

FIGURA N°6
SUMIDERO TIPO GRANDE CONECTADO
A TUBERIA - S2

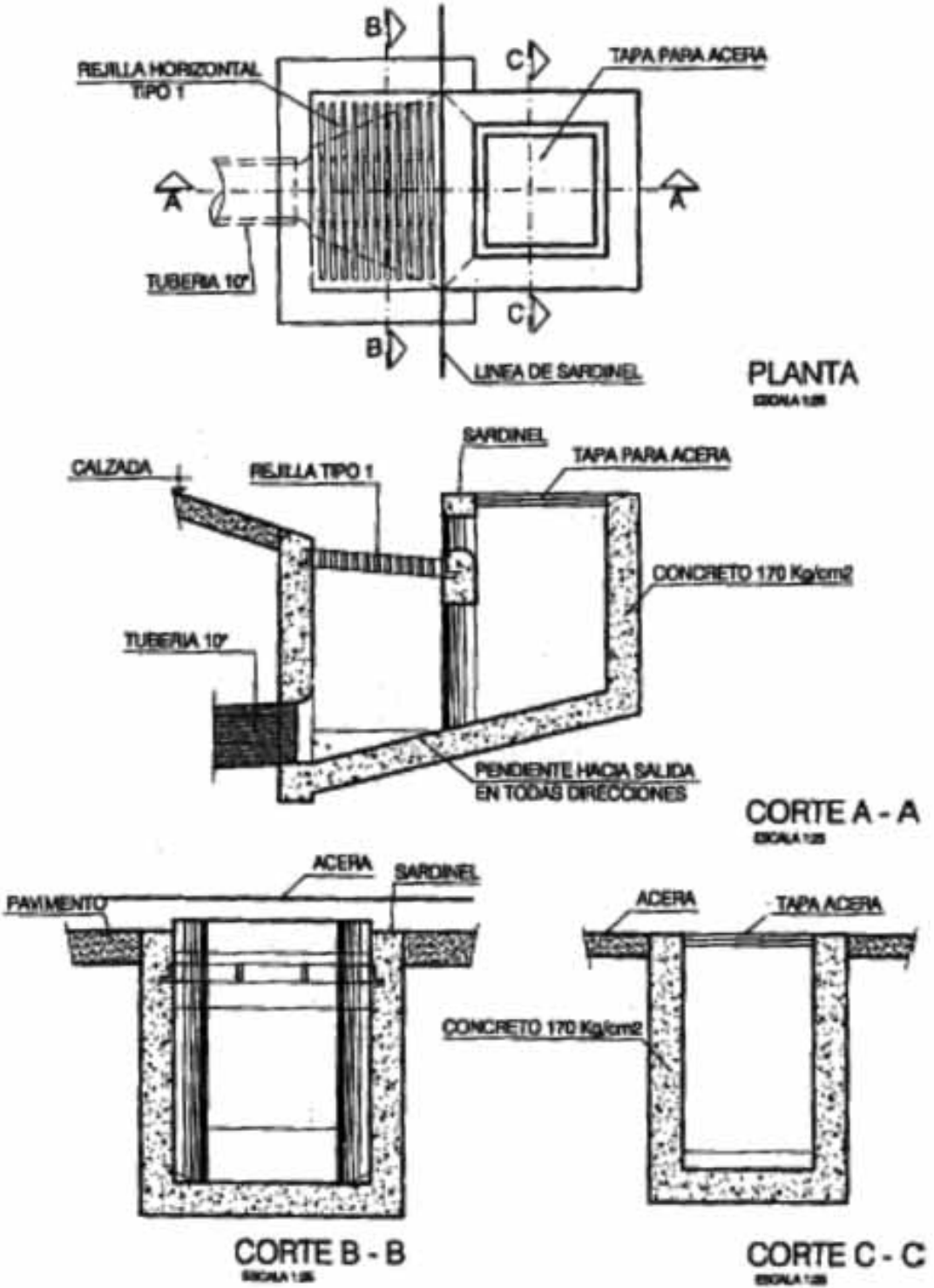


FIGURA N°7
SUMIDERO TIPO CHICO CONECTADO
A LA CAMARA - S3

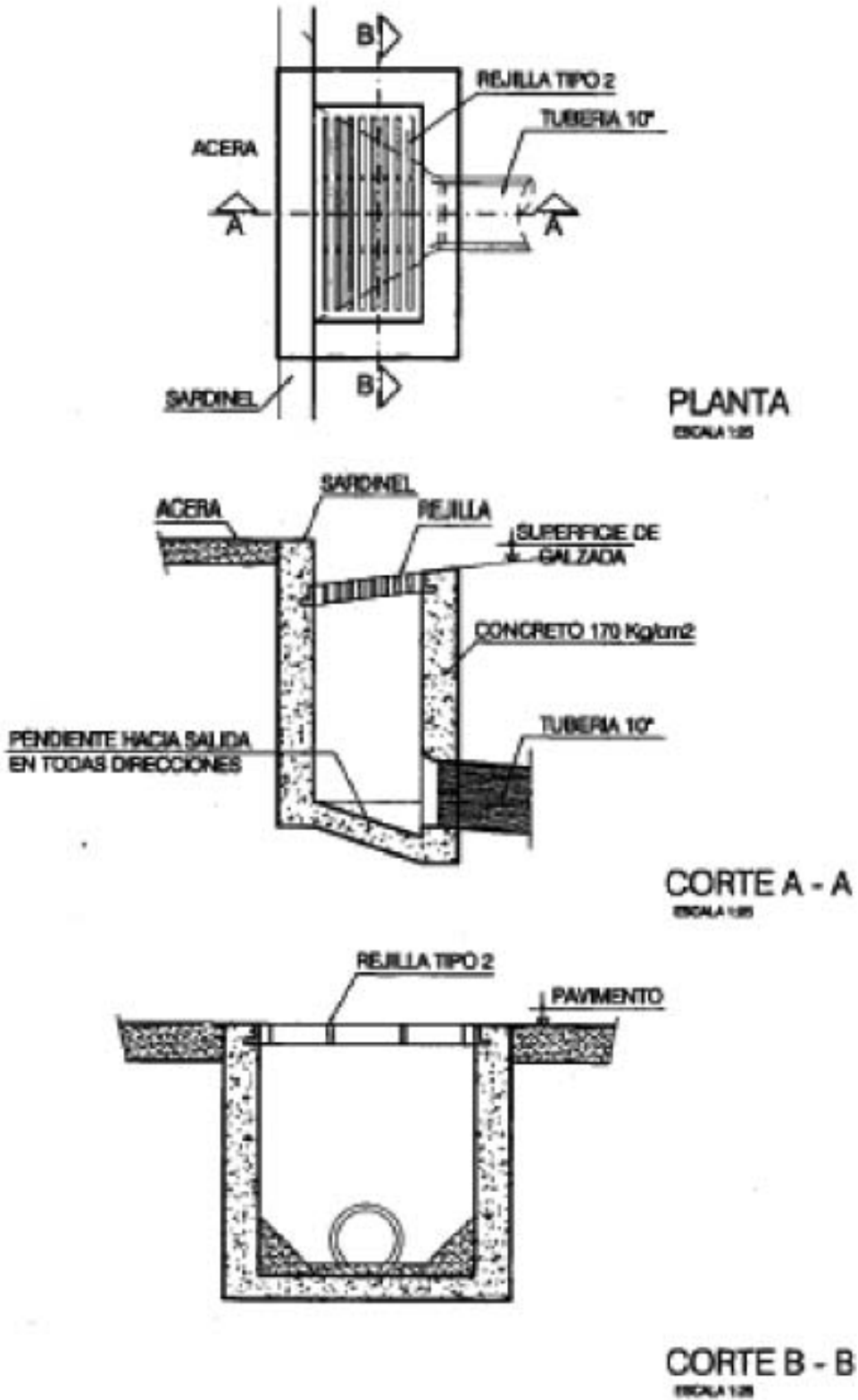
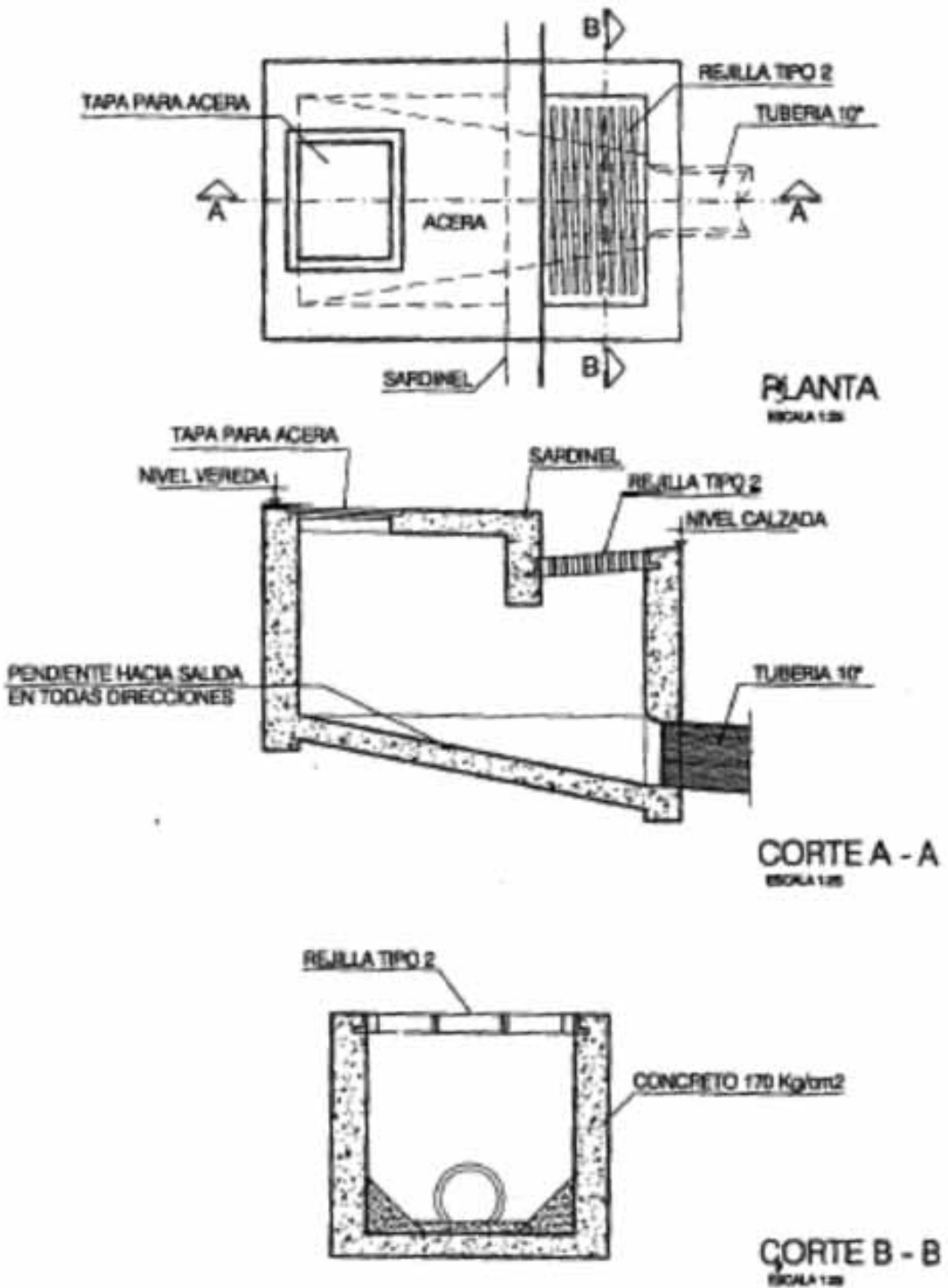


FIGURA N°8
SUMIDERO TIPO CHICO CONECTADO
A LA TUBERIA - S4



f) Colectores de Aguas Pluviales

El alcantarillado de aguas pluviales está conformado por un conjunto de colectores subterráneos y canales necesarios para evacuar la escorrentía superficial producida por las lluvias a un curso de agua.

El agua es captada a través de los sumideros en las calles y las conexiones domiciliarias y llevada a una red de conductos subterráneos que van aumentando su diámetro a medida que aumenta el área de drenaje y descargan directamente al punto más cerca no de un curso de agua; por esta razón los colectores pluviales no requieren de tuberías de gran longitud. Para el diseño de las tuberías a ser utilizadas en los colectores pluviales se deberá tener en cuenta las siguientes consideraciones.

f.1. Ubicación y Alineamiento

Para el drenaje de la plataforma se deberá evitar la instalación de colectores bajo las calzadas y bermas. Sin embargo, cuando la ubicación bajo la calzada es inevitable, deberá considerarse la instalación de registros provistos de accesos ubicados fuera de los límites determinados por las bermas.

Los quiebres debidos a deflexiones de alineamiento deberán tomarse con curvas circulares.

Las deflexiones de alineamiento en los puntos de quiebre no excederán de 10r, en caso contrario deberá emplearse una cámara de registro en ese punto.

f.2. Diámetro de los Tubos

Los diámetros mínimos serán los indicados en la Tabla N° 2.

Tabla N° 2
Mínimos de Tuberías en Colectores de agua de lluvia

Tipo de Colector	Diámetro Mínimo (m)
Colector Troncal	0,50
Lateral Troncal	0,40*
Conductor Lateral	0,40*

En instalaciones ubicadas parcial o totalmente bajo la calzada se aumentarán en diámetros a 0.50 m por lo menos

Los diámetros máximos de las tuberías están limitados según el material con que se fabrican.

f.3. Resistencia

Las tuberías utilizadas en colectores de aguas pluviales deberán cumplir con las especificaciones de resistencia específicas en las Normas Técnicas Peruanas NTP vigentes o a las normas ASTM, AWWA o DIN, según el país de procedencia de las tuberías empleadas.

Figura N° 9
REJILLAS DE FIERRO FUNDIDO PARA SUMIDEROS

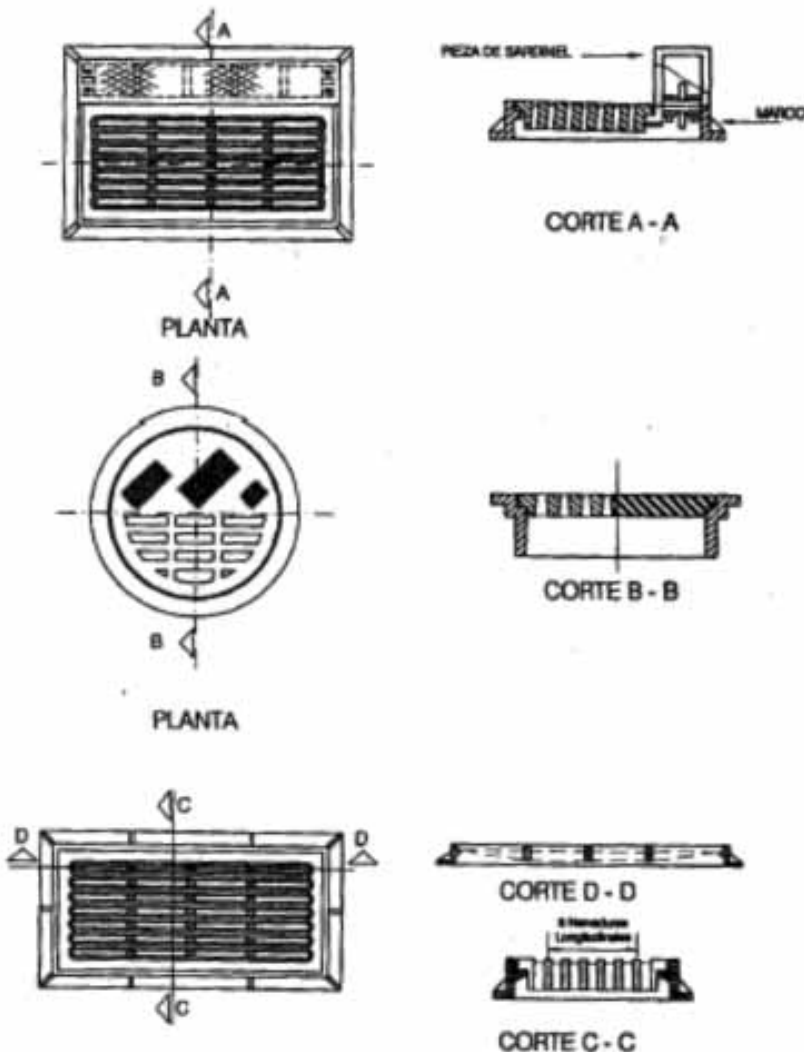
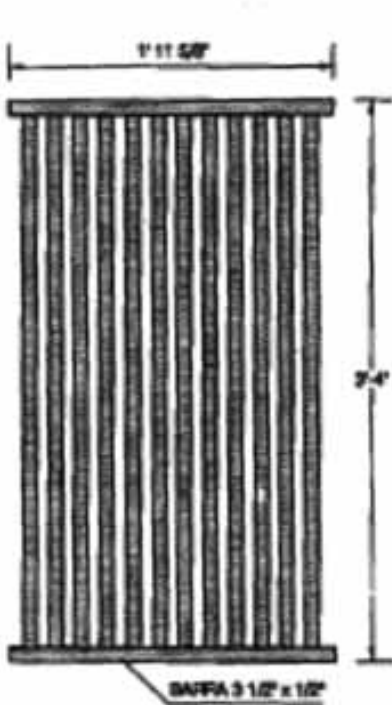


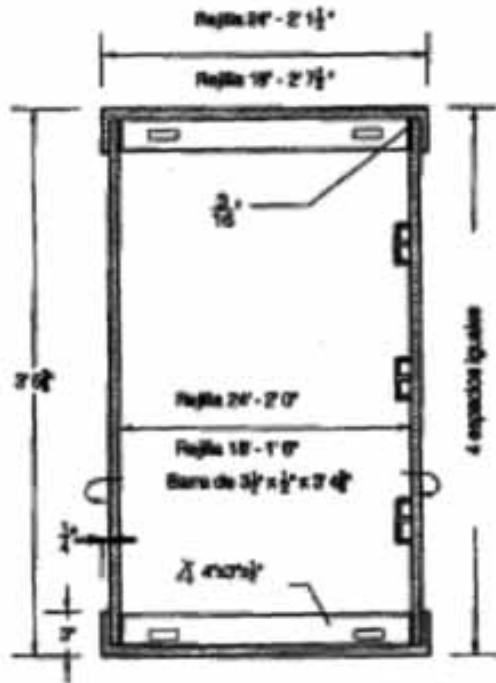
Figura N°10

REJILLAS DE FIERRO LAMINADO



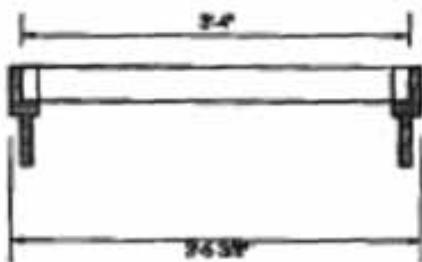
TIPO 24-12

REJILLA RECTANGULAR

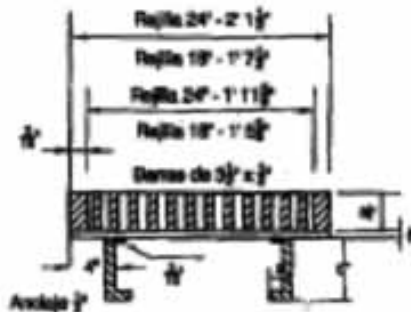


En marcos para Rejillas del tipo 24\"/>

MARCO TIPICO

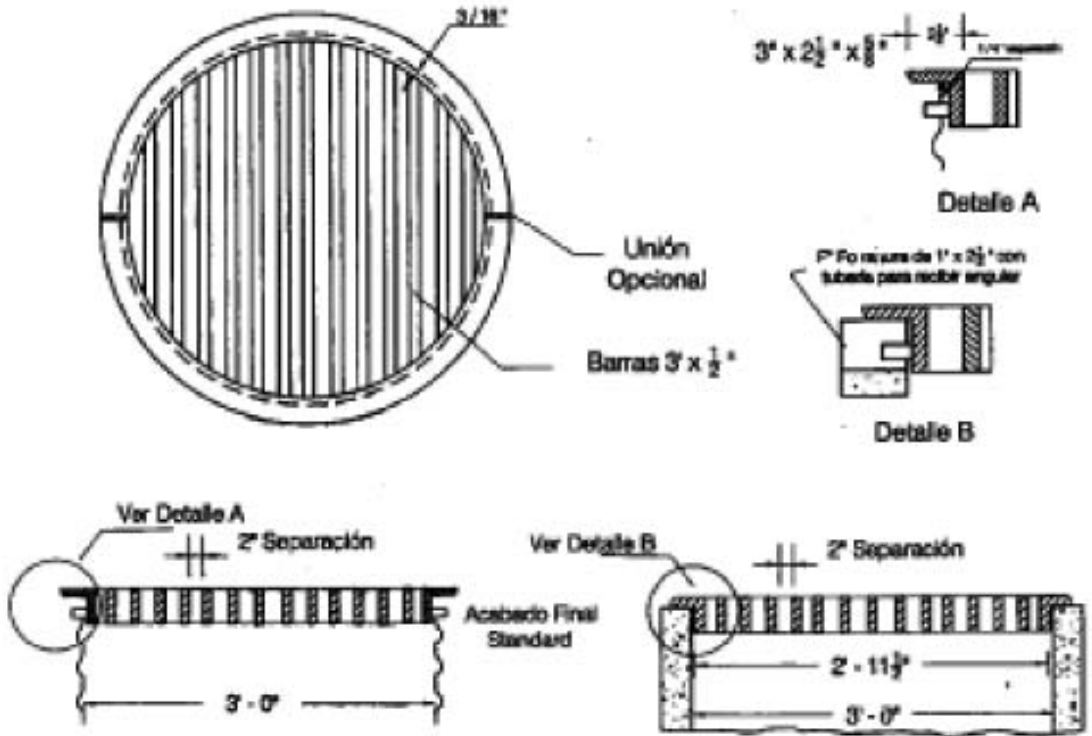


SECCIÓN LONGITUDINAL
(A través del Marco y Rejilla)



SECCIÓN TRANSVERSAL
(A través de Marco y Rejilla)

Figura N°11



DETALLES DE REJILLA CIRCULAR TIPO 36R

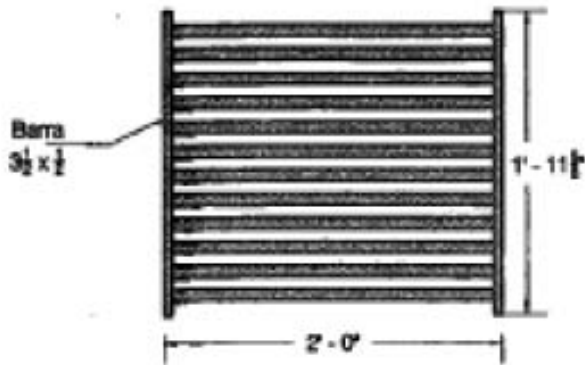


Fig. N° 12 REJILLA CUADRADA

f.4. Selección del Tipo de Tubería

Se tendrán en cuenta las consideraciones especificadas en las Normas Técnicas Peruanas NTP vigentes.

Los materiales de las tuberías comúnmente utilizadas en alcantarillados pluviales son:

- Asbesto Cemento.
- Hierro Fundido Dúctil.
- Poly (cloruro de vinilo)
- Concreto Armado Centrifugado
- Concreto Pretensado Centrifugado
- Concreto Armado vibrado

(PVC).

- Poliéster reforzado con fibra de vidrio GRP

con recubrimiento interior de polietileno PVC.

- Arcilla Vitrificada

f.5. Altura de Relleno

La profundidad mínima a la clave de la tubería desde la rasante de la calzada debe ser de 1 m. Serán aplicables las recomendaciones establecidas en la Normas Técnicas Peruanas NTP o las establecidas en las normas ASTM o DIN.

f.6. Diseño Hidráulico

En el diseño hidráulico de los colectores de agua de lluvia, se podrán utilizar los criterios de diseño de conductos cerrados.

Para el cálculo de los caudales se usará la fórmula de Manning con los coeficientes de rugosidad para cada tipo de material, según el cuadro siguiente:

Tubería	Coefficiente de Rugosidad «n» de Manning
Asbesto Cemento	0,010
Hierro Fundido Dúctil	0,010

Cloruro de Polivinilo	0,010
Poliéster Reforzado con fibra de vidrio	0,010
Concreto Armado liso	0,013
Concreto Armado con revestimiento de PVC	0,010
Arcilla Vitrificada	0,010

El colector debe estar en capacidad de evacuar un caudal a tubo lleno igual o mayor que el caudal de diseño.

El Gráfico N° 1 muestra la representación gráfica de la Ecuación de Manning para tuberías con un coeficiente de rugosidad n de Manning igual a 0,010.

Gráfico N°1

NOMOGRAMA PARA LA SOLUCIÓN DE LA ECUACIÓN DE MANNING

REJILLAS DE FIERRO LAMINADO

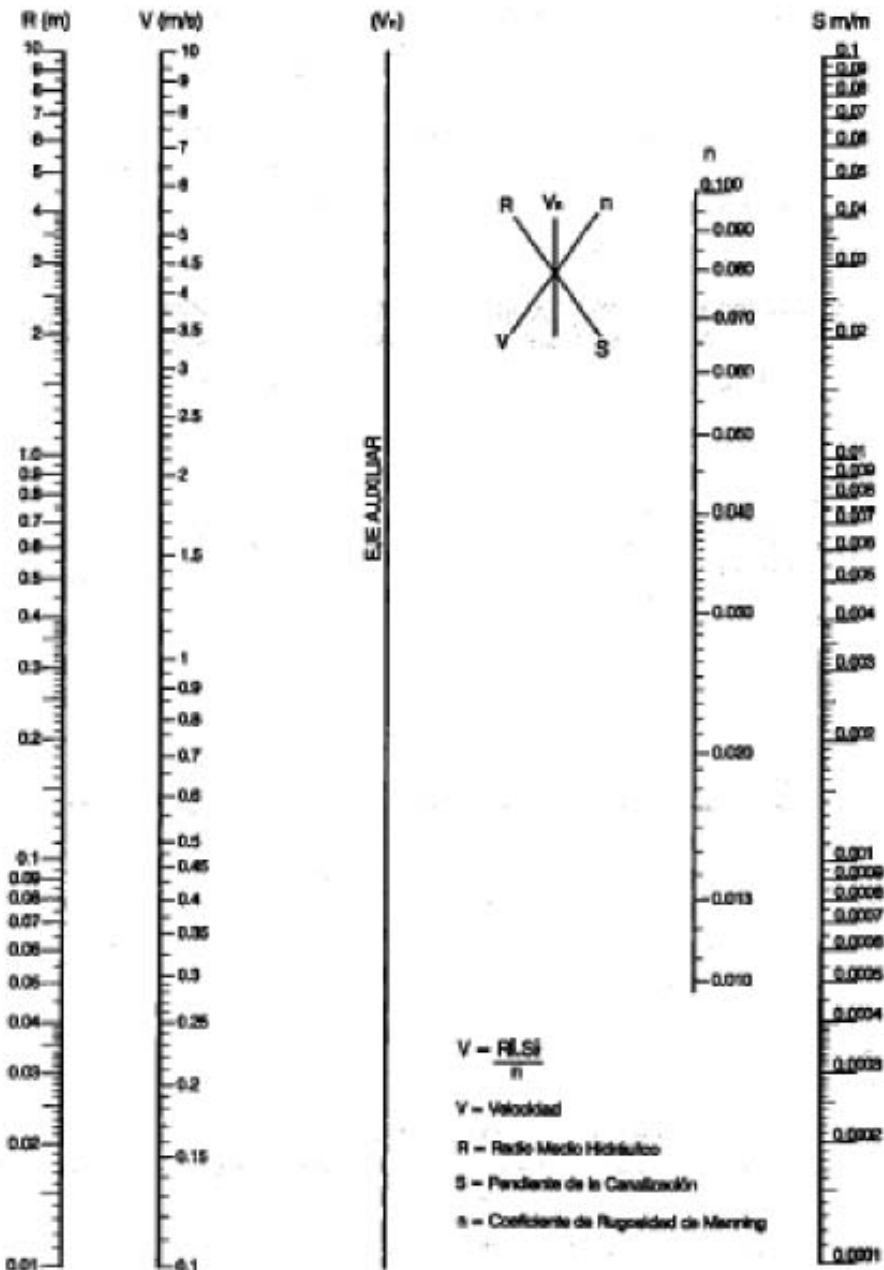
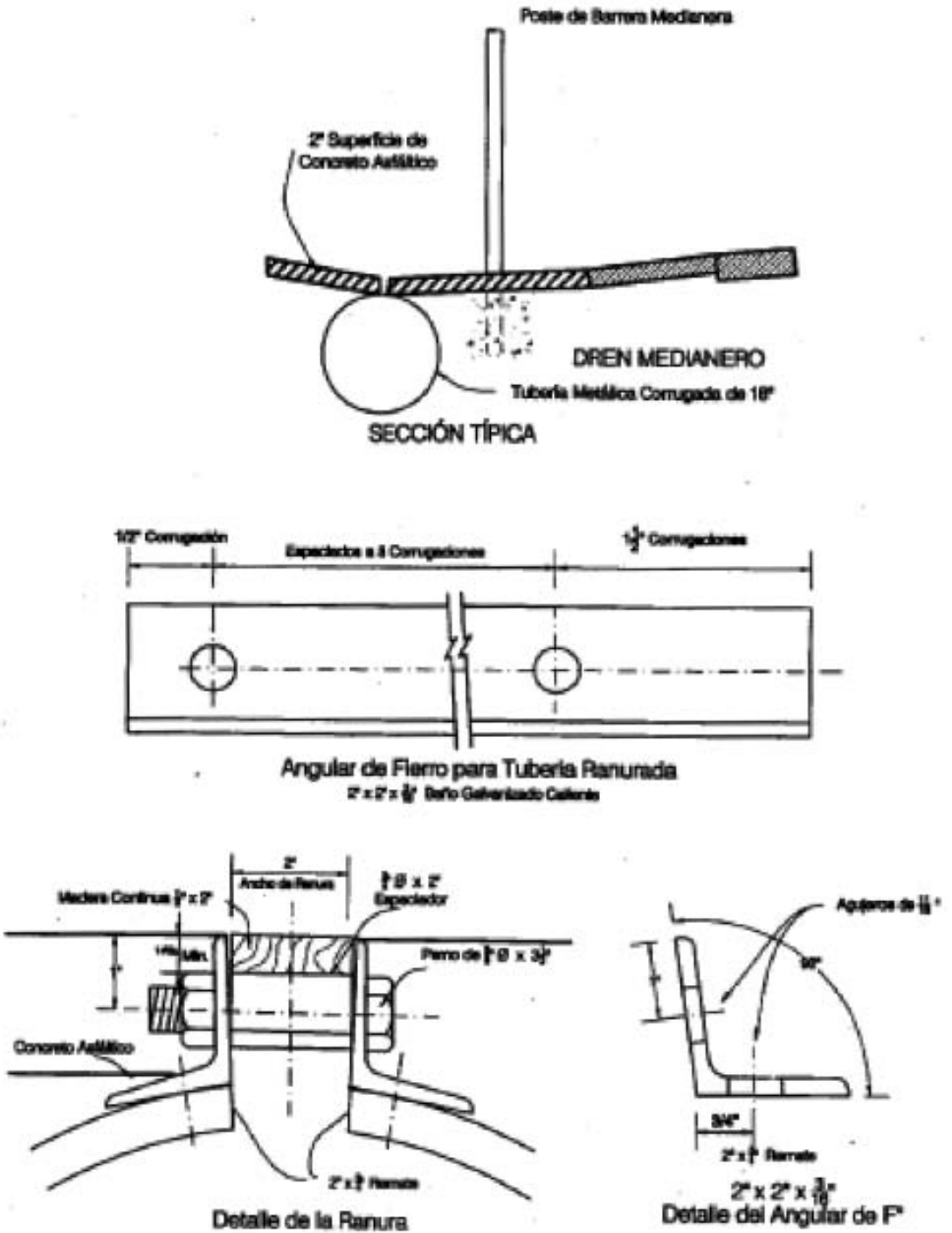


FIGURA N° 13
TUBERÍA METÁLICA CORRUGADA RANURADA



f.7. Velocidad mínima

La velocidad mínima de 0,90 m/s fluyendo las aguas a tubo lleno es requerida para evitar la sedimentación de las partículas que como las arenas y gravas acarrea el agua de lluvia.

f.8. Velocidad máxima

La velocidad máxima en los colectores con cantidades no significativas de sedimentos en suspensión es función del material del que están hechas las tuberías y no deberá exceder los valores indicados en la tabla N° 3 a fin de evitar la erosión de las paredes.

Tabla N° 3

Velocidad Máxima para tuberías de alcantarillado (m/s)	
Material de la Tubería	Agua con fragmentos de Arena y Grava
Asbesto Cemento	3,0
Hierro Fundido Dúctil	3,0
Cloruro de Polivinilo	6,0
Poliéster reforzado con fibra de vidrio	3,0
Arcilla Vitrificada	3,5
Concreto Armado de:	
140 Kg/cm ²	2,0
210 Kg/cm ²	3,3
250 Kg/cm ²	4,0
280 Kg/cm ²	4,3
315 Kg/cm ²	5,0
Concreto Armado de curado al vapor > 280 Kg/cm ²	6,6

f.9. Pendiente mínima

Las pendientes mínimas de diseño de acuerdo a los diámetros, serán aquellas que satisfagan la velocidad mínima de 0,90 m/s fluyendo a tubo lleno. Por este propósito, la pendiente de la tubería algunas veces incrementa en exceso la pendiente de la superficie del terreno.

g) Registros

g.1. Los registros instalados tendrán la capacidad suficiente para permitir el acceso de un hombre y la instalación de una chimenea. El diámetro mínimo de registros para colectores será de 1,20 m.

Si el conducto es de dimensiones suficientes para el desplazamiento de un operario no será necesario instalar un registro, en este caso se deberá tener en cuenta los criterios de espaciamiento.

g.2. Los registros deberán ubicarse fuera de la calzada, excepto cuando se instalen en caminos de servicio o en calles, en este caso se evitará ubicarlos en las intersecciones.

Los registros deberán estar ubicados en:

- Convergencia de dos o más drenes.
- Puntos intermedios de tuberías muy largas.
- En zonas donde se presente cambios de diámetro de los conductos.
- En curvas o deflexiones de alineamiento (no es necesario colocar registros en cada curva o deflexión).
- En puntos donde se produce una brusca disminución de la pendiente.

g.3. Espaciamiento

- Para tuberías de diámetro igual o mayor a 1,20m., o conductos de sección transversal equivalente, el espaciamiento de los registros será de 200 a 350 m.

- Para diámetros menores de 1,20 m. el espaciamiento de los registros será de 100 a 200 m.

- En el caso de conductos pequeños, cuando no sea posible lograr velocidades de autolimpieza, deberá colocarse registros cada 100 m.

- Con velocidades de autolimpieza y alineamiento desprovisto de curvas agudas, la distancia entre registros corresponderá al rango mayor de los límites mencionados en los párrafos anteriores.

g.4. Buzones

- Para colectores de diámetro menor de 1,20 m el buzón de acceso estará centrado sobre el eje longitudinal del colector.

- Cuando el diámetro del conducto sea superior al diámetro del buzón, éste se desplazará hasta ser tangente a uno de los lados del tubo para mejor ubicación de los escalines del registro.

- En colectores de diámetro superior a 1,20 m. con llegadas de laterales por ambos lados del registro, el desplazamiento se efectuará hacia el lado del lateral menor.

g.5. Disposición de los laterales o subcolectores

- Los laterales que llegan a un punto deberán converger formando un ángulo favorable con la dirección del flujo principal.

- Si la conservación de la carga es crítica, se deberán proveer canales de encauzamiento en el radier de la cámara.

h) Estructura de Unión

Se utilizará sólo cuando el colector troncal sea de diámetro mayor a 1 m.

6.4. DEPRESIONES PARA DRENAJE**6.4.1. Finalidad**

Una depresión para drenaje es una concavidad revestida, dispuesta en el fondo de un conducto de aguas de lluvia, diseñada para concentrar e inducir el flujo dentro de la abertura de entrada del sumidero de tal manera que este desarrolle su plena capacidad.

6.4.2. Normas Especiales

Las depresiones para drenaje deberán tener dimensiones no menores a 1,50m, y por ningún motivo deberán invadir el área de la berma.

En pendientes iguales o mayores al 2%, la profundidad de la depresión será de 15 cm, y se reducirá a 10 cm cuando la pendiente sea menor al 2%.

6.4.3. Ensanches de cuneta

Estos ensanches pavimentados de cuneta unen el borde exterior de la berma con las bocas de entrada de verederos y bajadas de agua. Estas depresiones permiten el desarrollo de una plena capacidad de admisión en la entrada de las instalaciones mencionadas, evitando una inundación excesiva de la calzada.

La línea de flujo en la entrada deberá deprimirse como mínimo en 15 cm bajo el nivel de la berma, cuidando de no introducir modificaciones que pudieran implicar una depresión en la berma.

El ensanchamiento debe ser de 3m de longitud medido aguas arriba de la bajada de aguas, a excepción de zonas de pendiente fuerte en las que se puede exceder este valor. (Ver fig. N° 4)

6.4.4. En cunetas y canales laterales

Cualquiera que sea el tipo de admisión, los sumideros de tubo instalados en una cuneta o canal exterior a la calzada, tendrán una abertura de entrada ubicada de 10 a 15 cm bajo la línea de flujo del cauce afluente y la transición pavimentada del mismo se extenderá en una longitud de 1,00 m aguas arriba de la entrada.

6.4.5. En cunetas con solera

Serán cuidadosamente dimensionadas: longitud, ancho, profundidad y forma.

Deberán construirse de concreto u otro material resistente a la abrasión de acuerdo a las especificaciones del pavimento de la calzada.

6.4.6. Tipo de pavimento

Las depresiones locales exteriores a la calzada se revestirán con pavimento asfáltico de 5 cm de espesor o un revestimiento de piedras unidas con mortero de 10 cm de espesor.

6.4.7. Diseño

Salvo por razones de seguridad de tráfico todo sumidero deberá estar provisto de una depresión en la entrada, aun cuando el canal afluente no esté pavimentado.

Si el tamaño de la abertura de entrada está en discusión, se deberá optar por una depresión de mayor profundidad antes de incrementar la sección de la abertura.

6.5. TUBERIAS RANURADAS. (Ver Fig. N° 15)

Para el cálculo de tuberías ranuradas deberá sustentarse los criterios de cálculo adoptados.

6.6. EVACUACION DE LAS AGUAS RECOLECTADAS

Las aguas recolectadas por los Sistemas de Drenaje Pluvial Urbano, deberán ser evacuadas hacia depósitos

naturales (mar, ríos, lagos, quebradas depresiones, etc.) o artificiales.

Esta evacuación se realizará en condiciones tales que se considere los aspectos técnicos, económicos y de seguridad del sistema.

6.7. SISTEMAS DE EVACUACION

Clasificación:

- 1) Sistemas de Evacuación por Gravedad.
- 2) Sistemas de Evacuación por Bombeo.

6.7.1 Sistema de Evacuación por Gravedad

a) En caso de descarga al mar, el nivel de agua en la entrega (tubería o canal) debe estar 1.50 m sobre el nivel medio del mar.

b) En el caso de descarga a un río, el nivel de agua en la descarga (tubería o canal) deberá estar por lo menos a 1,00 m sobre el máximo nivel del agua esperado para un período de retorno de 50 años.

c) En el caso de un lago, el nivel de evacuación del pelo de agua del evacuador o dren principal estará a 1,00 m, por encima del nivel del agua que alcanzará el lago para un período de 50 años.

d) En general el sistema de evacuación debe descargarse libremente (> de 1.00 m sobre los máximos niveles esperados), para evitar la obstrucción y destrucción del sistema de drenaje pluvial.

En una tubería de descarga a un cuerpo de agua sujetos a considerables fluctuaciones en su nivel: tal como la descarga en el mar con las mareas, en necesario prevenir que estas aguas entren en el desagüe, debiendo utilizarse una válvula de retención de mareas.

6.7.2. Sistema de Bombero

Cuando no es posible la evacuación por gravedad, se debe considerar la alternativa de evacuación mediante el uso de un equipo de bombas móviles o fijas (plantas de bombeo).

6.7.3. Sistema de Evacuación Mixto

Cuando existan limitaciones para aplicar los criterios indicados en los párrafos 6.7.1 y 6.7.2, es posible prevenir condiciones de evacuación mixta, es decir, se podrá evacuar por gravedad cuando la condición del nivel receptor lo permita y, mediante una compuerta tipo Charnela, se bloqueará cuando el nivel del receptor bloquee la salida iniciando la evacuación mediante equipos de bombeo.

6.7.4. Equipos de Bombeo

Como en la evacuación de aguas pluviales la exigencia es de grandes caudales y relativamente carga bajas, las bombas de flujo axial y gran diámetro son las más adecuadas para esta acción.

En caso de colocarse sistemas de bombeo accionados por sistemas eléctricos, deberá preverse otras fuentes de energía para el funcionamiento alternativo del sistema.

7. CONSIDERACIONES HIDRÁULICAS EN SISTEMAS DE DRENAJE URBANO MAYOR

Los sistemas de drenaje mayor y menor instalados en centros urbanos deberán tener la capacidad suficiente para prevenir inundaciones por lluvias de poca frecuencia.

7.1. CONSIDERACIONES BASICAS DE DISEÑO

a) Las caudales para sistema mayor deberán ser calculados por los métodos del Hidrograma Unitario o Modelos de Simulación. El Método Racional sólo deberá aplicarse para cuencas menores de 13 Km².

b) El Período de Retorno no debe ser menor de 25 años.

c) El caudal que o pueda ser absorbido por el sistema menor, deberá fluir por calles y superficie del terreno.

d) La determinación de la escorrentía superficial dentro del área de drenaje urbano o residencial producida por la precipitación generada por una tormenta referida a un cierto período de retorno nos permitirá utilizando la ecuación de Manning determinar la capacidad de la tubería capaz de conducir dicho caudal fluyendo a tubo lleno. (Ver gráfico N° 2)

$$V = \frac{R^{2/3} \times S^{1/2}}{n} \Rightarrow Q = V \times A \Rightarrow Q = \frac{A \times R^{2/3} \times S^{1/2}}{n}$$

Donde:

V= Velocidad media de desplazamiento (m/s)

R= Radio medio hidráulico (m)

S = Pendiente de la canalización

n= Coeficiente de rugosidad de Manning.

A= Sección transversal de la canalización (m²)

Q= Caudal (Escorrentía superficial pico) (m³/s)

e) Para reducir el caudal pico en las calles, en caso de valores no adecuados, se debe aplicar el criterio de control de la descarga mediante el uso de lagunas de retención (Ponding).

f) Las Lagunas de Retención son pequeños reservorios con estructuras de descarga regulada, que acumulan el volumen de agua producida por el incremento de caudales pico y que el sistema de drenaje existente no puede evacuar sin causar daños.

g) Proceso de cálculo en las Lagunas de Retención.

Para la evacuación del volumen almacenado a fin de evitar daños en el sistema drenaje proyectado o existente, se aplicarán procesos de cálculo denominados Tránsito a través de Reservorios.

h) Evacuación del Sistema Mayor.

Las vías calle, de acuerdo a su área de influencia, descargarán, por acción de la gravedad, hacia la parte más baja, en donde se preverá la ubicación de una calle de gran capacidad de drenaje, denominada calle principal o evacuador principal.

7.2. TIPOS DE SISTEMAS DE EVACUACION

a) Por gravedad.

b) Por bombeo.

7.2.1. Condiciones para evacuar por gravedad.

Para el sistema evacue por gravedad, y en función del depósito de evacuación, las condiciones hidráulicas de descarga son iguales a los descritos en el párrafo 6.7.1.

7.2.2. Condiciones de evacuación por bombeo

Deberán cumplir las condiciones descritas en el párrafo 6.7.2.

8. IMPACTO AMBIENTAL

Todo proyecto de Drenaje Pluvial Urbano deberá contar con una Evaluación de Impacto Ambiental (EIA.). La presentación de la EIA deberá seguir las normas establecidas por el BID (Banco Interamericano de Desarrollo).

Sin carácter limitativo se deben considerar los siguientes puntos:

- Los problemas ambientales del área.
- Los problemas jurídicos e institucionales en lo referente a las leyes, normas, procedimientos de control y organismos reguladores.
- Los problemas que pudieran derivarse de la descarga del emisor en el cuerpo receptor.
- Los problemas que pudieran derivarse de la vulnerabilidad de los sistemas ante una situación de catástrofe o de emergencias.
- La ubicación en zona de riesgo sísmico y las estructuras e instalaciones expuestas a ese riesgo.
- Impedir la acumulación del agua por más de un día, evitando la proliferación de vectores transmisores de enfermedades.
- Evitar el uso de sistemas de evacuación combinados, por la posible saturación de las tuberías de aguas servidas y la afloración de estas en la superficie o en las cunetas de drenaje, con la consecuente contaminación y proliferación de enfermedades.
- La evaluación económica social del proyecto en términos cuantitativos y cualitativos.
- El proyecto debe considerar los aspectos de seguridad para la circulación de los usuarios (circulación de personas y vehículos, etc) a fin de evitar accidentes.
- Se debe compatibilizar la construcción del sistema de drenaje pluvial urbano con la construcción de las edificaciones (materiales, inadecuación en ciertas zonas por razones estáticas y paisajistas, niveles y arquitectura)

9. COMPATIBILIDAD DE USOS

Todo proyecto de drenaje urbano, deberá contar con el inventario de obras de las compañías de servicio de:

- Telefonía y cable.
- Energía Eléctrica.

- Agua Potable y Alcantarillado de Aguas Servidas.
- Gas.

Asimismo deberá contar con la información técnica de los municipios sobre:

- Tipo de pista, anchos, espesores de los pavimentos.
- Retiros Municipales

La información obtenida en los puntos anteriores evitará el uso indebido de áreas con derechos adquiridos, que en el caso de su utilización podría ocasionar paralizaciones y sobrecosto.

En los nuevos proyectos de desarrollo urbano o conjuntos habitacionales se debe exigir que los nuevos sistemas de drenaje no aporten más caudal que el existente.

En caso de que se superen los actuales caudales de escorrentía superficial, el Proyectista deberá buscar sistemas de lagunas de retención para almacenar el agua en exceso, producida por los cambios en el terreno debido a la construcción de nuevas edificaciones.

10. MATERIALES

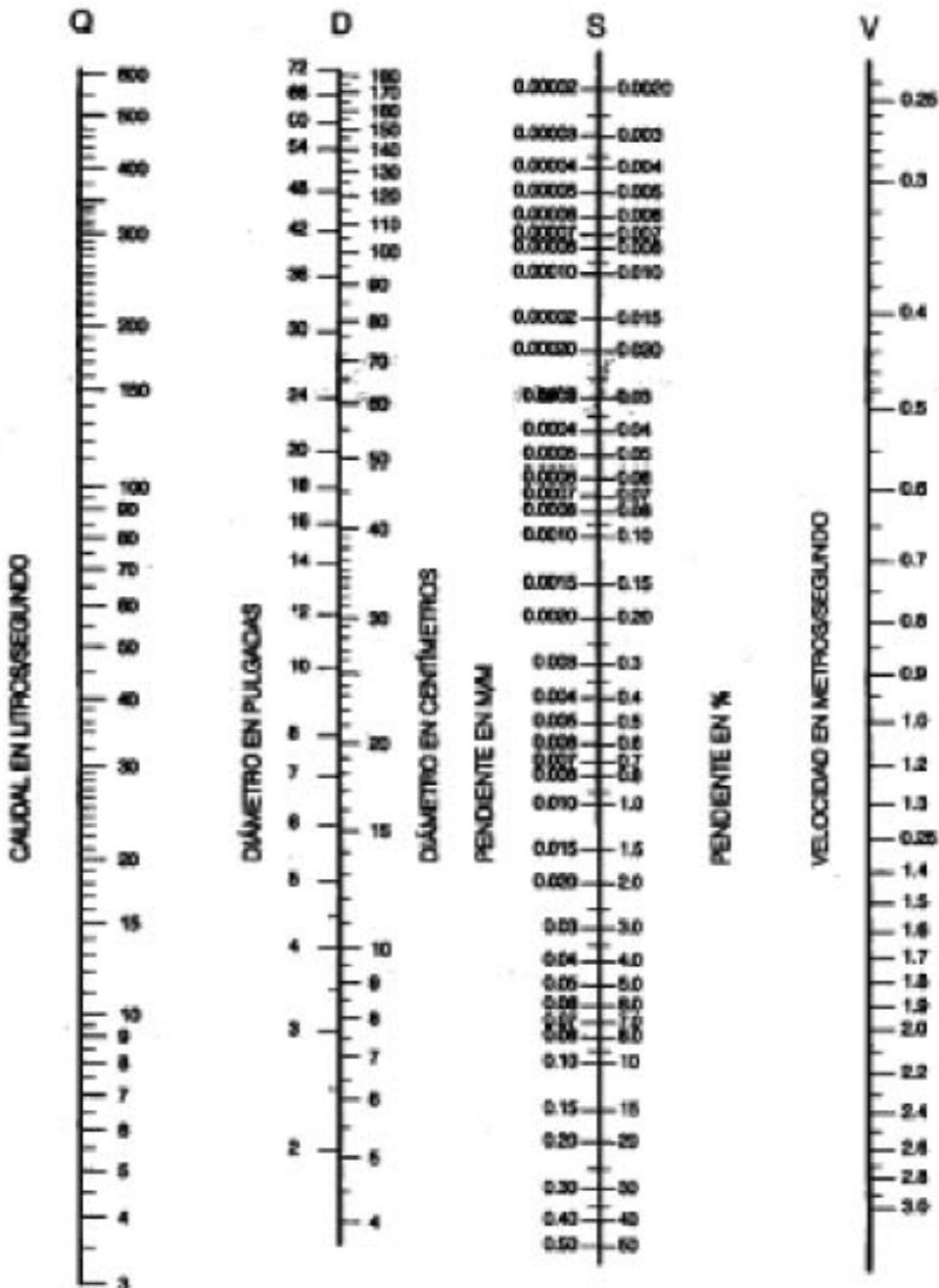
La calidad de los materiales a usarse en los sistemas de Drenaje Pluvial Urbano deberá cumplir con las recomendaciones establecidas en las Normas Técnicas Peruanas vigentes.

11. DISPOSICIÓN TRANSITORIA

La supervisión y aprobación de los Proyectos de Drenaje Pluvial Urbano estará a cargo de la autoridad competente.

GRÁFICO N° 2

NOMOGRAMA DE LA ECUACIÓN DE MANNING PARA FLUJO A TUBO LLENO EN CONDUCTOS CIRCULARES



ANEXO Nº 01

HIDROLOGÍA

1. CALCULO DE CAUDALES DE ESCURRIMIENTO

a) Los caudales de escurrimiento serán calculados por lo menos según:

- El Método Racional, aplicable hasta áreas de drenaje no mayores a 13 Km².
- Técnicas de hidrogramas unitarios podrán ser empleados para áreas mayores a 0.5 Km², y definitivamente para áreas mayores a 13 Km².

b) Metodologías más complejas como las que emplean técnicas de tránsito del flujo dentro de los ductos y canalizaciones de la red de drenaje, técnicas de simulación u otras, podrán ser empleadas a discreción del diseñador.

2. MÉTODO RACIONAL

a) Para áreas urbanas, donde el área de drenaje está compuesta de subáreas o subcuencas de diferentes características, el caudal pico proporcionado por el método racional viene expresado por la siguiente forma:

$$Q=0.27B \cdot \sum_{j=1}^m C_j \cdot A_j$$

donde:

Q es el caudal pico m³/s, **I** la intensidad de la lluvia de diseño en mm/hora, **A_j** es el área de drenaje de la j-ésima de las subcuencas en Km², y **C_j** es el coeficiente de escorrentía para la j-ésima subcuencas, y **m** es el número de subcuencas drenadas por un alcantarillado.

b) Las subcuencas están definidas por las entradas o sumideros a los ductos y/o canalizaciones del sistema de drenaje.

c) La cuenca está definida por la entrega final de las aguas a un depósito natural o artificial, de agua (corriente estable de agua, lago, laguna, reservorio, etc).

2.1. Coeficiente de Escorrentía

a) La selección del valor del coeficiente de escorrentía deberá sustentarse en considerar los efectos de:

- Características de la superficie.
- Tipo de área urbana.
- Intensidad de la lluvia (teniendo en cuenta su tiempo de retomo).
- Pendiente del terreno.
- Condición futura dentro del horizonte de vida del proyecto.

b) El diseñador puede tomar en cuenta otros efectos que considere apreciables: proximidad del nivel freático, porosidad del subsuelo, almacenamiento por depresiones del terreno, etc.

c) Las tablas 1a, 1b, 1c pueden usarse para la determinación de los coeficientes de escorrentía.

d) El coeficiente de escorrentía para el caso de áreas de drenaje con condiciones heterogéneas será estimado como un promedio ponderado de los diferentes coeficientes correspondientes a cada tipo de cubierta (techos, pavimentos, áreas verdes, etc.), donde el factor de ponderación es la fracción del área de cada tipo al área total.

2.2. Intensidad de la Lluvia

a) La intensidad de la lluvia de diseño para un determinado punto del sistema de drenaje es la intensidad promedio de una lluvia cuya duración es igual al tiempo de concentración del área que se drena hasta ese punto, y cuyo periodo de retorno es igual al del diseño de la obra de drenaje.

Es decir que para determinarla usando la curva intensidad - duración - frecuencia (IDF) aplicable a la zona urbana del estudio, se usa una duración igual al tiempo de concentración de la cuenca, y la frecuencia igual al recíproco del periodo de retorno del diseño de la obra de drenaje.

b) La ruta de un flujo hasta un punto del sistema de drenaje está constituido por:

- La parte donde el flujo fluye superficialmente desde el punto más remoto del terreno hasta su punto de ingreso al sistema de ductos y/o canalizaciones.
- La parte donde el flujo fluye dentro del sistema de ductos y/o canalizaciones desde la entrada en él hasta el punto de interés.

c) En correspondencia a las partes en que discurre el flujo, enunciadas en el párrafo anterior, el tiempo de concentración a lo largo de una ruta hasta un punto del sistema de drenaje es la suma de:

- El tiempo de ingreso al sistema de ductos y canalizaciones, **t_o**.
- El tiempo del flujo dentro de alcantarillas y canalizaciones desde la entrada hasta el punto, **t_c**. Siendo el tiempo de concentración a lo largo de una ruta hasta el punto de interés es la suma de:

$$t_c = t_o + t_f$$

d) El tiempo de ingreso, **t_o**, puede obtenerse mediante observaciones experimentales de campo o pueden estimarse utilizando ecuaciones como la presentadas en las Tablas 2a y 2b.

e) La selección de la ecuación idónea para evaluar **t_o** será determinada según ésta sea pertinente al tipo de escorrentía superficial que se presente en cada subcuenca. Los tipos que pueden presentarse son el predominio de flujos superficiales tipo lámina o el predominio de flujos concentrados en correnteras, o un régimen mixto. La Tabla 2 informa acerca de la pertinencia de cada fórmula para cada una de las formas en que puede presentarse el flujo superficial.

f) En ningún caso el tiempo de concentración debe ser inferior a 10 minutos.

g) EL tiempo de flujo, **t_f**, está dado por la ecuación:

$$t_f = \sum_{i=1}^n \frac{L_i}{V_i}$$

donde:

L_i = Longitud del i-ésimo conducción (ducto o canal) a lo largo de la trayectoria del flujo

V_i = Velocidad del flujo en el ducto o canalización.

h) En cualquier punto de ingreso al sistema de ductos y canalizaciones, al menos una ruta sólo tiene tiempo de ingreso al sistema de ductos, **t_o**. Si hay otras rutas estas tienen los dos tipos de tiempos **t_o**, y **t_c**.

i) El tiempo de concentración del área que se drena hasta un punto de interés en el sistema de drenaje es el mayor tiempo de concentración entre todas las diferentes rutas que puedan tomar los diversos flujos que llegan a dicho punto.

2.3. Área de Drenaje

a) Debe determinarse el tamaño y la forma de la cuenca o subcuenca bajo consideración utilizando mapas topográficos actualizados. Los intervalos entre las curvas de nivel deben ser lo suficiente para poder distinguir la dirección del flujo superficial.

b) Deben medirse el área de drenaje que contribuye al sistema que se está diseñando y las subáreas de drenaje que contribuyen a cada uno de los puntos de ingreso a los ductos y canalizaciones del sistema de drenaje.

c) El esquema de la divisoria del drenaje debe seguir las fronteras reales de la cuenca, y de ninguna manera las fronteras comerciales de los terrenos que se utilizan en el diseño de los alcantarillados de desagües.

d) Al trazar la divisoria del drenaje deberán atenderse la influencia de las pendientes de los pavimentos, la localización de conductos subterráneos y parques pavimentados y no pavimentados, la calidad de pastos, céspedes y demás características introducidas por la urbanización.

2.4. Periodo de Retorno

a) El sistema menor de drenaje deberá ser diseñado para un periodo de retorno entre 2 y 10 años. El periodo de retorno está en función de la importancia económica



de la urbanización, correspondiendo 2 años a pueblos pequeños.

b) El sistema mayor de drenaje deberá ser diseñado para el periodo de retorno de 25 años.

c) El diseñador podrá proponer periodos de retorno mayores a los mencionados según su criterio le indique que hay mérito para postular un mayor margen de seguridad debido al valor económico o estratégico de la propiedad a proteger.

2.5. Información Pluviométrica

Cuando el estudio hidrológico requiera la determinación de las curvas intensidad – duración – frecuencia (IDF) representativas del lugar del estudio, se procederá de la siguiente manera:

a) Si la zona en estudio esta en el entorno de alguna estación pluviográfica, se usará directamente la curva IDF perteneciente a esa estación.

b) Si para la zona en estudio sólo existe información pluviométrica, se encontrará la distribución de frecuencia de la precipitación máxima en 24 horas de dicha estación, y luego junto con la utilización de la información de la estación pluviográfica más cercana se estimarán las precipitaciones para duraciones menores de 24 horas y para el periodo de retorno que se requieran. La intensidad requerida quedará dada por $I_{(t,T)} = P_{(t,T)}/t$, donde $I_{(t,T)}$ es la intensidad para una duración t y periodo de retorno T requeridos; y $P_{(t,T)}$ es la precipitación para las mismas condiciones.

c) Como método alternativa para este último caso pueden utilizarse curvas IDF definidas por un estudio regional. De utilizarse el estudio regional «Hidrología del Perú» IILA - UM – SENAMHI 1983 modificado, las fórmulas IDF respectivas son las mostradas en las Tablas 3 a y 3 b.

d) Si el método racional requiere de intensidades de lluvia menores de una hora, debe asegurarse que la curva o relación IDF sea válida para esa condición.

3. METODOS QUE USAN TÉCNICAS DE HIDROGRAMAS UNITARIOS

3.1. Hietograma de Diseño

a) En sitios donde no se disponga de información que permita establecer la distribución temporal de la precipitación durante la tormenta (hietograma), el hietograma podrá ser obtenido en base a técnicas simples como la distribución triangular de la precipitación o la técnica de bloques alternantes.

b) La distribución triangular viene dado por las expresiones:

$h = 2P/T$, altura h del pico del hietograma, donde P es la precipitación total.

$r = t_a/T_d$, coeficiente de avance de la tormenta igual al tiempo al pico, t_a , entre la duración total. $t_b = T_d - t_a = (1 - r)T_d$, tiempo de recesión.

donde:

r puede estimarse de las tormentas de estaciones pluviográficas cercanas o tomarse igual a 0,6 dentro de un criterio conservador.

c) La duración total de la tormenta para estos métodos simplificados será 6, 12 o 24 horas según se justifique por información de registros hidrológicos o de encuestas de campo.

3.2. Precipitación Efectiva

a) Se recomienda realizar la separación de la precipitación efectiva de la total utilizando el método de la Curva Número (CN); pero pueden usarse otros métodos que el diseñador crea justificable.

3.3. Descarga de Diseño

a) Determinado el hietograma de diseño y la precipitación efectiva se pueden seguir los procedimientos generales de hidrología urbana establecidos por las técnicas de hidrogramas unitarios y que son descritas en las referencias de la especialidad, con el fin de determinar las descargas de diseño.

Tabla 1.a

Coefficientes de escorrentía para ser utilizados en el Método Racional

CARACTERÍSTICAS DE LA SUPERFICIE	PERIODO DE RETORNO (AÑOS)						
	2	5	10	25	50	100	500
AREAS URBANAS							
Asfalto	0.73	0.77	0.81	0.86	0.90	0.95	1.00
Concreto / Techos	0.75	0.80	0.83	0.88	0.92	0.97	1.00
Zonas verdes (jardines, parques, etc)							
Condición pobre (cubierta de pasto menor del 50% del área)							
Plano 0 - 2%	0.32	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.58
Promedio 2 - 7%	0.37	0.40	0.43	0.46	0.49	0.53	0.61
Pendiente Superior a 7%	0.40	0.43	0.45	0.48	0.49	0.52	0.62
Condición promedio (cubierta de pasto menor del 50% al 75% del área)							
Plano 0 - 2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Promedio 2 - 7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Pendiente Superior a 7%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
Condición buena (cubierta de pasto mayor del 75% del área)							
Plano 0 - 2%	0.21	0.23	0.25	0.29	0.32	0.36	0.49
Promedio 2 - 7%	0.29	0.32	0.35	0.39	0.42	0.46	0.56
Pendiente Superior a 7%	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.51	0.58
AREAS NO DESARROLLADAS							
Área de Cultivos							
Plano 0 - 2%	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.57
Promedio 2 - 7%	0.35	0.38	0.41	0.44	0.48	0.51	0.60
Pendiente Superior a 7%	0.39	0.42	0.44	0.48	0.51	0.54	0.61
Pastizales							
Plano 0 - 2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Promedio 2 - 7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Pendiente Superior a 7%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
Bosques							
Plano 0 - 2%	0.22	0.25	0.28	0.31	0.35	0.39	0.48
Promedio 2 - 7%	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.56
Pendiente Superior a 7%	0.35	0.39	0.41	0.45	0.48	0.52	0.58

Tabla 1.b

Coefficientes de escorrentía promedio para áreas urbanas Para 5 y 10 años de Periodo de Retorno

Características de la superficie	Coefficiente de Escorrentía	
Calles	Pavimento Asfáltico	0,70 a 0,95
	Pavimento de concreto	0,80 a 0,95
	Pavimento de Adoquines	0,70 a 0,85
Veredas	0,70 a 0,85	
Techos y Azoteas	0,75 a 0,95	
Césped, suelo arenoso	Plano (0 - 2%) Pendiente	0,05 a 0,10
	Promedio (2 - 7%) Pendiente	0,10 a 0,15
	Pronunciado (>7%) Pendiente	0,15 a 0,20
Césped, suelo arcilloso	Plano (0 - 2%) Pendiente	0,13 a 0,17
	Promedio (2 - 7%) Pendiente	0,18 a 0,22
	Pronunciado (>7%) Pendiente	0,25 a 0,35
Praderas	0,20	

Tabla 1.c

Coefficientes de Escorrentía en áreas no desarrolladas en función del tipo de suelo

Topografía y Vegetación	Tipo de Suelo		
	Tierra Arenosa	Limo arcilloso	Arcilla Pesada
Bosques			
Plano	0.10	0.30	0.40
Ondulado	0.25	0.35	0.50
Pronunciado	0.30	0.50	0.60
Pradera			
Plano	0.10	0.30	0.40
Ondulado	0.16	0.36	0.55
Pronunciado	0.22	0.42	0.60
Terrenos de Cultivo			
Plano	0.30	0.50	0.60
Ondulado	0.40	0.60	0.70
Pronunciado	0.52	0.72	0.82

Nota:

Plano (0 - 5%) Pendiente
Ondulado (5 - 10%) Pendiente
Pronunciado >10% Pendiente

Tabla 2.a
Resumen de Ecuaciones de Tiempo de Concentración

Método	Ecuación	Flujo Tipo Lamina				Flujo concentrado en Correnteras o Canales				Flujo en Tubería			
		Resistencia	Pendiente	Longitud	Dato de entrada	Resistencia	Pendiente	Longitud	Dato de entrada	Resistencia	Pendiente	Longitud	Dato de entrada
Eagleson									X	X	X	X	
Federal Aviation		X	X	X									
Kinematic Wave Henderson & Wooding		X	X	X	X								
Kerby Hattaway		X	X	X									
Kirpich (TN)						X	X						
Kirpich (PA)						X	X						
SCS. Lag		X	X	X									
SCS Vel.		X	X	X									
Van Sickle			X	X				X					

Fórmula IILA Modificada

$$i_{(t,T)} = a \times (1 + K \times \text{Log } T) \times (t + b)^{n-1}$$

Para t < 3 horas

Donde:

- i** = intensidad de la lluvia (mm/hora)
- a** = parámetro de intensidad (mm)
- K** = parámetro de frecuencia (adimensional)
- b** = parámetro (hora)
- n** = parámetro de duración (adimensional)
- t** = duración (hora)

$$P_{24} = \epsilon_g \times (1 + K \times \text{log} T)$$

$$a = (1/t_g)^n \times \epsilon_g$$

Donde:

- P₂₄** = Máxima Precipitación en 24 horas
- T** = tiempo de retorno
- t_g** = duración de la lluvia diaria, asumido en promedio de 15,2 para Perú.
- K** = K'
- b** = 0,5 horas (Costa, centro y sur)
0,4 horas (Sierra)
0,2 horas (Costa norte y Selva)
- ε_g** = Parámetro para determinar P₂₄

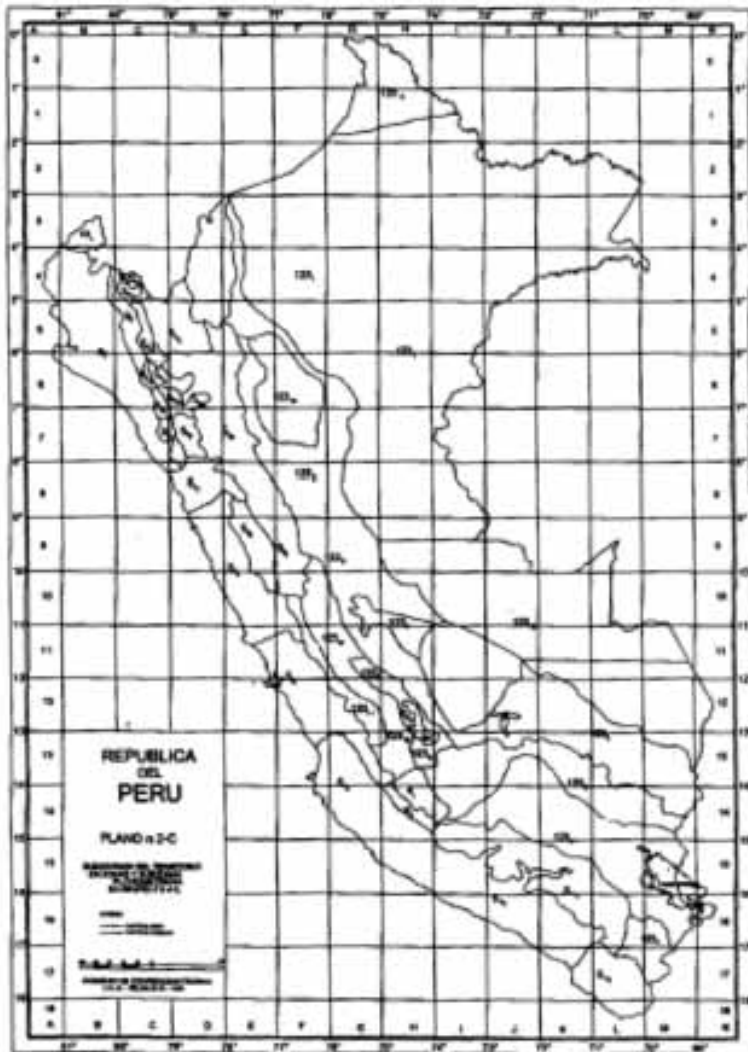


Tabla 3.a

Subdivisión el Territorio en Zonas y Subzonas Pluviométricas y Valores de los Parámetros K'_g y ϵ_g que definen la distribución de probabilidades de h_g en cada punto

ZONA	K'_g	Subzona	ϵ_g
123	$K'_g = 0,553$	123 ₁	$\epsilon_g = 85,0$
		123 ₂	$\epsilon_g = 75,0$
		123 ₃	$\epsilon_g = 100 - 0,022 Y$
		123 ₄	$\epsilon_g = 70 - 0,019 Y$
		123 ₅	$\epsilon_g = 24,0$
		123 ₆	$\epsilon_g = 30,5$
		123 ₇	$\epsilon_g = -2 + 0,006 Y$
		123 ₈	$\epsilon_g = 26,6$
		123 ₉	$\epsilon_g = 23,3$
		123 ₁₀	$\epsilon_g = 6 + 0,005 Y$
		123 ₁₁	$\epsilon_g = 1 + 0,005 Y$
		123 ₁₂	$\epsilon_g = 75,0$
		123 ₁₃	$\epsilon_g = 70$
4	$K'_g = 0,861$	4 ₁	$\epsilon_g = 20$
5a	$K'_g = 11 \cdot \epsilon_g^{-0,85}$	5a ₁	$\epsilon_g = -7,6 + 0,006 Y$ (Y>2300)
		5a ₂	$\epsilon_g = 32 - 0,177 D_c$
		5a ₃	$\epsilon_g = -13 + 0,010 Y$ (Y>2300)
		5a ₄	$\epsilon_g = 3,8 + 0,0053 Y$ (Y>1500)
		5a ₅	$\epsilon_g = -6 + 0,007 Y$ (Y>2300)
		5a ₆	$\epsilon_g = 1,4 + 0,0067$
		5a ₇	$\epsilon_g = -2 + 0,007 Y$ (Y>2000)
		5a ₈	$\epsilon_g = 24 + 0,0025 Y$
		5a ₉	$\epsilon_g = 9,4 + 0,0067 Y$
		5a ₁₀	$\epsilon_g = 18,8 + 0,0028 Y$
		5a ₁₁	$\epsilon_g = 32,4 + 0,004 Y$
		5a ₁₂	$\epsilon_g = 19,0 + 0,005 Y$
		5a ₁₃	$\epsilon_g = 23,0 + 0,0143 Y$
		5a ₁₄	$\epsilon_g = 4,0 + 0,010 Y$
5b	$K'_g = 130 \cdot \epsilon_g^{-1,4}$	5b ₁	$\epsilon_g = 4 + 0,010$ (Y>1000)
		5b ₂	$\epsilon_g = 41,0$
		5b ₃	$\epsilon_g = 23,0 + 0,143 Y$
		5b ₄	$\epsilon_g = 32,4 + 0,004 Y$
		5b ₅	$\epsilon_g = 9,4 + 0,0067 Y$
6	$K'_g = 5,4 \cdot \epsilon_g^{-0,6}$	6 ₁	$\epsilon_g = 30 - 0,50 D_c$
9	$K'_g = 22,5 \cdot \epsilon_g^{-0,85}$	9 ₁	$\epsilon_g = 61,5$
		9 ₂	$\epsilon_g = -4,5 + 0,323 D_m$ (30XD _m x110)
		9 ₃	$\epsilon_g = 31 + 0,475(D_m - 110) \cdot D_m$ (x110)
10	$K'_g = 1,45$	10 ₁	$\epsilon_g = 12,5 + 0,95 D_m$

Y : Altitud en msnm

D_c : Distancia a la cordillera en KmD_m : Distancia al mar en Km

Tabla 3.b

Valores de los parámetros a y n que junto con K, definen las curvas de probabilidad Pluviométrica en cada punto de las subzonas

SUB ZONA	ESTACION	Nº TOTAL DE ESTACIONES	VALOR DE n	VALOR DE a
123 ₁	321-385	2	0.357	32.2
123 ₃	384-787-805	3	0.405	a = 37,85 - 0,0083 Y
123 ₁₃	244-193	2	0.432	
123 ₅	850-903	2	0.353	9.2
123 ₆	840-913-918 958	4	0.380	11.0
123 ₈	654-674-679	9	0.232	14.0
	709-713-714			
	732-745-752			
123 ₉	769	1	0.242	12.1
	446-557-594			
123 ₁₀	653-672-696	14	0.254	a = 3,01 + 0,0025 Y
	708-711-712			
	715-717-724			
	757-773			
	508-667-719			
123 ₁₁	750-771	5	0.286	a = 0,46 + 0,0023 Y
5a ₂	935-968	2	0.301	a = 14,1 - 0,078 D _c
5a ₅	559	1	0.303	a = -2,6 + 0,0031 Y
5a ₁₀	248	1	0.434	a = 5,80 + 0,0009 Y

NORMA OS. 070

REDES DE AGUAS RESIDUALES

1. OBJETIVO

Fijar las condiciones exigibles en la elaboración del proyecto hidráulico de las redes de aguas residuales funcionando en lámina libre. En el caso de conducción a presión se deberá considerar lo señalado en la norma de líneas de conducción.

2. ALCANCES

Esta Norma contiene los requisitos mínimos a los cuales deben sujetarse los proyectos y obras de infraestructura sanitaria para localidades mayores de 2000 habitantes.

3. DISPOSICIONES ESPECÍFICAS PARA DISEÑOS

3.1. Dimensionamiento Hidráulico

En todos los tramos de la red deben ser calculados los caudales inicial y final (Q_i y Q_f). El valor mínimo del caudal a considerar, será de 1,5 L/s.

Los diámetros nominales a considerar no deben ser menores de 100 mm.

Cada tramo debe ser verificado por el criterio de Tensión Tractiva Media (σ_t) con un valor mínimo $\sigma_{t1} = 1,0$ Pa, calculada para el caudal inicial (Q_i), valor correspondiente para un coeficiente de Manning n = 0,013. La pendiente mínima que satisface esta condición puede ser determinada por la siguiente expresión aproximada:

$$S_{o, \min} = 0,0055 Q_i^{-0,47}$$

Donde:

$S_{o, \min}$ = Pendiente mínima (m/m)

Q_i = Caudal inicial (L/s)

Para coeficientes de Manning diferentes de 0,013, los valores de Tensión Tractiva Media y pendiente mínima a adoptar deben ser justificados. Los valores de diámetros y velocidad mínima podrán ser calculados con las fórmulas de Ganguillet - Kutter.

Máxima pendiente admisible es la que corresponde a una velocidad final V_f = 5 m/s; las situaciones especiales serán sustentadas por el proyectista.

Cuando la velocidad final (V_f) es superior a la velocidad crítica (V_c), la mayor altura de lámina de agua admisible debe ser 50% del diámetro del colector, asegurando la ventilación del tramo. La velocidad crítica es definida por la siguiente expresión:

$$V_c = 6 \cdot \sqrt{g \cdot R_H}$$

Donde:

g = Aceleración de la gravedad (m/s²)

R_H = Radio hidráulico (m)

La altura de la lámina de agua debe ser siempre calculada admitiendo un régimen de flujo uniforme y permanente, siendo el valor máximo para el caudal final (Q_f), igual o inferior a 75% del diámetro del colector.

3.2. Cámaras de inspección

Las cámaras de Inspección podrán ser buzonetos y buzonetos de inspección.

Las buzonetos se utilizarán en vías peatonales cuando la profundidad sea menor de 1,00 m sobre la clave del tubo. Se proyectarán sólo para colectores de hasta 200 mm de diámetro.

Los buzonetos de inspección se usan cuando la profundidad sea mayor de 1,0 m sobre la clave de la tubería.

Se proyectarán cámaras de inspección en todos los lugares donde sea necesario por razones de inspección, limpieza y en los siguientes casos:

- En el inicio de todo colector.
- En todos los empalmes de colectores.
- En los cambios de dirección.
- En los cambios de pendiente.
- En los cambios de diámetro.

- En los cambios de material de las tuberías.

En los cambios de diámetro, debido a variaciones de pendiente o aumento de caudal, las cámaras de inspección se diseñarán de manera tal que las tuberías coincidan en la clave, cuando el cambio sea de menor a mayor diámetro y en el fondo cuando el cambio sea de mayor a menor diámetro.

Para tuberías de diámetro menor de 400 mm; si el diámetro inmediato aguas abajo, por mayor pendiente puede conducir un mismo caudal en menor diámetro, no se usará este menor diámetro; debiendo emplearse el mismo del tramo aguas arriba.

En las cámaras de inspección en que las tuberías no lleguen al mismo nivel, se deberá proyectar un dispositivo de caída cuando la altura de descarga o caída con respecto al fondo de la cámara sea mayor de 1 m (Ver anexo 2).

El diámetro interior de los buzones de inspección será de 1,20 m para tuberías de hasta 800 mm de diámetro y de 1,50 m para las tuberías de hasta 1200 mm. Para tuberías de mayor diámetro las cámaras de inspección serán de diseño especial. Los techos de los buzones contarán con una tapa de acceso de 0,60 m de diámetro.

La distancia entre cámaras de inspección y limpieza consecutivas está limitada por el alcance de los equipos de limpieza. La separación máxima depende del diámetro de las tuberías, según se muestra en la tabla N° 1.

TABLA N° 1

DIÁMETRO NOMINAL DE LA TUBERÍA (mm)	DISTANCIA MÁXIMA (m)
100	60
150	60
200	80
250 a 300	100
Diámetros mayores	150

Las cámaras de inspección podrán ser prefabricadas o construidas en obra. En el fondo se proyectarán canales en la dirección del flujo.

3.3. Ubicación de tuberías

En las calles o avenidas de 20 m de ancho o menos se proyectará un solo colector de preferencia en el eje de la vía vehicular.

En avenidas de más de 20 m de ancho se proyectará un colector a cada lado de la calzada.

La distancia entre la línea de propiedad y el plano vertical tangente de la tubería debe ser como mínimo 1,5 m. La distancia entre los planos tangentes de las tuberías de agua potable y red de aguas residuales debe ser como mínimo de 2 m.

El recubrimiento sobre las tuberías no debe ser menor de 1,0 m en las vías vehiculares y de 0,60 m en las vías peatonales. Los recubrimientos menores deben ser justificados.

En las vías peatonales, pueden reducirse las distancias entre las tuberías y entre éstas y el límite de propiedad, así como, los recubrimientos siempre y cuando:

- Se diseñe protección especial a las tuberías para evitar su fisuramiento o rotura.
- Si las vías peatonales presentan elementos (bancas, jardinerías, etc.) que impidan el paso de vehículos.

En caso de posibles interferencias con otros servicios públicos, se deberá coordinar con las entidades afectadas con el fin de diseñar con ellas, la protección adecuada. La solución que adopte debe contar con la aprobación de la entidad respectiva.

En los puntos de cruce de colectores con tuberías de agua de consumo humano, el diseño debe contemplar el cruce de éstas por encima de los colectores, con una distancia mínima de 0,25 m medida entre los planos horizontales tangentes. En el diseño se debe verificar que el punto de cruce evite la cercanía a las uniones de las tuberías de agua para minimizar el riesgo de contaminación del sistema de agua de consumo humano.

Si por razones de niveles disponibles no es posible proyectar el cruce de la forma descrita en el ítem anterior, será preciso diseñar una protección de concreto en el colector, en una longitud de 3 m a cada lado del punto de cruce.

La red de aguas residuales no debe ser profundizada para atender predios con cota de solera por debajo del nivel de vía. En los casos en que se considere necesario brindar el servicio para estas condiciones, se debe realizar un análisis de la conveniencia de la profundización considerando sus efectos en los tramos subsiguientes y comparándolo con otras soluciones.

4. CONEXIÓN PREDIAL

4.1. Diseño

Cada unidad de uso debe contar con un elemento de inspección de fácil acceso a la empresa prestadora del servicio.

4.2. Elementos de la Conexión

Deberá considerar:

- Elemento de reunión: Cámara de inspección.
- Elemento de conducción: Tubería con una pendiente mínima de 15 por mil.
- Elementos de empalme o empotramiento: Accesorio de empalme que permita la descarga en caída libre sobre la clave del tubo colector.

4.3. Ubicación

La conexión predial de redes de aguas residuales, se ubicará a una distancia entre 1,20 m y 2,00 m del límite izquierdo o derecho de la propiedad.

4.4. Diámetro

El diámetro mínimo de la conexión será de 100mm.

5. SISTEMAS CONDOMINIALES DE ALCANTARILLADO

5.1. GENERALIDADES

5.1.1. Objetivo

Disponer de un conjunto uniforme de procedimientos para la elaboración de proyectos de alcantarillado utilizando el sistema condominial

5.1.2. Ámbito de aplicación

La presente norma tendrá vigencia en todo el territorio de la república del Perú sin importar el número de habitantes de la localidad.

5.1.3. Alcances

Las EPS y otros prestadores de servicio aplicarán el presente reglamento en todo el ámbito de su administración en las que las condiciones locales lo permitan.

5.1.4. Implementación del Sistema Condominial: Etapas de Intervención

La implementación de estos sistemas será través de las siguientes etapas:

- Planificación
- Promoción
- Diseño
- Organización y Capacitación
- Supervisión y Recepción de Obra
- Seguimiento, Monitoreo, Evaluación y Ajuste.

5.1.5. Definiciones

a) Guía Metodológica

Documento que permite la Intervención Técnico-Social en la Elaboración y Ejecución de Proyectos Condominiales de Agua Potable y Alcantarillado

Cada EPS y/o prestadoras de servicio implementarán de acuerdo a las condiciones locales, su respectiva guía que deberán aplicarse en las provincias de su ámbito de intervención y por extensión en la región en la que se ubica.

b) Condominio

Se llama condominio a un conjunto de lotes pertenecientes a una ó más manzanas.

c) Sistema Condominial

Sistema de abastecimiento de agua potable y alcantarillado que considera al condominio como unidad de atención del servicio.

**d) Tubería Principal**

En sistemas de alcantarillado: colector que recibe las aguas residuales provenientes de los ramales condominiales.

e) Ramal Condominial

En sistemas de alcantarillado: es el colector ubicado en el frente del lote, que recibe las aguas residuales provenientes de un condominio y descarga en la tubería principal de alcantarillado. No se permitirán ramales por el fondo del lote.

f) Caja Condominial

En los sistemas de alcantarillado: cámara de inspección ubicada en el trazo del ramal condominial, destinada a la inspección y mantenimiento del mismo. Puede ser parte de la conexión domiciliaria de alcantarillado.

g) Trampa de Grasas

Cámara de retención a implementarse dentro del lote, conectado a los lavaderos, independiente de la descarga proveniente de los otros servicios, con la finalidad de retener las partículas de grasa y otros elementos sólidos. Su uso deberá ser previamente justificado.

h) Tensión Tractiva

Es el esfuerzo tangencial unitario asociado al escurrimiento por gravedad en la tubería de alcantarillado, ejercido por el líquido sobre el material depositado.

i) Pendiente Mínima

Valor mínimo de la pendiente determinada utilizando el criterio de tensión tractiva que garantiza la autolimpieza de la tubería.

j) Profundidad

Diferencia de nivel entre la superficie de terreno y la generatriz inferior interna de la tubería.

k) Recubrimiento

Diferencia de nivel entre la superficie de terreno y la generatriz superior externa de la tubería (clave de la tubería).

l) Conexión Domiciliaria de Alcantarillado

Conjunto de elementos sanitarios instalados con la finalidad de permitir la evacuación del agua residual proveniente de cada lote.

5.2. DATOS BÁSICOS DE DISEÑO**5.2.1. Levantamiento Topográfico**

La información topográfica para la elaboración de proyectos incluirá:

- Plano de lotización del asentamiento con curvas de nivel cada 1 m. indicando la ubicación y detalles de los servicios existentes y/o cualquier referencia importante.

- Perfil longitudinal a nivel del eje de vereda en ambos frentes de la calle, en todas las calles del asentamiento humano, y en el eje de la vía, donde técnicamente sea necesario.

- Secciones transversales: mínimo 3 cada 100 metros en terrenos planos y mínimo 6 por cuadra, donde exista desnivel pronunciado entre ambos frentes de calle y donde exista cambio de pendiente. En Todos los casos deben incluirse nivel de lotes.

- Perfil longitudinal de los tramos que encontrándose fuera del asentamiento humano, pero que sean necesarios para el diseño de los empalmes con la red de agua y/o colectores existentes.

- Se ubicará en cada habilitación un BM auxiliar como mínimo y dependiendo del tamaño de la habilitación se ubicarán dos o más, en puntos estratégicamente distribuidos para verificar las cotas de cajas condominiales y/o buzones a instalar.

5.2.2. Suelos

Se deberá contemplar el reconocimiento general del terreno y el estudio de evaluación de sus características, considerando los siguientes aspectos:

- Determinación de la agresividad del suelo con indicadores de PH, sulfatos, cloruros y sales solubles totales.

- Otros estudios necesarios en función de la naturaleza del terreno, a criterio del consultor.

5.2.3. Población

Se deberá determinar la población de saturación y la densidad poblacional para el periodo de diseño adoptado.

La determinación de la población final de saturación para el periodo de diseño adoptado se realizará a partir de proyecciones, utilizando la tasa de crecimiento por distritos establecida por el organismo oficial que regula estos indicadores

En caso no se pudiera determinar la densidad poblacional de saturación, se adoptará 6 hab/lote.

5.2.4. Coeficiente de Retorno

El valor del Coeficiente de Retorno será el establecido en la presente norma.

5.2.5. Caudal de Diseño para Sistemas de Alcantarillado

Se determinarán para el inicio y fin del periodo de diseño.

El diseño del sistema se realizará con el valor del caudal máximo horario futuro.

5.3. CRITERIOS DE DISEÑO**5.3.1. Componentes del Sistema Condominial de Alcantarillado**

El sistema condominial de alcantarillado estará compuesto por:

- Tubería Principal de Alcantarillado

Tubería que recibe las aguas residuales provenientes de los ramales condominiales. Su dimensionamiento se efectuará sobre la base de cálculos hidráulicos. El valor del diámetro nominal será como mínimo 160 mm.

- Ramal Condominial de Alcantarillado

Tubería que recolecta aguas residuales de un condominio y descarga en la tubería principal de alcantarillado en un punto. Su dimensionamiento se efectuará sobre la base de cálculos hidráulicos. El valor del diámetro nominal será como mínimo 110 mm.

5.3.2. Cálculo Hidráulico

Las formulas a utilizarse en la determinación del diámetro efectivo del sistema de alcantarillado deberán garantizar un régimen de escurrimiento permanente y uniforme, la expresión recomendada es la expresión de Manning

5.3.3. Pendientes de la Tubería de Alcantarillado

Las pendientes de la tubería principal y del ramal condominial deberán cumplir la condición de autolimpieza aplicando el criterio de tensión tractiva.

5.3.4. Ubicación y Recubrimiento de Tuberías de Alcantarillado

Se fijarán las secciones transversales de las calles del proyecto siendo necesario analizar el trazo de las tuberías nuevas con respecto de otros servicios existentes y/o proyectados.

- Tubería Principal de Alcantarillado

La tubería principal de alcantarillado se ubicará entre el medio de la calle y el costado de la calzada; a partir de un punto, ubicado como mínimo a 1,30 metro del límite de propiedad y hacia el centro de la calzada. El recubrimiento mínimo medido a partir de la clave del tubo será de 1,00 m para zonas con acceso vehicular y de 0,30 m para zonas sin acceso vehicular y/o en zona rocosa, debiéndose verificar, para cualquier profundidad adoptada, la deformación (deflexión) de la tubería generada por cargas externas. Para toda profundidad de enterramiento de tubería, el proyectista planteará y sustentará técnicamente la protección empleada, la que estará sujeta a la aprobación por parte del Equipo Técnico correspondiente.

- Ramal Condominial de Alcantarillado

El ramal condominial de alcantarillado se ubicará en la vereda y paralelo al frente del lote. El eje del ramal se ubicará de preferencia sobre el eje de vereda, o en su defecto, a una distancia de 0,50 m a partir del límite de propiedad.

El recubrimiento mínimo medido a partir de la clave del tubo será de 0,20 m cuando el tipo de suelo sea rocoso.

Cuando el tipo de suelo donde se ubicará el ramal sea semiroca o/y natural, el recubrimiento mínimo será de 0,30 m.

Para toda profundidad de enterramiento de tubería, el proyectista planteará y sustentará técnicamente la protección empleada, debiéndose verificar la deformación (deflexión) de la tubería generada por cargas externas.

La ubicación y profundidad de los ramales condominiales deben garantizar la adecuada evacuación de los desagües del interior de la vivienda.

Tabla : Ubicación y recubrimiento de tuberías de Alcantarillado

TUBERÍA	UBICACIÓN	RECUBRIMIENTO MÍNIMO		DIÁMETRO
		CALLE CON ACCESO VEHICULAR	CALLE SIN ACCESO VEHICULAR	
PRINCIPAL	- Entre medio de calle y costado de calzada.	1,00 m	0,30 m	- Función de cálculo hidráulico. - Mínimo nominal de 160 mm.
RAMAL CONDOMINIAL	- Vereda – terreno rocoso	0,20 m	0,20 m	- Función de cálculo hidráulico.
	- Vereda – terreno semiroca y natural	0,30 m	0,30 m	- Mínimo nominal de 110 mm.

Si existiera desnivel en el trazo del ramal condominial de alcantarillado, se implementará la solución adecuada con la finalidad de salvar este, pudiéndose utilizar curvas para este fin, en todos los casos la solución a aplicar contará con la protección conveniente. El proyectista planteará y sustentará técnicamente la solución empleada.

Los ramales condominiales se proyectarán en la medida de lo posible en tramos rectos entre cajas condominiales (ver artículo N° 26); en casos excepcionales debidamente sustentados, se podrá utilizar una curva en el ramal, con la finalidad de garantizar la profundidad mínima de enterramiento.

En todos los casos, el proyectista tiene libertad para ubicar la tubería principal, ramales y los elementos que forman parte de la conexión domiciliar de agua potable y alcantarillado, de forma conveniente, respetando los rangos establecidos y adecuándose a las condiciones del terreno; el mismo criterio se aplica a las protecciones que considere implementar.

Los casos en que la ubicación de tuberías no respete los rangos y valores mínimos establecidos, deberán ser debidamente sustentados.

5.3.5. Elementos del Sistema

Los elementos de inspección utilizados en el sistema condominial son:

A - Caja Condominial

Cámara ubicada en el trazo del ramal condominial, destinada a la inspección y mantenimiento del mismo. Puede formar parte de la conexión domiciliar de alcantarillado. Se construirán en los siguientes casos:

- Al inicio de los tramos de arranque del ramal condominial.
- Cambio de dirección del ramal condominial.
- Cambio de pendientes del ramal condominial, de ser necesario.
- Lugares donde se requieran por razones de inspección y limpieza.

En zonas de fuerte pendiente corresponderá una caja por cada lote atendido, sirviendo como punto de empalme para la respectiva conexión domiciliar. En zonas de pendiente suave la conexión entre el lote y el ramal condominial podrá ser mediante cachimba, tee sanitaria, yee en reemplazo de la caja condominial y su registro correspondiente.

La separación máxima entre cajas condominiales será de 20 m.

B – Buzón

Los buzones estarán ubicados en el colector principal. Serán Tipo Convencional – diámetro del buzón 1,20 m hasta 3,00 m de profundidad y 1,50 m para profundidades mayores de 3,00 m; el espesor de muros, solados y techo será de 0,20 m -, se construirán en los siguientes casos:

- Cambio de dirección de la tubería principal
- Cambio de pendientes de la tubería principal
- Cambio de diámetro de la tubería principal
- Lugares donde sea necesario por razones de inspección y limpieza

C – Buzoneta

Las buzonetas estarán ubicadas en el colector principal. Su diámetro será 0.60m y el espesor del fuste será 0.15m, y se construirán alternativamente a los buzones, en los siguientes casos.

- Arranque de colector
- Cambios de dirección, pendiente e inspección para tramos de colector con tubería de hasta 200mm.

La tubería principal se proyectará en tramos rectos entre buzones. La separación máxima entre buzones será de 60 m para tuberías de 160 mm y de 80 m para tuberías de 200 mm. No se permitirán tramos curvos o quebrados.

Collectores con tubería mayor a 200mm necesariamente se inspeccionarán mediante buzones.

ANEXO 1

NOTACIÓN Y VALORES GUÍA

A.1	Población	Notación	Unidades
A.1.1	Densidad poblacional inicial	d_i	habitantes/ha
A.1.2	Densidad poblacional final	d_f	habitantes/ha
A.1.3	Población inicial	P_i	habitantes
A.1.4	Población final	P_f	habitantes
A.2	Coefficiente para la determinación de caudales	Notación	Unidades
A.2.1	Coefficiente de retorno	C	Adimensional
A.2.2	Coefficiente de caudal máximo diario	k_1	Adimensional
A.2.3	Coefficiente de caudal máximo horario	k_2	Adimensional
A.2.4	Coefficiente de caudal mínimo horario	k_3	Adimensional
A.2.5	Consumo efectivo per cápita de agua (no incluye pérdidas de agua)		
A.2.5.1	Consumo efectivo inicial	q_i	L/(hab.día)
A.2.5.2	Consumo efectivo final	q_f	L/(hab.día)
A.3	Áreas y longitudes	Notación	Unidades
A.3.1	Área drenada inicial para un tramo de red	a_i	hectáreas
A.3.2	Área drenada final para un tramo de red	a_f	hectáreas
A.3.3	Longitud de vías	L	km
A.3.4	Área edificada inicial	A_{ei}	m ²
A.3.4	Área edificada final	A_{ef}	m ²
A.4	Contribuciones y caudales	Notación	Unidades
A.4.1	Contribución por infiltración	I	L/s
A.4.2	Contribución media inicial de aguas residuales domésticas	Q_i	L/s
A.4.3	Contribución media final de aguas residuales domésticas	Q_f	L/s
A.4.4	Contribución singular inicial	Q_{ci}	L/s
A.4.5	Contribución singular final	Q_{cf}	L/s
A.4.6	Caudal inicial de un tramo de red		
A.4.6.1	Si no existen mediciones de caudal utilizables por el proyecto	Q_i	L/s
	$Q_i = (k_2 \cdot Q_i) + I + \sum Q_{ci}$		
A.4.6.2	Si existen hidrogramas utilizables por el proyecto	Q_i	L/s
	$Q_i = Q_{i,max} + \sum Q_{ci}$		
	$Q_{i,max}$ = Caudal máximo del hidrograma, calculado con ordenadas proporcionales del hidrograma existente		
A.4.7	Caudal final de un tramo de red		
A.4.7.1	Si no existen mediciones del caudal utilizables por el proyecto	Q_f	L/s
	$Q_f = (k_1 \cdot k_2 \cdot Q_i) + I + \sum Q_{cf}$		

A.4.7.2 Si existen hidrogramas utilizables por el proyecto $Q_i = Q_{i,max} + \Sigma Q_{ci}$
 $Q_{i,max}$ = Caudal máximo del hidrograma, calculado con ordenadas proporcionales del hidrograma existente

	Q_i	L/s
--	-------	-----

A.5 Tasa de Contribución

	Notación	Unidades
A.5.1 Tasa de contribución inicial por superficie drenada $T_{ai} = (Q_i - \Sigma Q_{ci}) / a_i$	T_{ai}	L/(s.ha)
A.5.2 Tasa de contribución final por superficie drenada $T_{af} = (Q_i - \Sigma Q_{ci}) / a_i$	T_{af}	L/(s.ha)
A.5.3 Tasa de contribución final por superficie drenada $T_{xi} = (Q_i - \Sigma Q_{ci}) / L$	T_{xi}	L/(s.km)
A.5.4 Tasa de contribución final por superficie drenada $T_{xf} = (Q_i - \Sigma Q_{ci}) / L$	T_{xf}	L/(s.km)
A.5.5 Tasa de contribución por infiltración	T_i	L/(s.km)

A.6 Variables geométricas de la sección del flujo

	Notación	Unidades
A.6.1 Diámetro	d_o	m
A.6.2 Area mojada de escurrimiento inicial	A_i	m ²
A.6.3 Area mojada de escurrimiento final	A_f	m ²
A.6.4 Perímetro mojado	p	m

A.7 Variables utilizadas en el dimensionamiento hidráulico

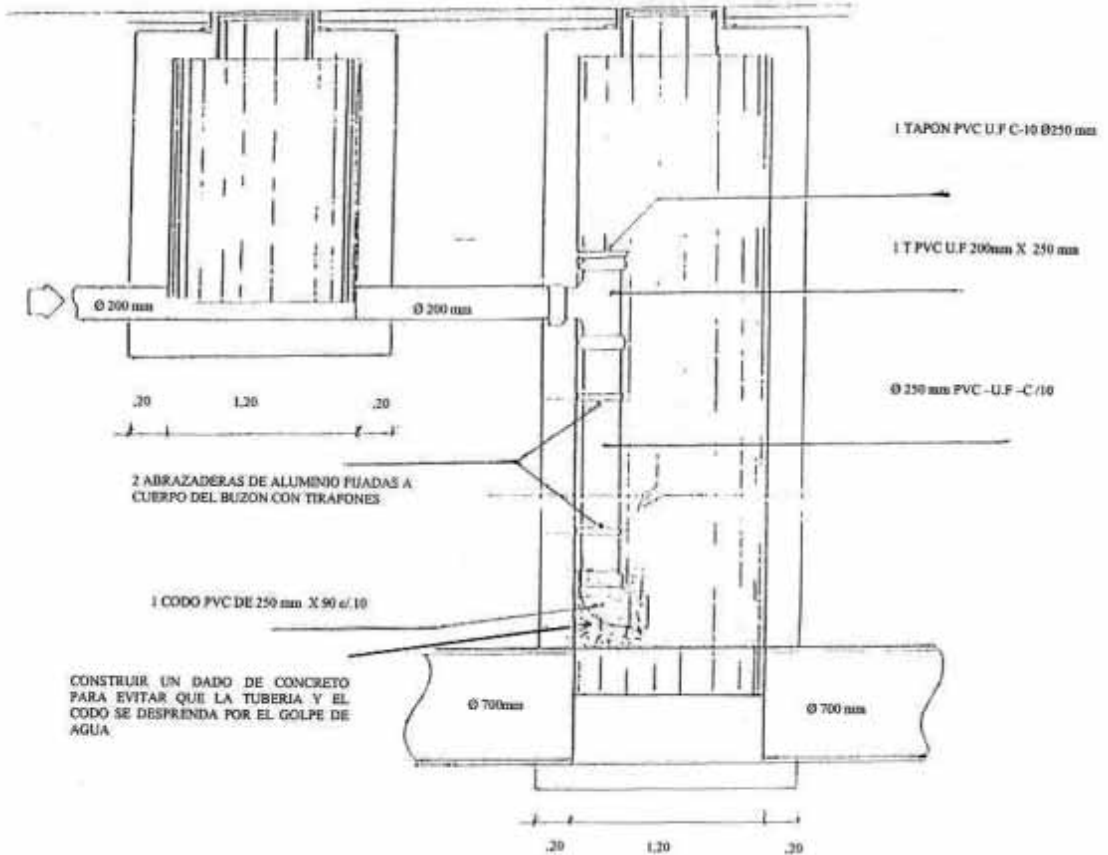
	Notación	Unidades
A.7.1 Radio hidráulico	R_H	m
A.7.2 Altura de la lámina de agua inicial	y_i	m
A.7.3 Altura de la lámina de agua final	y_f	m
A.7.4 Pendiente mínima admisible	$S_o \text{ min}$	m/m
A.7.5 Pendiente máxima admisible	$S_o \text{ max}$	m/m
A.7.6 Velocidad inicial $V_i = Q_i / A_i$	V_i	m/s
A.7.7 Velocidad final $V_f = Q_f / A_f$	V_f	m/s
A.7.8 Tensión Tractiva Media	s_i	m/s
$\sigma_i = \gamma R_H S_o$		

A.8 Valores guía de coeficientes
 De no existir datos locales comprobados a través de investigaciones, pueden ser adoptados los siguientes valores

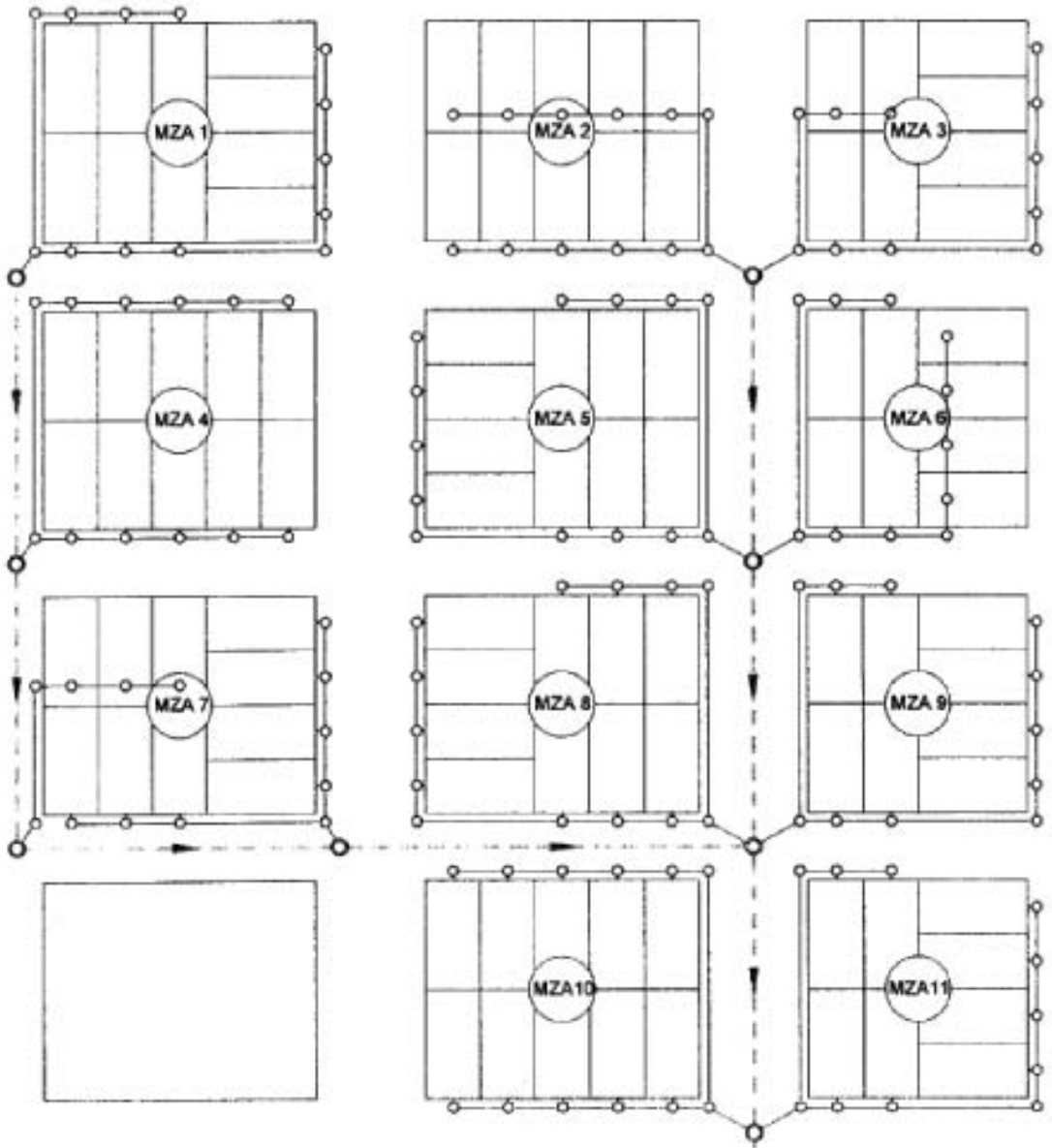
A.8.1 C , coeficiente de retorno	0,8
A.8.2 k_1 , coeficiente de caudal máximo diario	1,2
A.8.3 k_2 , coeficiente de caudal máximo horario	1,5
A.8.4 k_3 , coeficiente de caudal mínimo horario	0,5
A.8.5 T_i Tasa de contribución de infiltración que depende de las condiciones locales, tales como: Nivel del acuífero, naturaleza del subsuelo, material de la tubería y tipo de junta utilizada. El valor adoptado debe ser justificado	0,05 a 1,0 L/(s.km)

ANEXO 2





DISPOSITIVO DE CAÍDA DENTRO DEL BUZÓN



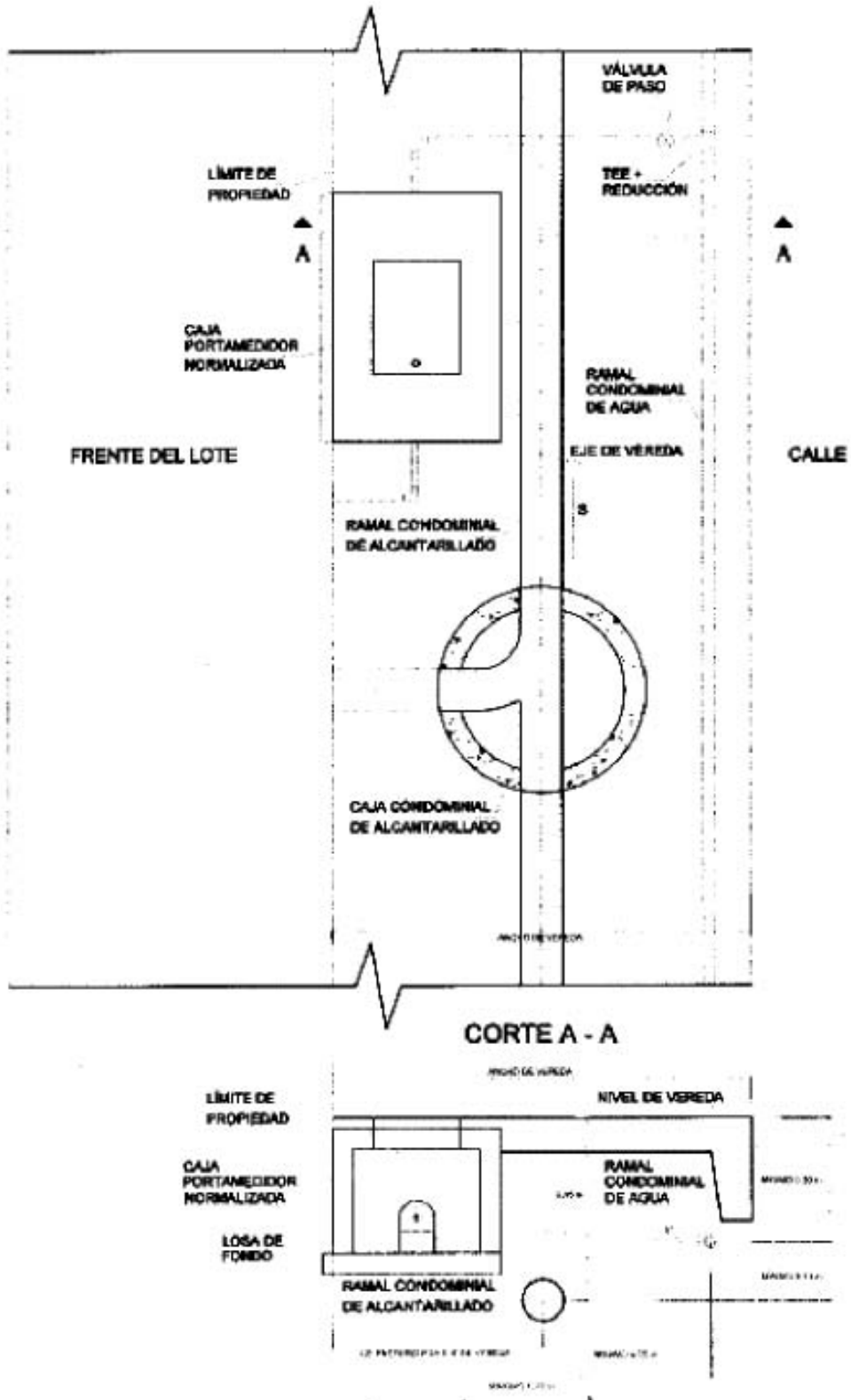
ANEXO 3
ESQUEMA DE SISTEMA CONDOMINIAL DE ALCANTARILLADO



LEYENDA:

-  Tubería Principal de Alcantarillado
-  Ramal Condominial de Alcantarillado
-  Caja condominial
-  Buzón

ANEXO 4
ESQUEMA REFERENCIAL DE UBICACION DE RAMALES CONDOMINIALES
CAJA CONDOMINIAL Y CAJA PORTAMEDIDOR



NORMA OS.080

ESTACIONES DE BOMBEO DE AGUAS RESIDUALES

1. ALCANCE

Esta Norma señala los requisitos mínimos que deben cumplir las estaciones de bombeo de aguas residuales y pluviales, referidos al sistema hidráulico, electromecánico y de preservación del medio ambiente.

2. FINALIDAD

Las estaciones de bombeo tienen como función trasladar las aguas residuales mediante el empleo de equipos de bombeo.

3. ASPECTOS GENERALES

3.1. Diseño

El proyecto deberá indicar los siguientes datos básicos de diseño:

- Caudal de Bombeo.
- Altura dinámica total.
- Tipo de energía.

3.2. Estudios Complementarios

Deberá contarse con los estudios geotécnicos y de impacto ambiental correspondiente, así como el levantamiento topográfico y el plano de ubicación respectivo.

3.3. Ubicación

Las estaciones de bombeo estarán ubicadas en terreno de libre disponibilidad.

3.4. Vulnerabilidad

Las estaciones de bombeo no deberán estar ubicadas en terrenos sujetos a inundación, deslizamientos u otros riesgos que afecten su seguridad.

Cuando las condiciones atmosféricas lo requieran, se deberá contar con protección contra rayos.

3.5. Mantenimiento

Todas las estaciones deberán estar señalizadas y contar con extintores para combatir incendios.

Se deberá contar con el espacio e iluminación suficiente para que las labores de operación y mantenimiento se realicen con facilidad.

3.6. Seguridad

Se deberá tomar las medidas necesarias para evitar el ingreso de personas extrañas y dar seguridad a las instalaciones.

4. ESTACION DE BOMBEO

Las estaciones deberán planificarse en función del período de diseño.

Se debe tener en cuenta los caudales máximos y mínimos de contribución, dentro del horizonte de planeación del proyecto.

El volumen de almacenamiento permitirá un tiempo máximo de permanencia de 30 minutos de las aguas residuales.

Cuando el nivel de ruido previsto supere los valores máximos permitidos y/o cause molestias al vecindario, deberá contemplarse soluciones adecuadas.

La sala de máquinas deberá contar con sistema de drenaje.

Se deberá considerar una ventilación forzada de 20 renovaciones por hora, como mínimo.

El diseño de la estación deberá considerar las facilidades necesarias para el montaje y/o retiro de los equipos.

La estación contará con servicios higiénicos para uso del operador, de ser necesario.

El fondo de la cámara húmeda deberá tener pendiente hacia la succión de la bomba y las paredes interiores y exteriores deberán tener una capa impermeabilizante y una capa adicional de tartajeo de «sacrificio».

En caso de considerar cámara seca, se deberá tomar las provisiones necesarias para evitar su inundación.

En la línea de llegada, antes del ingreso a la cámara húmeda, deberá existir una cámara de rejillas de fácil acceso y operación, que evite el ingreso de material que pueda dañar las bombas.

El nivel de sumergencia de la línea de succión no debe permitir la formación de vórtices.

En caso de paralización de los equipos, se deberá contar con las facilidades para eliminar por reboso el agua residual que llega a la estación. De no ser posible, deberá proyectarse un grupo electrógeno de emergencia.

• La selección de las bombas se hará para su máxima eficiencia y se considerará:

- Caracterización del agua residual
- Caudales de bombeo (régimen de bombeo).
- Altura dinámica total.
- Tipo de energía a utilizar.
- Tipo de bomba.
- Número de unidades.
- En toda estación deberá considerarse como mínimo una bomba de reserva.
- Deberá evitarse la cavitación, para lo cual la diferencia entre el NPSH requerido y el disponible será como mínimo 0,80 m.
- El diámetro de la tubería de succión deberá ser como mínimo un diámetro comercial superior al de la tubería de impulsión.
- De ser necesario la estación deberá contar con dispositivos de protección contra el golpe de ariete, previa evaluación.

• Las válvulas ubicadas en la sala de máquinas de la estación, permitirán la fácil labor de operación y mantenimiento. Se debe considerar como mínimo:

- Válvulas de interrupción.
- Válvula de retención.
- Válvulas de aire y vacío.

• La estación deberá contar con dispositivos de control automático para medir las condiciones de operación. Como mínimo se considera:

- Manómetros, vacuómetros.
- Control de niveles mínimos y máximos.
- Alarma de alto y bajo nivel.
- Medidor de caudal con indicador de gasto instantáneo y totalizador de lectura directa.
- Tablero de control eléctrico con sistema de automatización para arranque y parada de bombas, analizador de redes y banco de condensadores.

NORMA OS.090

PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

1. OBJETO

El objetivo principal es normar el desarrollo de proyectos de tratamiento de aguas residuales en los niveles preliminar, básico y definitivo.

2. ALCANCE

2.1. La presente norma está relacionada con las instalaciones que requiere una planta de tratamiento de aguas residuales municipales y los procesos que deben experimentar las aguas residuales antes de su descarga al cuerpo receptor o a su reutilización.

3. DEFINICIONES

3.1. Adsorción

Fenómeno fisicoquímico que consiste en la fijación de sustancias gaseosas, líquidas o moléculas libres disueltas en la superficie de un sólido.

3.2. Absorción

Fijación y concentración selectiva de sólidos disueltos en el interior de un material sólido, por difusión.

3.3. Acidez

La capacidad de una solución acuosa para reaccionar con los iones hidroxilo hasta un pH de neutralización.

3.4. Acuífero

Formación geológica de material poroso capaz de almacenar una apreciable cantidad de agua.