desfavorable?”

Entonces SI $J \leftarrow J + 1$

SUM $\leftarrow 0$

SI “Desea adicionar otro accesorio”

Entonces Si

Repetir

Leer (ACC, K)

$h_l \leftarrow K * VR^2 / (2 * g)$

SUM \leftarrow SUM + h_l

Si “Desea adicionar otro accesorio”

Entonces Sino

$$v \leftarrow \frac{0,00000178}{\sqrt{((1+TEMP*0,07)+(0,000221*TEMP\{ 2))}}$$

$$h_f \leftarrow 0,1066*VR^{1,79}*v^{0,21}*L/(DEFEC^{1,21} * g)$$

$H[J][0] \leftarrow TR$
 $H[J][1] \leftarrow L$
 $H[J][2] \leftarrow DNOM$
 $H[J][3] \leftarrow DEFEC$
 $H[J][4] \leftarrow VR$
 $H[J][5] \leftarrow SUM$
 $H[J][6] \leftarrow hf$

$\Sigma hl \leftarrow \Sigma hl + SUM$

$\Sigma hf \leftarrow \Sigma hf + hf$

Sino "Desea adicionar otro tramo?"

Entonces si $C \leftarrow C + 1$

Repetir ciclo desde Inicio

Fin Si

$Ps = Zk + hf + hl + Pk$

FIN

3.2. DETERMINACIÓN DE LA ENERGÍA MÍNIMA NECESARIA, EN EL MEDIDOR, PARA EL FUNCIONAMIENTO ADECUADO DEL APARATO SANITARIO MAS DESFAVORABLE

Los tramos de la red se trabajan con los diámetros obtenidos utilizando el método de Hunter modificado. De acuerdo con la configuración general de la red (ver Figura 6 Vista isométrica de la red e identificación de los tramos), se estima que el aparato más desfavorable es la ducha ubicada al final del tramo A – DCH, ya que este aparato exige una presión de 7 m.c.a (Ver

Tabla 1 Condiciones de funcionamiento de los aparatos sanitarios – uso privado -
 Tabla 2 Condiciones de funcionamiento de los aparatos sanitarios – uso público)
 para un funcionamiento adecuado y correcto, y por lo tanto será tomado como el
 aparato más alejado y con su suministro más alto de la red.

Características de la red hasta el aparato más desfavorable

Para cálculos de la energía mínima del ejemplo de diseño se tiene los siguientes
 accesorios y longitudes de los tramos que alimentan el aparato más desfavorable.

Tabla 19 Características de la red del aparato más desfavorable

TRAMO	LONGITUD TRAMO (m)	ACCESORIOS	CANTIDAD	φ DE TUBERÍA (plg)	φ DE TUBERÍA (m)	VELOCIDAD (m/seg)
O - MEDIDOR	3,23	Medidor	1	1 ½	0,04368	1,871
		Válvula check	1	1 ½	0,04368	
		Tee (paso directo)	1	1 ½	0,04368	
L – O	0,35	Tee (salida lateral)	1	1 ½	0,04368	1,644
F - L	6,44	Codo	1	1	0,0302	1,273
		Tee (salida lateral)	1	1	0,0302	
D - F	1,48	Tee (paso directo)	1	1	0,0302	1,379
C - D	4,7	Válvula compuerta	1	¾	0,02363	1,707
		Tee (salida lateral)	1	¾	0,02363	
B - C	0,58	Tee (paso directo)	1	¾	0,02363	1,536

A - B	3,76	Codo	1	¾	0,02363	1,355
		Tee (Salida lateral)	1	¾	0,02363	
DCH - A	2,44	Codo	1	½	0,01818	0,722

Para el planteamiento de la ecuación de energía entre el punto de suministro (medidor) y el punto de descarga del aparato más desfavorable (para el ejemplo ducha, el nivel de referencia (cero) coincidirá con la cota del medidor.

3.2.1. Pérdida de energía por fricción (h_f)

➤ PASO 1

Determinar la viscosidad del agua para la temperatura de 15°C. Para el ejemplo se tendrá una temperatura de 15°C

$$\text{Viscosidad} = \frac{0,00000178}{(1 + 15 \times 0,07) + (0,000221 \times 15^2)} = 0,0000015 \text{ m}^2/\text{seg}$$

➤ PASO 2

Con el diámetro y la velocidad obtenida mediante el método Hunter modificado en el ejemplo, se calcula las pérdidas por fricción (h_f).

$$\text{Pérdidas por Fricción (hf)} = \frac{0,1066 * V^{1,79} * v^{0,21} * L}{D^{1,21} * g}$$

En donde:

V: Es la velocidad con la que viaja el agua por la tubería en m/seg.

v: Es la viscosidad del agua a la temperatura con la que se está trabajando.

D: Es el diámetro efectivo en metros.

hf: Pérdidas por fricción

g: Gravedad = 9.8m/seg

Para el tramo O – Medidor

$$hf = \frac{0,1066 * 1,871^{1,79} * 0,0000015^{0,21} * 3,23}{0,04368^{1,21} * 9,8} = 0,4251$$

Tabla 20 Cálculos de las pérdidas de energía por fricción

TRAMO	LONGITUD TRAMO (m)	DIÁMETRO EFECTIVO	VELOCIDAD REAL	PERDIDA DE ENERGÍA (hf)
O - MEDIDOR	3,23	0,04368	1,871	0,4251
L - O	0,35	0,04368	1,644	0,0365
F - L	6,44	0,0302	1,273	0,4257
D - F	1,48	0,0302	1,379	0,1518
C - D	4,7	0,02363	1,707	0,9705
B - C	0,58	0,02363	1,536	0,0991
A - B	3,76	0,02363	1,355	0,5131
DUCHA - A	2,44	0,01818	0,722	0,1078
			$\Sigma hf =$	2,73

3.2.2. Pérdida de energía por accesorios (hl)

3.2.2.1. *Calculo de pérdidas en accesorios comunes: Para determinar las perdidas locales de los accesorios se utiliza la siguiente ecuación:*

$$hl = K \frac{V^2}{2 \times g}$$

En donde:

K: Coeficiente de perdidas locales o por accesorios (Ver

Tabla 3 Pérdidas locales o por accesorios)

Vr: Velocidad del agua en m/seg

g: Gravedad

Cálculos de pérdida de energía por accesorios para la válvula check en el tramo

O - MEDIDOR

$$h_m = K \frac{V^2}{2 * g} = 2,5 \frac{1,871^2}{2 * 9,8} = 0,446$$

3.2.2.2. *Calculo de pérdidas de energía en medidores: Para medidores de volumen se tiene que:*

h_m : En función del caudal

Q = 1,34 lps (Ver Tabla 18 Resultados obtenidos mediante el método de Hunter modificado)

$$h_m = \frac{2,0655 * Q^{1,9959}}{D^{3,7374}} = \frac{2,0655 * 1,34^{1,9959}}{1^{3,7374}} = 3,70 \text{ m.c.a}$$

Tabla 21 Cálculos de las pérdidas de energía por accesorios

TRAMO	ACCESORIOS	CANTIDAD	φ DE TUBERÍA (plg)	φ DE TUBERÍA (m)	VELOCIDAD (m/seg)	K
O -MEDIDOR	Medidor	1	1 ½	0,04368	1,871	2,5
	Válvula check	1	1 ½	0,04368		
	Tee (paso directo)	1	1 ½	0,04368		
L – O	Tee (salida lateral)	1	1 ½	0,04368	1,644	0,9
F - L	Codo	1	1	0,0302	1,273	0,9
	Tee (salida lateral)	1	1	0,0302		
D - F	Tee (paso directo)	1	1	0,0302	1,379	0,15
C - D	Válvula compuerta	1	¾	0,02363	1,707	0,25
	Tee (salida lateral)	1	¾	0,02363		

B - C	Tee (paso directo)	1	$\frac{3}{4}$	0,02363	1,536	0,15
	Codo	1	$\frac{3}{4}$	0,02363		0,9
A - B	Tee (Salida lateral)	1	$\frac{3}{4}$	0,02363	1,355	0,9
DCH - A	Codo	1	$\frac{1}{2}$	0,01818	0,722	0,9
Sumatoria de las perdidas por accesorios						

Determinación de la presión necesaria en el medidor

$$P_s = Z_k + h_f + h_l + P_k$$

$Z_k = 2$, Altura del aparato más desfavorable con respecto al medidor

$P_k = 7$ (Ver

Tabla 1 Condiciones de funcionamiento de los aparatos sanitarios – uso privado,
Tabla 2 Condiciones de funcionamiento de los aparatos sanitarios – uso público,
para la ducha)

$$h_f = 2,73$$

$$h_l = 4,842$$

$$P_s = 2 + 2,73 + 4,842 + 7 = 16,57 \text{ m.c.a}$$

3.3. CALCULO DE CAUDALES EN LA TUBERÍA VERTICAL DE LA EDIFICACIÓN

Para el cálculo del diámetro de las tuberías verticales se puede realizar de dos maneras (Diseños hidráulicos, sanitarios y de gas en edificaciones. Rodríguez Díaz Héctor Alfonso).

3.3.1. *Calculo de diámetros*

- **Calculo del diámetro de la tubería para el cuarto piso**

$Q_{\text{max probable}} = 1,34 \text{ lps}$ para un apartamento (calculado mediante el método de Hunter modificado)

El edificio está compuesto por dos apartamentos tipo por piso.

$$Q_{\text{max probable para un piso}} = 1,34 \text{ lps} \times 2 = 2,68 \text{ lps}$$

El diámetro se determina mediante la siguiente ecuación:

$$D = \sqrt{\frac{4 * Q}{\pi * V}} = \sqrt{\frac{4 * 0,00268}{\pi * 2}} = 0,041m$$

V= 2m/seg, recomendada según la Norma NTC1500

Teniendo en cuenta la Tabla 16 Rango de valores del diámetro teórico, para la asignación del diámetro comercial, se necesita un diámetro comercial de 1 1/2".

De acuerdo a la Tabla 17 Diámetros efectivos de tuberías adoptados, se tendrá un diámetro efectivo de 0,04368

La velocidad debe ser menor o igual 2 m/seg para diámetros menores a 3" y para diámetros mayores la velocidad debe ser menor o igual a 2,5m/seg.

$$V = \frac{4 * Q}{\pi * D^2} = \frac{4 * 0,00268}{\pi * 0,04368^2} = \frac{1,78m}{seg} \leq \frac{2m}{seg}$$

- **Calculo del diámetro de la tubería para el tercer piso**

Qmax probable para un piso = 2,68 lps

Qmax probable para el tercer piso = 2,68 *2= 5,36 lps

El diámetro se determina mediante la siguiente ecuación:

$$D = \sqrt{\frac{4 * Q}{\pi * V}} = \sqrt{\frac{4 * 0,00536}{\pi * 2}} = 0,058m$$

V= 2m/seg, recomendada según la Norma NTC1500

Teniendo en cuenta la Tabla 16 Rango de valores del diámetro teórico, para la asignación del diámetro comercial, se necesita un diámetro comercial de 3".

De acuerdo a la Tabla 17 Diámetros efectivos de tuberías adoptados, se tendrá un diámetro efectivo de 0,08042

La velocidad debe ser menor o igual 2 m/seg para diámetros menores a 3" y para diámetros mayores la velocidad debe ser menor o igual a 2,5m/seg.

$$V = \frac{4 * Q}{\pi * D^2} = \frac{4 * 0,00536}{\pi * 0,08042^2} = \frac{1,05m}{seg} \leq \frac{2,5m}{seg}$$

- **Calculo del diámetro de la tubería para el segundo piso**

Qmax probable para un piso = 2,68 lps

Qmax probable para el tercer piso = 2,68 *3= 8,04 lps

El diámetro se determina mediante la siguiente ecuación:

$$D = \sqrt{\frac{4 * Q}{\pi * V}} = \sqrt{\frac{4 * 0,00804}{\pi * 2}} = 0,071m$$

V= 2m/seg, recomendada según la Norma NTC1500

Teniendo en cuenta la Tabla 16 Rango de valores del diámetro teórico, para la asignación del diámetro comercial, se necesita un diámetro comercial de 3".

De acuerdo a la Tabla 17 Diámetros efectivos de tuberías adoptados, se tendrá un diámetro efectivo de 0,08042

La velocidad debe ser menor o igual 2 m/seg para diámetros menores a 3" y para diámetros mayores la velocidad debe ser menor o igual a 2,5m/seg.

$$V = \frac{4 * Q}{\pi * D^2} = \frac{4 * 0,00804}{\pi * 0,08042^2} = \frac{1,58m}{seg} \leq \frac{2,5m}{seg}$$

- **Calculo del diámetro de la tubería desde el suministro hasta el primer piso**

Qmax probable para un piso = 2,68 lps

Qmax probable para el tercer piso = 2,68 *4= 10,72 lps

El diámetro se determina mediante la siguiente ecuación:

$$D = \sqrt{\frac{4 * Q}{\pi * V}} = \sqrt{\frac{4 * 0,01072}{\pi * 2}} = 0,0826m$$

V= 2m/seg, recomendada según la Norma NTC1500

Teniendo en cuenta la Tabla 16 Rango de valores del diámetro teórico, para la asignación del diámetro comercial, se necesita un diámetro comercial de 4”.

De acuerdo a la Tabla 17 Diámetros efectivos de tuberías adoptados, se tendrá un diámetro efectivo de 0,10342

La velocidad debe ser menor o igual 2 m/seg para diámetros menores a 3” y para diámetros mayores la velocidad debe ser menor o igual a 2,5m/seg.

$$V = \frac{4 * Q}{\pi * D^2} = \frac{4 * 0,01072}{\pi * 0,10342^2} = \frac{1,27m}{seg} \leq \frac{2,5m}{seg}$$

3.3.2. *Perdidas por fricción (hf)*

La ecuación de energía será entre el punto de abastecimiento y el aparato sanitario más desfavorable de la edificación.

El aparato más desfavorable es la misma ducha del análisis anterior, ubicada en el último piso.

Para determinar las pérdidas por fricción se utiliza la ecuación deducida por Rodríguez Díaz Héctor Alfonso y obtenida para tubería P.V.C, considerada tubería lisa.

$$h_{lf} = (0,1066 * V^2 * (f_{0,21} * L)) / (D^{1,21} * g)$$

Se tiene una viscosidad de $0,0000015 \text{ m}^2/\text{seg}$, para una temperatura de 15°C

$$g = 9,8 \text{ m}^2/\text{seg}$$

Altura de entrepiso = 3m

Longitud desde el suministro hasta el primer piso = 10m

Tabla 22 Cálculos de las pérdidas de energía por fricción en tubería vertical

TRAMO O PISO	LONGITUD	ϕ EFECTIVO (m)	VELOCIDAD (m/seg)	h_f
PISO CUARTO	3	0,04368	1,78	0,273
PISO TERCERO	3	0,08042	1,05	0,045
PISO SEGUNDO	3	0,08042	1,58	0,102
SUMINISTRO – PRIMER PISO	10	0,10342	1,27	0,0490
Sumatoria de las perdidas por fricción:				0,469

3.3.3. Pérdidas de energía por accesorios (h_l)

Utilizando la

Tabla 3 Pérdidas locales o por accesorios y la ecuación $h_l = K * \frac{V^2}{2 * g}$

En donde

K: Ver

Tabla 3 Pérdidas locales o por accesorios)

V: Es la velocidad real obtenida en el tramo mediante el método de Hunter Modificado

g: Gravedad igual a 9.8m/seg

3.3.4. Cálculo de pérdidas de energía en medidores

Para medidores de volumen se tiene que:

h_m : En función del caudal

Q = 10,72 lps

$$h_m = \frac{2,0655 * Q^{1,9959}}{D^{3,7374}} = \frac{2,0655 * 10,72^{1,9959}}{4^{3,7374}} = 1,32 \text{ m.c.a}$$

Tabla 23 Cálculos de las pérdidas de energía por accesorios en tubería vertical

TRAMO O PISO	ACCESORIO S	ϕ COMERCIAL	CANTIDAD	VELOCIDAD (m/seg)	K	h_l
PISO CUARTO	Codo	1	1	1,78	0,9	0,14
	Tee(salida lateral)	1	1		2	0,32
PISO TERCERO	Tee(salida lateral)	3	1		0,9	0,050
	Tee(salida bilateral)	3	1	1,05	2	0,11
		3	1		0,9	0,050
	Codo					
PISO SEGUNDO	Tee(salida lateral)	3	1		0,9	0,11
	Tee(salida	3	1	1,58	2	0,25

DO	bilateral)	3	1	0,9	0,11
	Codo				
SUMINI	Codo	4	1	0,9	0,070
STRO –	Válvula Check	4	1	1,27	2,5
PRIME					0,20
R PISO	Medidor	4	1		1,32
	Sumatoria de pérdidas de energía por accesorios				2,73

Determinación de la presión necesaria en la red principal

$$P_s = Z_k + h_f + h_l + P_k$$

$Z_k = 9,2$, Altura del aparato más desfavorable con respecto al medidor

$P_k = 7$ (Ver

Tabla 1 Condiciones de funcionamiento de los aparatos sanitarios – uso privado,
Tabla 2 Condiciones de funcionamiento de los aparatos sanitarios – uso público,
para la ducha)

$h_f = 0,469$

$h_l = 2,73$

$P_s = 9,2 + 0,469 + 2,73 + 7 = 19,4$ m.c.a

3.3.5. Diagrama de flujo tubería vertical

TRV: Nombre de los tramos verticales

Q_{maxp} : Caudal máximo probable en el medidor calculado en programa “Pre dimensionamiento”

Q_{maxpb} : Caudal máximo probable por piso

NPISOS: No de pisos de la edificación, valor que se lee en el programa “acometida principal”

NAPTOS: No de apartamentos por piso, valor que se lee en el programa “acometida principal”

P: Contador

DMIV: Diámetro mínimo o también conocido como diámetro teórico para la tubería vertical.

DNOV: Diámetro nominal de la tubería vertical.

DFECV: Diámetro efectivo para la tubería vertical.

VRV: Velocidad real
ACC: Accesorios de la red.
g: Constante igual a 9.8m/seg
K: Coeficiente de perdidas locales o por accesorios
SUM: Variable que almacena las sumatoria de las perdidas locales de cada uno de los tramos
M [] [7]: Matriz que almacena los datos de cada uno de los tramos de la tubería vertical
DES: Aparato sanitario más desfavorable en la red que se lee en el programa “Pre dimensionamiento”
L: Longitud del tramo vertical
ACC: Accesorios del tramo vertical
K: Coeficiente de perdidas locales o por accesorios (Ver

Tabla 3 Pérdidas locales o por accesorios)

SUM: Variable que almacena la sumatoria de las perdidas por accesorios del tramo

hf: Perdidas por fricción

hl: Perdidas por accesorios

Ps : Presión mínima necesaria en la Red

Zk: Altura del aparato más desfavorable con respecto al medidor

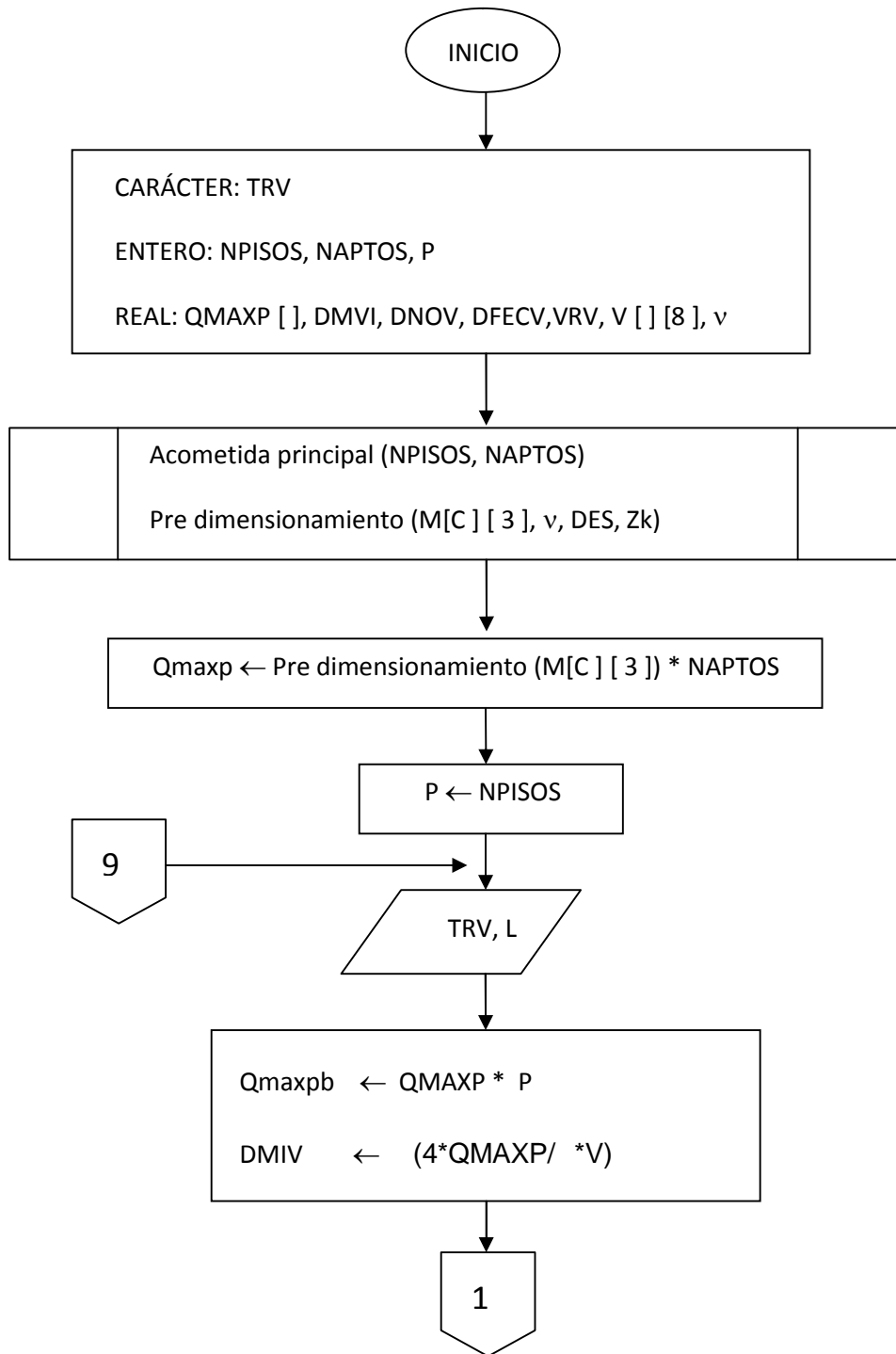
Pk: Presión necesaria del aparato más desfavorable (Ver

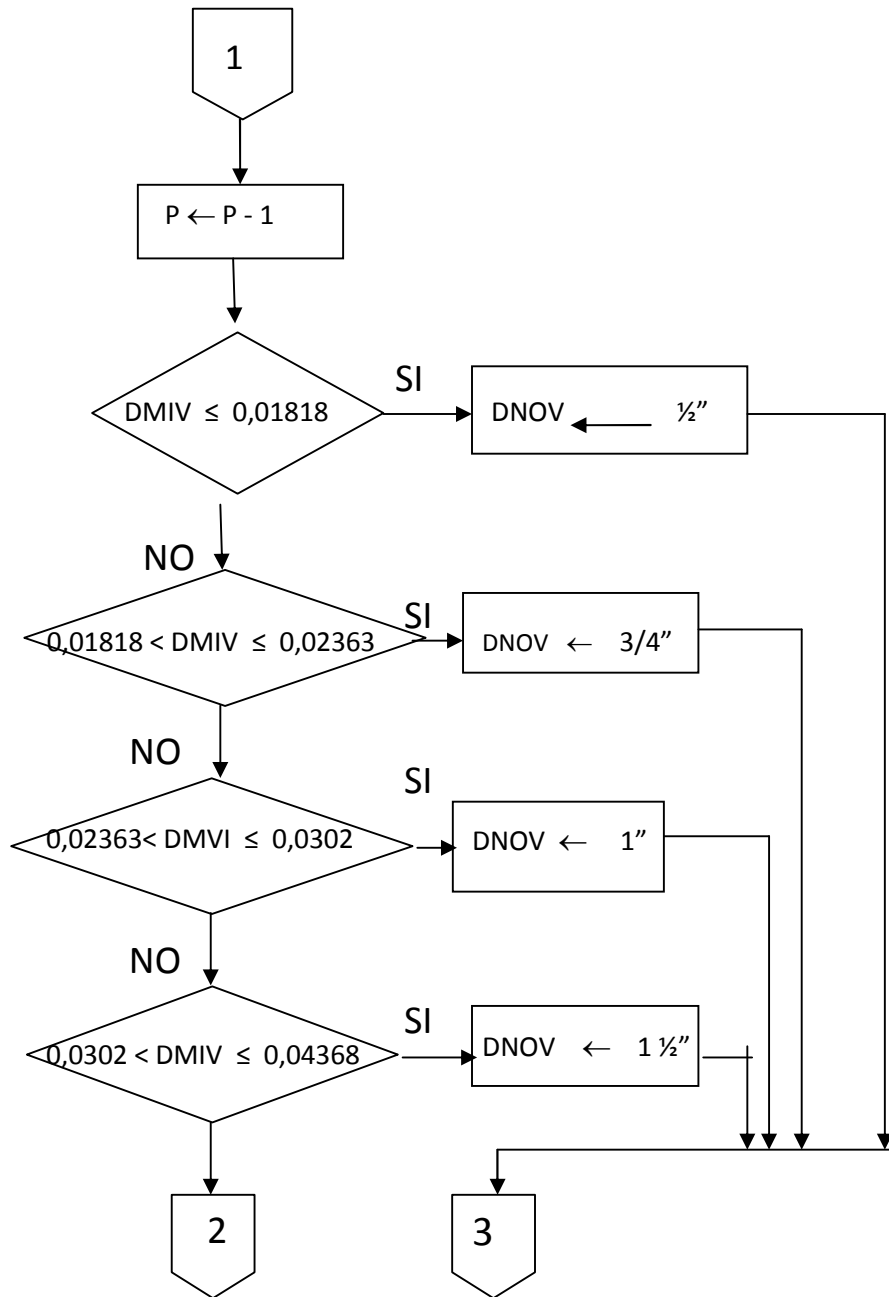
Tabla 1 Condiciones de funcionamiento de los aparatos sanitarios – uso privado,

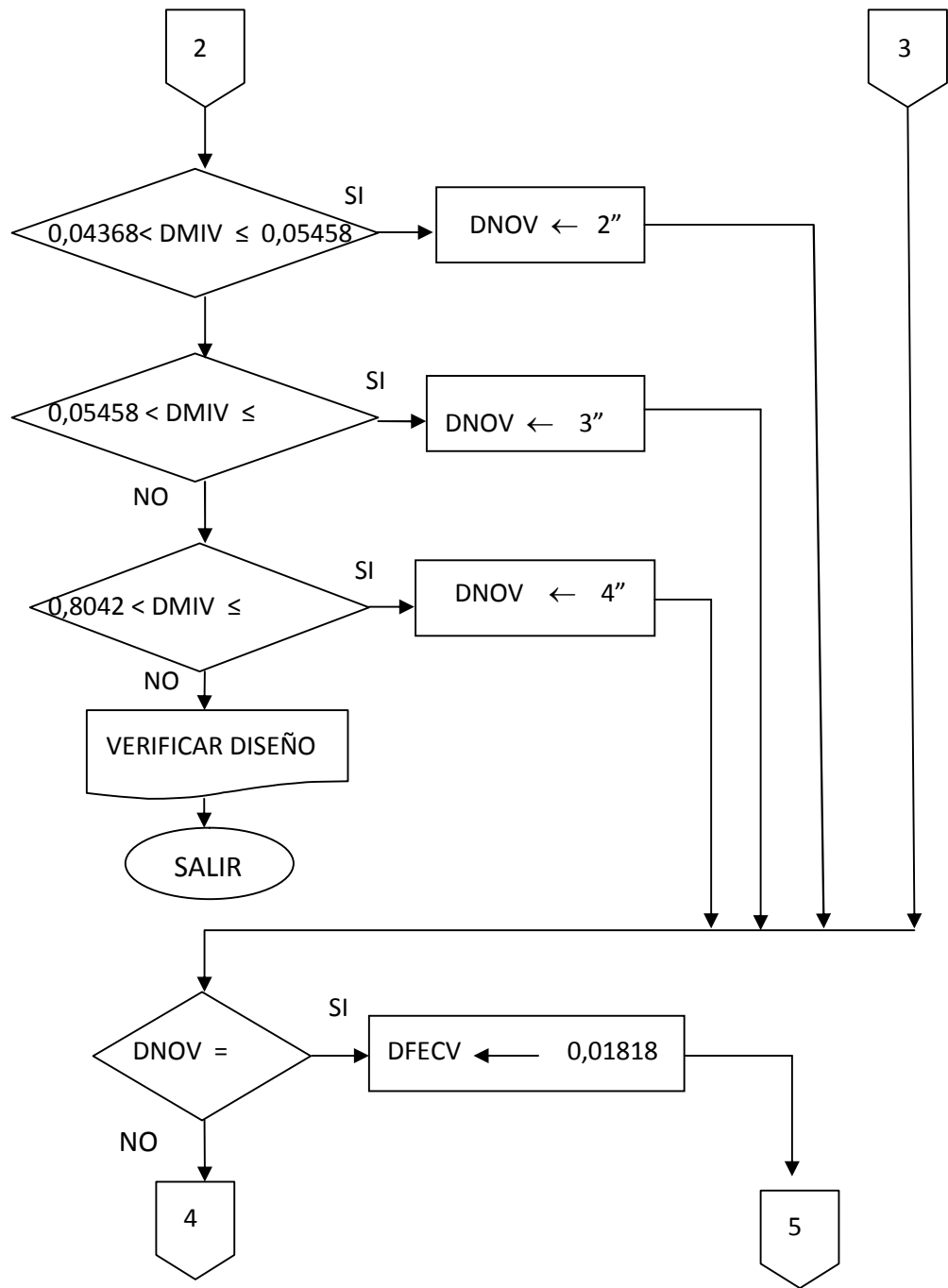
Tabla 2 Condiciones de funcionamiento de los aparatos sanitarios – uso público)

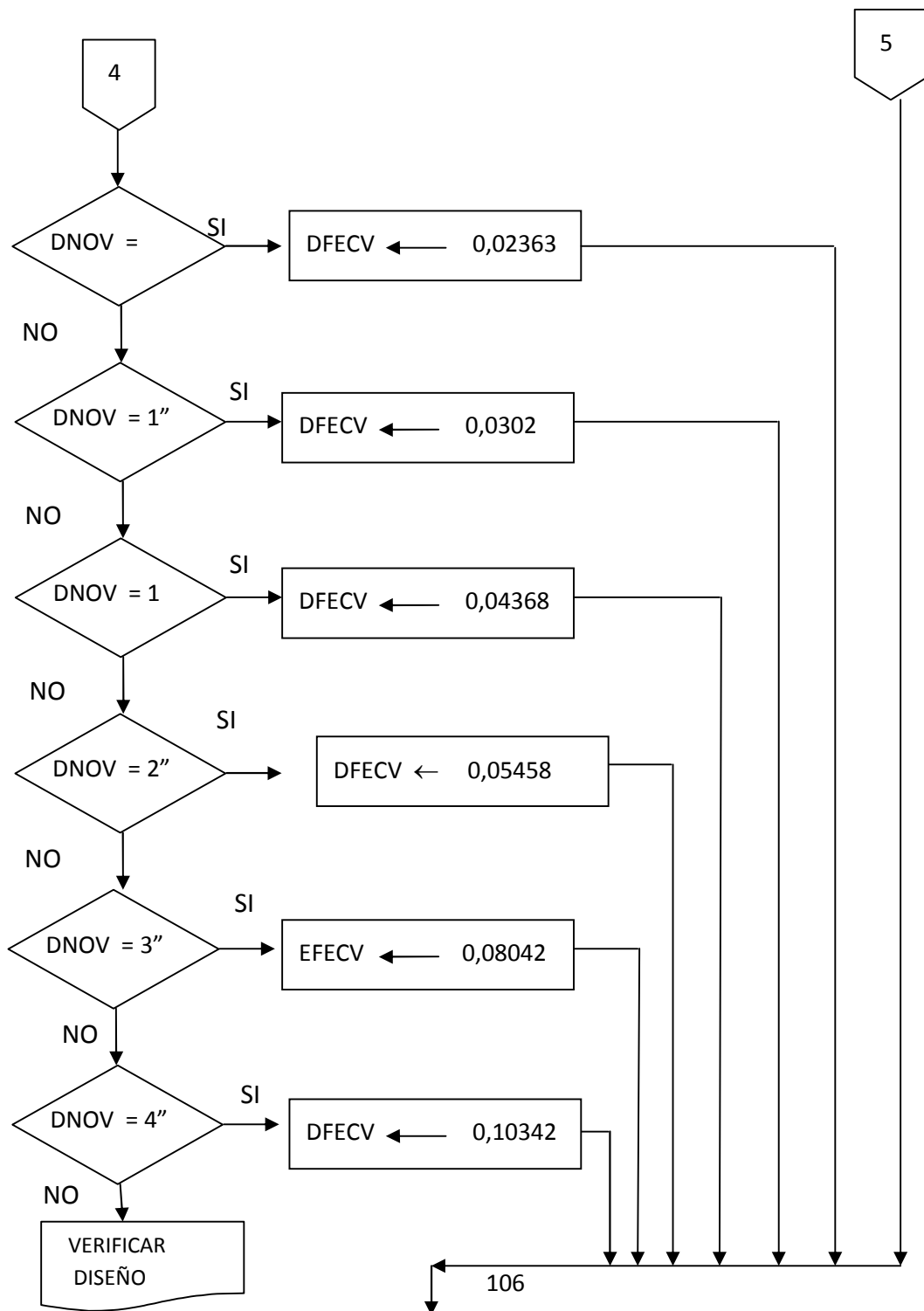
hf : Sumatoria de las perdidas por fricción

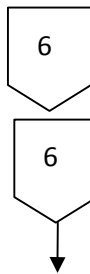
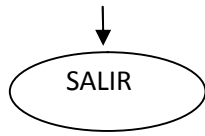
hl: Sumatoria de las pérdidas por accesorios



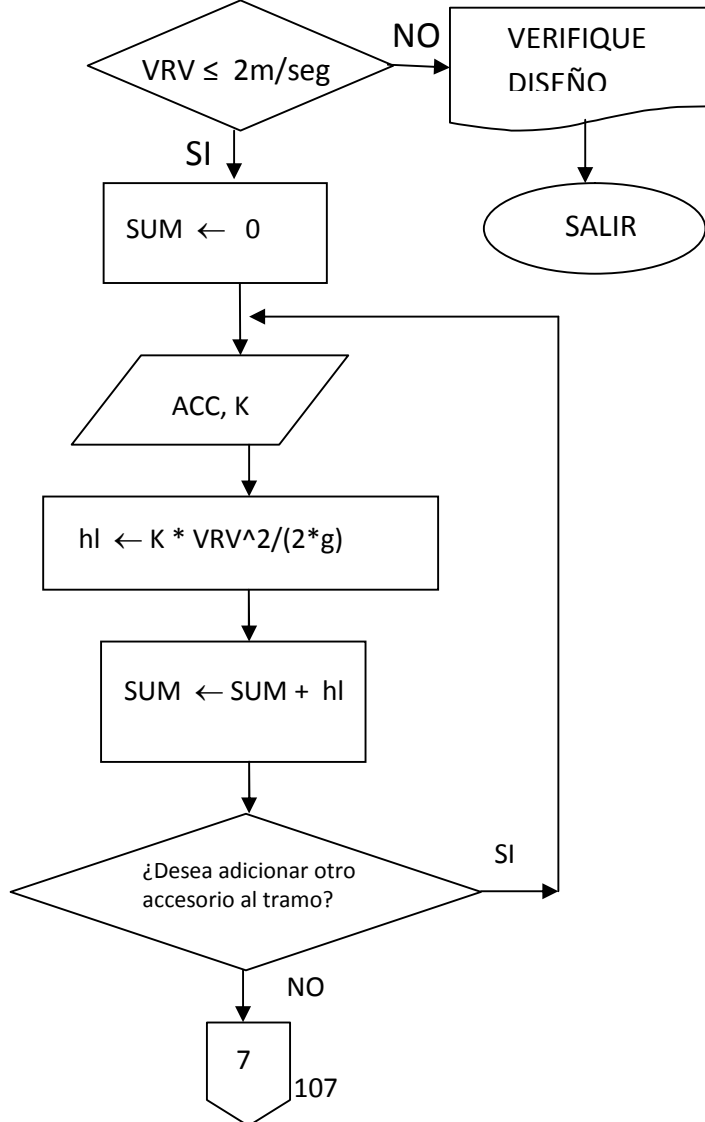








$$VRV = \sqrt{(4 * Q_{maxpb}) / (\pi * [DFE])}$$



7

$$v \leftarrow \frac{0,00000178}{((1+TFMP*0,07)+(0,000221*TFMP^2))}$$

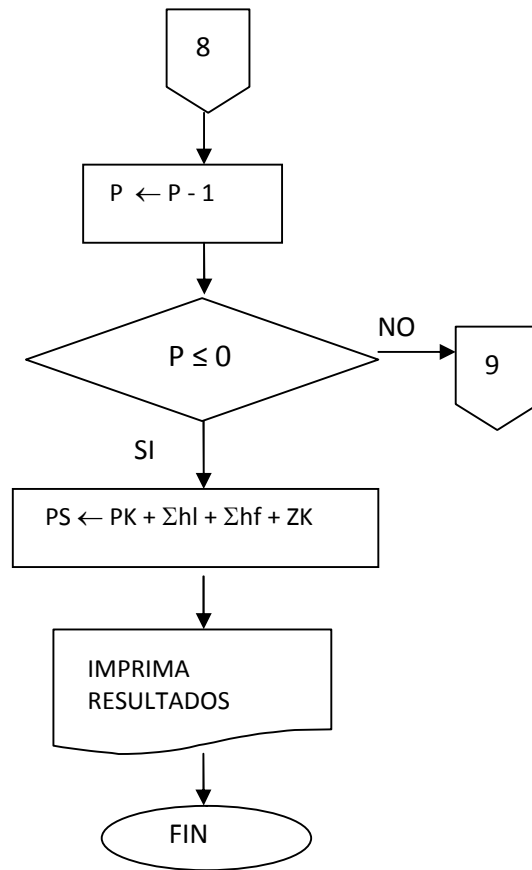
$$hf \leftarrow 0,1066*VR^{1,79}*v^{0,21}*L/(DEFEC^{1,21}*g)$$

- M[P][0] ← TRV
- M[P][1] ← L
- M[P][2] ← DNOMV
- M[P][3] ← DEFECV
- M[P][4] ← VRV
- M[P][5] ← SUM
- M[P][6] ← hf

$$\Sigma hl \leftarrow \Sigma hl + SUM$$

$$\Sigma hf \leftarrow \Sigma hf + hf$$

8



3.3.6. Pseudocódigo Tubería vertical

Var NPISOS, NAPTOS, P, : Entero
TRV, ACC, DES: Carácter
QMAX, Qmaxp, DMIV, DNOV, DFECV, VRV, K, hl, hf, Ps, Pk, Zk, Zs, Σhf,
Σhl, L, SUM, M [] [7]: Real
g : Constante

Inicio

Llamar a Acometida principal (NPISOS, NAPTOS)

Llamar a Pre dimensionamiento (M[C] [3], v, DES, Zk)

Qmaxp ← Pre dimensionamiento (M[C] [3]) * NAPTOS

P ← NPISOS

Leer (TRV, L)

DMIV ← (4*Qmaxp/ *2)

SI DMIV 0,01818

Entonces DNOV ← ½”

Sino Si 0,01818 < DMIV 0,02363

Entonces DNOV ← ¾”

Sino Si 0,02363 < DMIV 0,0302

Entonces DNOV ← 1”

Sino Si 0,0302 < DMIV 0,04368

Entonces DNOV ← 1 ½”

Sino Si 0,04368 < DMIV 0,05458

Entonces DNOV \leftarrow 2"

Sino Si $0,05458 < DMIV$ 0,08042

Entonces DNOV \leftarrow 3"

Sino Si $0,08042 < DMIV$ 0,10342

Entonces DNOV \leftarrow 4"

Sino TERMINADO

FIN Si

FIN Si

FIN Si

FIN Si

FIN Si

FIN Si

FIN Si

SI DNOV = $\frac{1}{2}$ "

Entonces DFECV \leftarrow 0,01818

Sino Si DNOV = $\frac{3}{4}$ "

Entonces DFECV \leftarrow 0,02363

Sino Si DNOV = 1"

Entonces DFECV \leftarrow 0,0302

Sino Si DNOV = $1 \frac{1}{2}$ "

Entonces DFECV 0,04368

Sino Si DNOV = 2"

Entonces DFECV \leftarrow 0,05458

Sino Si DNOV = 3"

Entonces DFECV \leftarrow 0,08042

Sino Si DNOV = 4"

Entonces DFECV ← 0,10342

Sino TERMINADO

FIN Si

FIN Si

FIN Si

FIN Si

FIN Si

FIN Si

FIN Si

$VRV = \sqrt{(4 * Q_{maxp}) / (\pi * [DFECV]^2)}$

Si DNOV = 1

Entonces Si VRV > 2

Entonces "O.K"

Sino TERMINAR

Fin Si

Si DNOV > 1

Entonces Si VRV > 2,5

Entonces "O.K"

Sino TERMINAR

Fin Si

Fin Si

SUM ← 0

SI "Desea adicionar otro accesorio"

Entonces Si **Repetir**

Leer (ACC, K)

$hl \leftarrow K * VRV^2 / (2 * g)$

$SUM \leftarrow SUM + hl$

Entonces Sino

$hf \leftarrow 0,1066 * VRV^{1,79} * v^{0,21} * L / (DFECV^{1,21} * g)$

$M[P][0] \leftarrow TRV$

$M[P][1] \leftarrow L$

$M[P][2] \leftarrow DNOMV$

$M[P][3] \leftarrow DEFECV$

$M[P][4] \leftarrow VRV$

$M[P][5] \leftarrow SUM$

$M[P][6] \leftarrow hf$

Si $P = 0$

Entonces $\Sigma hl \leftarrow \Sigma hl + SUM$

$\Sigma hf \leftarrow \Sigma hf + hf$

Fin Si

$Ps = Zk + hf + hl + Pk$

FIN

3.4. CALCULO DE ACOMETIDA

Para efectos de cálculo se asume que en un apartamento habitan 6 personas

DATOS DE ENTRADA

- No de pisos en la edificación = 4 (datos de entrada)
- No de apartamentos por piso = 2 (datos de entrada)
- No de habitantes por piso = 6 (datos de entrada)
- Coeficiente de fricción de la tubería (para P.V.C = 150)
- Longitud de la tubería recta (este valor es determinado en planos), para el ejemplo se tiene una longitud de 26.18m.
- Altura del aparato más desfavorable con respecto al nivel de referencia (altura de la edificación) $Z_{k_i} = 9,2\text{m}$ (dato calculado en el programa "Tubería Vertical", estática del aparato más desfavorable ($H_e = 9.2\text{m}$), es igual a la sumatoria de las alturas de cada uno de los apartamentos de la edificación, hasta el aparato más desfavorable.)
- $P_s = 7$ (Ver
- Tabla 1 Condiciones de funcionamiento de los aparatos sanitarios – uso privado, Tabla 2 Condiciones de funcionamiento de los aparatos sanitarios – uso público, para este caso es la ducha)
- $h_f = 0,469$ (perdidas por fricción), (dato calculado en el programa "Tubería Vertical")
- $h_l = 2,73$ (perdidas por accesorios), (dato calculado en el programa "Tubería Vertical")

Paso 1. Cálculo de la presión necesaria en la red principal

$$\bullet \quad P_s = H_e + h_f + h_l + P_k$$

$$P_s = 9,2 + 0,469 + 2,73 + 7 = 19,4 \text{ m.c.a,}$$

Paso 2. Calculo del caudal

- No de personas en la edificación = 4(pisos) x 2 (apto por piso) x 6 (hab por apto) = 48 personas

Dotación asignada por persona = 250 litros/persona/día (Ver Tabla 15 Consumos de agua) (datos de entrada)

- Volumen = No de personas x dotación = 48 persona x 250 litros/persona/día = 12.000 litro/día = 12m³

Para definir la dotación o consumo de agua se debe tener en cuenta el buen servicio que preste la empresa o entidad correspondiente, del grado social y nivel de vida de las personas de determinado lugar. Sin embargo para el cálculo de redes de acueducto se asumen consumos entre 150 a 400 litros por día y por habitante.

Volumen de diseño para 24 horas = 12m³

En este caso el agua va directamente al tanque bajo; el volumen a consumir en 24 horas, debe suministrarse al tanque entre 4 y 6 horas, estimando una velocidad máxima de 1,5m/seg (Requisitos Mínimos de la Norma ICONTEC 1500, La velocidad máxima de diseño será de 2m/seg para tuberías de diámetro inferior a 3" y de 2.5m/seg para diámetros de 3" y mayores)

Para este caso se toma T = 5 horas = 18.000 seg

$$Q = \frac{Vol}{T} = \frac{12m^3}{18000} = 0,000666 m^3/seg$$

Paso 3. Calculo de Perdidas de energía por medidor

Para medidores de volumen se tiene que:

$$h_m = \frac{2,0655 * Q^{1,9959}}{D^{3,7374}} = \frac{2,0655 * 0.666^{1,9959}}{\frac{3}{4}^{3,7374}} = 2,70 m$$

En donde:

h_m : En función del caudal (m.c.a)

Q = 0.666 lps (en lps)

D: Diámetro del medidor en pulgadas, para este caso se asigna un diámetro de $\frac{3}{4}$ ", debido a que el diámetro de $\frac{1}{2}$ " está muy próximo al límite máximo de de caudal

Tabla 24 Caudal que admiten los medidores⁴⁸

CAUDAL QUE ADMITEN LOS MEDIDORES		
DIAMETRO (Pulg)	LIMITES DE CAUDAL (l/seg)	
	mínimo	máximo
1/2	0.033	0.67
3/4	0.133	2.17
1	0.183	3.33
1 1/2	0.333	6.25
2	0.5	10.00
3	1	20.00
4	1.75	31.67
6	3	63.33

Paso 4. Calculo de perdidas por fricción (Hft)

$$Pd = He + hm + Ps + Hft$$

Despejando Hft, tenemos: $Hft = Pd - He - hm - Ps$

$Pd = 19.4$ m.c.a (valor calculado en “paso 1”), presión necesaria en la red principal

$He = 9,2$ m (dato calculado en el programa “Tubería Vertical”, altura estática del aparato más desfavorable, es igual a la sumatoria de las alturas de cada uno de los apartamentos de la edificación, hasta el aparato más desfavorable.)

$hm = 2.7$ m Perdidas de energía en el medidor, calculado en el paso 3, si en el caso de no existir medidor este valor será 0.

$Ps = 7$ m.c.a, presión de servicio del aparato más desfavorable, este valor se lee en el programa “Predimensionamiento”.

$$Hft = 19.4 - 9.2 - 2.7 - 7 = 0.51\text{m}$$

⁴⁸ Salazar Cano Roberto – INSTALACIONES HIDROSANITARIAS Pag. 59

Paso 5: Longitud equivalente

Longitud equivalente = longitud tubería recta + LA

LA: Longitud por accesorios (se supone entre el 50 y el 100% de la longitud de la tubería por no saberse el diámetro de la tubería). El porcentaje (entre 50 – 100%) se fijara de acuerdo al número de accesorios que haya en la red.

$$Le = 26.18m + (26.18 \cdot 50\%) = 39.27m$$

Paso 6. Cálculo de las pérdidas por unidad de longitud (j)

$$J = Hft/Le$$

$$J = 0.51 / 39.27 = 0.013m$$

Paso 7. Calculo del diámetro de la acometida

De acuerdo a las ecuaciones empiricas desarrolladas por Hazen Williams

$$J = \left(\frac{Q}{280 \cdot C \cdot D^{2.63}} \right)^{1.85}$$

Despejando D, tenemos:

$$D = \left(\frac{Q}{280 \cdot C \cdot J^{1/1.85}} \right)^{1/2.63}$$

En donde

C: Coeficiente de fricción de la tubería, para este caso P.V.C = 150.

Q: Caudal en lps

J : en m

D: Diámetro de la tubería en m.

$$D = \left(\frac{Q}{280 \cdot C \cdot J^{1/1.85}} \right)^{1/2.63} = \left(\frac{0.666}{280 \cdot 150 \cdot 0.013^{1/1.85}} \right)^{1/2.63} = 0.0365m$$

De acuerdo a la Tabla 16 Rango de valores del diámetro teórico, para la asignación del diámetro comercial, tenemos que el diámetro será de 1 ½", y el

diámetro efectivo de 43.68mm (Ver Tabla 17 Diámetros efectivos de tuberías adoptados)

Paso 8. Chequeo de la velocidad

Velocidad real: Se calcula para la ecuación de continuidad $V = Q/A$., este cálculo se realiza con el diámetro efectivo

$$Velocidad = \frac{4 * Caudal}{\pi * Diámetro^2} = \frac{4 * (0,666/1000)}{\pi * 0,0365^2} = \frac{0,4m}{seg}$$

La velocidad máxima de diseño será de 2m/seg para tuberías de diámetro inferior a 3" y de 2.5m/seg para diámetros de 3" y mayores

3.4.1. Diagrama de flujo acometida principal

Lista de constantes

Cf: Coeficiente de fricción de la tubería P.V.C = 150

Lista de variables

NPISOS: No de pisos de la edificación.

NAPTOS: No de apartamentos por piso.

NPER: Número de personas por apartamento.

HABT: Total de habitantes en la edificación.

L: Longitud de la tubería recta (este valor es determinado en planos).

CPVC: Coeficiente de fricción P.V.C = 150

He: Altura del aparato más desfavorable con respecto al nivel de referencia, se lee Zk en el programa "Tubería Vertical".

Pk: Presión necesaria del aparato sanitario más desfavorable en la red que se lee en el programa "Predimensionamiento".

hf: Perdidas por fricción, Se lee en el programa "Tubería Vertical".

hl: perdidas por accesorios, valor que se lee del programa "Tubería Vertical".

Pd: Presión de diseño

DOT: Dotación (Ver Tabla 15 Consumos de agua).

T: Tiempo estimado en suministrar el agua, aproximadamente entre 4 y 6 horas.

VOL: Volumen de diseño

Q: Caudal

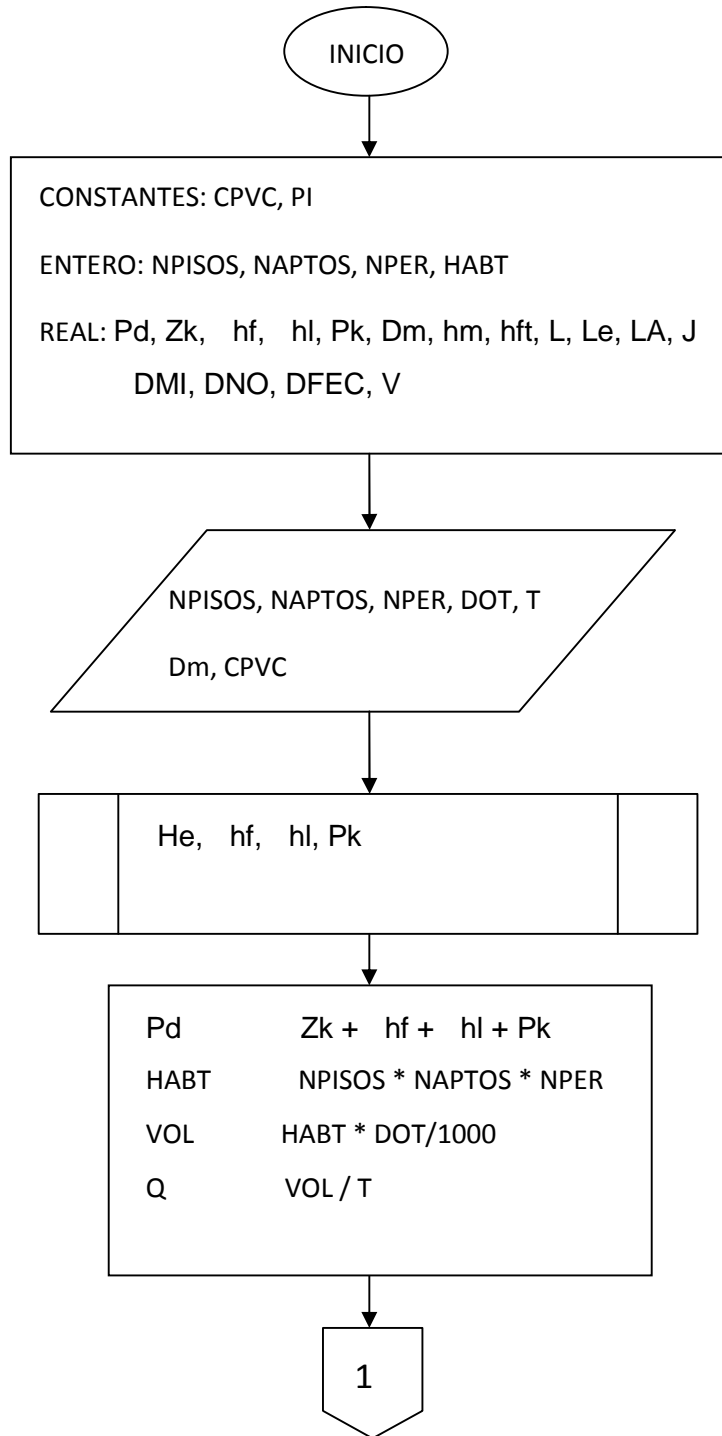
Dm: Diámetro del medidor

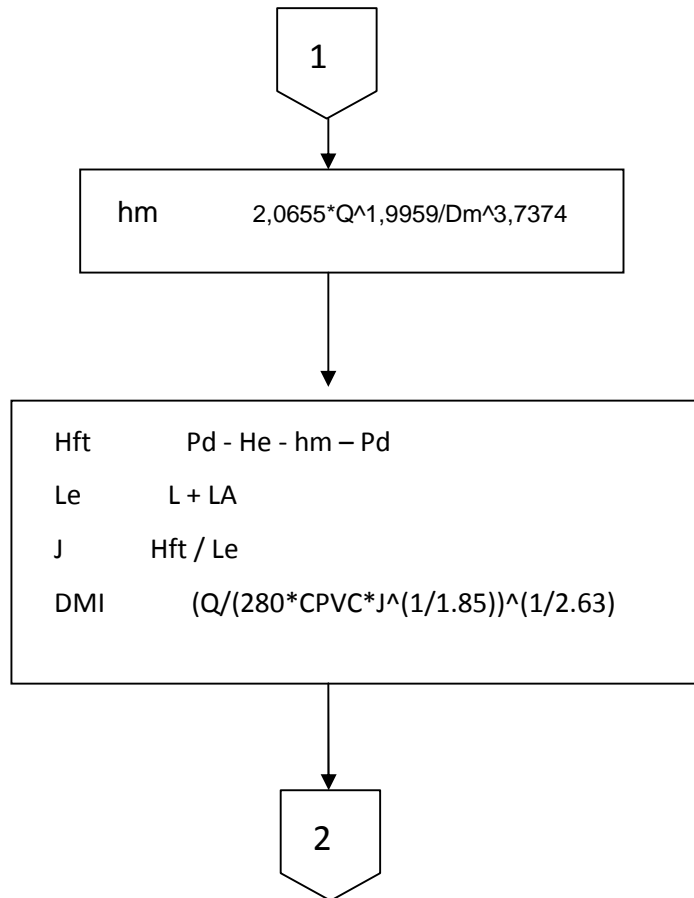
DMI: Diámetro mínimo o también conocido como diámetro teórico para la acometida.

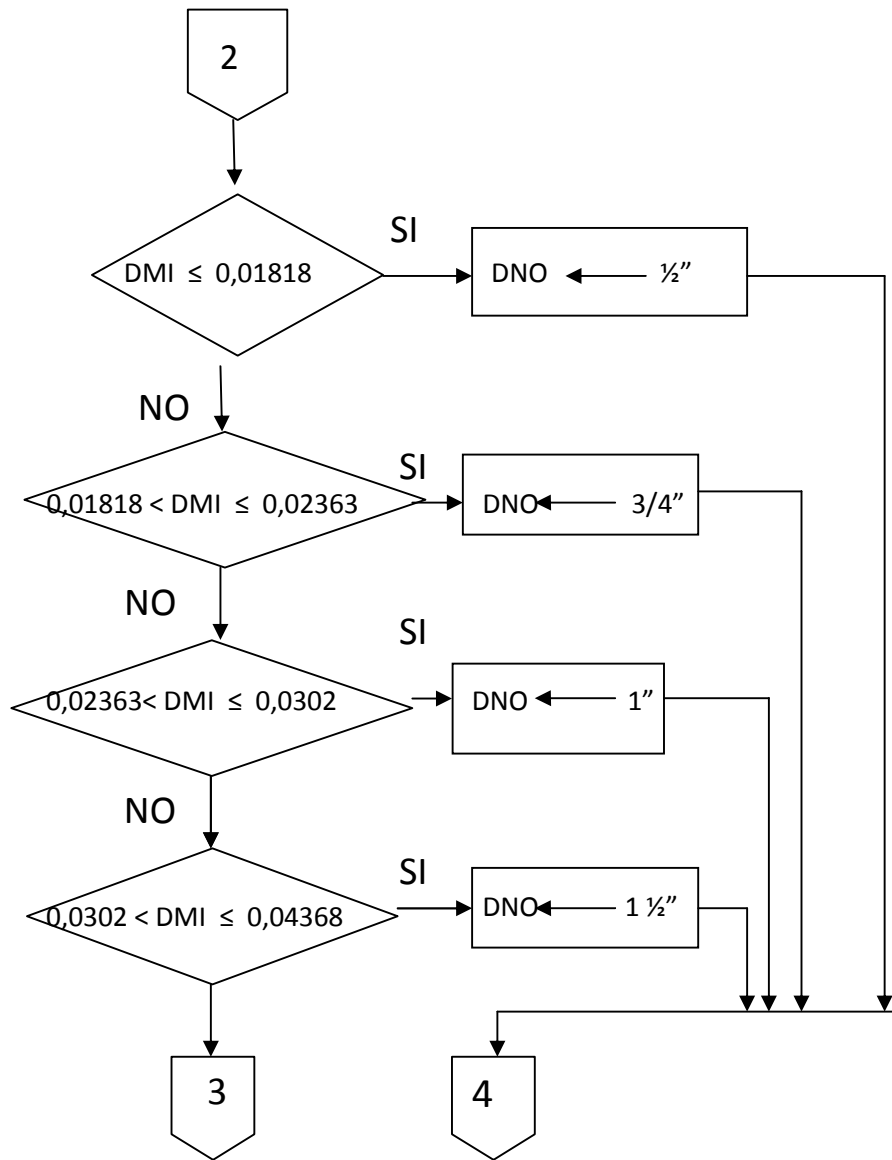
DNO: Diámetro nominal de la acometida.

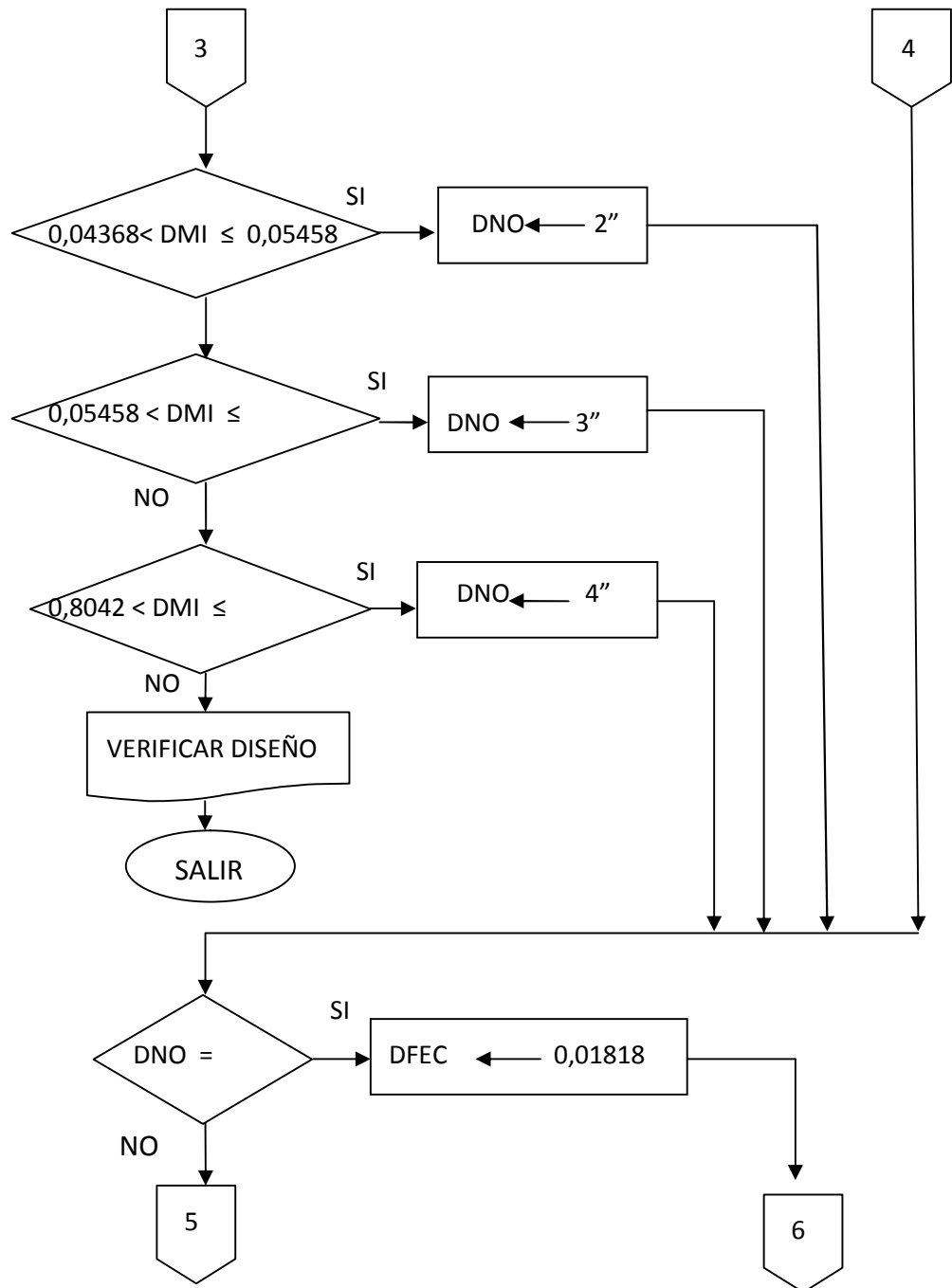
DFEC: Diámetro efectivo de la acometida.

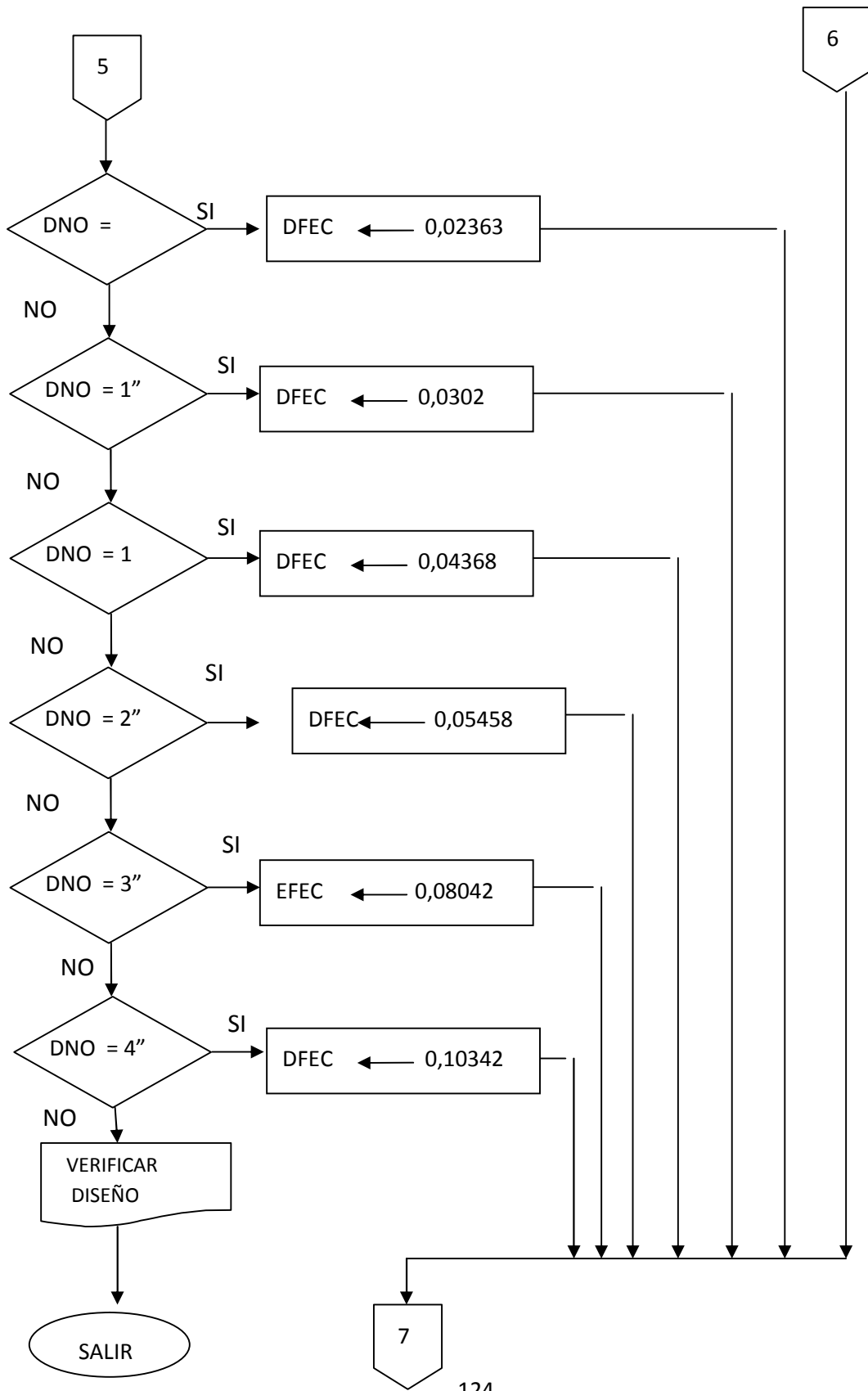
V: Velocidad real en m/seg.

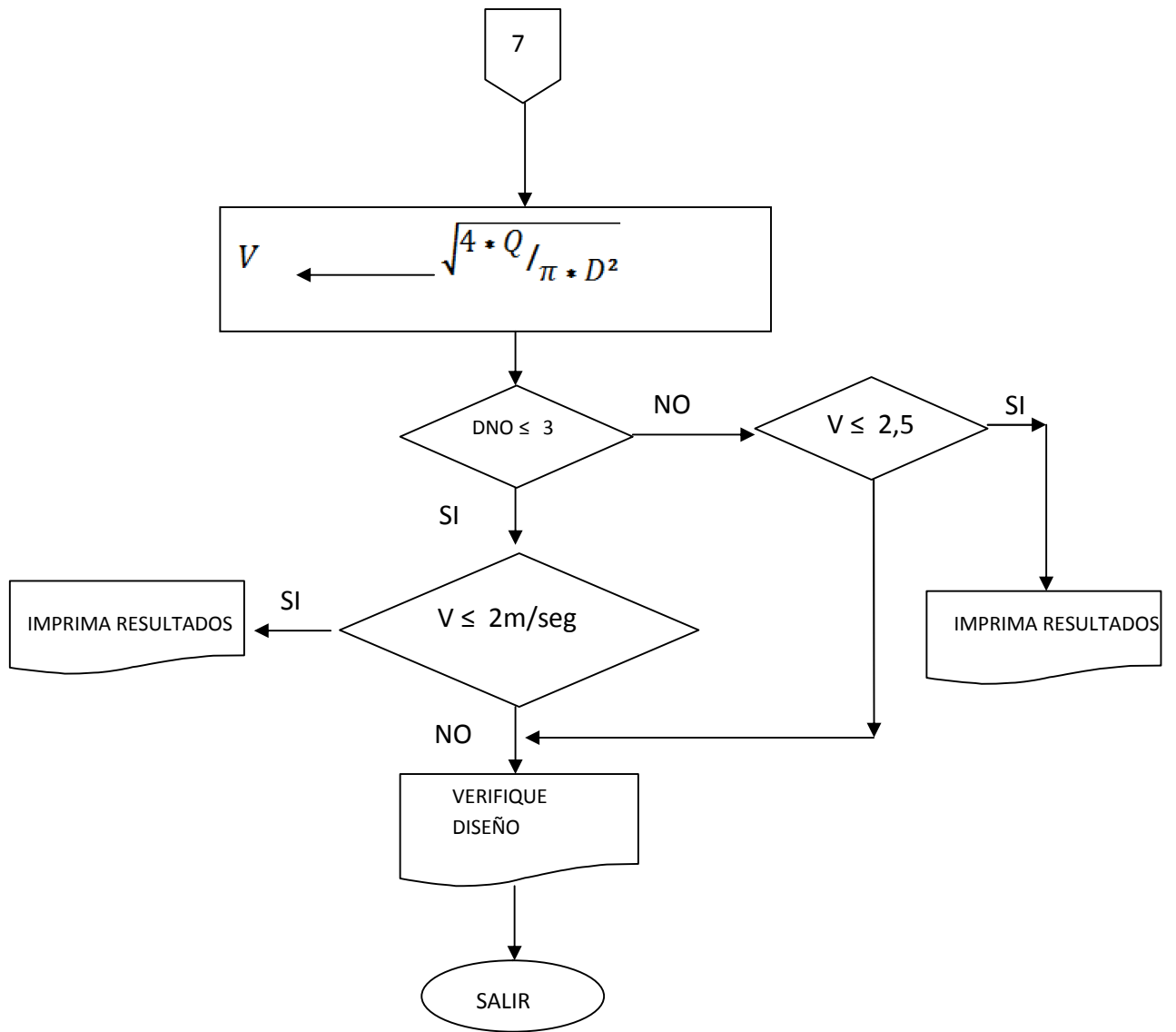












3.4.2. Algoritmo acometida principal

Var CPVC, PI: CONSTANTES

NPISOS, NAPTOS, NPER, HABT: ENTERO

Pd, Zk, hf, hl, Pk, Dm, hm, hft, L, Le, LA, J, DMI, DNO, DFEC: REAL

Inicio

Leer (NPISOS, NAPTOS, NPER, DOT, T, Dm, CPVC)

Leer (He, hf, hl, Pk) (datos importados de programas anteriores)

Pd Zk + hf + hl + Pk
HABT NPISOS * NAPTOS * NPER
VOL HABT * DOT/1000
Q VOL / T

hm 2,0655*Q^{1,9959}/Dm^{3,7374}
Hft Pd - He - hm - Pd
Le L + LA
J Hft / Le
DMI (Q/(280*CPVC*J^(1/1.85)))^(1/2.63)

SI DMI 0,01818

Entonces DNO ← ½"

Sino Si 0,01818 < DMI 0,02363

Entonces DNO ← ¾"

Sino Si 0,02363 < DMI 0,0302

Entonces DNO ← 1"

Sino Si 0,0302 < DMI 0,04368

Entonces DNO ← 1 ½"

Sino Si 0,04368 < DMI 0,05458

Entonces DNO \leftarrow 2"

Sino Si $0,05458 < DMI$ 0,08042

Entonces DNO \leftarrow 3"

Sino Si $0,08042 < DMI$ 0,10342

Entonces DNO \leftarrow 4"

Sino TERMINADO

FIN Si

FIN Si

FIN Si

FIN Si

FIN Si

FIN Si

FIN Si

SI DNO = $\frac{1}{2}$ "

Entonces DFEC \leftarrow 0,01818

Sino Si DNO = $\frac{3}{4}$ "

Entonces DFEC \leftarrow 0,02363

Sino Si DNO = 1"

Entonces DFEC \leftarrow 0,0302

Sino Si DNO = $1 \frac{1}{2}$ "

Entonces DFEC 0,04368

Sino Si DNO = 2"

Entonces DFEC \leftarrow 0,05458

Sino Si DNO = 3"

Entonces DFEC ← 0,08042

Sino Si DNO = 4”

Entonces DFEC ← 0,10342

Sino TERMINADO

FIN Si

FIN Si

FIN Si

FIN Si

FIN Si

FIN Si

FIN Si

$$V = \sqrt{4 * Q / \pi * DFEC^2}$$

Si DNO < 3

Entonces Si V < 2

Entonces “O.K”

Sino “Verificar diseño”

Fin Si

Si DNO > 3

Entonces Si V < 2,5

Entonces “O.K”

Sino “Verificar diseño”

Fin Si

Fin Si

FIN

3.5. EJEMPLO DE DISEÑO DE BAJANTES Y COLECTORES

Si el número de pisos de la edificación es menor a 5 y los apartamentos no tienen gran cantidad de aparatos sanitarios, se suman las unidades de descarga total en la edificación, pero si la edificación es muy alta y posee baterías sanitarias es conveniente ubicar mayor cantidad de colectores.

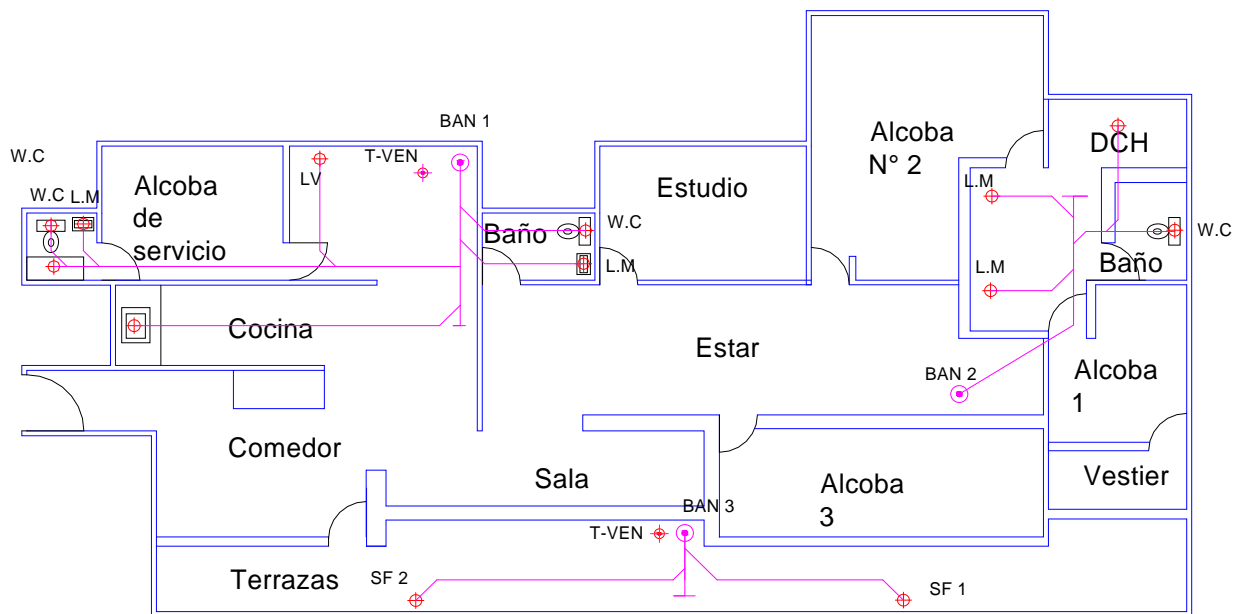


Figura 7: Trazado en planta de la red de desagües

CONVENCIONES

WC: Inodoro
 LM: Lavamanos
 DCH: Ducha
 LP: Lavaplatos
 LV: Lavadora
 SF: Sifon
 BAN: Bajante de aguas servidas

⊕ : Punto de conexión de aparato sanitario a la red de aguas servidas

⊙ : Bajante de aguas servidas

⊕ : Tubería de ventilación (T-VEN)

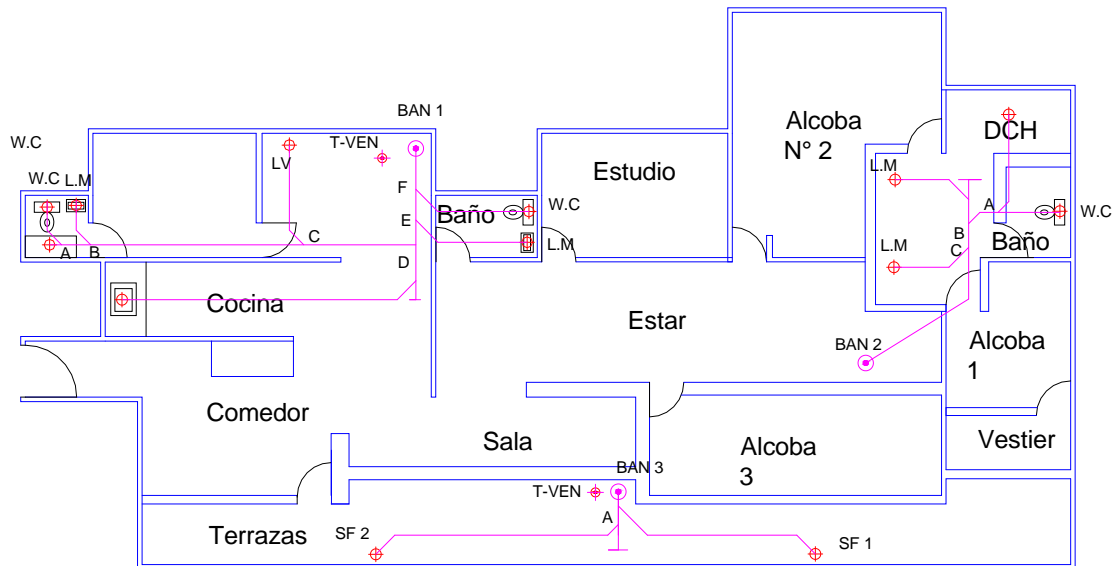


Figura 8 Identificación de los tramos

➤ **DISEÑO DEL BAJANTE 1**

Si la edificación tiene un número considerable de pisos o aparatos sanitarios es conveniente la ubicación de un colector, pero para el caso del ejemplo se diseñara un colector en el sótano.

Para determinar el diámetro de la tubería con la que se debe recolectar las aguas servidas de cada aparato sanitario se debe referirse a la Tabla 5 Unidades de descarga de acuerdo a la norma ICONTEC 1500.

TRAMO	APARATOS SANITARIOS	U.D	DIÁMETRO PLG
DCH - A	Ducha	2	2
W.C - A	Inodoro	3	4
LM - B	Lavamanos	2	2
LV - C	Lavadora	2	1 1/2
LP - D	Lavaplatos	2	3
LM - E	Lavamanos	2	2
WC - F	Inodoro	3	4
A - D			4
D – BAN 1			4
Total U.D	Total U.D	16	

Para los tramos A – D, D – BAN1, se realiza la instalación con diámetros de 4”, ya que el inodoro descarga con ese diámetro y no se debe realizar recolección de aguas con diámetros inferiores a los ramales que lo alimentan.

Total unidades de descarga por piso para el bajante 1 = 16

Número total de pisos en la edificación = 4

Total unidades de descarga = 16 * 4 = 64 U.D

Calculo del caudal máximo probable

- **Caudal de diseño para aparatos sanitarios sin fluxómetro para U.D hasta 240**

$$Q_D = 0,1163 * U.D^{0,6875}$$

$$Q_D = 0,1163 * 64^{0,6875} = 2,03 \frac{l}{seg}$$

- Calculo del diámetro teórico

$$D = ((Q_D * n) / (0,01737 * r^{(5/3)}))^{(3/8)} = 2,28''$$

Donde

Q_D : en l/seg.

r: 7/24

n: 0,01 (de acuerdo al tipo de material de tubería)

D: en pulgadas

Diámetro comercial = 3''

Para edificios con más de 3 pisos, el diámetro mínimo del bajante es de 4'', como no cumple con el mínimo, se instala un bajante de 4''

➤ DISEÑO DE TUBOS DE VENTILACIÓN PARA EL BAJANTE 1

El diámetro del tubo de ventilación debe ser mayor a 1/2 el diámetro del bajante

- Diámetro bajante = 4''
- Temperatura del aire = 15°C
- Caudal máximo probable del bajante = 2,03l/seg

Calculo de la velocidad terminal del agua en el bajante (V_t)

$$V_t = 2,76 * \left(\frac{Q_D}{D_b}\right)^{2/5}$$

En donde

Q_D : Caudal máximo probable del bajante en l/seg

D_b : Diámetro del bajante en plg

$$V_t = 2,76 * \left(2, \frac{03}{4}\right)^{2/5} = 2,10 \text{ m/seg}$$

Calculo del área de la sección con aire (A_t)

$$A_t = (1 - r) * A_b$$

En donde

r: 7/24

A_b : Área del bajante en m^2

$$A_t = (1 - 7/24) * 0,0081 = 0,00574 m^2$$

Calculo del caudal del aire (Q_a)

$$Q_a = V_t * A_t = 2,10 * 0,00574 = 0,012 m^3/seg$$

Calculo del diámetro del tubo de aireación

$$D = ((0,24143 * [(v_{aire}]^{0,25} * Q_a^{1,75} * Lt) / (g * ha))^{1/4,75})$$

Donde

v_{aire} : Viscosidad de aire = $1,6 \times 10^{-5} m^2/seg$

g: Gravedad igual a $9,8 m^2/seg$

ha: Columna de aire $\cong 25,4 m.c.a$

Lt: Longitud del tubo total= No de pisos * altura de entrepisos

$$D = \left(\frac{0,24143 * (1,6 \times 10^{-5})^{0,25} * 0,012^{1,75} * 15}{9,8 * 25,4} \right)^{1/4,75} = 0,0451$$

Diámetro del tubo de ventilación en plg = 2 ½"

➤ DISEÑO DEL COLECTOR PARA EL BAJANTE 1

Para el diseño del colector se debe tener los siguientes parámetros

- Velocidad real > 0,45 m/seg
- Esfuerzo cortante > 1,5 N/m²
- H/Do 0,75

Para el diseño se utiliza las siguientes ecuaciones

Q_D : Es el caudal máximo probable entregado por el bajante

n manning: 0,01 para P.V.C

Para el ejemplo se asume una pendiente = 1%

Área a tubo lleno

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

En donde

D: Diámetro del colector asumido debe ser igual o mayor al del bajante en metros

- **Radio Hidráulico a tubo lleno**

$$R_h = \frac{D}{4}$$

Caudal a tubo lleno

$$Q_0 = \frac{A * (R_h)^{2/3} * S^{1/2}}{n}$$

En donde

S : Pendiente asumida para el colector

n: manning para P.V.C

Velocidad a tubo lleno

$$V_0 = \frac{Q_0}{A}$$

Relaciones hidráulicas a tubo parcialmente lleno

$$\Delta = 4,084 * K_f^{3/13} \left\{ 1 + 2,03 \left(\text{sen}^{-1} [3,08 * K_f] \right)^{0,428} - 2,7 * K_f^{0,423} \right\}$$

$$K_f = \frac{\pi}{4^{5/3}} * \frac{Q_D}{Q_0}$$

En donde

Q_D : Caudal de diseño

Q_0 : Caudal a tubo lleno

Radio Hidráulico

$$R_h = \frac{D}{4} * \frac{\Delta - SEN\Delta}{\Delta}$$

Profundidad Hidráulica

$$H = \frac{D}{8} * \frac{\Delta - SEN\Delta}{SEN(\Delta/2)}$$

Esfuerzo cortante medio

$$= \text{densidad} * R_h * S$$

Velocidad del tubo parcialmente lleno

$$V_r = V_0 * \left(\frac{Q_D}{Q_0} \right) * \left(\frac{2 * \pi}{\Delta - SEN\Delta} \right)$$

Q_d corresponde al que entrega el bajante

<u>U.D =</u>	64
<u>Qd (l/s) =</u>	2,03

<u>n manning para P.V.C</u>	0,010
<u>asumimos pendiente (%)</u>	1,000
<u>Asumimos diámetro (Do) (plg)</u>	6

No debe ser menor al diámetro del bajante

<u>Área a tubo lleno (m²) =</u> $\frac{\pi}{4} (D^2)$	0,01824
---	---------

<u>Radio Hidráulico a tubo lleno = D/4</u>	0,03810
--	---------

<u>Caudal a tubo lleno</u> $\frac{\pi}{4} (RH^2/3) (S^{1/2}) / n$	0,02065
--	---------

<u>Caudal a tubo lleno (L/s) Qo</u>	20,65
-------------------------------------	-------

<u>Velocidad a tubo lleno (m/s) = Caudal tubo lleno / A</u>	1,132
---	-------

Relaciones hidráulicas para tubo parcialmente lleno

$$= \frac{4,084 \cdot k_f^{3/13} \cdot \{1 + 2,03 \cdot (\text{sen}^{-1} [3,084 k_f]^{0,428})\}^{0,428} - 2,7 k_f^{0,423}}{}$$

<u>kf = (/ 4^(5/3)) * Qd/Qo</u>	0,031
--	-------

(radianes) = 2,049

Radio Hidráulico (RH) = $Do/4 * (1 - \cos(\theta)) / \theta$

RH = 0,022

Profundidad hidráulica (H) = $Do/4 * (1 - \cos(\theta)) / (\sin(\theta/2))$

H = 0,026

Esfuerzo cortante medio (τ) = densidad * RH * S

Densidad = 9810 N/m³

si $\tau > 1,5$ N/m² ----

O.K

= 2,118 O.K

Relación de profundidad H /

Do 75%

0,170 O.K

Velocidad del tubo parcialmente lleno (Vr)

La velocidad real debe ser mayor a 0,45 m/seg

$V_r = V_o * (Q_d/Q_o) * (2 * \sin(\theta/2) / (1 - \cos(\theta)))$

Vr = 0,602 O.K

➤ **DISEÑO DEL BAJANTE 2**

TRAMO	APARATOS SANITARIOS	U.D	DIÁMETRO PLG
DCH - A	Ducha	2	2
W.C - A	Inodoro	3	4
LM - B	Lavamanos	2	2
LM - C	Lavadora	2	1 1/2
A - B			4
C – BAN 2			4
Total U.D	Total U.D	9	

Para los tramos A – B, C – BAN2, se realiza la instalación con diámetros de 4", ya que el inodoro descarga con ese diámetro y no se debe realizar recolección de aguas con diámetros inferiores a los ramales que lo alimentan.

Total unidades de descarga por piso para el bajante 2 = 9
Número total de pisos en la edificación = 4

Total unidades de descarga = 9 * 4 = 36 U.D

Calculo del caudal máximo probable

Caudal de diseño para aparatos sanitarios sin fluxómetro para U.D hasta 240

$$Q_D = 0,1163 * U.D^{0,6875}$$

$$Q_D = 0,1163 * 36^{0,6875} = 1,37 \frac{l}{seg}$$

Calculo del diámetro teórico

$$D = \left(\frac{Q_D * n}{0,01737 * r^{(5/3)}} \right)^{(3/8)} = 1,97''$$

Donde

Q_D : en l/seg.

r: 7/24

n: 0,01 (de acuerdo al tipo de material de tubería)

D: en pulgadas

Diámetro comercial = 4"

Para edificios con más de 3 pisos, el diámetro mínimo del bajante es de 4", para este bajante se adopta un diámetro de 4"

➤ **DISEÑO DE TUBOS DE VENTILACIÓN PARA EL BAJANTE 2**

El diámetro del tubo de ventilación debe ser mayor a ½ el diámetro del bajante

- Diámetro bajante = 4"
- Temperatura del aire = 15°C
- Caudal máximo probable del bajante = 1,37/seg

Calculo de la velocidad terminal del agua en el bajante (Vt)

$$V_t = 2,76 * \left(\frac{Q_D}{D_b}\right)^{2/5}$$

En donde

Q_D: Caudal máximo probable del bajante en l/seg

D_b: Diámetro del bajante en plg

$$V_t = 2,76 * \left(1, \frac{37}{4}\right)^{2/5} = 1,80 \text{ m/seg}$$

Calculo del área de la sección con aire (A_t)

$$A_t = (1 - r) * A_b$$

En donde

r: 7/24

A_b: Área del bajante en m²

$$A_t = \left(1 - \frac{7}{24}\right) * 0,0081 = 0,00574 \text{ m}^2$$

Calculo del caudal del aire (Q_a)

$$Q_a = V_t * A_t = 1,80 * 0,00574 = 0,0103 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Calculo del diámetro del tubo de aireación

$$D = \left(\frac{0,24143 \cdot \left[\frac{v_{\text{aire}}}{g} \right]^{0,25} \cdot Q_{\text{aire}}^{1,75} \cdot Lt}{g \cdot ha} \right)^{1/4,75}$$

Donde

v_{aire} : Viscosidad de aire = $1,6 \times 10^{-5}$ m²/seg

g: Gravedad igual a 9,8 m²/seg

ha: Columna de aire \cong 25,4 m.c.a

Lt: Longitud del tubo total= No de pisos * altura de entresijos

$$D = \left(\frac{0,24143 \cdot (1,6 \times 10^{-5})^{0,25} \cdot 0,0103 \cdot 15}{9,8 \cdot 25,4} \right)^{1/4,75} = 0,0426$$

Diámetro del tubo de ventilación en plg = 2 ½"

➤ DISEÑO DEL COLECTOR PARA EL BAJANTE 2

Qd corresponde al que entrega el bajante

<u>U.D</u> =	36
<u>Qd (l/s)</u> =	2,03

<u>n manning para P.V.C</u>	0,010	
<u>asumimos pendiente (%)</u>	1,000	
<u>Asumimos diámetro (Do) (plg)</u>	4	No debe ser menor al diámetro del bajante

<u>Área a tubo lleno (m²) =</u> <u>* (D²)/4</u>	0,00811
--	---------

<u>Radio Hidráulico a</u>	0,02540
---------------------------	---------

tubo lleno = $D/4$

Caudal a tubo lleno
 $\frac{\pi}{4} D^2 S$
 $(RH^{2/3}) * (S^{1/2}) / n$

Caudal a tubo lleno
 (L/s) Q_0

Velocidad a tubo
lleno (m/s) = Caudal
tubo lleno / A

Relaciones hidráulicas para tubo parcialmente lleno

=
 $4,084 * k_f^{(3/13)} * \{1 + 2,03 * (\text{sen}^{-1} * [3,084 k_f]^{0,428})\}^{0,428} - 2,7 k_f^{0,423}$

$k_f = (\quad / 4^{(5/3)}) *$
 Q_d / Q_0

(radianes) =

Radio Hidráulico (RH) = $D_o / 4 * (\quad - \text{sen} \quad) /$

RH =

Profundidad hidráulica (H) = $D_o / 4 * (\quad - \text{sen} \quad) / (\text{sen}(\quad / 2))$

H =

Esfuerzo cortante medio (τ) = densidad * RH * S

Densidad = 9810 N/m³

si $\tau > 1,5 \text{ N/m}^2$ ----
 O.K

$$= \boxed{2,216} \text{ O.K}$$

Relación de profundidad H /
Do 75%

$$\boxed{0,318} \text{ O.K}$$

Velocidad del tubo parcialmente lleno (Vr)

La velocidad real debe ser mayor a 0,45 m/seg

$$Vr = Vo * (Qd/Qo) * (2 * \cos(\theta) / (1 - \cos^2(\theta)))$$

$$Vr = \boxed{0,626} \text{ O.K}$$

➤ **DISEÑO DEL BAJANTE 3**

TRAMO	APARATOS SANITARIOS	U.D	DIÁMETRO PLG
SF1 - A	Sifón	2	2
SF2 - A	Inodoro	2	2
A – BAN 3			2"
Total U.D	Total U.D	4	

Para los tramos, A – BAN3, se realiza la instalación con diámetros de 2", ya que no se debe realizar recolección de aguas con diámetros inferiores a los ramales que lo alimentan.

Total unidades de descarga por piso para el bajante 3 = 4
Número total de pisos en la edificación = 16

Total unidades de descarga = $4 * 4 = 16$ U.D

Caudal de diseño para aparatos sanitarios sin fluxómetro para U.D hasta 240

$$Q_D = 0,1163 * U.D^{0,6875}$$

$$Q_D = 0,1163 * 16^{0,6875} = 0,78 \frac{l}{seg}$$

Calculo del diámetro teórico

$$D = ((Q_{\downarrow D} * n) / (0,01737 * r^{\uparrow(5/3)}))^{\uparrow(3/8)} = 1,60''$$

Donde

Q_D : en l/seg.

r: 7/24

n: 0,01 (de acuerdo al tipo de material de tubería)

D: en pulgadas

Diámetro comercial = 2"

Para edificios con más de 3 pisos, el diámetro mínimo del bajante es de 4", para este bajante se adopta un diámetro de 4"

➤ DISEÑO DE TUBOS DE VENTILACIÓN PARA EL BAJANTE 3

El diámetro del tubo de ventilación debe ser mayor a ½ el diámetro del bajante

- Diámetro bajante = 4"
- Temperatura del aire = 15°C
- Caudal máximo probable del bajante = 0,78/seg

Calculo de la velocidad terminal del agua en el bajante (Vt)

$$V_t = 2,76 * \left(\frac{Q_D}{D_b}\right)^{2/5}$$

En donde

Q_D : Caudal máximo probable del bajante en l/seg

D_b : Diámetro del bajante en plg

$$V_t = 2,76 * \left(0, \frac{78}{4}\right)^{2/5} = 1,44 \text{ m/seg}$$

Calculo del área de la sección con aire (A_t)

$$A_t = (1 - r) * A_b$$

En donde

r: 7/24

A_b : Área del bajante en m^2

$$A_t = \left(1 - \frac{7}{24}\right) * 0,0081 = 0,00574 m^2$$

Calculo del caudal del aire (Q_a)

$$Q_a = V_t * A_t = 1,44 * 0,00574 = 0,0082 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Calculo del diámetro del tubo de aireación

$$D = \left((0,24143 * \left[\frac{Q_a}{v_{\text{aire}}} \right]^{1,25} * Q_a^{1,75} * L_t) / (g * h_a) \right)^{1/4,75}$$

Donde

v_{aire} : Viscosidad de aire = $1,6 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{seg}$

g: Gravedad igual a $9,8 \text{ m}^2/\text{seg}$

ha: Columna de aire $\cong 25,4 \text{ m.c.a}$

Lt: Longitud del tubo total= No de pisos * altura de entrepisos

$$D = \left(\frac{0,24143 * (1,6 * 10^{-5})^{0,25} * 0,0083 * 15}{9,8 * 25,4} \right)^{1/4,75} = 0,0392$$

Diámetro del bajante en plg = 2 ½"

➤ **DISEÑO DEL COLECTOR PARA EL BAJANTE 3**

<u>U.D =</u>	16
<u>Qd (l/s) =</u>	2,03

<u>n manning para P.V.C</u>	0,010
<u>asumimos pendiente (%)</u>	1,000
<u>Asumimos diámetro (Do) (plg)</u>	4

No debe ser menor al diámetro del bajante

<u>Área a tubo lleno (m2) = * (D²)/4</u>	0,00811
---	---------

<u>Radio Hidráulico a tubo lleno = D/4</u>	0,02540
--	---------

<u>Caudal a tubo lleno ≡ A* (RH^{2/3})*(S^{1/2})/n</u>	0,00701
--	---------

<u>Caudal a tubo lleno (L/s) Qo</u>	7,01
-------------------------------------	------

<u>Velocidad a tubo lleno (m/s) = Caudal tubo lleno / A</u>	0,864
---	-------

Relaciones hidráulicas para tubo parcialmente lleno

$$= \frac{4,084 \cdot k_f^{(3/13)} \cdot \{1 + 2,03 \cdot (\text{sen}^{-1} [3,084 k_f^{0,428}])^{0,428} - 2,7 k_f^{0,423}\}}{2,7 k_f^{0,423}}$$

$k_f = \left(\frac{Q_d}{Q_o} \right)^{4^{(5/3)}}$ 0,090

$(\text{radianes}) =$ 2,824

Radio Hidráulico (RH) = $D_o/4 \cdot (1 - \text{sen} \theta) / \theta$

$RH =$ 0,023

Profundidad hidráulica (H) = $D_o/4 \cdot (1 - \text{sen} \theta) / (\text{sen}(\theta/2))$

$H =$ 0,032

Esfuerzo cortante medio (τ) = densidad * RH * S

Densidad = 9810 N/m³

si $\tau > 1,5 \text{ N/m}^2$ ----
O.K

$\tau =$ 2,216 O.K

Relación de profundidad H / D_o
75%

0,318 O.K

Velocidad del tubo parcialmente lleno (V_r)

La velocidad real debe ser mayor a 0,45 m/seg

$V_r = V_o \cdot \left(\frac{Q_d}{Q_o} \right) \cdot \left(\frac{2}{1 - \text{sen} \theta} \right)$

$$Vr = \boxed{0,626} \text{ O.K}$$

3.5.1. Diagrama de flujo desagües

TR: Tramo de la red de desagües

APA: Aparato sanitario

U.D: Unidades de descarga de cada aparato sanitario (Ver Tabla 5 Unidades de descarga de acuerdo a la norma ICONTEC 1500)

DIAM: Diámetro mínimo requerido para el desagüe de las aguas servidas de cada aparato sanitario (Ver Tabla 5 Unidades de descarga de acuerdo a la norma ICONTEC 1500)

UDTP: Unidades de descarga total para el bajante en un piso

UDT: Unidades de descarga total para el bajante

NIPISOS: Número de pisos en la edificación

LP: Altura de entrepisos

QD: Caudal de diseño

DT: Diámetro teórico para el bajante

DB: Diámetro comercial del bajante

r: Constante igual a $7/24$

n: Coeficiente de rugosidad, para el desarrollo del programa se utilizara tubería en P.V.C, por lo tanto n es igual a 0,01 (de acuerdo al tipo de material de tubería)

VT: Velocidad terminal del agua en el bajante

Aa: área de la sección con aire

AB: Área del bajante en m^2

Qa: caudal del aire

DV: diámetro del tubo de aireación o ventilación

v: Viscosidad de aire = $1,6 \times 10^{-5} m^2/seg$

g: Gravedad igual a $9,8 m^2/seg$

ha: Columna de aire $\cong 25,4 m.c.a$

Lt: Longitud del bajante total

S: Pendiente del colector

DC: Diámetro del colector

ATB: Área a tubo lleno

VR: Velocidad real en el colector

EC: Esfuerzo cortante

RH: Radio hidráulico para tubo lleno

Qo Caudal a tubo lleno en el colector

Vo: Velocidad a tubo lleno

: Variable utilizada para calcular las relaciones hidráulicas para tubos parcialmente llenos

KF: Variable utilizada para calcular las relaciones hidráulicas para tubos parcialmente llenos

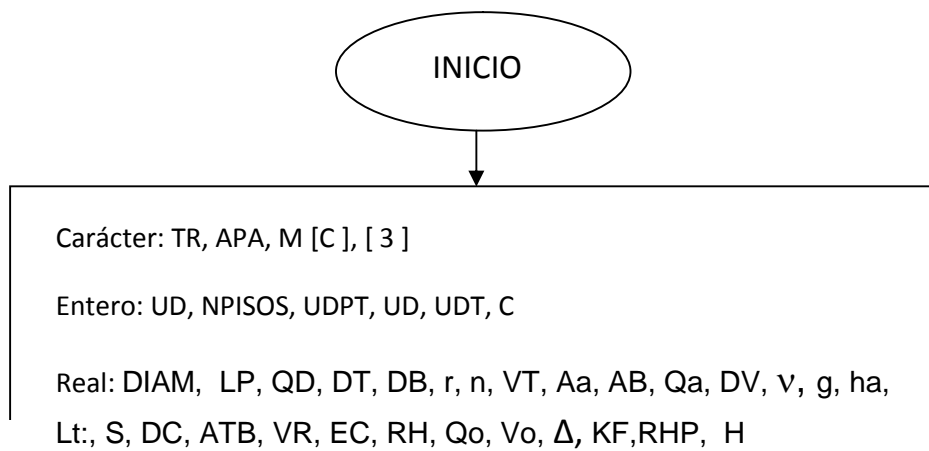
RHP: radio hidráulico para tubo parcialmente lleno

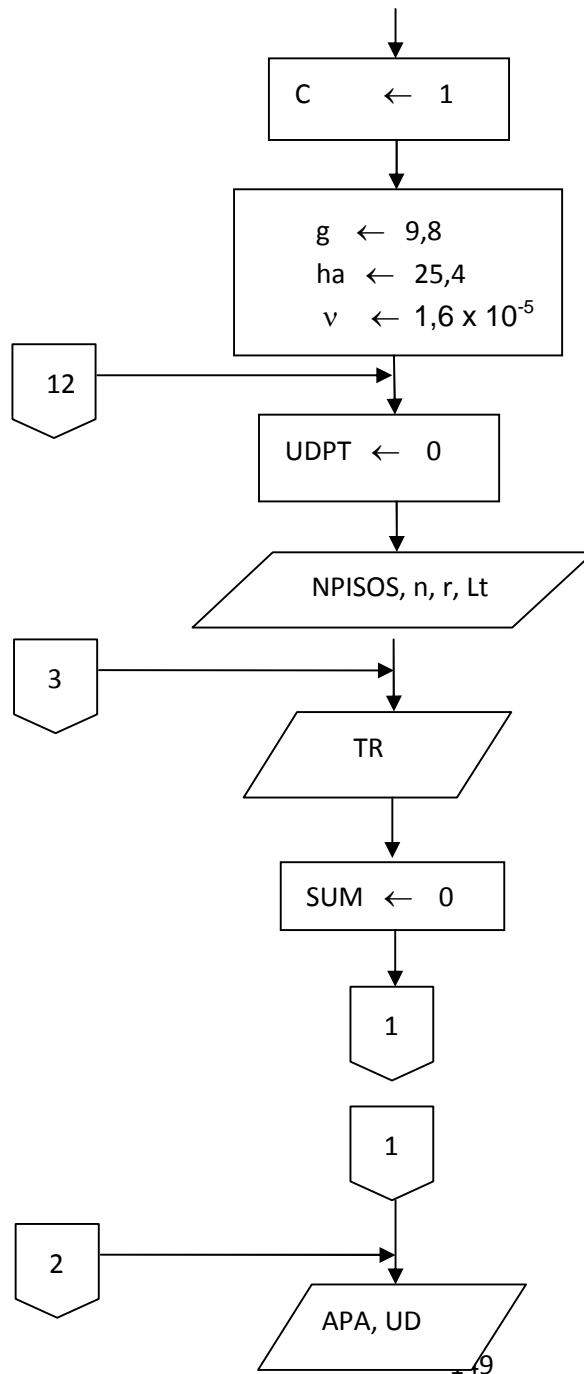
H: Profundidad Hidráulica

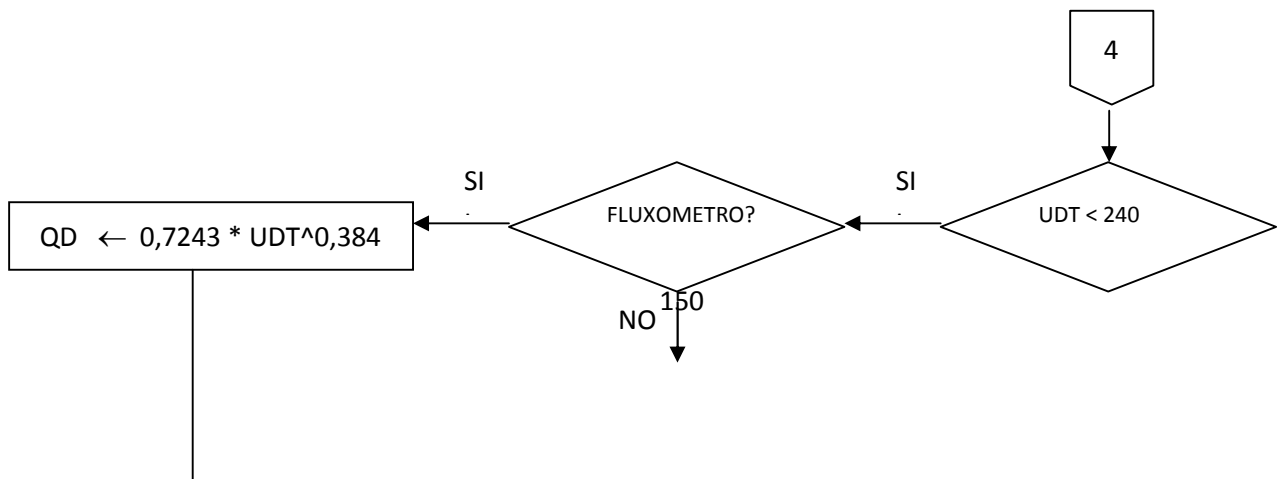
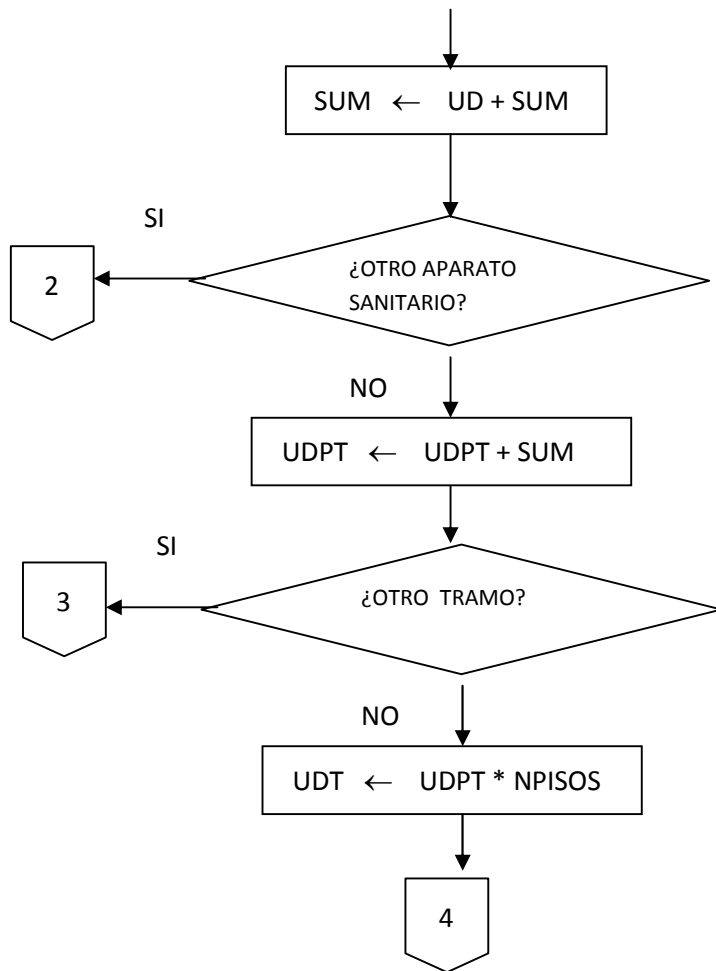
C: Cuenta el número de bajantes para la edificación

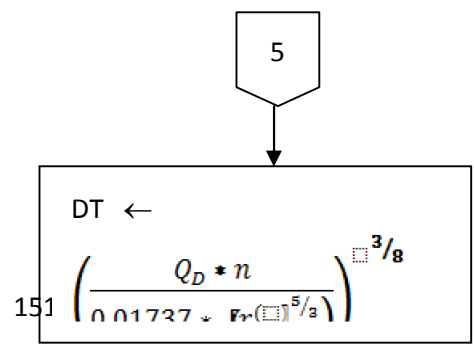
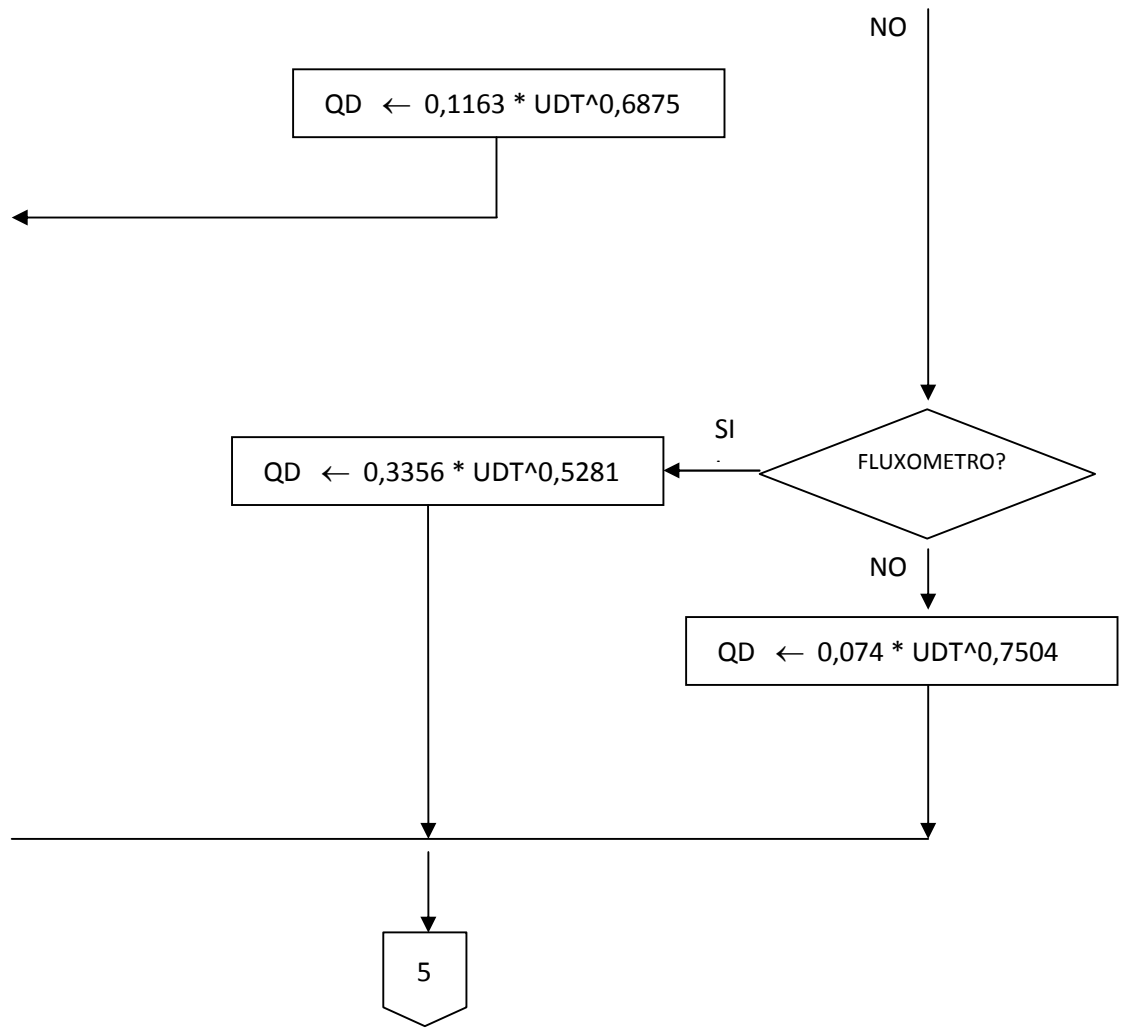
SUM: Variable que almacena las unidades de descarga por tramo

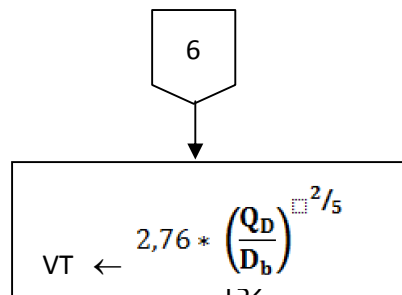
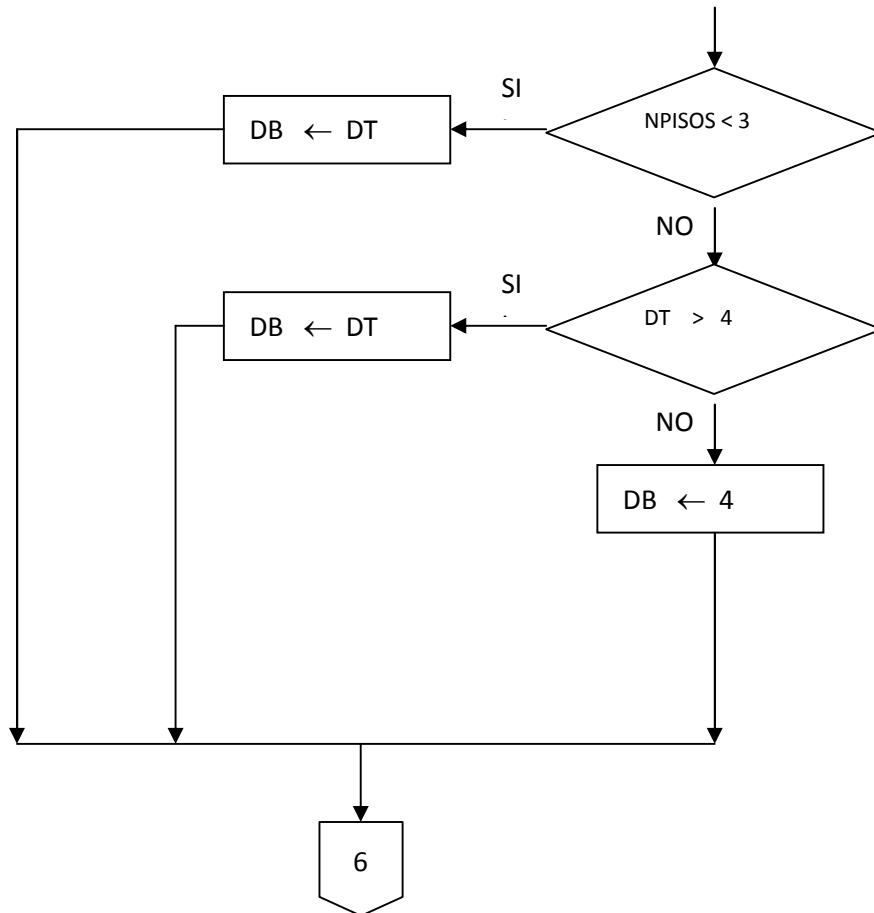
M [C] [3]: Matriz que almacena los datos del programa desagües

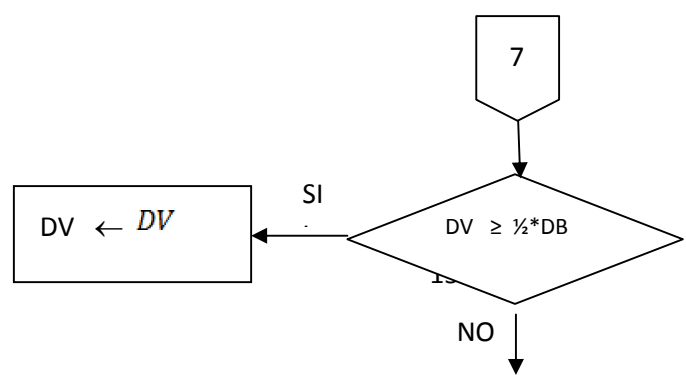
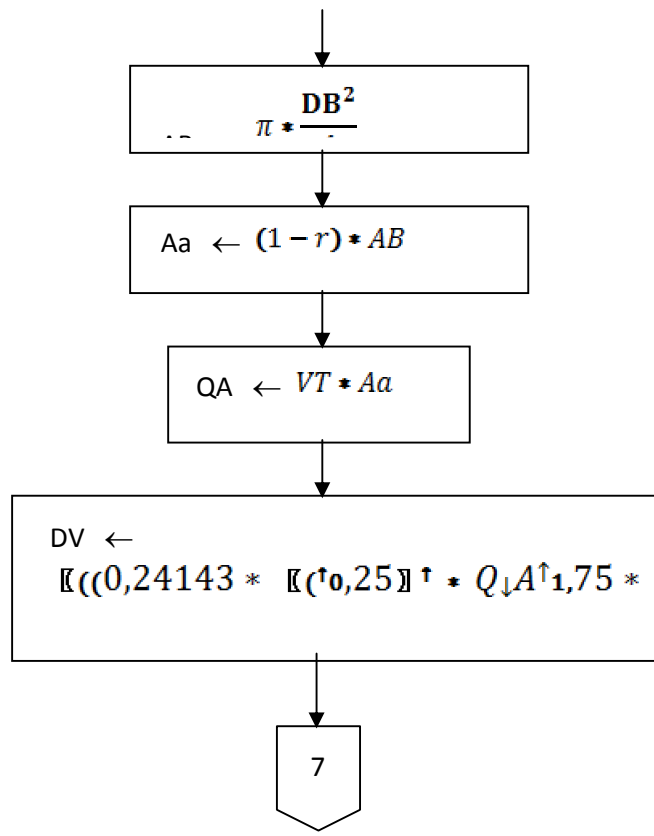


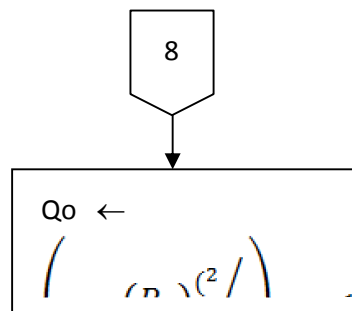
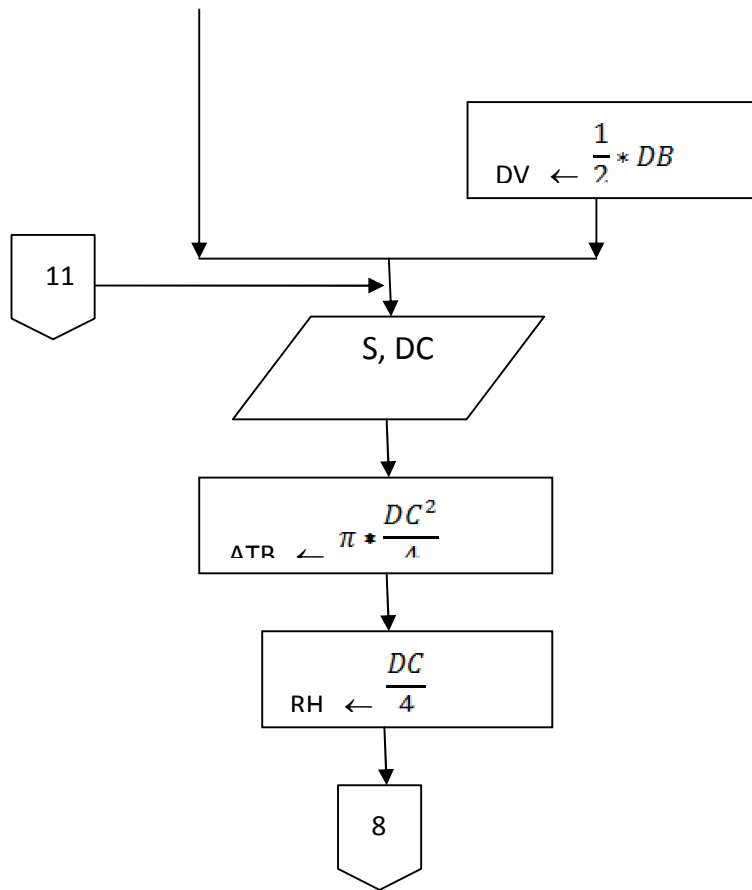


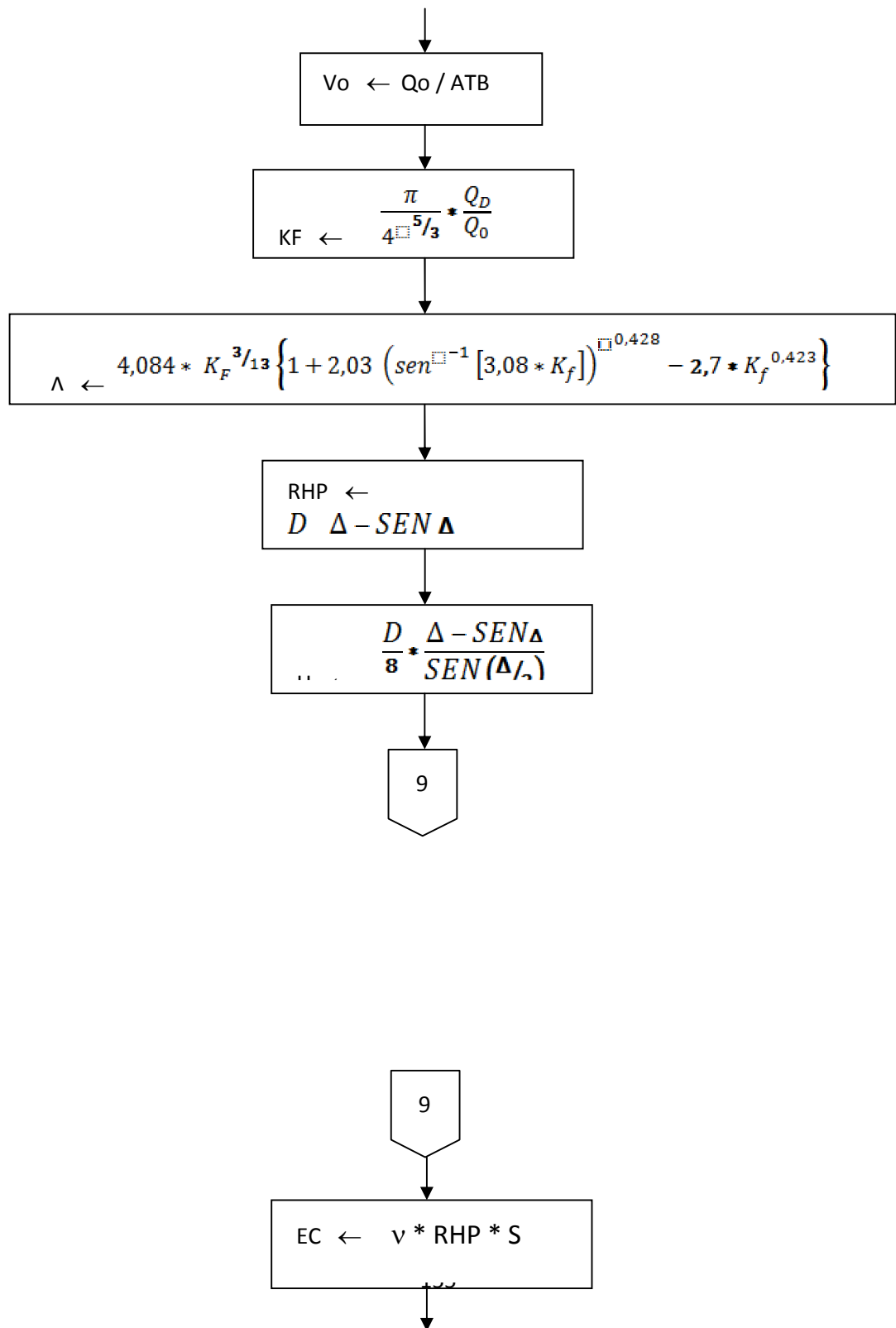


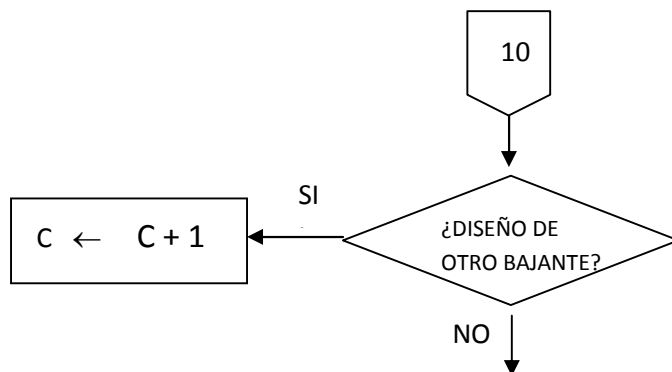
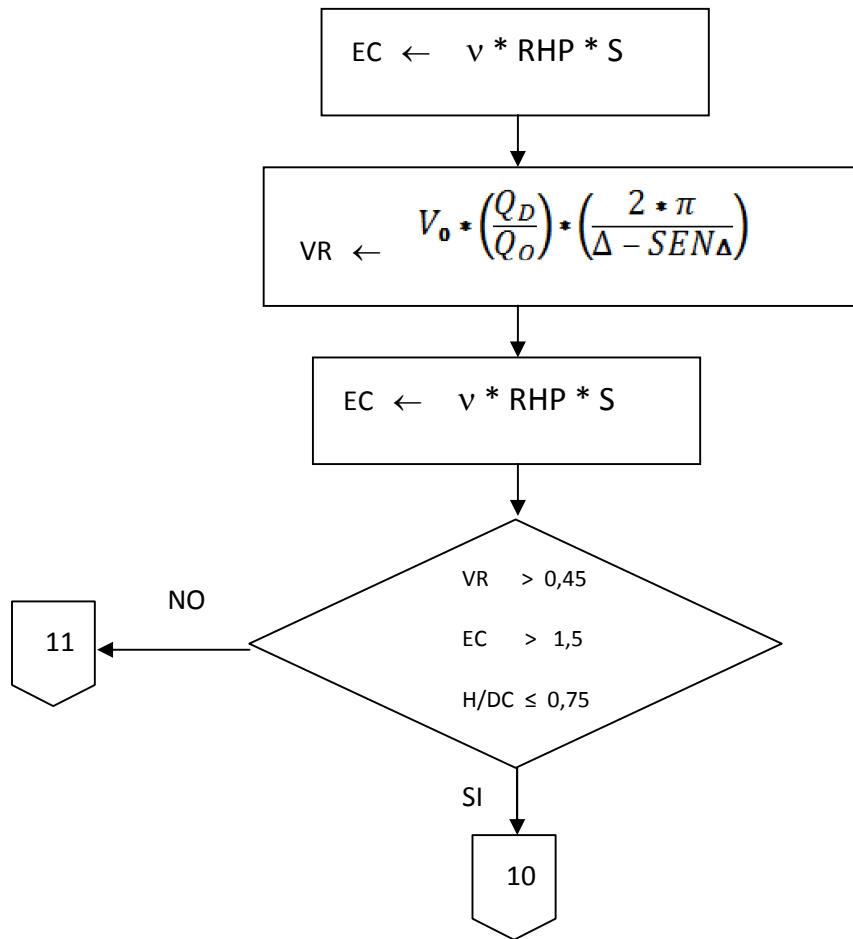


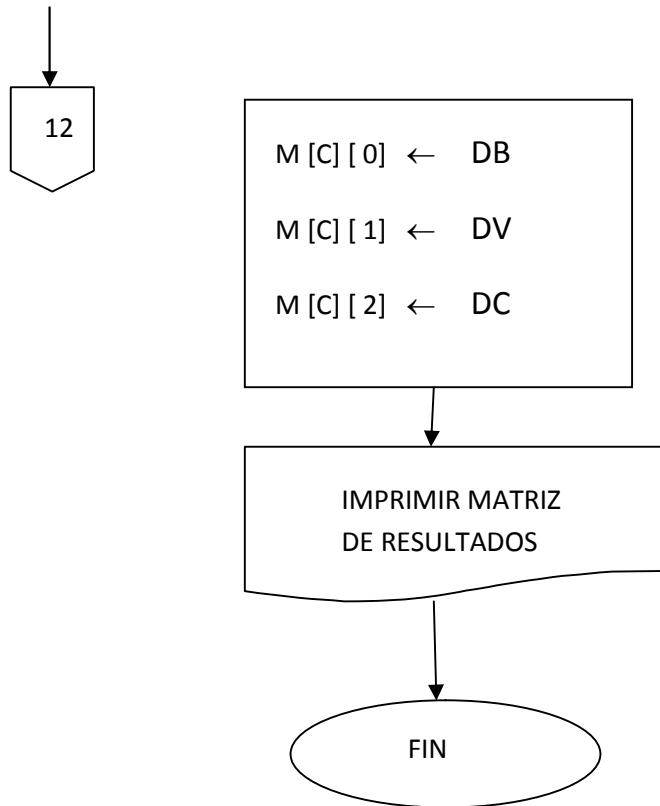












3.5.2. Pseudocódigo para el programa desagües

Var: Carácter: TR, APA, M [C], [3]

Entero: UD, NPISOS, UDPT, UD, UDT, C

Real: DIAM, LP, QD, DT, DB, r, n, VT, Aa, AB, Qa, DV, v, g, ha, Lt:, S, DC, ATB, VR, EC, RH, Qo, Vo, , KF,RHP, H

INICIO

Constantes:

$$g \leftarrow 9,8$$

$$h_a \leftarrow 25,4$$

$$v \leftarrow 1,6 \times 10^{-5}$$

$$r \leftarrow 7/24$$

$$n \leftarrow 0,001$$

$$C \leftarrow 1$$

$$UDPT \leftarrow 0$$

LEER

NPISOS , n, r, Lt

MIENTRAS

LEER (TR)

$$SUM \leftarrow 0$$

MIENTRAS

LEER (APA, UD)

$$SUM \leftarrow UD + SUM$$

HASTA_QUE "OTRO APARATO SANITARIO? SI

$$UDPT \leftarrow UDPT + SUM$$

HASTA_QUE "OTRO TRAMO SI"

$$UDT \leftarrow UDPT * NPISOS$$

SI $UDT < 240$

ENTONCES

SI FLUXOMETRO= "SI"

$$QD \leftarrow 0,7243 * UDT^{0,384}$$

DE LO CONTRARIO

$$QD \leftarrow 0,1163 * UDT^{0,6875}$$

ENTONCES

SI FLUXOMETRO= "SI"

$$QD \leftarrow 0,3356 * UDT^{0,5281}$$

DE LO CONTRARIO

$$QD \leftarrow 0,074 * UDT^{0,7504}$$

FIN SI

$$DT \leftarrow \left(\frac{Q_D * n}{0,01737 * [r * (n)]^{5/3}} \right)^{3/8}$$

SI NPISOS < 3

$$DB \leftarrow DT$$

DE LO CONTRARIO

$$\text{IF } DT > 4$$

$$DB \leftarrow DT$$

DE LO CONTRARIO

$$DB \leftarrow 4$$

FIN SI

FIN SI

$$VT \leftarrow 2,76 * \left(\frac{Q_D}{D_b} \right)^{2/5}$$

$$AB \leftarrow \pi * \frac{DB^2}{4}$$

$$Aa \leftarrow (1 - r) * AB$$

$$QA \leftarrow VT * Aa$$

$$DV \leftarrow [((0,24143 * [(r, 0,25)]^r * Q_{\downarrow} A^{\uparrow 1,75} * Lt) / (g * ha))^{\uparrow}]^{\uparrow (1/4,75)}$$

SI DV $\frac{1}{2} * DB$

$$DV \leftarrow DV$$

DE LO CONTRARIO

$$DV \leftarrow \frac{1}{2} * DB$$

FIN SI
 MIENTRAS "OTRO BAJANTE = SI"
 C ← C + 1

LEER (S, DC)

$$ATB \leftarrow \pi * \frac{DC^2}{4}$$

$$RH \leftarrow \frac{DC}{4}$$

$$Q_0 \leftarrow \frac{\left(A * (RH)^2 / 3 \right) * S^{1/2}}{n}$$

$$V_0 \leftarrow Q_0 / ATB$$

$$KF \leftarrow \frac{\pi}{4^{5/3}} * \frac{Q_D}{Q_0}$$

←

$$4,084 * K_F^{3/13} \left\{ 1 + 2,03 \left(\text{sen}^{-1} [3,08 * K_f] \right)^{0,428} - 2,7 * K_f^{0,423} \right\}$$

$$RHP \leftarrow \frac{D}{4} * \frac{\Delta - SEN \Delta}{\Delta}$$

$$H \leftarrow \frac{D}{8} * \frac{\Delta - SEN \Delta}{SEN(\Delta/2)}$$

$$EC \leftarrow v * RHP * S$$

$$VR \leftarrow V_0 * \left(\frac{Q_D}{Q_0} \right) * \left(\frac{2 * \pi}{\Delta - SEN \Delta} \right)$$

SI VR > 0,45 Y EC > 1,5 Y H/DC > 0,75

M [C] [0] ← DB

M [C] [1] ← DV

M [C] [2] ← DC

IMPRIMIR MATRIZ DE RESULTADOS

DE LO CONTRARIO

REPETIR DESDE

LEER (S,DC)

FIN SI

3.5.3. Ejemplo de desagüe de aguas lluvias

Parámetros de diseño

- Los colectores de aguas lluvias pueden fluir a tubo lleno.
- Los bajantes no requieren ventilación.
- No se permite usar los tubos de agua pluvial, ni como bajantes, ni como tubos de ventilación de aguas negras.
- Área máxima por bajante = 65m^2
- El diámetro del bajante de aguas lluvias debe ser como mínimo de 2".

Datos de diseño

- Área de la cubierta = 100m^2
- No de bajantes que se ubicaran en la cubierta = 4

Cálculos

Se recomienda diseñar para $i = 100\text{mm/hora}$, para un periodo de retorno de 5 años.

$$i = 100\text{mm/hora} = 0,0278 \text{ l/s-m}^2$$

C = Coeficiente de escorrentía = 1

- Área por bajantes

$$Ab = \frac{\text{Área de cubierta}}{\text{No de bajantes}} = \frac{100}{4} = 25 \text{ m}^2$$

- Calculo de caudal de diseño

$$Q = C * i * Ab = 1 * 0,0278 \frac{L}{s-m^2} * 25m^2 = 0,69 \frac{L}{seg}$$

- **Calculo del diámetro del bajante de aguas lluvias**

$$DII = (Q / (1,754 * r^{(5/3)}))^{(3/8)} = (0,64 / (1,754 * [7/24]^{(5/3)}))^{(3/8)} = 1$$

El diámetro del bajante de aguas lluvias debe ser como mínimo de 2", por lo tanto se toma como diámetro para cada uno de los bajantes de 2"

3.5.4. Diagrama de flujo Aguas Lluvias

AC : Área de la cubierta

NUM: No de bajantes que se ubicaran en la cubierta

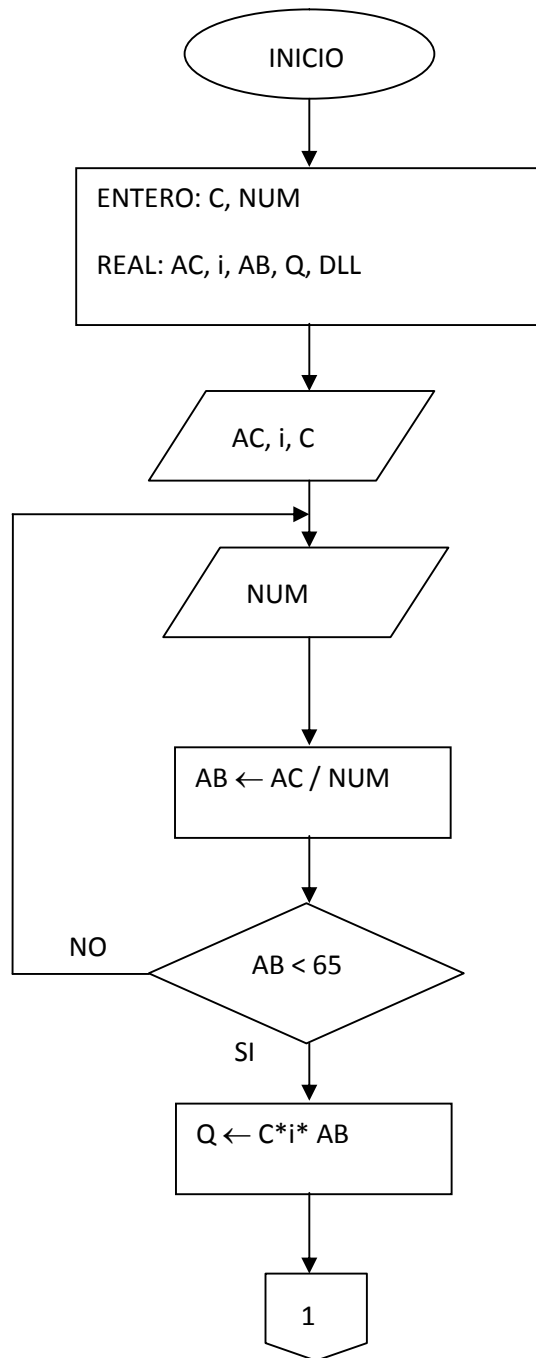
$i = 100\text{mm/hora} = 0,0278 \text{ l/s-m}^2$

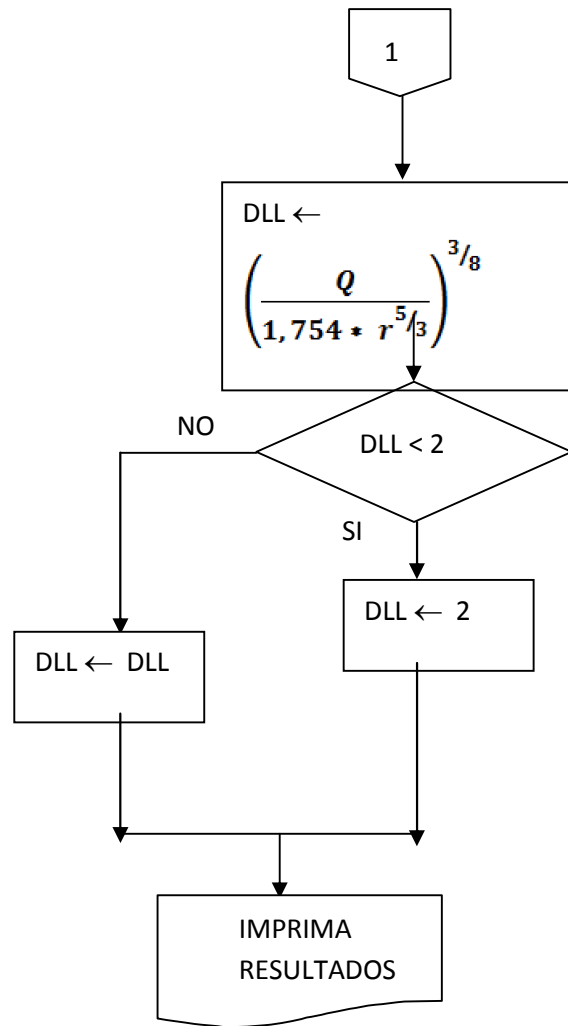
C = Coeficiente de escorrentía = 1

Ab: Área por bajantes

Q: Calculo de caudal de diseño

DII: Diámetro del bajante de aguas lluvias





3.5.5. Pseudocódigo *Aguas Iluvias*

Variables

Entero: AC, NUM

Real: AB, Q, DLL

Constantes: $i = 0,0278$, $C = 1$

INICIO

Constantes $i \leftarrow 0,0278$, $C \leftarrow 1$

LEER

AC, NUM

HACER

$AB \leftarrow AC / NUM$

 SI $AB > 65$ ENTONCES

 "El número de bajantes debe ser mayor"

 DE LO CONTRARIO

$Q \leftarrow C * i * AB$

$$DLL \leftarrow \left(\frac{Q}{1,754 * r^{5/3}} \right)^{3/8}$$

 SI $DLL < 2$

$DLL \leftarrow 2$

 DE LO CONTRARIO

 "O.K"

 FIN SI

 FIN SI

IMPRIMA RESULTADOS

FIN

3.6. EJEMPLO DE DISEÑO DE REDES DE DISTRIBUCIÓN DE GAS

CONSIDERACIONES DE DISEÑO

Es importante que las pérdidas en las redes internas, no superen el 5% de la presión de servicio

Presiones

- Baja presión: Se consideran de baja presión, las redes que trabajan como máximo con 68,9 mbar (1 psig) presión manométrica.
- Media presión: Las redes trabajan con presiones mayores a 68,9 mbar e igual o menor a 4,8 bar, presión manométrica.
- Presión de servicio = 18 mbar.
- Las pérdidas no pueden superar el 5% de la presión de servicio
- Tubería utilizada para el diseño= Acero galvanizado calibre 40

Tabla 25 Longitudes equivalentes de tuberías rectas $Le = K1 - K2$ ⁴⁹

ACCESORIOS		K1	K2
CODOS DE 45°	Roscado	0,0138	0,0118
	soldado	0,0617	0,1111
	corto	0,0298	0,029
CODOS DE 90° Relación radio de curvatura	Medio	0,0248	0,0796
	R/d = 1	0,0163	0,0249
	R/d = 1 1/2	0,0123	0,02

⁴⁹ Carmona Pérez Rafael. Agua, desagües y gas para edificaciones

diámetro	R/d = 2	0,0092	0,0146
	R/d = 4 Val. Comp. Abierta	0,0072	0,0087
Tees de paso	Directo	0,02	0,0741
	De lado y bilateral	0,0598	0,2045
Válvulas abiertas de	Globo	0,3399	0,5228
	Angulo	0,17	0,2609
	Cheque	0,0849	0,1267

Tabla 26 Diámetros para determinar la longitud equivalente de los accesorios⁵⁰

DIÁMETRO	
Pulg	mm
3/8	9,5
1/2	16,4
3/4	22,2
1	27,7
1 1/4	36,9
1 1/2	42,5
2	53,5

⁵⁰ Carmona Pérez Rafael. Agua, desagües y gas para edificaciones

2 1/2	60,24
3	78,4
4	102,3

Regulación en una etapa⁵¹

Se consideran en los sistemas en donde se ubica un punto de regulación en la red de distribución en el cual reduce la presión de servicio de 4,14 bar(60 psig) a 18 mbar para gas natural y de 1,03 bar (15 psig) a 28 mbar para gas propano.

Regulación en dos etapas

En este caso se tiene:

1ª. 4,14 bar (60 psig) a 0,35 bar (5 psig) en el exterior de la edificación.

2ª 0,35 bar (5 psig) a 18 mbar (18 cca= 7 pca).

De acuerdo con las características de la edificación industrial o urbana, en algunos casos la regulación y medición se efectúa en un sitio; en otra regulación y otra medición en sitios diferentes de la edificación. Cuando se trata de regular en dos etapas, la primera se efectúa fuera de la edificación.

En algunos casos es necesario hacer una tercera etapa.

Demanda

Generalmente los aparatos traen en su ficha técnica el valor correspondiente al consumo. De acuerdo al fabricante este consumo viene expresado en wattios (W) o metros cúbicos (m³/h).

DISEÑO DE INSTALACIONES

Instalaciones Internas baja presión

Las presiones de servicio para las instalaciones interiores después del medidor está comprendida entre una máxima de 20,8 mbar y una mínima de 15,5 mbar.

⁵¹ Carmona Pérez Rafael. Agua, desagües y gas para edificaciones

Expresión de Pole

La presión de servicio está comprendida entre una máxima de 18 mbar y una mínima de 17.10 mbar, considerando una pérdida máxima del 5% de la presión de servicio. Sin embargo se puede usar una máxima de 20,8 mbar y una mínima de 15,5 mbar.

$$Q = 304 * 10^{-5} * C (H^5 / G * L)^{0,5}$$

Dónde:

$$Q = m^3 / \text{hora}$$

= diámetro en mm

G = Gravedad específica del gas

H = Pérdida de carga en mbar

L = Longitud equivalente de la red en m

C = Factor de función del diámetro

Tabla 27 Valores de C para la expresión de Pole⁵²

DIÁMETRO	C
3/8" - 1/2"	1,65
3/4" - 1"	1,8
1 1/4" - 1 12"	1,98
2"	2,16
3"	2,34
4"	2,42

Datos técnicos

- Instalación individual
- Nº de pisos = 4

⁵² Carmona Pérez Rafael. Agua, desagües y gas para edificaciones

- Gravedad específica.
 - Gas natural = 0,67
 - Gas manufacturado = 0,515

Para el diseño se ha adoptado trabajar con gas natural

- Presión de servicio = 18mbar
- Altura de entrepiso = 3m

Tabla 28 Longitudes de la tubería para la red de Gas

<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D1</i>	<i>E</i>	<i>F</i>	<i>G</i>	<i>H</i>	<i>I</i>	<i>J</i>
1,2	2	3	0,5	2	3	0,3	1	0,1	1,5

Tabla 29 Longitud de la tuberías para los entrepisos

<i>D2</i>	<i>D3</i>	<i>D4</i>	<i>D5</i>
3,5	6,5	9,5	12,5

Para realizar los cálculos inicialmente se asume un diámetro y se chequea que las pérdidas no superen el 5%.

Dado el bajo caudal, se toma en principio el diámetro de ½” utilizando la Tabla 27 Valores de C para la expresión de Pole

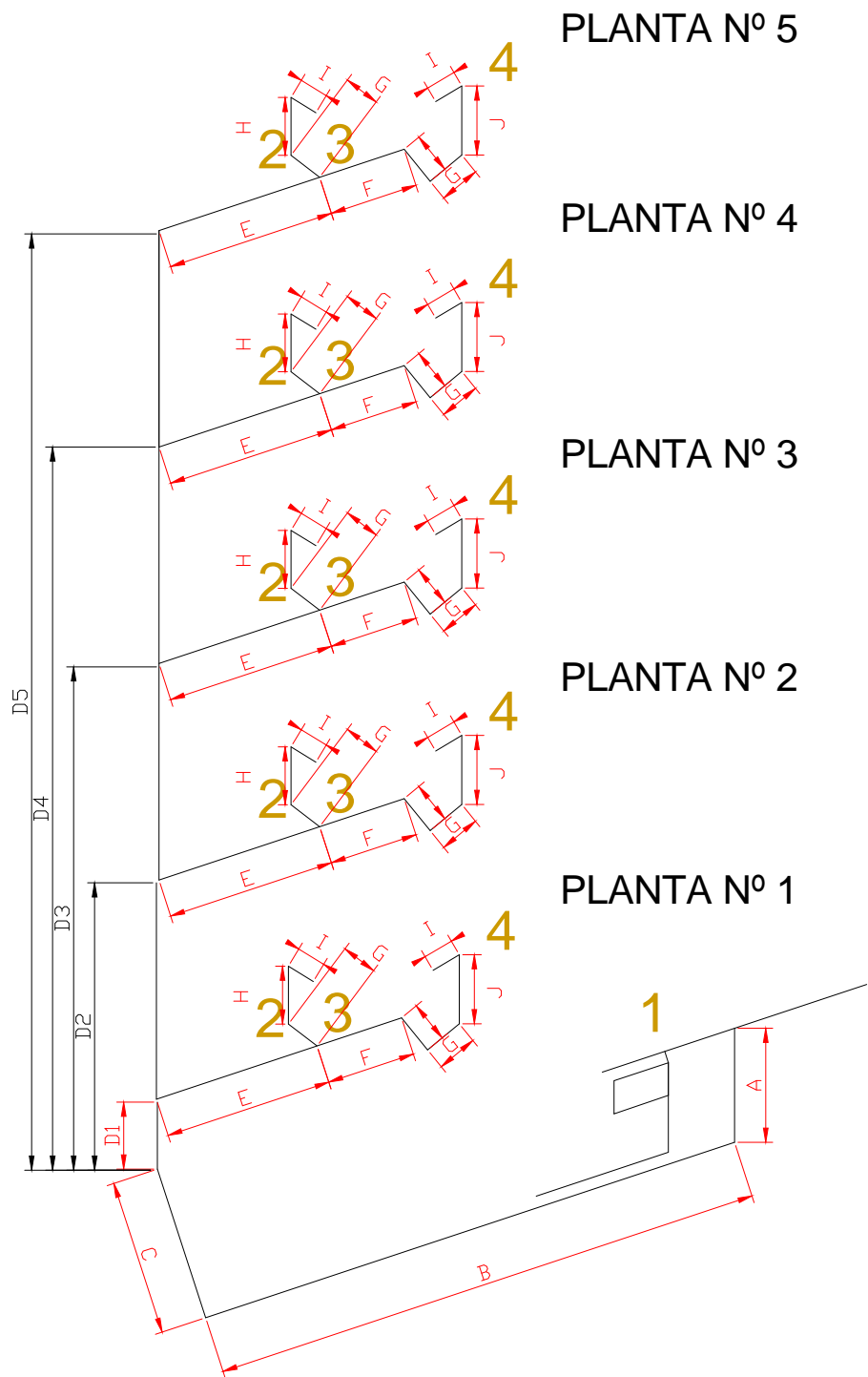


Figura 9 Distribución individual gas natural baja presión

Cálculos para el tramo 1 – 2

Se asume un diámetro de ½”.

Longitud desde el centro de medición hasta el primer aparato gasodomestico.

$L = A + B + C + D1 + E = 8,7\text{m}$ (ver Tabla 28 Longitudes de la tubería para la red de Gas)

- **Accesorios para el tramo 1**
 - 5 codos de 90° de HG

$$Le = K1 * \theta - K2$$

$K1 = 0,0248$ (Ver **Tabla 25 Longitudes equivalentes de tuberías rectas $Le = K1 - K2$**)

$\theta = 16,4$ para tubería de ½” (Ver Tabla 26 Diámetros para determinar la longitud equivalente de los accesorios)

$K2 = 0,0796$ (Ver **Tabla 25 Longitudes equivalentes de tuberías rectas $Le = K1 - K2$**)

$$Le = (0,0248 * 16,4) - 0,0796 = 0,33$$

$$\text{Longitud} = 5 * 0,33 = 1,65\text{m}$$

$$\text{Longitud total} = 8,7 + 1,65 = 10,35$$

Perdida de carga unitaria

$$h = \left(\frac{Q}{0,00304 * C} \right)^2 * \frac{G}{\theta^5}$$

$Q(\text{m}^3/\text{h})$ para la estufa: 0,58 (Ver Tabla 8 Consumo de aparatos gasodomésticos)

$Q(\text{m}^3/\text{h})$ para calentador 30G: 0,77 (Ver Tabla 8 Consumo de aparatos gasodomésticos)

Q : Para la estufa y el calentador = 1,35 m^3/h

$$h = \left(\frac{1,35}{0,00304 * 1,65} \right)^2 * \frac{0,67}{15,76^5} = 0,049 \frac{mbar}{m} \cong 0,050$$

Perdida longitud = Longitud total * h

Perdida longitud = 10,35m * 0,05 mbar/m

Perdida longitud = 0,52 mbar < 5% de 18mbar

Expresada en %

$$\% = \frac{0,52}{18} * 100 = 2,9\% ; \text{ De la presión de servicio}$$

Pérdida acumulada = 2,9 %

Presión inicial = 18mbar

Presión final = 18 – 0,52 = 17,48 mbar

Cálculos para el tramo 2 – 3

Se asume un diámetro de ½”.

Longitud recta = G + H+ I = 0,3 + 1 + 0,1 = 1,4m

Accesorios

- 1 tee de paso directo

$$Le = K1 * \theta - K2$$

$$Le = (0,0598 * 16,4) - 0,2045 = 0,78$$

- 2 codos rm 90° ½”

$$Le = (0,0248 * 16,4) - 0,796 = 0,33$$

Longitud total por accesorios = 0,78 + (0,33*2) = 1,44

Longitud total = 1,4 + 1,44 = 2,84

Perdida de carga unitaria

$$h = \left(\frac{Q}{0,00304 * C} \right)^2 * \frac{G}{\theta^5}$$

Q: Para la estufa = 0,6 m³/h

$$h = \left(\frac{0,6}{0,00304 * 1,65} \right)^2 * \frac{0,67}{15,76^5} = 0,009 \text{ mbar/m} \approx \frac{0,01 \text{ mbar}}{\text{m}}$$

Perdida longitud = Longitud total * h

Perdida longitud = 2,84m * 0,001 mbar/m

Perdida longitud = 0,0284 mbar

Expresada en %

$$\% = \frac{0,0284}{18} * 100 = 0,16\% ; \text{ De la presión de servicio}$$

Pérdida acumulada = 2,9 % + 0,16% = 3,06%

Presión inicial = 17,48mbar

Presión final = 17,48 – 0,0284 = 17,45 mbar

Cálculos para el tramo 2 – 4

Se asume un diámetro de ½”.

Longitud recta = 4,9m

Accesorios

- 1 tee de paso directo de ½”

$$Le = K1 * \theta - K2$$

$$Le = (0,02 * 16,4) - 0,0741 = 0,25$$

- 4 codos 90° 1/2"

$$Le = (0,0248 * 16,4) - 0,796 = 0,33$$

$$\text{Longitud total por accesorios} = 0,25 + (0,33 * 4) = 1,57$$

$$\text{Longitud total} = 4,9 + 1,57 = 6,47$$

Perdida de carga unitaria

$$h = \left(\frac{Q}{0,00304 * C} \right)^2 * \frac{G}{\theta^5}$$

$$Q: \text{ Para la estufa} = 0,8 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$h = \left(\frac{0,8}{0,00304 * 1,65} \right)^2 * \frac{0,67}{15,76^5} = 0,017 \text{ mbar/m}$$

$$\text{Perdida longitud} = \text{Longitud total} * h$$

$$\text{Perdida longitud} = 6,47\text{m} * 0,017 \text{ mbar/m}$$

$$\text{Perdida longitud} = 0,11 \text{ mbar}$$

Expresada en %

$$\% = \frac{0,11}{18} * 100 = 0,61\% ; \text{ De la presión de servicio}$$

$$\text{Pérdida acumulada} = 2,9 \% + 0,16\% + 0,61 = 3,67\%$$

$$\text{Presión inicial} = 17,45\text{mbar}$$

$$\text{Presión final} = 17,45 - 0,11 = 17,34 \text{ mbar}$$

Como el apartamento es tipo, el procedimiento es igual al anterior para cada uno de los pisos, lo único que cambia es la longitud de los pisos

La pérdida entre los puntos 1 y 2 se denominara H1

La pérdida entre los puntos 2 y 3 se denominara H2

La pérdida entre los puntos 2 y 4 se denominara H3

$$H1 = h * L = 0,05 * L$$

$$H2 = h * L = 0,01 * L$$

$$H3 = h * L = 0,017 * L$$

Cálculos para la planta 2

Longitud para la Planta 2, Tramo 1 - 2

$$\text{Longitud} = A + B + C + D2 + E = 1,2 + 2 + 3 + 3,5 + 2 = 11,7\text{m}$$

Accesorios

5 codos de rm de 90° de ½”

$$Le = (0,0248 * 16,4) - 0,796 = 0,33$$

$$\text{Longitud} = 5 * 0,33 = 1,65$$

$$\text{Longitud total} = 11,7\text{m} + 1,65\text{m} = 13,35\text{m}$$

$$\text{Pérdida longitud} = \text{Longitud total} * h$$

$$\text{Pérdida longitud} = 13,35\text{m} * 0,05 \text{ mbar/m}$$

$$\text{Pérdida longitud} = 0,67 \text{ mbar}$$

Expresada en %

$$\% = \frac{0,67}{18} * 100 = 3,7 ; \text{ De la presión de servicio}$$

$$\text{Pérdida acumulada} = 3,7\%$$

$$\text{Presión inicial} = 18\text{mbar}$$

$$\text{Presión final} = 18 - 0,67 = 17,33 \text{ mbar}$$

Longitud para la Planta 2, Tramo 2 - 3

Longitud = 1,4m

Accesorios

- 1 tee de paso directo

$$Le = (0,0598 * 16,4) - 0,2045 = 0,78$$

- 2 codos rm 90° ½"

$$Le = (0,0248 * 16,4) - 0,796 = 0,33$$

$$\text{Longitud total por accesorios} = 0,78 + (0,33*2) = 1,44$$

$$\text{Longitud total} = 1,4\text{m} + 1,44\text{m} = 2,84\text{m}$$

$$\text{Pérdida longitud} = \text{Longitud total} * h$$

$$\text{Pérdida longitud} = 2,84\text{m} * 0,01 \text{ mbar/m}$$

$$\text{Pérdida longitud} = 0,0284 \text{ mbar}$$

Expresada en %

$$\% = \frac{0,0284}{18} * 100 = 0,157 \quad ; \text{ De la presión de servicio}$$

$$\text{Pérdida acumulada} = 3,7\% + 0,157\% = 3,85$$

$$\text{Presión inicial} = 18\text{mbar}$$

$$\text{Presión final} = 18 - 0,157 = 17,843 \text{ mbar}$$

Longitud para la Planta 2, Tramo 2 - 4

Longitud recta = 4,9m

Accesorios

- 1 tee de paso directo de ½"

$$Le = (0,02 * 16,4) - 0,0741 = 0,25$$

- 4 codos rm 90° ½"

$$Le = (0,0248 * 16,4) - 0,796 = 0,33$$

$$\text{Longitud total por accesorios} = 0,25 + (0,33 \cdot 4) = 1,57$$

$$\text{Longitud total} = 4,9 + 1,57 = 6,47$$

Perdida de carga unitaria

$$\text{Perdida longitud} = \text{Longitud total} \cdot h$$

$$\text{Perdida longitud} = 6,47\text{m} \cdot 0,017 \text{ mbar/m}$$

$$\text{Perdida longitud} = 0,11 \text{ mbar}$$

Expresada en %

$$\% = \frac{0,11}{18} \cdot 100 = 0,61\% ; \text{ De la presión de servicio}$$

$$\text{Pérdida acumulada} = 2,9 \% + 3,7\% + 0,61\% = 3,67\%$$

$$\text{Presión inicial} = 17,45\text{mbar}$$

$$\text{Presión final} = 17,33 - 0,11 = 17,34 \text{ mbar}$$

- ***Cálculos para la planta 3 de la edificación***

$$H1 = h \cdot L = 0,05 \cdot L$$

$$H2 = h \cdot L = 0,01 \cdot L$$

$$H3 = h \cdot L = 0,017 \cdot L$$

Longitud para la Planta 2, Tramo 1 - 2

$$\text{Longitud} = A + B + C + D3 + E = 1,2 + 2 + 3 + 6,5 + 2 = 14,7\text{m}$$

Accesorios

5 codos de r_m de 90° de $\frac{1}{2}$ "

$$L_e = (0,0248 \cdot 16,4) - 0,796 = 0,33$$

$$\text{Longitud} = 5 \cdot 0,33 = 1,65$$

$$\text{Longitud total} = 14,7\text{m} + 1,65\text{m} = 16,35\text{m}$$

$$\text{Perdida longitud} = \text{Longitud total} \cdot h$$

$$\text{Perdida longitud} = 16,35\text{m} \cdot 0,05 \text{ mbar/m}$$

Perdida longitud = 0,81 mbar < 0,9 O.K

Expresada en %

$$\% = \frac{0,81}{18} * 100 = 4,5 ; \text{ De la presión de servicio}$$

Presión inicial = 18mbar

Presión final = 18 – 0,81 = 17,19 mbar

Longitud para la Planta 3, Tramo 2 - 3

Longitud = 1,4m

Accesorios

- 1 tee de paso directo

$$Le = (0,0598 * 16,4) - 0,2045 = 0,78$$

- 2 codos rm 90° ½"

$$Le = (0,0248 * 16,4) - 0,796 = 0,33$$

$$\text{Longitud total por accesorios} = 0,78 + (0,33*2) = 1,44$$

$$\text{Longitud total} = 1,4m + 1,44m = 2,84m$$

Perdida longitud = Longitud total * h

$$\text{Perdida longitud} = 2,84m * 0,01 \text{ mbar/m}$$

$$\text{Perdida longitud} = 0,0284 \text{ mbar}$$

Expresada en %

$$\% = \frac{0,001}{18} * 100 = 3,7 ; \text{ De la presión de servicio}$$

Presión inicial = 17,19 mbar

$$\text{Presión final} = 17,19 - 0,67 = 16,52 \text{ mbar}$$

3.6.1. Diagrama de flujo *Instalaciones a Gas*

NPISOS: N° de pisos en la edificación

GS: Gravedad específica.

- Gas natural = 0,67
- Gas manufacturado = 0,515

PS: Presión de servicio.

- Presión de servicio = 18mbar

TR: Tramo en estudio

ENTREPISO: Altura de entrepiso

LTUB: Longitud de la tubería para la red de Gas (para cada uno de los tramos)

DG: Diámetro de la tubería en plg.

DM: Diámetro de la tubería en mm (Ver Tabla 27 Valores de C para la expresión de Pole)

C: Valores para la expresión de Pole (Ver Tabla 27 Valores de C para la expresión de Pole)

APA: Aparato gasodoméstico (Ver Tabla 8 Consumo de aparatos gasodomésticos)

Q1: Consumo de los aparatos gasodomésticos (Ver Tabla 8 Consumo de aparatos gasodomésticos)

QT: Variable que almacena el total de caudal que consume los aparatos gasodomésticos del tramo.

ACCE: Accesorios

NAC: Numero de accesorios

DAC: Diámetro del accesorio (Ver Tabla 26 Diámetros para determinar la longitud equivalente de los accesorios)

K1: Constante de acuerdo al tipo de accesorio (Ver **Tabla 25 Longitudes equivalentes de tuberías rectas $Le = K1 - K2$**)

K2: Constante de acuerdo al tipo de accesorio (Ver **Tabla 25 Longitudes equivalentes de tuberías rectas $Le = K1 - K2$**)

LE: Longitud equivalente para cada accesorio

SUM: Variable que almacena las longitudes equivalentes de cada accesorio

LT: Longitud total de la tubería.

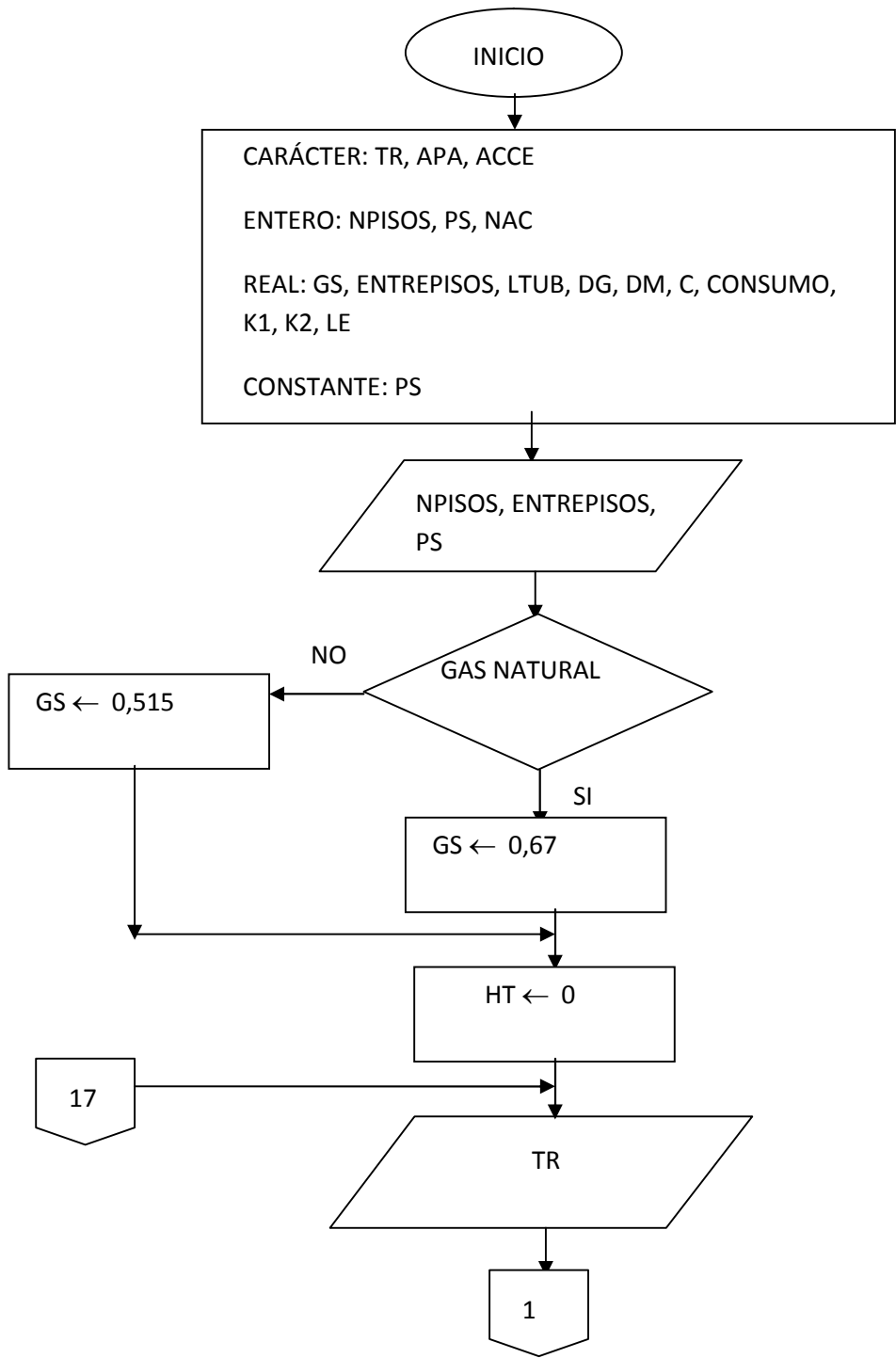
GS: Gravedad específica.

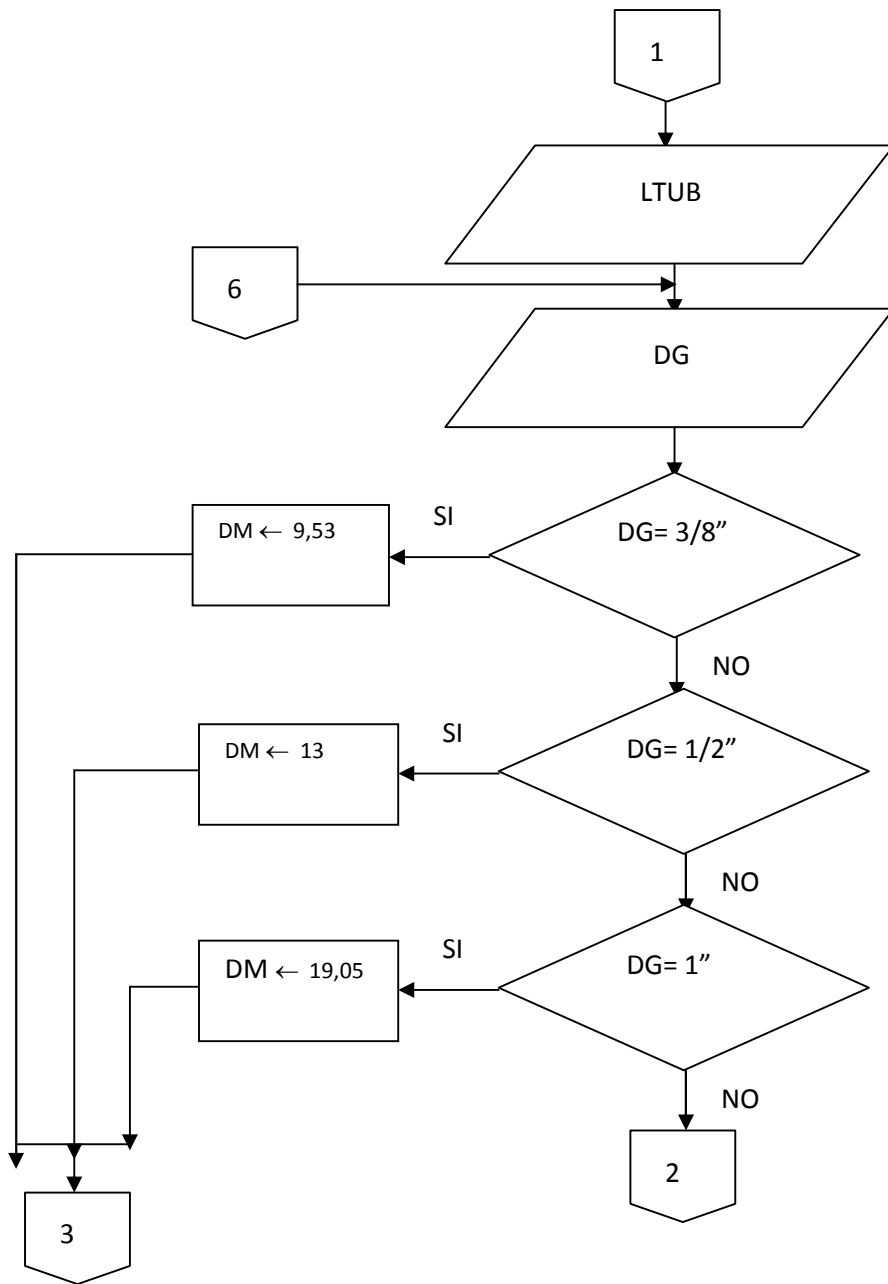
HC: Perdida de carga unitaria

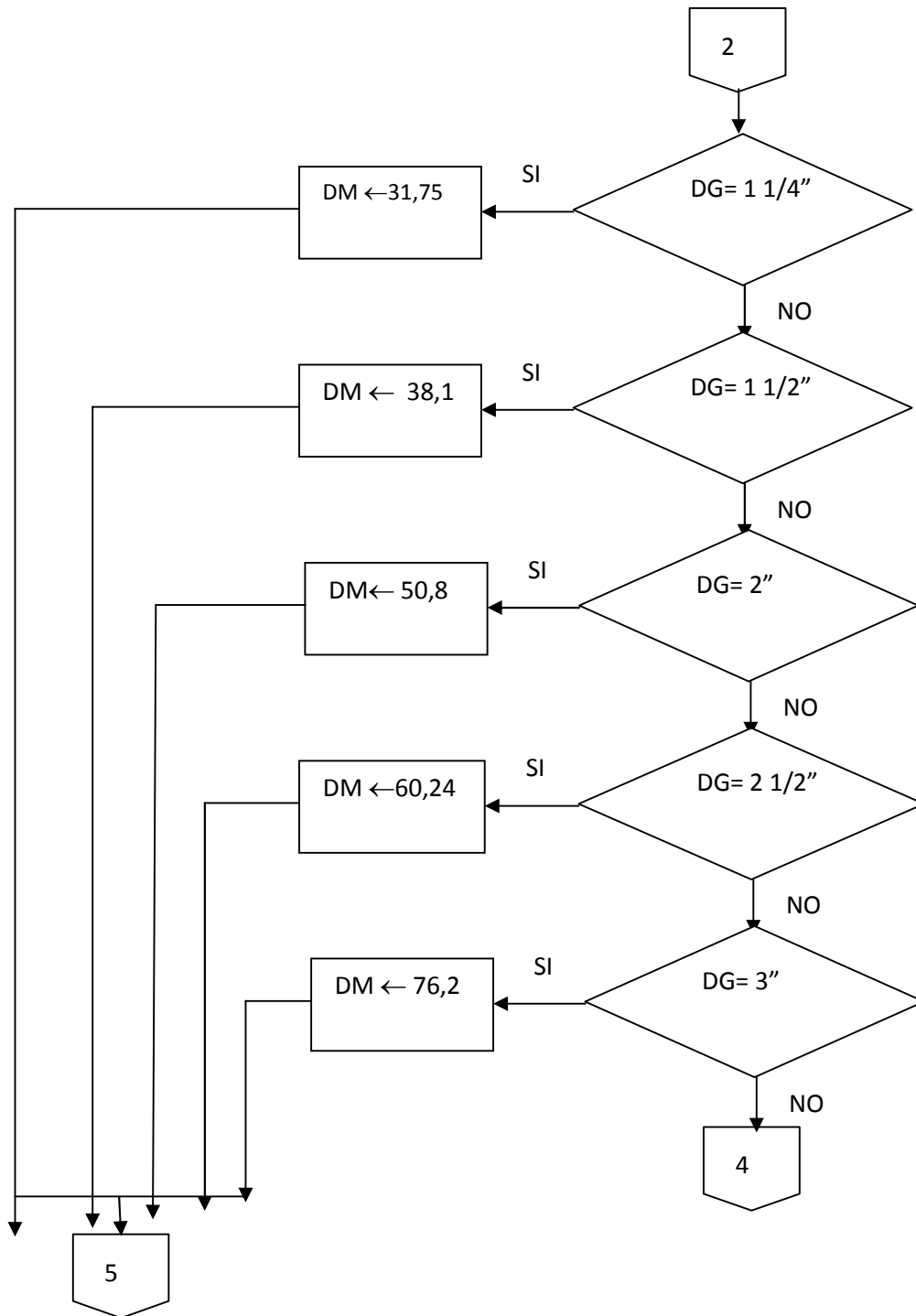
HL: Perdida de carga por longitud

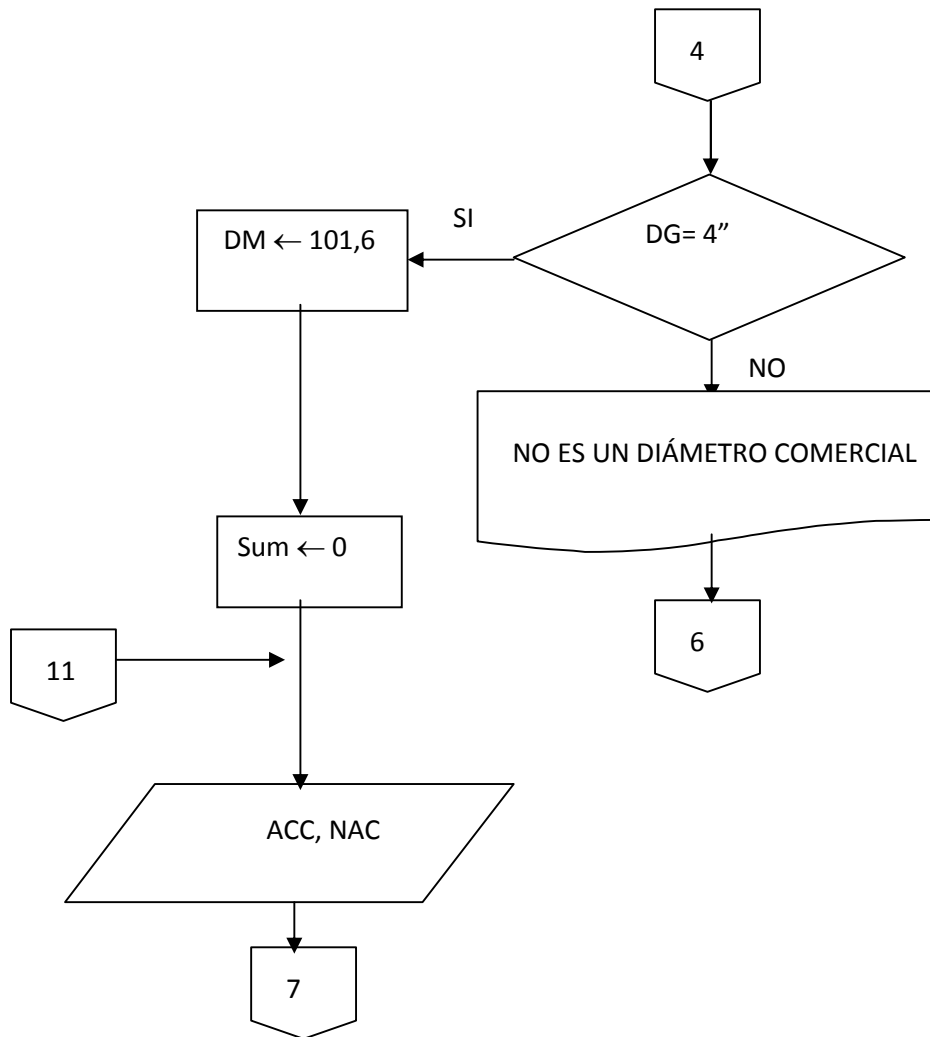
H%. Perdida de carga en porcentaje

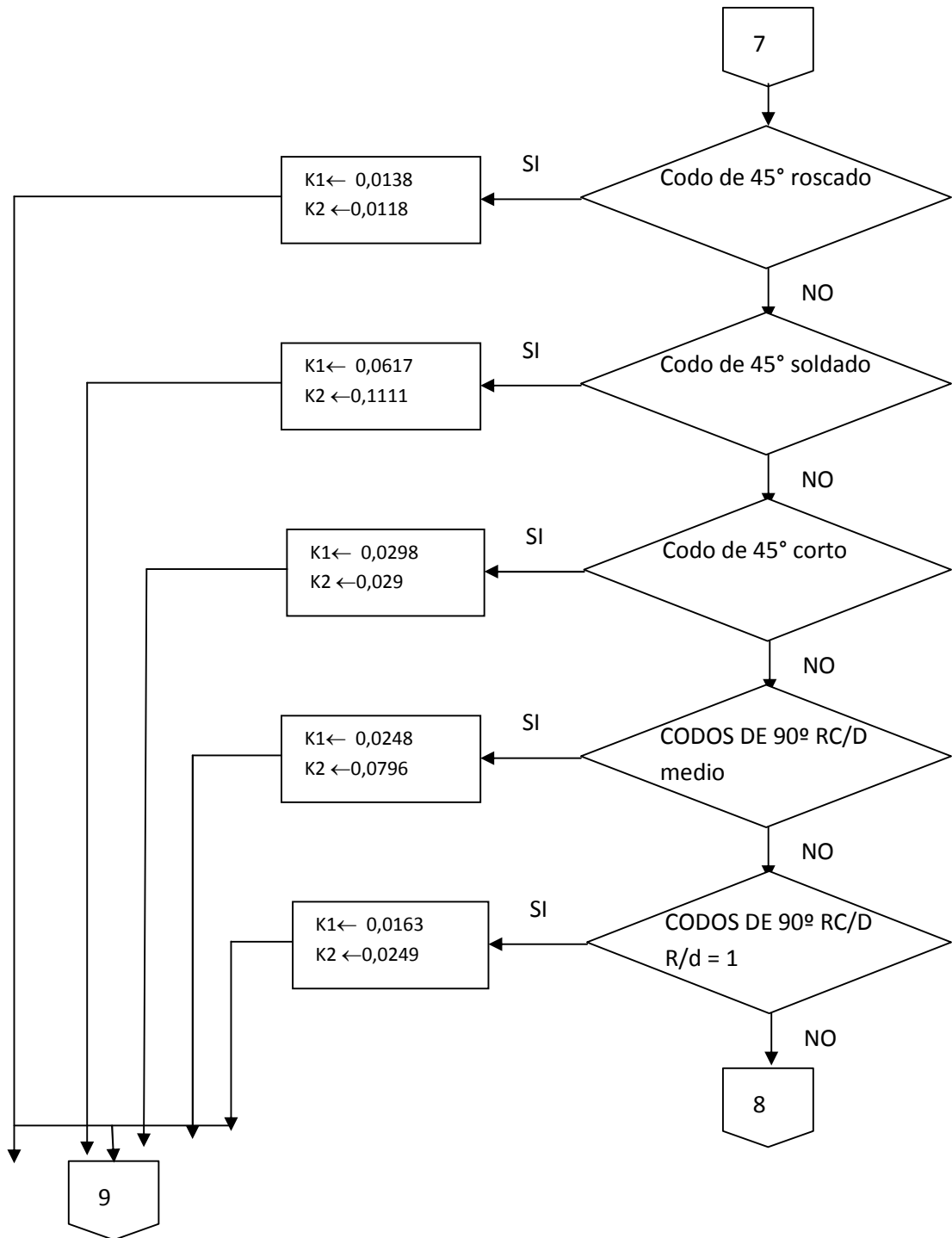
HT: Perdida de carga acumulada

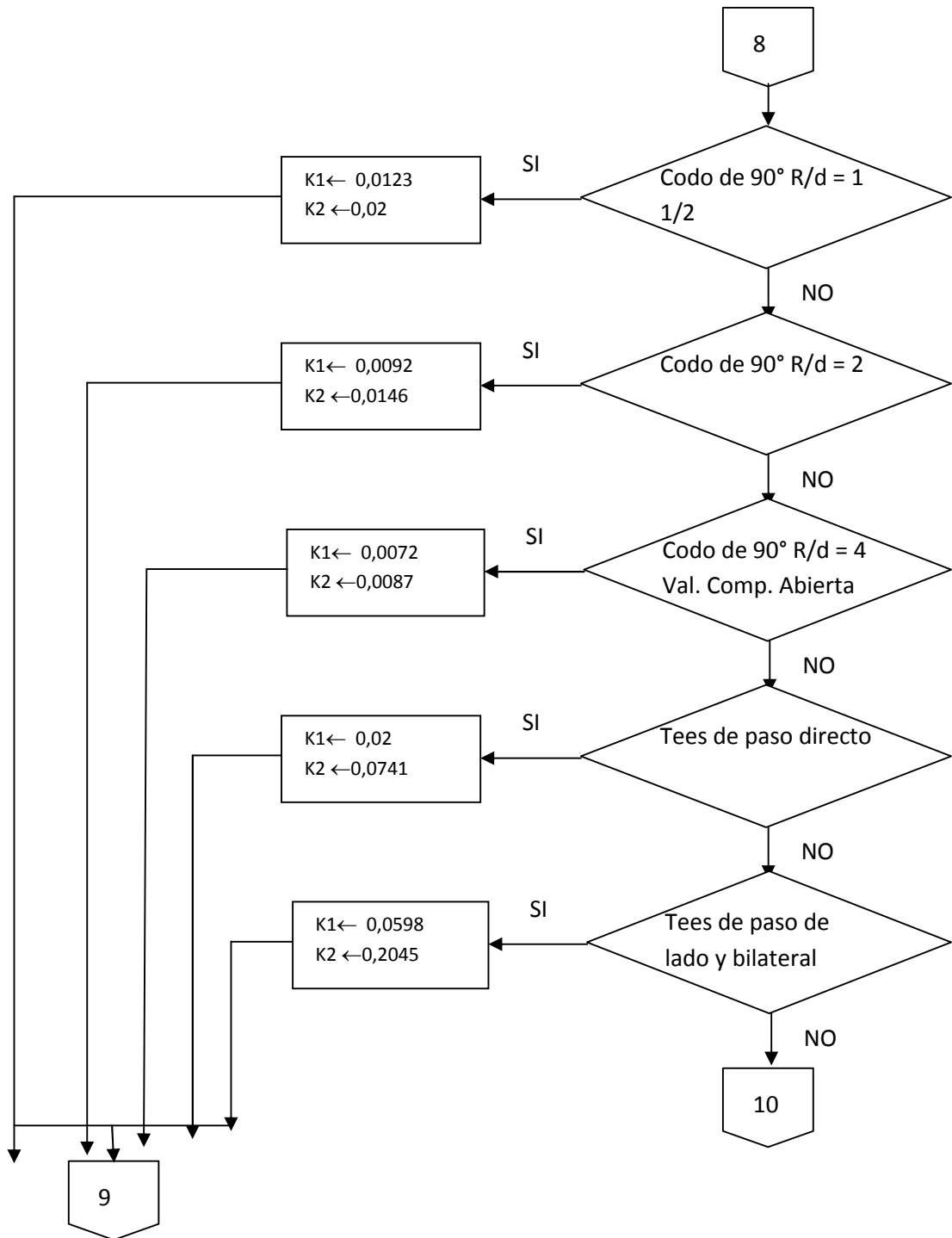


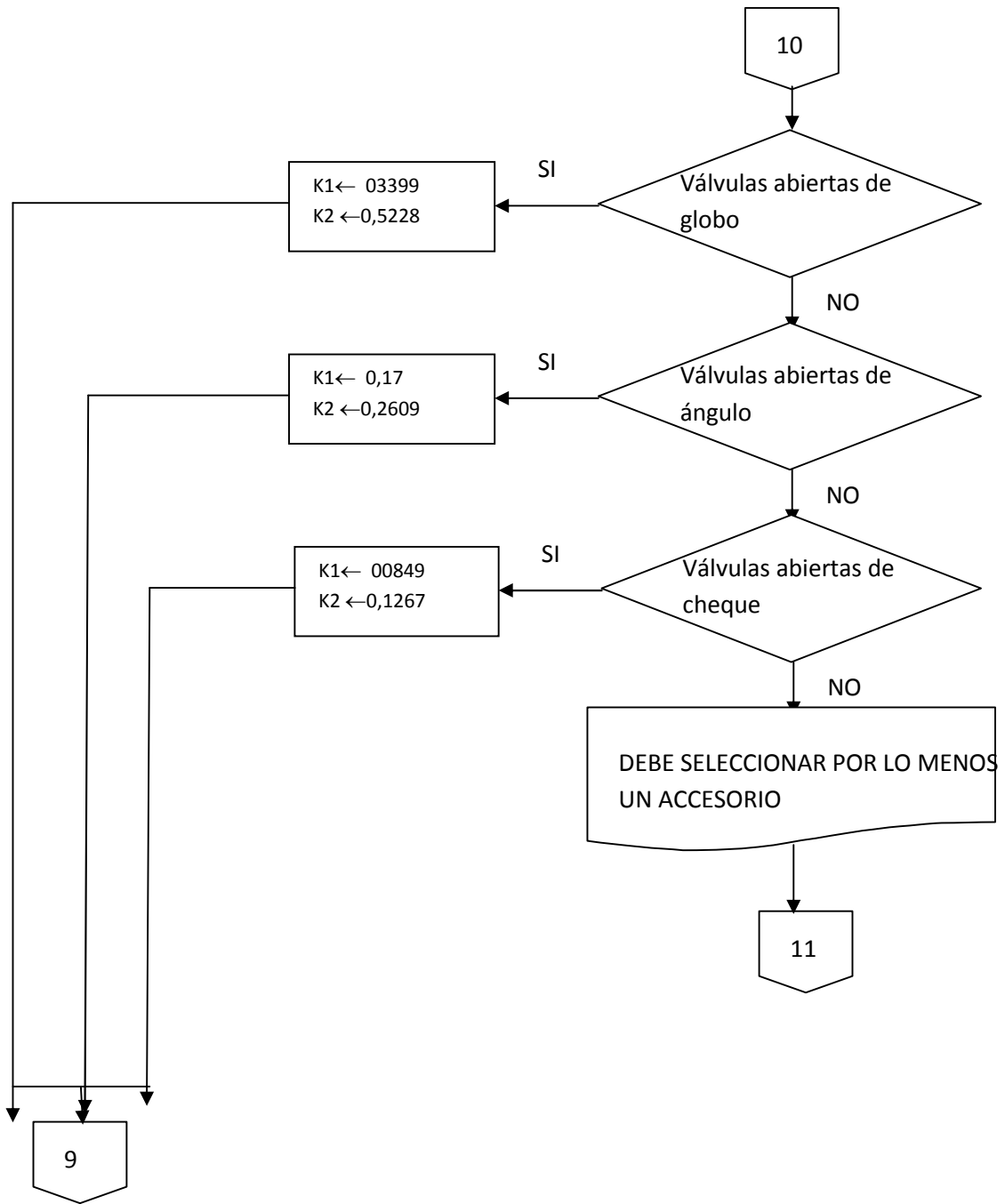


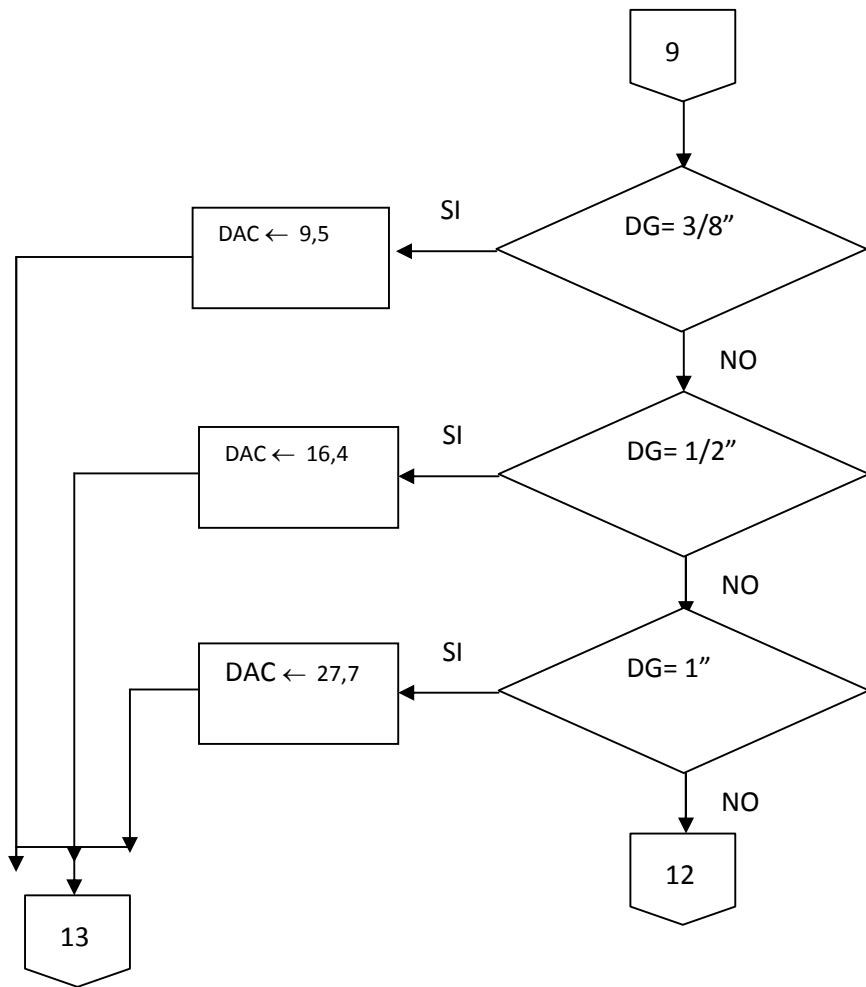


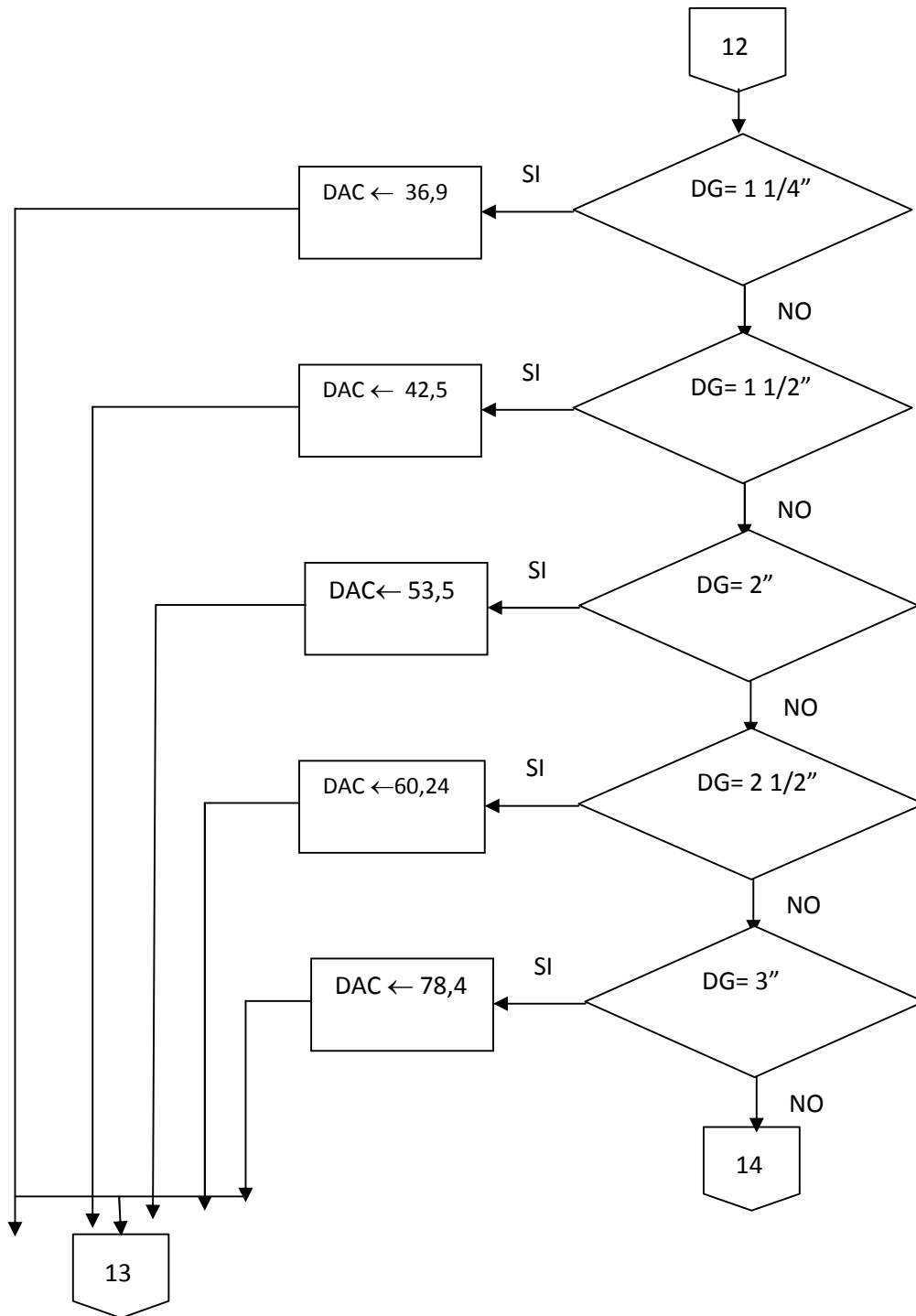


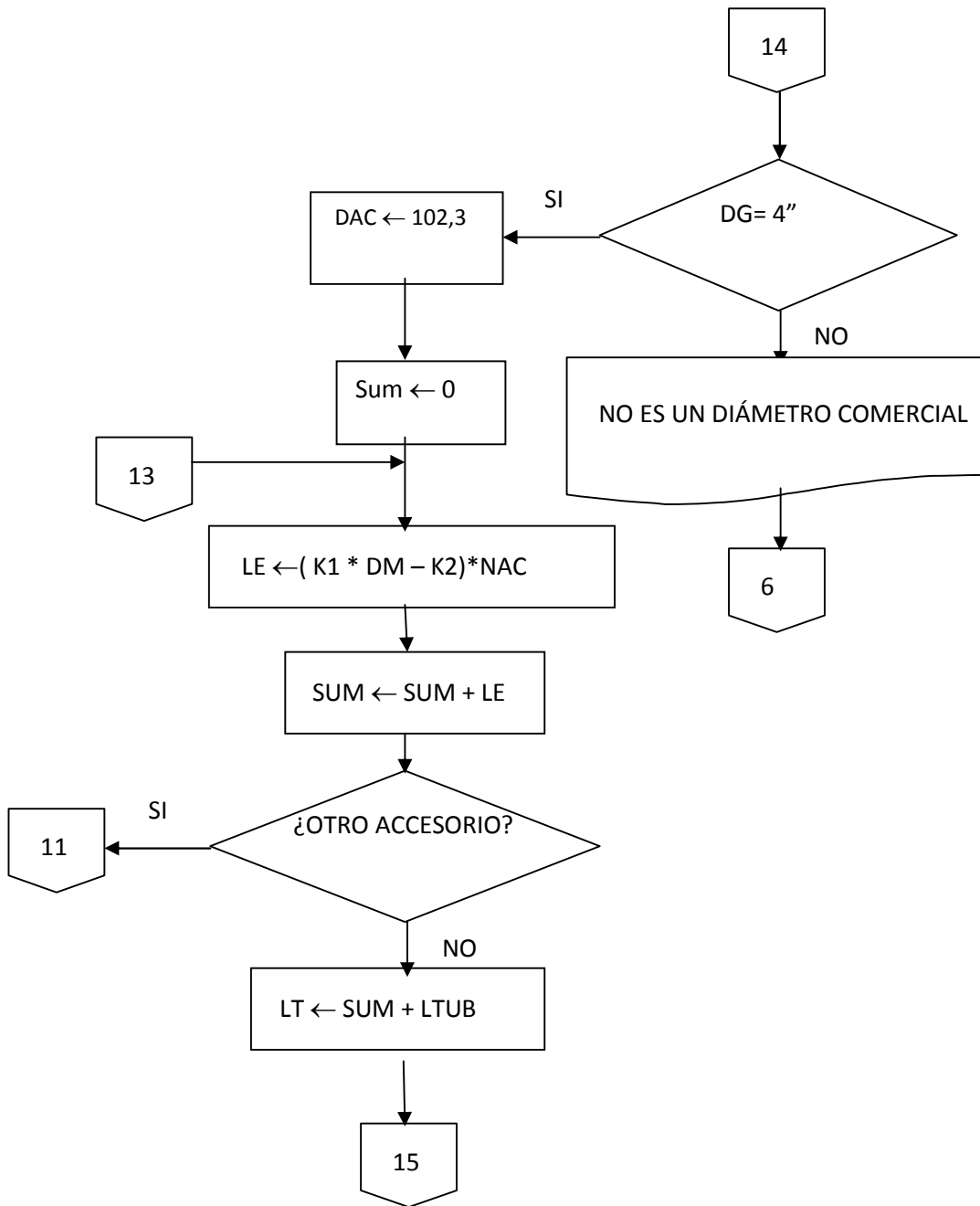


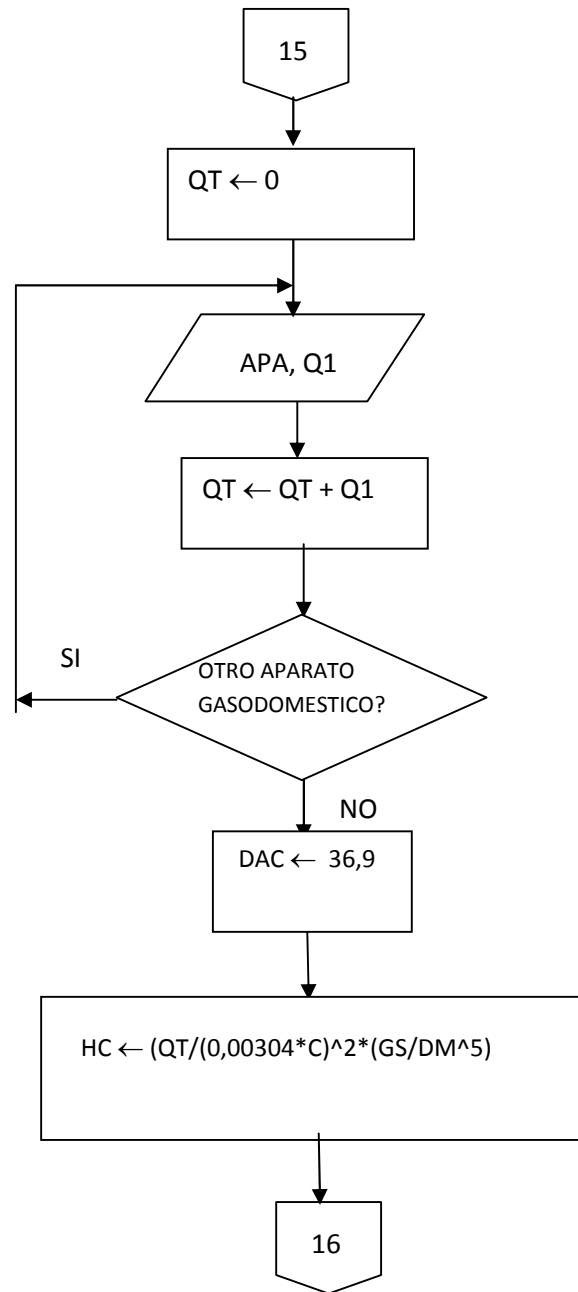


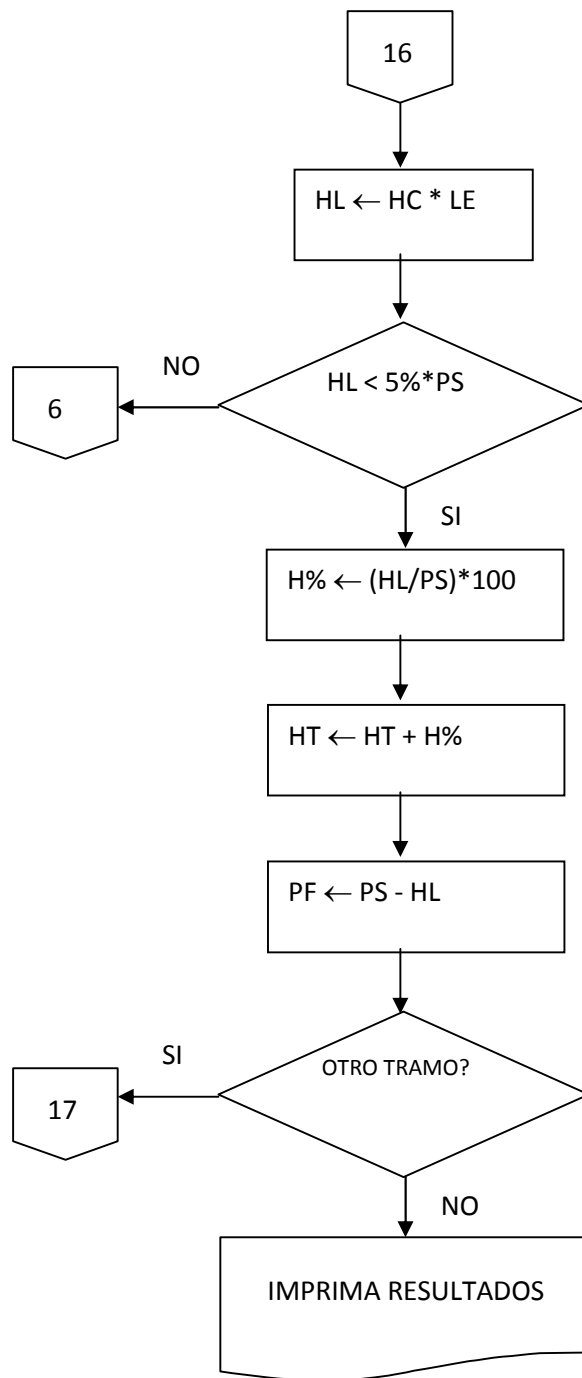












4. CONCLUSIONES.

- Se logró construir un algoritmo con las teorías más importantes para el diseño de redes hidráulicas, sanitarias y de gas en edificaciones, el cual nos permitirá a través de un software agilizar el análisis de los cálculos empleados para este fin, logrando analizar de forma más eficiente las distintas opciones de diseño que se puedan presentar en los diferentes proyectos.
- Al estudiar las diferentes teorías para el diseño de instalaciones hidrosanitarias y de gas en edificaciones, se identificó los métodos más prácticos y precisos con los cuales se logró el desarrollo del algoritmo, construyendo un modelo lógico que nos permite tener unos cálculos claros y precisos del problema planteado, integrando en este las condiciones técnicas y de seguridad exigidas para un óptimo funcionamiento de las distintas instalaciones.
- Con los ejercicios demostrativos, se logro visualizar mejor el funcionamiento del esquema lógico dándonos una mejor percepción y entendimiento del problema.
- El sistema lógico que se ha construido, es una primera parte de un proyecto de sistematización de teorías que se encamina en crear software desarrollado íntegramente en nuestra alma mater, que permitirá a futuras generaciones tener diferentes herramientas para lograr comprobar el funcionamiento y precisión de las distintas teorías de forma manual o automática, generando un ahorro de tiempo, y logrando profundizar un poco más los temas estudiados.

5. RECOMENDACION

- Se debe realizar una lectura consiente y analítica de los libros de texto que utilizamos en nuestro proceso de aprendizaje, ya que si bien es sabido que provienen de autores de renombre, no podemos descartar la posibilidad de traigan errores, para prevenir estas situaciones es bueno consultar por lo menos dos textos que manejen el tema estudiado y si encontramos irregularidades debemos asesorarnos de un profesional con experiencia.

BIBLIOGRAFÍA

- Apuntes de clase de Hidráulica. Hernán Gómez. Universidad de Nariño. Facultad de Ingeniería.
- Carmona Pérez Rafael. Agua, desagües y gas para edificaciones. 5a, ed. Bogotá: Ecoe Ediciones, 2005. Colombia. Editorial Kimpres Ltda.
- Joyanes Luis. Problemas de metodología de la programación. McGRAW-HILL/INTERAMERICANA DE ESPAÑA, S.A.U. España
- Rodríguez Díaz Héctor Alfonso. Diseños Hidráulicos, sanitarios y de gas en edificaciones. 1ª.Ed. Mayo de 2005. . Editorial Kimpres Ltda. Colombia.
- Salazar Cano Roberto. Instalaciones Hidrosanitarias. Universidad de Nariño. Facultad de Ingeniería. San Juan de Pasto- Colombia. 1999
- Vaquero Sánchez Antonio, Quiroz Vieyra Gerardo. Microsoft Visual Basic 6.0 Manual del programador. McGRAW-HILL/INTERAMERICANA DE ESPAÑA, S.A.U. Madrid. España
- www.uib.es/facultat/ciencies/prof/victor.martinez/assignatures/instal/material/RIGLO.pdf -
- www.itson.mx/die/mdomitsu/bibliotecaDigital/Programacion_Lenguaje_C/TEMA02.PDF -

ANEXO A.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LAS INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS

Todas las especificaciones que a continuación se detallan se refieren a la construcción, instalación y montaje de instalaciones hidráulicas y sanitarias. En el momento que se realice las instalaciones hidrosanitarias el constructor deberá ceñirse a las mismas así como a los planos correspondientes elaborados por el proyectista para la ejecución de las actividades de obra.

El constructor garantizará la calidad de su obra y efectuará un control de calidad sobre los materiales y cada una de las actividades a realizar en cumplimiento del objeto del presente.

PLANOS Y DOCUMENTOS

Para la ejecución de los trabajos concernientes con las instalaciones hidráulicas y sanitarias y afines, el Contratista de estos sistemas se ceñirá a los documentos existentes (planos) y especificaciones.

Para el recibo final de las obras, el contratista hará entrega al interventor de los planos record, para su visto bueno. A la vez este último hará entrega a la entidad contratante.

Igualmente entregará los documentos como garantías, soportes técnicos o especificaciones de fábrica para la respectiva operación y funcionalidad de los equipos suministrados.

Códigos y Reglamentos

Los trabajos e instalaciones deben ser ejecutados con materiales y mano de obra de primera calidad y en un todo de acuerdo con las normas y decretos vigentes, ICONTEC 1500, normas RAS 2000 etc.

Instalaciones en general

Pases para tuberías: Todas las tuberías instaladas cuyas derivaciones tengan que cruzar los muros o estructuras para llegar a los cuartos de utilización, estarán provistas de pases de tubos, colocados en el sitio donde cada tubo hace su cruce con el muro o con la estructura. Lo anterior aunque en los planos no esté indicado. El diámetro de los pases de tubo, para las tuberías debe tener mínimo el diámetro exterior del tubo que pasa, más una pulgada.

Redes: Las instalaciones hidrosanitarias (red de suministro de agua y red sanitaria o de desagüe) utilizarán las tuberías de cloruro de polivinilo, de la mejor calidad y que cumplan con las exigencias de las normas ICONTEC NTC 1500.

Se revisará y probará con agua cada tubo, y se chequeará cada accesorio antes de ser instalado, para asegurarse que no presente fugas ni defectos de fabricación perjudiciales para el buen funcionamiento.

No se permitirá el taponamiento de las fisuras que puedan presentar las tuberías y accesorios, con ninguna sustancia. Cualquier material que se instale estando defectuoso, tendrá que ser desmontado y cambiado a costa del contratista.

Pruebas: El agua para las pruebas será suministrada por el contratista. Las tuberías que hayan de quedar incrustadas dentro de las placas deben ser probadas, igualmente las tuberías colgadas.

En el caso de que al hacer las pruebas se compruebe que hay escapes, fugas o roturas del material, deben corregirse inmediatamente, cambiando los tubos y accesorios correspondientes. Las pruebas se repiten hasta no encontrarse ningún escape.

Tapones: Los tapones de limpieza indicados en los planos que van montados sobre tuberías incrustadas en el concreto, se colocarán en sitios accesibles, donde se les pueda usar para la limpieza y sondeo en caso de obstrucción.

Soportes: Las tuberías colgadas dentro de cielos falsos y por sótano o a la vista serán sujetas a la estructura con soportes especiales fabricados de acuerdo al detalle que debe presentar el contratista de instalaciones al contratante, en caso de que en los planos no se presente dichos detalles, este será presentado por el contratista a la interventoría para su respectivo Vo.Bo. La distancia entre un soporte y otro estará dada por las recomendaciones técnicas del fabricante de la tubería.

Longitud de tubos: En todos los lugares donde la obra lo permita, se colocarán tubos de longitud completa y sólo se admitirán tubos cortados donde la naturaleza del trabajo así lo exija.

Pendientes: Todas las tuberías en posición horizontal, tanto entre las placas como las colgadas de ellas, deben tener pendientes no inferiores al 1%, salvo que los planos indiquen algo diferente, debiendo ser mayores en aquellos sitios donde la obra lo permita.

Desagües: Los desagües verticales dentro de los muros (lavaplatos, lavamanos etc.), se harán con tubería de PVC de diámetro no inferior a 1 ½", instalada desde los colectores horizontales al nivel de piso, en el sitio indicado por los planos.

Bajantes de aguas negras: Deben ser construidas en materiales de las mismas especificaciones de calidad anotadas, en tubería PVC sanitaria, no inferior a 4" de diámetro, similar a los desagües horizontales.

Sistema de reventilación: Todas las tuberías de desagüe horizontal para aguas negras, tendrán tuberías de reventilación colocadas al pie de las bajantes y en la prolongación posterior del tramo horizontal saliendo a la atmósfera sobre el techo. Cuando en los planos se indiquen reventilación de ramales interiores o de aparatos, se instalará al lado de la conexión de desagüe, con el brazo de 45° por encima del piso, desde el cual se saca la tubería de reventilación hacia la montante o hacia el techo, según sea el caso, pasando por un lado, en forma que no interfiera con gabinetes, jaboneras ni otros accesorios.

Aguas lluvias: Las tuberías y accesorios para las aguas lluvias se suministrarán e instalarán como está indicado en los planos y serán de la más alta calidad en materiales y trabajo como se requiera para las instalaciones de tubería de aguas negras.

Las canales y bajantes para aguas lluvias llenarán los mismos requisitos de las bajantes de aguas negras en lo relacionado con desvíos de amortiguamiento de caída, soportes y codos de entrega.

Sistema de acueducto: Como sistema de acueducto se considerara a las instalaciones hidráulicas PVC PRESION, con los diámetros indicados en los planos y con materiales de buena calidad. Incluye tuberías y accesorios desde: cisterna o tanque de almacenamiento, bombeo (succión y descarga), tanques elevados, descarga, distribución, control, funcionamiento, operación de cada aparato sanitario.

Sistema de desagüe: Como sistema de desagüe se considerara a las instalaciones o red sanitaria construida en PVC SANITARIA, con los diámetros indicados en los planos y con materiales de buena calidad, direcciones y pendientes especificadas desde cualquier aparato (lavaplatos, rejilla etc.) pasando por los registros de inspección y demás, hasta la conexión al sistema de alcantarillado de la ciudad.

Instalación de tuberías: Se ejecutara esta actividad, de acuerdo a los detalles indicados en los planos de instalaciones hidro-sanitarias, serán realizados con el equipo adecuado y el personal especializado a fin de llevar a buen término el

correcto cumplimiento de los trabajos de manera que garantice el perfecto funcionamiento del sistema hidráulico, sanitario. Lluvias etc.

Preparación

Todas las tuberías se cortarán exactamente a las dimensiones establecidas en los planos de instalaciones hidro-sanitaria, y se colocará en el sitio sin necesidad de forzarla ni doblarla, la tubería se instalará en forma que se contraiga o se dilate libremente sin deterioro para ningún otro trabajo ni para si mismo.

Reducciones y pendientes.

Todos los cambios en los diámetros de tubería, uniones y demás, se efectuarán con los accesorios técnicamente recomendados y las reducciones normales. Se tendrá en cuenta las pendientes indicadas en los planos de instalación sanitaria.

Todos los cambios en los diámetros de tubería, uniones y demás se efectuarán con los accesorios técnicamente recomendados y las reducciones normales. Se tendrá en cuenta las pendientes indicadas en los planos de instalación sanitaria.

Uniones y accesorios

Para el correcto empalme, las uniones de tubería y accesorios deberán sellarse con un pegante apropiado, que garantice el sello hermético de la misma. El sistema para unir tubería PVC deberá estar basado en las recomendaciones del fabricante, igualmente su sistema de fijación, el cual tendrá la verificación del interventor.

Instalación de aparatos sanitarios.

Se tendrán en cuenta las siguientes recomendaciones para la instalación de aparatos sanitarios (duchas, lavaplatos etc)

- a. Suministrar y colocar los aparatos especificados.
- b. Al instalar la red de suministro de agua, deben dejarse los puntos de agua a las distancias horizontales y verticales indicadas por el fabricante de los artefactos o implementos sanitarios.
- c. Al instalar la red sanitaria de aguas negras, deben dejarse las bocas de desagües de los aparatos sanitarios a las distancias indicadas por los fabricantes de los respectivos artefactos sanitarios.
- d. Deben probarse las instalaciones de agua y desagües sanitarios, antes de forrar los pisos y paredes de los cuartos que los contendrán.
- e. Debe verificarse que los desagües no tengan obstrucción.
- f. Debe verificarse la existencia de la ventilación requerida.
- g. Debe seguirse paso a paso las instrucciones de los fabricantes para instalar cada tipo de aparato.

ANEXO B.

MANUAL DEL SOFTWARE

1. INGRESO DE DATOS TÉCNICOS

En el momento de ejecutar el programa se encuentra con un formulario denominado “Datos técnicos”, en esta parte se Ingresa la información necesarios para realizar el diseño de la Red de agua potable.

Se debe tener en cuenta que en el momento de Introducir los valores, el programa únicamente reconoce la coma (,) como decimal, y que la utilización del punto generara errores en el programa o el programa lo asimilara como un número entero.

Para realizar el cálculo de la red del apartamento tipo se ha asignado en medidor al entrar a cada uno de los apartamentos

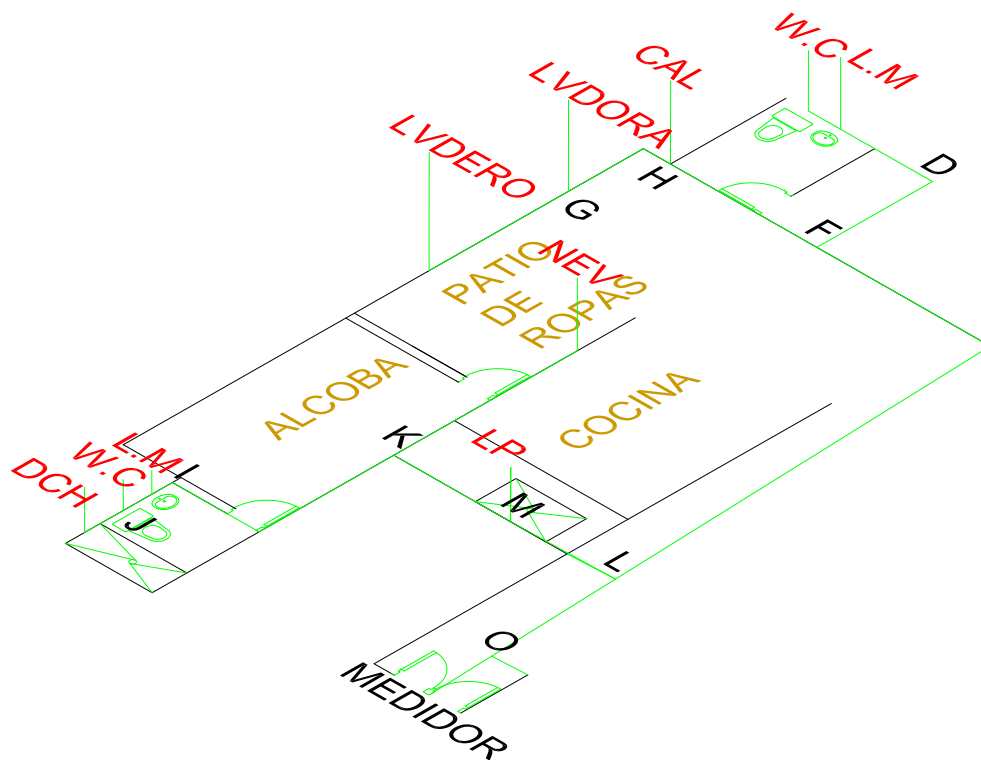


Figura 10 Planta tipo de apartamentos

- **Nº DE PISOS DE LA EDIFICACIÓN:** En esta casilla se ingresa el número de pisos de la edificación, valor que debe estar entre un rango desde 1 hasta 10.
- **Nº DE APARTAMENTOS POR PISO:** El valor máximo en esta casilla será de 20.
- **Nº DE PERSONAS POR APARTAMENTO:** En esta casilla se puede introducir el valor de personas que se considere que habitan en un apartamento tipo hasta un máximo de 10 personas, aunque el programa recomienda 6 personas por apartamento tipo.
- **ALTURA ENTRE PISOS:** Es la distancia vertical medida entre ejes de los apartamentos; Si dado el caso se necesite realizar el diseño a una edificación que no tenga altura uniformes entre pisos, se debe tomar la altura más crítica.
- **TEMPERATURA DEL AGUA:** En esta casilla se introduce el valor de la temperatura en °C, valor que no debe exceder de 25^a, ya que a una temperatura mayor se considera el diseño como un Diseño de agua caliente.
- **ÁREA DE LA CUBIERTA:** Para introducir el valor en esta casilla, se debe haber realizado anteriormente el cálculo del área de la cubierta, valor que se necesita para realizar el cálculo de aguas lluvias y el N^o de bajantes necesarios para desalojar esta agua.
- **ACCESORIOS EN TUBERÍA VERTICAL:** Se selecciona un de los accesorios que hacen parte de la tubería vertical y se asigna el Número del accesorio seleccionado que forma parte de la tubería y se agrega a la base de datos, se debe repetir este procedimiento para todos y cada uno de los accesorios que forman parte de la tubería vertical.
- **INGRESAR DATOS:** Una vez ingresado los datos anteriormente y verificado que sean los correctos se ingresa los datos técnicos, se debe tener en cuenta que una vez ingresado los datos técnicos no se puede volver a cambiar ninguno de estos datos.
- **INGRESAR TRAMO A LA RED:** Se debe activar esta casilla siempre y cuando se quiera asignar un tramo a la red. La red debe tener por lo mínimo un tramo, porque de lo contrario el programa no funcionara.

DATOS ESPECÍFICOS DEL TRAMO DE LA RED

En esta parte es en donde se solicita todas las características de cada tramo de la red. (Ejemplo ver Figura 10 Planta tipo de apartamentos)

- **Nombre del tramo:** En esta casilla se ubica el nombre del tramo con el cual se identificara cada uno de ellos, por ejemplo: Tramo: **A – B**.
- **Longitud del tramo:** En esta casilla se debe digitar la longitud del tramo medida en metros.
- **Asignar Unidades de Consumo:** Para continuar con el ingreso de la Información se debe activar siempre esta casilla, de lo contrario no se podrá continuar con el ingreso de las características de cada uno de los tramos.
- **Unidades de consumo:** Cuando se realiza la asignación de tramos de la red se debe tener en cuenta que cada uno de los tramo deben tener como mínimo un aparato sanitario que se alimenta de este tramo, para la asignación de aparatos sanitarios se debe tener en cuenta que son todos los que se alimentan de ese tramo, así no se encuentren en este tramo, ejemplo: En el tramo **DCH – A**, el aparato sanitario será una ducha, en el tramo **WC – A**, el aparato sanitario es un Inodoro, Pero el tramo **A – B**, tendrá como aparato sanitario una ducha y un inodoro, (Ver Figura 11 Referencia de tramos)

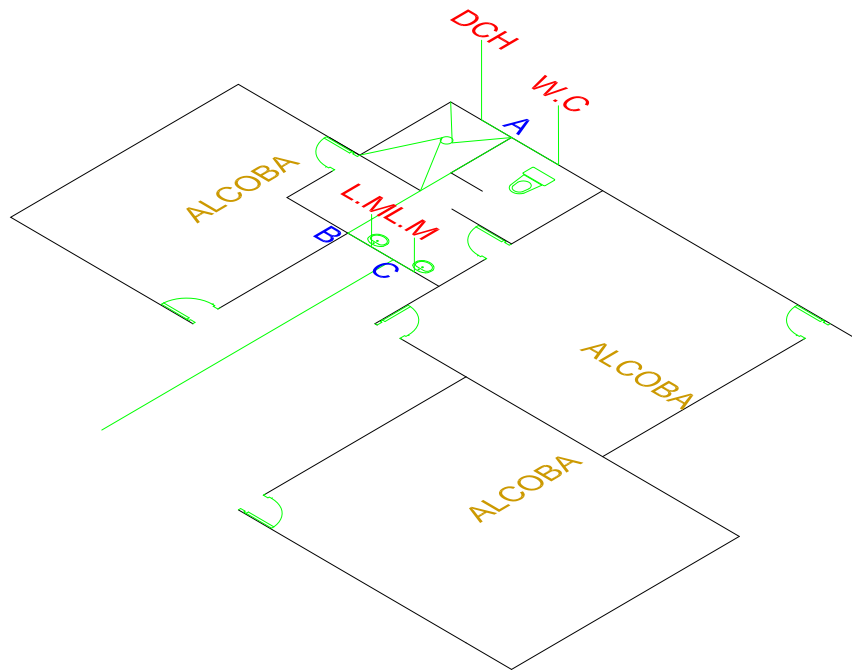


Figura 11 Referencia de tramos

- **Nº de aparatos:** Es el número de aparatos sanitarios seleccionado que se alimentan de este tramo, para cada uno de los aparatos sanitarios seleccionados se debe asignar como mínimo 1
- **El tramo hace parte de la red de aparato más desfavorable?:** Se debe determinar cuál es el aparato sanitario que se encuentra en desventaja con respecto a altura y a distancia (aparato a mayor altura y más alejado del medidor), de acuerdo a este aparato se determina la energía mínima necesaria en el medidor, para el funcionamiento adecuado de la Red, únicamente se activa esta casilla si el tramo conduce hasta la red de aparato más desfavorable.
- **Aparato más desfavorable:** En esta casilla se selecciona el aparato más desfavorable de la Red.
- **Altura entre el medidor y el aparato más desfavorable:** Es la distancia medida verticalmente desde el medidor y el aparato más desfavorable.

- **Asignar accesorio al tramo:** Casilla que debe activarse siempre que se desee asignar un accesorio al tramo.
- **Accesorio:** En este cuadro desplegable se puede seleccionar cada uno de los accesorios que forman parte del tramo, cada vez que se desee ingresar un accesorio se debe activar la casilla de “Asignar accesorio al tramo”.
- **Nº de accesorios:** En esta casilla se ubica el Nº del accesorio seleccionado en el cuadro desplegable, como mínimo valor debe tener 1.
- **AGREGAR TRAMO:** Una vez asignada todas las características del tramo se lo debe asignar a la red mediante este botón de Ingreso, cada vez que se desee agregar un nuevo tramo se debe activar la casilla de “Asignar tramo a la Red” y se continúa con el procedimiento anteriormente descrito.

Una vez asignados todos los tramos de la Red se procede a realizar los cálculos con el Botón “Calcular Red”. Y se procede ir a cada uno de los formularios que realiza los cálculos respectivos, cálculos por gravedad, cálculos del diseño de aguas servidas y aguas lluvias.

REDES DE DISTRIBUCIÓN DE GAS

Diseño de Instalaciones internas baja presión

La presión de servicio para Instalaciones interiores después del medidor está comprendida entre una máxima de 20,8 mbar y una mínima de 15,5 mbar.

En el software se utiliza la **Expresión de Pole**, expresión que utiliza una presión de servicio comprendida entre una máxima de 18 mbar y una mínima de 17,10 mbar, considerando una pérdida máxima de 5% de la presión de servicio.

ENTRADA DE INFORMACIÓN

- **Nombre del tramo:** En esta casilla se ubica el nombre del tramo con el cual se identificara cada uno de ellos, por ejemplo: Tramo: **1-2**.
- **Longitud del tramo:** Es la longitud total en metros del tramo
- **Adicionar Accesorio?:** Esta casilla debe estar activada siempre que se desee adicionar un accesorio al tramo, de lo contrario el accesorio no formara parte del tramo.

- **Accesorios:** En esta casilla se selecciona cada uno de los accesorios que formaran parte del tramo en estudio.
- **Nº de accesorios:** En esta casilla se ubica el número total del accesorio seleccionado anteriormente que forman parte del tramo, para cada vez que se realice la selección de un accesorio se debe asignar el número en esta casilla
- **Agregar accesorio:** Siempre que se desee adicionar un accesorio se debe validar con este comando, porque de lo contrario el accesorio no será adicionado al tramo.
- **Adicionar aparato domestico?:** Esta casilla debe estar activada siempre que se desee adicionar un aparato domestico al tramo, de lo contrario el aparato domestico no formara parte del tramo, cuando se definan los tramos, en cada tramo se debe tener en cuenta que debe existir mínimo un aparato que funcione a gas.
- **Aparato domestico:** Se selecciona el aparato domestico que funciona a gas y que forma parte del tramo o que será alimentado por la Red. Por ejemplo; En la Figura 12 Red de Instalaciones a gas, se muestra la red de un apartamento tipo, en donde se debe alimentar con la red una estufa que se encuentra ubicada en el punto 3 y un calentador que se encuentra ubicado en el punto 4, en el tramo 1 – 2 se tendrá que adicionar la estufa y el calentador, ya que este tramo lleva el gas necesario para el correcto funcionamiento de los dos aparatos domésticos, cuando se designe los aparatos domésticos para el tramo 2 – 3, se seleccionara únicamente a la estufa, ya que este tramo no alimenta a ningún otro aparato domestico, y para el tramo 2 – 4 se seleccionara únicamente al calentador, porque es el único aparato domestico que alimenta este tramo.
- **Nº de aparatos:** En esta casilla se ubica el número total del aparato domestico seleccionado anteriormente que forman parte del tramo, o que se alimentaran de ese tramo, para cada vez que se realice la selección de un aparato domestico se debe asignar el número en esta casilla

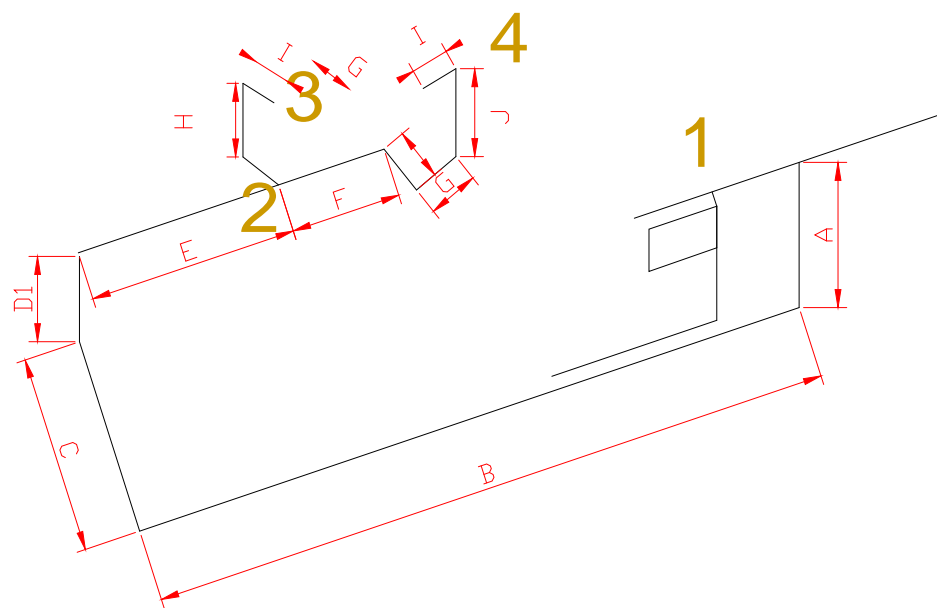


Figura 12 Red de Instalaciones a gas