DISEÑO DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO. AGUA POTABLE

NORMA TÉCNICA N°. NTON 09 007-19, aprobada el 28 de septiembre de 2021

Publicada en La Gaceta, Diario Oficial N°. 202 del 03 de noviembre de 2021

CERTIFICACIÓN

La infrascrita Secretaria Ejecutiva de la Comisión Nacional de Normalización Técnica y Calidad, CERTIFICA que en el Libro de Actas que lleva dicha Comisión, en los folios que van de la ciento ochenta y cuatro a la ciento noventa y uno se encuentra el **Acta No. 001-2021 "Primera Sesión Ordinaria de la Comisión Nacional de Normalización Técnica y Calidad (CNNC)",** la que en sus partes conducentes, expone: a las nueve del día martes veinticuatro de agosto del dos mil veintiuno, reunidos de manera virtual mediante la plataforma Microsoft Teams, de conformidad a convocatoria realizada de manera previa, están presentes los miembros titulares y delegados de la Comisión Nacional de Normalización Técnica y Calidad (CNNC): **Jesús Bermúdez Carvajal,** Vice Ministro del Ministerio de Fomento, Industria y Comercio (MIFIC), en representación del Ministro del MIFIC y Presidente de la CNNC; **René Castellón,** en representación del Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (MARENA); **Ramón Noguera, Ramón Torrentes, Lydia Torrez, Roger Vílchez, Carlos Mairena y Vanessa Quijano,** en representación del Instituto de Protección y Sanidad Agropecuaria (IPSA**); David Fariñas y Ronald Corea,** en representación del Ministerio de Energía y Minas (MEM); **Rodolfo Lacayo, Carlos Aguirre López, y Mónica Guanopatín,** en representación de la Autoridad Nacional del Agua (ANA); **José León Arguello,** en representación del Ministerio del Trabajo (MITRAB); **Cesar Ausberto Duarte,** en representación del Instituto Nicaragüense de Energía (INE); **Celia Margarita Reyes Ochoa y Karen González,** en representación del Instituto Nicaragüense de Telecomunicaciones y Correos (TELCOR); **Omar Aguilar Maradiaga y José Virgilio González Mairena,** en representación del Ministerio Agropecuario (MAG); **Oscar Escobar** en representación del Ministerio de Transporte e Infraestructura del Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI); **Armando Flores,** en representación de la Secretaria de Cambio Climático de la Presidencia (SCCP); **María Auxiliadora Diaz, Yelba López y Wilfredo Marín,** en representación del Comisión Nacional de Registro y Control de Sustancias Tóxicas (CNRCST). Así mismo, participan en esta sesión, **Noemí Solano Lacayo,** en su carácter de Secretaria Ejecutiva de la CNNC**, Denis Saavedra Vallejos, Anielka Morales e Ingrid Matuz Vado,** del Ministerio de Fomento, Industria y Comercio (MIFIC), - Habiendo sido constatado el quorum se procedió a dar inicio y se declara abierta la sesión 01-2021. El Compañero Viceministro **Jesús Bermúdez Carvajal,** da la bienvenida y procede a la lectura de la **AGENDA DE LA REUNIÓN. (...) II. Presentación y Aprobación de Normas Técnicas Nicaragüenses NTN (voluntarias), Normas Técnicas Obligatorias Nicaragüenses (NTON'S y RTCA'S).**

Fuente: http://www.leybook.com/doc/27024

Se presentan para aprobación de la CNNC un total de treinta y nueve (39) normas técnicas nicaragüenses, de las cuales todas se aprobaron. Veintiocho normas (28) voluntarias y once normas (II) **obligatorias,** las que fueron aprobadas por unanimidad. Norma Técnica Obligatoria Nicaragüenses Aprobada: **7. NTON 09 007-19 Diseño de sistemas de abastecimiento. Agua potable;** (...). No habiendo otros asuntos que tratar se levanta la sesión y después de leída la presente acta, se aprueba, ratifica y firman el día veinticuatro de agosto del dos mil veintiuno, (f) **Jesús Bermúdez Carvajal** (Ilegible) Vice Ministro del Ministerio de Fomento, Industria y Comercio (MIFIC), en representación del Ministro del MIFIC, Presidente de la CNNC - (f) **Noemí Solano Lacayo** (Legible), Secretaria Ejecutiva CNNC". A solicitud de la **Autoridad Nacional del Agua (ANA),** en dos hojas de papel común tamaño carta, se extiende esta **CERTIFICACIÓN,** la cual es conforme con el documento original con el que fue cotejada, para su debida publicación en La Gaceta, Diario Oficial de la República, y la firmo, sello y rubrico en la ciudad de Managua a los veintiocho días del mes de septiembre del año dos mil veintiuno. (f) **Noemí Solano Lacayo** Secretaría Ejecutiva Comisión Nacional de Normalización Técnica y Calidad

Diseño de sistemas de abastecimiento. Agua potable. ICS: 13060; 91.140.60

N
0
0
1

NORMA OBLIGATORIA NICARAGÜENSE

CORRESPONDENCIA: Descriptores: Agua, agua potable; diseño.

Contenido

INFORME..... 3
1. OBJETO 4
2. CAMPO DE APLICACIÓN 4
3. REFERENCIAS NORMATIVAS 4
4. TÉRMINOS Y DEFINICIONES 5
5. DISPOSICIONES GENERALES 7
6. ESPECIFICACIONES 7
7. SANCIONES 35
8. DEROGACIÓN 35
9. OBSERVANCIA 35
10. ENTRADA EN VIGOR 35
11. DEROGACIÓN 35
12. TRANSITORIOS 35
13. ANEXOS 35

Fuente: http://www.leybook.com/doc/27024

INFORME
El Comité Técnico a cargo de la revisión de la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense denominada: **NTON 09 007-19** Diseño de sistemas de abastecimiento. Agua potable, estuvo integrado por representantes de las siguientes instituciones y organizaciones:

Water for people Mauricio Villagra
Water for people Marcos Corriols
RASNIC Francisco Romero Zambrana
CONSULTOR Sergio Tercero Talavera
CONSULTOR Sergio Vado
CADUR Aníbal Bonilla
CNC Anaveronica Pérez
FISE Jairo Hernández Alvarado
FISE Eduardo Medina
ENACAL Guillermo Corea
ENACAL Juan Caballero Barrera
ENACAL Benjamín Berríos
ANA Carlos Aguirre
ANA Mónica Guanopatin
ANA Luis Fernando Yescas
MINSA Maritza Obando
MIFIC Karla Brenes Sirias

NOTA. Para efectos de esta norma se utilizará como separador de decimales la "," de conformidad a la NTON 07 004-01 Norma Metrológica sobre el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Esta norma fue aprobada por el Comité Técnico en su última sesión de trabajo el día martes 15 de diciembre del 2020, luego de revisados los comentarios de consulta pública.

1. OBJETO.

Establecer los criterios técnicos para el diseño de Sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano.

2. CAMPO DE APLICACIÓN.

Aplica al diseño de los sistemas de abastecimiento de agua potable para los sectores urbano y rural.

3. REFERENCIAS NORMATIVAS.

Los siguientes documentos referenciados, son indispensables para la aplicación de

Fuente: http://www.leybook.com/doc/27024

esta norma, los cuales aplicarán en su versión vigente:

3.1 ISO 2531-2009 Ductileiron pipes, fittings, accessories and their joints for water applications.

3.2 ASTM 2241 Standard Specification for Poly (Vinyl Chloride) (PVC) Pressure-Rated Pipe (SDR Series).

3.3 ASTM D1785 - 15e1 Standard Specification for Poly (Vinyl Chloride) (PVC) Plastíc Pipe, Schedules 40, 80, and 120.

3.4 ASTM D1784-20 Standard Classification System and Basis for Specification for Rigid Poly (Vinyl Chloride) (PVC) Compounds and Chlorinated Poly (Vinyl Chloride) (CPVC) Compounds.

3.5 AWWA C900 WWA C900-07 Polyvinyl chloride (pvc) pressure pipe and fabricated fittings, 4 in. through 12 in. (100 mm through 300 mm), for water transmission and distribution.

3.6 C905 AWWA C905-97 Polyvinyl chloride (pvc) pressure pipe and fabricated fittings, 14 in. through 48 in. (350 mm through 1,200 mm), for water transmission and distribution.

3.7 AWWA C-509, Resilient-Seated Gate Valves for Water Supply Service

3.8 AWWA C-502 Dry-Barrel Fire Hydrants

3.9 AWWA C-503 Wet-Barrel Fire Hydrants

3.10 NTON 22 002 – 09 Instalaciones de protección contra incendios.

3.11 ISO 5667-3. Calidad del agua. Muestreo. Parte 3: Preservación y manipulación de muestras de agua.

3.12 Normativa 066, “Manual para la vigilancia Sanitaria del agua para consumo humano”, Acuerdo Ministerial Nº 232 2011, MINSA.

3.13 Acuerdo Ministerial No. 65-94 que corresponden a las Normas Regionales CAPRE, “Normas de Calidad del Agua para el consumo”; en su versión vigente.

3.14 Metodología Pfafstetter (INETER, 2016)

4. TÉRMINOS Y DEFINICIONES.

Para los propósitos de este documento, aplican las siguientes definiciones y términos:

Fuente: http://www.leybook.com/doc/27024

4.1. Agua potable. Aquella apta para el consumo humano y que cumple con los parámetros físicos, químicos y microbiológicos establecidos en las Normas Regionales CAPRE "Norma de Calidad del Agua para el consumo" contenidas en el acuerdo ministerial 6594 en su versión vigente.

4.2. Autoridad Nacional Competente (ANC). Entidades del estado que en el ámbito de su competencia están facultadas para ejercer actividades de regulación en base a la legislación nacional vigente.

[FUENTE: NTON 28 003 - 18].

4.3. Captación de agua de lluvia (CALL). Consiste en el aprovechamiento del agua de lluvia para el abastecimiento doméstico individual y/o colectivo, mediante la captación del escurrimiento del agua en el techo de la vivienda y otras edificaciones, embalses artificiales o aprovechamiento de depresiones naturales.

4.4. Caudal ecológico. El caudal ecológico es fijado, con base en estudios específicos o análisis concretos para cada río o riachuelo mediante métodos hidrológicos, estadísticos u holísticos que determinan el caudal mínimo ecológico a través del estudio de los datos de caudales, considerando el caudal mínimo ecológico como un 10% del caudal medio histórico. Se considera como una restricción general que se impone a todos los sistemas de explotación sin perjuicio del principio de supremacía del uso para el abastecimiento de poblaciones.

4.5. Conexión domiciliar. Tramo de tubería que va desde la red al medidor.

4.6. Parámetro. Es aquella característica que es sometida a medición

4.7. Período de estiaje. Es el período donde ocurren las menores precipitaciones en el año.

4.8. Población rural concentrada. Son aquellos centros poblados no ubicados en el área urbana que reúnen las siguientes características:

a) El suelo está ocupado predominantemente por actividades no agropecuarias.

b) Viviendas agrupadas o contiguas, en general, las distancias no son más de 20 metros entre sí.

c) Disponen de algún servicio de infraestructura como electricidad.

d) Cuentan con algunos servicios como escuela, iglesia, centro de salud.

e) Disponen de pulpería y una pieza de esparcimiento.

Fuente: http://www.leybook.com/doc/27024

f) Se identifican por un nombre determinado, que los distingue de otras.

4.9. Población rural dispersa. Son grupos poblacionales que se asientan en forma diseminadas en valles y comarcas en las diferentes regiones del país, carecen de servicios básicos e infraestructura mínima. Alto esparcimiento de viviendas

4.10. Red de distribución. Es el sistema de conductos cerrados, que permite distribuir el agua bajo presión a los diversos puntos de consumo, que pueden ser conexiones domiciliares o puestos públicos.

4.11. Sistema. Conjunto de instalaciones y equipos interconectados entre sí, para proveer un servicio público de agua potable.

4.12. Zonas de máxima densidad y actividades mixtas. Las viviendas avecinan talleres y pequeñas industrias en un tejido urbano heterogéneo. En términos de superficie, las viviendas ocupan un promedio del 65% del área total del terreno y todas están conectadas a la red de agua potable.

4.13. Zonas urbanas de alta densidad. En los núcleos de viviendas de estas zonas se encuentran construcciones de todo tipo, desde la más sencilla hasta casas de alto costo pero en lotes con dimensiones y áreas homogéneas (150 m2 a 250 m2). Casi todas las viviendas están conectadas a la red de agua potable.

4.14. Zonas urbanas de media densidad. Se trata de viviendas de buen nivel de vida con áreas de lotes que varían entre los 500 m2 y 700 m2. Todas están conectadas a la red de agua potable.

4.15. Zonas urbanas de baja densidad. Son áreas de desarrollo con viviendas de alto costo y de alto nivel de vida construidas en lotes con área mínimas de 1,000 m2. Todos conectados a la red de agua potable.

4.16. ASTM. Sociedad Americana para pruebas y materiales (American Society for Testing and Materials).

4.17. AWWA. Asociación Americana de Obras de Agua (American Water Works Association).

4.18. CAPRE. Comité Coordinador Regional de Instituciones de Agua Potable y Saneamiento de Centro América, Panamá y República Dominicana.

4.19. Consumo Comercial (CC). Es la demanda determinada para el sector comercio.

4.20. Consumo Doméstico (CD). Es la demanda determinada para el sector

Fuente: http://www.leybook.com/doc/27024

habitacional.

4.21. Consumo Público e Institucional (CPI). Es la demanda determinada para el sector público e Institucional.

4.22. Consumo industrial (CInd). Es la demanda determinada para el sector industrial.

4.23. Manantial. Son puntos localizados en la corteza terrestre por donde aflora el agua subterránea.

5. DISPOSICIONES GENERALES.

5.1. Los sistemas de agua potable deben asegurar la mayor satisfacción de la población beneficiaria mediante la continuidad, cantidad, cobertura, calidad y los costos, en armonía con el ambiente.

5.2. Para el diseño de los sistemas de abastecimiento de agua potable se deben cumplir las Leyes, Reglamentos, Decretos, Acuerdos y Resoluciones que atañen a la materia; así como otras disposiciones que considere la ANC.

5.3. El diseño de los sistemas de agua potable debe ser realizado bajo un criterio integral del ciclo del proyecto, dando preferencia a las soluciones técnicas que garanticen la sostenibilidad de las instalaciones y equipos durante la vida del proyecto, con un enfoque hacia la operación y mantenimiento de los sistemas y evaluados en concordancia con las disposiciones técnicas de la presente norma.

5.4. Los diseños de los sistemas de abastecimiento de agua potable no podrán ser modificados en su etapa de construcción sin su justificación técnica debida y se requiere de la aprobación previa de la empresa contratante para poder ejecutarlo. El contratante tiene el deber de entregar copia digital a la ANC de los diseños finales ejecutados.

5.5. Los diseñadores pueden ser personas naturales o jurídicas autorizados mediante licencia para el diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable y saneamiento, emitida por la autoridad nacional competente la cual debe estar vigente para suscribir contratos, acuerdos, firma de planos y memorias de diseño.

5.6. El contratante y el prestador del servicio de agua potable será el responsable de resguardar los registros electrónicos y físicos de los diseños finales de los sistemas, estos registros deben estar a disposición de la ANC.

6. ESPECIFICACIONES.

6.1. Proyección de Población.

Fuente: http://www.leybook.com/doc/27024

La población objetivo es el parámetro básico para dimensionar los componentes que integran los sistemas de abastecimiento de agua potable, realizando un análisis de censos nacionales y locales para determinar la tasa de crecimiento a utilizar para el cálculo de la población de diseño. Cuando no se dispongan de registros poblacionales oficiales debe efectuarse un censo poblacional.

La proyección de población se realizará de acuerdo a los siguientes métodos:

6.1.1. Método Aritmético.

Este método debe aplicarse a pequeñas localidades en especial en el área rural y a ciudades con crecimiento estabilizado y que posean áreas de extensión futura casi nulas. En la estimación de la población de diseño, sólo se necesita el tamaño de la población en dos tiempos distintos.

Consiste en agregar a la población del último censo un número fijo de habitantes para cada período en el futuro, es un método lineal, en el que la pendiente se corresponde con la tasa de crecimiento aritmética del último período intercensal.

Se calcula a través de la siguiente formula:

$Pn = P_o + (r \text{ X } n)$

Donde:

Pn = Población proyectada al año “n” (hab.)
P_0 = Población inicial (hab.)
r = Tasa de crecimiento (hab./año)
n= intervalo de tiempo años

6.1.2. Método geométrico.

Este método debe aplicarse a ciudades que no han alcanzado su desarrollo y que se mantienen creciendo a una tasa fija y es el de mayor uso en Nicaragua.

La tasa de crecimiento a aplicar al proyecto debe ser sustentada sobre la base de estudios demográficos precedentes y censo actualizado de la localidad en estudio. En ningún caso será menor que 2,5%.

La fórmula para determinar la proyección de población, mediante el Método geométrico es la siguiente:

$Pn = P_o + (1 + r)^n$

Fuente: http://www.leybook.com/doc/27024

En donde:

P_n : Población proyectada al año "n" (hab.)
P_o : Población inicial (hab.).
r: Tasa de crecimiento (notación decimal)
n: intervalo de tiempo años

6.1.3. Otros métodos de Proyección de Población.

El diseñador podrá utilizar otros métodos estadísticos y/o demográficos para la proyección de población, debidamente sustentados.

6.2. Dotaciones.

6.2.1. Consumo doméstico.

6.2.1.1. Desarrollos habitacionales.

Comprende urbanizaciones, condominios, apartamentos, lotificaciones y fraccionamientos, o cualquier complejo habitacional.

Se usarán las dotaciones siguientes:

Tabla 1. Dotaciones de agua para desarrollos habitacionales

Clasificación por densidad habitacional	Dotación lppd	Área del lote m^2
Zonas urbanas de alta densidad	150	150 - 250
Zonas urbanas de máxima densidad y de actividades mixtas	170	150 - 250
Zonas urbanas de densidad intermedia	300	251 - 499
Zonas urbanas de media densidad	380	500 - 700
Zonas urbanas de densidad intermedia	490	701 - 1000
Zonas urbanas de baja densidad	570	más de 1000

Fuente: http://www.leybook.com/doc/27024

6.2.1.2. Poblaciones concentradas.

Estas dotaciones son aplicables a proyectos de estudios de rehabilitación y expansión de los sistemas de agua potable urbanos.

Tabla 2. Dotación de agua para poblaciones concentradas

Rango de población		Dotación lppd
Menor que 5000		130
5001	10000	140
10001	15000	150
15001	20000	160
Mayor que 20000		Usar fórmula

Para poblaciones mayores de 20 000 se utilizará la siguiente fórmula:

DOTACIÓN = 7,7082Ln (Pd) + 83,838

Donde:

Dotación expresada en litros por persona por día
Ln (Pd): Logaritmo natural de la población de diseño (Pd)

6.2.1.3. Población rural concentrada.

La dotación para la población rural concentrada será de 100 lppd.

6.2.1.4. Población rural dispersa.

Tabla 3. Dotaciones de agua para poblaciones dispersas

Nivel de servicio	Dotación lppd
Conexión domiciliar	80
Puestos públicos ó unidades sanitarias	30 a 50
Pozos excavados equipados con bomba manual	20 a 30
Pozos perforados, equipados con bomba manual	20 a 30
Captación individual de agua de lluvia (CALL)	10

NOTAS.

Fuente: http://www.leybook.com/doc/27024

NOTA 1 Cuando la fuente de abastecimiento no permita la dotación domiciliar de 80, el diseñador deberá justificar técnicamente, el uso de dotaciones inferiores y no menores a 50 lppd, sobre la base de los siguientes criterios:

a) Capacidad de las fuentes alternativas.
b) Calidad del agua.
c) Evaluación económica.
d) Aspectos ambientales.
e) Entre otros.

NOTA 2 Para el caso de conexiones domiciliares que tengan sistema de saneamiento con arrastre hidráulico la dotación será de 100 lppd.

NOTA 3 Por cada puesto público considerar 20 viviendas como máximo.

NOTA 4 Por pozo excavado equipado con bomba manual considerar 6 viviendas como máximo.

NOTA 5 Por pozo perforado equipado con bomba manual considerar 20 viviendas como máximo.

NOTA 6 Para sistemas colectivos de abastecimiento con agua de lluvia, utilizar la dotación de acuerdo al nivel de servicio.

6.2.2. Sector público e institucional.

En el caso de diseños específicos de sistemas de agua potable para el sector público o institucional, el cálculo de la dotación deberá tomar como referencia las normativas específicas vigentes de cada institución. En su defecto, el diseñador aplicará otras dotaciones debidamente autorizadas por el contratante.

Para diseños de sistemas rurales, el diseñador deberá considerar las demandas puntuales de instituciones que pudieran existir o estuvieran proyectadas en el área de influencia del proyecto, a fin de dotar las capacidades requeridas al sistema.

6.2.3. Consumo comercial, industrial, público e institucional. Para el cálculo de los consumos comercial, público, institucional e industrial se usarán los porcentajes aplicados al consumo doméstico diario indicados en tabla siguiente:

Tabla 4. Consumo comercial, industrial, público e institucional

Consumo	Porcentaje

Fuente: http://www.leybook.com/doc/27024

Comercial	7
Público o institucional	7
Industrial	2

NOTA.
El cálculo de dotación para el sector público o institucional deberá tomar como referencia las normativas específicas vigentes para cada institución.

6.2.4. Caudales para incendios.

Para poblaciones concentradas, la cantidad de agua que todo acueducto debe tener disponible para combatir la eventualidad del incendio, estará adecuada a la capacidad del sistema y rango de la población proyectada según la siguiente Tabla:

Tabla 5. Caudales para incendios

Cuando en las localidades consideradas existan o estén en proyectos la instalación de industrias, fábricas, centros comerciales, etc., éstos deben diseñar su propio sistema de protección contra incendios, contando cada uno de ellos con tanques de almacenamiento, equipos de bombeo, redes internas de protección, independientes al sistema de distribución de agua potable de la ciudad, de acuerdo a lo establecido en la NTON 22 002-09.

6.2.5. Factores de Máximas Demandas.

Las variaciones del consumo estarán expresadas en porcentajes de las demandas promedio diario total y sirve de base para el dimensionamiento de la capacidad de las obras de captación, línea de conducción, tanque de almacenamiento y red de distribución.

a.- Consumo de máximo día será igual a 1,3 del Consumo Promedio Diario para la ciudad de Managua. Para las otras localidades del resto del país, el factor será 1,5.
CMD = (1,3 o 1,5 (CPD) + P donde 1,3 o 1,5 son los factores de variación de consumo.
Dónde: el Consumo Promedio Diario (CPD) será igual a:

CPD = CD + CPI + CC + Clnd para el diseño de sistemas completos de toda la ciudad o localidad en estudio y CPD = CD para el diseño de desarrollos habitacionales para la población de saturación correspondiente, comprendidos en el numeral 6.2.1.1.

Fuente: http://www.leybook.com/doc/27024

P: Pérdidas en el sistema = 15 o 20% del CPD
CD: Consumo Doméstico
CPI: Consumo Público o Institucional.
CC: Consumo Comercial
CInd.: Consumo Industrial

b.- Consumo de máxima hora
Para la ciudad de Managua el factor será igual a 1,5 del Consumo Promedio Diario, para las localidades urbanas del resto del país, será igual a 2,5 y para las áreas rurales será igual a 2,5, justificando técnicamente la utilización de factores superiores.

CMH = (1,5 ó 2,5 CPD) + P donde: 1,5 y 2,5 son factores de variación consumo horario.

6.3. Pérdidas.

Parte del agua que se produce en un sistema de agua potable se pierde en cada uno de sus componentes. Esto constituye lo que se conoce con el nombre de fugas y/o desperdicio en el sistema. Dentro del proceso de diseño, esta cantidad de agua se puede expresar como un porcentaje del consumo del día promedio. En el caso de ciudades y localidades con más de 500 viviendas, el porcentaje se fijará en un 20% y para localidades hasta 500 viviendas el 15%.

6.4. Calidad del agua.

Para determinar la calidad del agua se deben utilizar Normas de Calidad del Agua para el consumo humano, adoptadas por el Ministerio de Salud MINSA, mediante Acuerdo Ministerial No. 65-94 que corresponden a las Normas Regionales CAPRE, "Normas de Calidad del Agua para el consumo humano"; en su versión vigente.

El Agua procedente de cualquier fuente, que presente características no aptas para el consumo humano, requiere de procesos con el objeto de corregir su calidad y convertirla en agua potable acorde con las normas referidas en el párrafo anterior. Estos procesos se clasifican en pre tratamiento, tratamiento y desinfección.

Las tomas de las muestras para determinar la calidad del agua deben cumplir con lo establecido en la ISO 5667-3. Calidad del agua. Muestreo. Parte 3: Preservación y manipulación de muestras de agua, estas deben ser remitidas a laboratorios acreditados para sus respectivos análisis físicoquímico, microbiológico, sustancias inorgánicas y orgánicas, plaguicidas, metales pesados y pesticidas.

6.5. Períodos de diseño económico para las estructuras de los sistemas.

Tabla 6. Período de diseño de los diferentes componentes del sistema de

Fuente: http://www.leybook.com/doc/27024

abastecimiento de agua potable.

Tipos de Componentes	Período de diseño años
Presas, Diques	50
Pozos perforados	20
Plantas de potabilización	20
Pozos excavados	10
Equipos de Bombeo	10
Captaciones superficiales y manantiales	20
Captación de agua de lluvia	10
Desarenador	20
Filtro Grueso Ascendente en Capas (FGAC)	20
Filtro Grueso Dinámico (FGD)	20
Líneas de Conducción	20
Filtro Lento de Arena (FLA)	20
Tanque de almacenamiento	20
Red de distribución	20
Galería de infiltración	20

Los componentes se deben diseñar modularmente, para facilitar la operación y mantenimiento y escalar la inversión.

6.6. Fuentes de abastecimiento de agua.

El caudal de las fuentes superficiales y subterráneas debe ser capaz de aportar la demanda de máximo día. Para el caso de las fuentes superficiales debe aportar además de la demanda de máximo día, el caudal ecológico. Ver Anexo B. Guía Técnica de Estudios Hidrológicos.

Para el caso de fuentes subterráneas, el caudal de explotación del acuífero local no debe ser mayor al caudal máximo de explotación determinado en los análisis de las

Fuente: http://www.leybook.com/doc/27024

pruebas de bombeo. El abatimiento máximo no deberá superar el 67% del espesor saturado. Ver Anexo A. Guía Técnica para Estudios Hidrogeológicos

6.6.1. Captaciones subterráneas.

6.6.1.1. Pozos perforados.

Las características de los pozos se establecerán de acuerdo con lo siguiente:

El diámetro del pozo se determinará en base del rendimiento requerido y de la profundidad, teniendo en cuenta que las dimensiones pueden estar controladas por la disponibilidad de facilidades de construcción. En la Tabla 7 se dan los diámetros mínimos de ademe de tubería para instalación de bombas en pozos profundos.

Tabla 7. Ademes mínimos de pozos según caudal

Capacidad del pozo		Diámetro mínimo del Ademe	
(gpm)	(lps)	(Plg)	(mm)
80	6,06	5	127
160	10,08	6	150
240	15,12	8	200
400	25,20	10	250
630	39,70	12	300
950	59,86	14	350
1270	80,02	16	400
1900	119,72	20	500
3000	189,03	24	600
>3000	189,03	30	750

La distancia entre pozos debe sustentarse mediante un estudio hidrogeológico.

La localización de pozos debe cumplir la NTON 09 006 - 11 Requisitos Ambientales para la Construcción, Operación y Cierre de Pozos de Extracción de Agua.

En caso de que se proponga utilizar tuberías PVC de ademe de pozos, la cédula deberá ser determinada en función de los esfuerzos a los cuales estará sometida la cédula mínima será SDR 26.

Fuente: http://www.leybook.com/doc/27024

6.6.1.2. Pozo Perforado con Bomba Manual de Mecate (PPBM).

Las bombas manuales deben instalarse en pozos perforados y excavados con una profundidad no mayor de 50,00 m y un rendimiento no menor de 0,30 l/s. Consta de la estructura del soporte, el eje con la polea, la rueda, la manivela y el sistema de bloqueo.

El Diseñador debe garantizar que la bomba esté provista de los siguientes elementos:

Tapadera. Forma parte del pozo, es una plancha de concreto reforzada con hierro de 1/4", si el diámetro de la tapa es mayor de 1,2 m será reforzada con hierro de 3/8" de diámetro, en ella se emplaza el soporte de la bomba.

Rueda. Debe construirse de madera o de metal. El eje debe ser un tubo de hierro galvanizado de 1/2" o de 3/4", formando una sola pieza con la manivela a un extremo, girando en dos cojinetes partibles.

Mecate. Debe tener un diámetro de 4 mm como mínimo. Para profundidades mayores de 20 m, se debe utilizar cuerda de ⌀ 5-6 mm, independientemente del diámetro del tubo en subida y de la profundidad, debe ser de fibra de polietileno constituida por tres hilos trenzados o de poliamida trenzada.

Pistón. Deben ser instalados a cada metro en toda la longitud de la cuerda, y su diámetro interior debe ser menor al de la tubería de subida entre 0,8 a 1,5 mm. El material de los pistones debe de ser PVC o caucho.

Tubo. El tubo de subida y descargue debe ser de PVC y debe cumplir con lo establecido en la ASTM D-2241, Especificaciones de Tubería de PVC. El tubo se pegará con la campana hacia abajo para minimizar la fricción en los pistones.

La guía y piedra estabilizadora debe ser colgada en el tubo de subida mediante una cuña de tubo de PVC de igual diámetro del tubo de descargue.

Tabla 8. Diámetro de tubería según profundidad del nivel de agua del pozo para bombas de mecate.

Profundidad m	Tubería de bombeo mm	Tubería de descargue mm
0-11	25	50
11-19	18	36
19-50	12	25

Fuente: http://www.leybook.com/doc/27024

Tabla 9. Cantidad de material por componente según la profundidad

6.6.1.3. Pozo excavado a mano (PEM).

Debe cumplir con los siguientes criterios:

a) Serán considerados solamente aquellos PEM, cuyo nivel estático se encuentre como mínimo 2 m. por encima del fondo del pozo; esta medida debe realizarse al final del periodo de estiaje de la zona.

b) Todo PEM debe ser sometido a una prueba de rendimiento.

6.6.1.4. Manantiales.

Los criterios para considerar un manantial como fuente de suministro de agua potable son los siguientes:

a) Los datos de aforo, deben corresponder al final del período de estiaje y se tomará como base para el diseño el mínimo valor obtenido menos el caudal ecológico.

b) El caudal crítico de producción de la fuente menos el caudal ecológico, debe ser mayor o igual al consumo máximo diario de la población al final del período de diseño, de lo contrario se desechará su utilización, o se complementará con otra fuente disponible.

6.6.1.5. Galería de infiltración.

El sitio para emplazar una galería de infiltración debe ser geomorfológicamente regular, con una composición litológica variable conformada principalmente por capas de arena, grava, guijarros y arcilla. La fuente de agua debe ser tal que garantice el suministro del caudal requerido para el abastecimiento a la población.

6.6.1.6. Pruebas de bombeos para las captaciones subterráneas.

a) Ser sometido a una prueba de bombeo de por lo menos tres escalones con duración de dos horas cada uno, el caudal del segundo y tercer escalón debe estar comprendido en el rango total de caudales probados. Después de realizada la prueba escalonada se debe dejar un tiempo máximo de tres horas para la recuperación del nivel freático.

Durante cada escalón, el nivel del agua subterránea se medirá con el siguiente

Fuente: http://www.leybook.com/doc/27024

intervalo de tiempo."

Cada minuto los primeros 10 minutos de prueba
Cada 2 minutos de los primeros 10 a los 20 minutos
Cada 5 minutos de los 20 a los 60 minutos
Cada 10 minutos de los 60 a los 120 minutos de prueba

b) Si la condición del sistema lo permite, ser sometido a una prueba de bombeo a caudal constante de 24 horas de duración mínima con el caudal de diseño más un 20%, sin interrupciones, ni variaciones de caudal mayores al 5%. En caso de interrupciones o variaciones mayores al 5%, se debe reiniciar la prueba de bombeo.

c) Un periodo final de recuperación de tres horas o su total recuperación antes de este tiempo para pozos bombeados deberá seguir a la conclusión de la prueba de descarga constante. Durante ese periodo no se debe retirar el equipo de prueba del pozo o en cualquier forma afectar los niveles de agua del pozo. Al concluir el periodo de recuperación, el equipo podrá ser retirado del pozo

d) La utilización del pozo debe ser por lo menos 12 horas posteriores a la aprobación de las pruebas de bombeo.

6.6.2. Captaciones Superficiales.

Para el aprovechamiento de estos recursos se deben realizar estudios estacionales de caudal y calidad del agua de acuerdo a lo establecido por la ANC dispuestos en los Anexos A y B de la presente Norma:

Período de estiaje. Se deben real izar estudios de aforos para validar la disponibilidad de agua.

Período lluvioso. Se deben realizar estudios para determinar el caudal máximo, así como análisis para determinar el índice de turbidez y concentraciones de otras sustancias, con el objetivo de seleccionar la tecnología apropiada para su potabilización.

6.6.3. Presas de almacenamiento.

Se proyectará la obra de toma de manera que pueda tener varias entradas situadas a diferentes niveles, a fin de poder tomar el agua más próxima a la superficie.

6.6.3.1. Ríos.

En ríos, las obras de toma deben llenar las condiciones siguientes:

a. La bocatoma debe localizarse en un tramo de la corriente que esté a salvo tanto de

Fuente: http://www.leybook.com/doc/27024

erosión como de cualquier descarga de aguas residuales, para aislarla lo más posible de las fuentes de contaminación.

b. Si se hace necesaria la construcción de una gran presa de derivación se debe tomar en cuenta en el diseño, todo lo referente a información geológica, geotécnica, hidrológica y el cálculo estructural.

c. Se podrán diseñar estructuras de tomas por flotación cuando los niveles del río sean muy variables.

6.6.3.2 Lagos y embalses.

Deben tomarse las siguientes consideraciones:

a. Ubicar la toma en puntos tales que la calidad del agua no se desmejore.

b. Las tomas podrán ser torres dentro de los embalses o lagos con entradas de agua a diferentes niveles.

c. Podrán ser obras flotantes si no están expuestas a corrientes.

d. Podrán ser tubos sumergidos en el fondo del lago o embalse.

6.6.3.3. Captación de agua de lluvia.

El agua de lluvia debe ser interceptada, colectada y almacenada para su posterior uso. La captación individual de agua de lluvia para consumo doméstico debe utilizar la superficie del techo de la vivienda.

La cantidad de agua captada dependerá de la precipitación del lugar, del área de captación y del volumen disponible para almacenar.

6.7. Estaciones de bombeo.

En el diseño de toda estación de bombeo se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones básicas:

6.7.1. Edificio.

La arquitectura y alrededores de la estación deben armonizar con las edificaciones vecinas. Su estructura debe ser construida con materiales a prueba de humedad e incendio. En el diseño del interior del edificio se deben considerar los requerimientos de espacio para cada pieza del equipo, su localización, iluminación, ventilación y desagüe.

Fuente: http://www.leybook.com/doc/27024

Debe estar protegida del público con cercas apropiadas y tener un buen acceso durante todo el año, también estarán acondicionadas con oficinas, dormitorios y cafetería, cuando las circunstancias lo ameriten se debe considerar las posibles ampliaciones y modificaciones.

Las estaciones de bombeo de agua potable deben estar provistas de un sistema de cloración instalado posterior a la línea de bombeo. Los equipos de cloración tendrán sus instalaciones en una caseta especial mente diseñada para tal fin con suficiente ventilación.

Cuando fuese necesario el uso de grúa, los techos de las estaciones de bombeo podrán ser removibles.

NOTA. Para el caso de las obras de protección para pozos se regirá con lo establecido en la NTON 09 006 - 11.

6.7.2. Localización.

En la selección del sitio para la estación de bombeo se debe considerar lo siguiente:

a. Protección de la calidad del agua;

b. Eficiencia hidráulica del sistema de distribución o conducción;

c. Peligro de interrupción del servicio por incendio, inundación, etc.;

d. Disponibilidad de energía eléctrica o de combustible;

e. Topografía del terreno;

f. Facilidad del acceso en todo el año;

g. Área necesaria para la estación, transformadores, cloradores, futuras ampliaciones, áreas de circulación y retiros.

6.7.3. Capacidad y Características de las estaciones.

Cuando el sistema incluye almacenamiento posterior a la estación de bombeo, la capacidad de ésta se calculará en base al consumo máximo diario.

Cuando el sistema no incluye almacenamiento, la capacidad de la estación se calculará en base al consumo máximo horario. Las estaciones de bombeo podrán ser de dos tipos:

a. Estaciones de pozos húmedos;

Fuente: http://www.leybook.com/doc/27024

b. Estaciones de pozos profundos.

6.7.4. Estaciones de pozos húmedos.

En el diseño del pozo húmedo para una estación de bombeo, se debe cumplir lo siguiente:

Diseñarse con una capacidad mínima equivalente a 20 minutos de bombeo máximo.

Sus dimensiones deben ser tales, que facilite el acceso y colocación de los accesorios y eviten velocidades altas y turbulencia del agua. Se recomienda que la velocidad del agua en la tubería de succión esté entre 0,60 m/s y 0,90 m/s.

La sumergencia mínima de la parte superior de la coladera será de 1m. Para lograr la sumergencia mínima, de ser necesario, se hará una depresión en el tanque con la profundidad adecuada. La entrada del agua al pozo debe ser por medio de compuertas o canales sumergidos para evitar turbulencia.

Tener una distancia libre entre la abertura inferior de la coladera y el fondo del pozo equivalente 0.5 el diámetro de la tubería de succión.

Cuando el pozo sea de sección circular, la entrada del agua no debe ser tangencial para evitar su rotación.

El pozo tendrá un área transversal mínima de 5 veces la sección del conducto de succión.

Se deben proveer dispositivos de desagüe y limpieza del pozo.

6.7.5. Estaciones de bombeo de pozos profundos.

Los equipos usados normalmente son bombas turbinas de eje vertical o de motor sumergible.

La profundidad e instalación de la bomba debe estar definida por las condiciones hidráulicas del acuífero y el caudal de agua a extraerse, tomando en consideración lo siguiente:

Nivel de bombeo, de acuerdo a prueba de bombeo.
El factor de seguridad en la sumergencia de la bomba estará en dependencia de las variaciones estacionales o niveles naturales del agua subterránea en época seca y época lluviosa.

El diámetro del ademe del pozo debe estar relacionado al caudal a extraerse de

Fuente: http://www.leybook.com/doc/27024

acuerdo a lo establecido en la Tabla 7.

El diámetro de la columna de bombeo dentro del pozo acoplado a la bomba, será diseñado para una pérdida de fricción no mayor del 5% de su longitud, por lo cual se recomiendan los diámetros para la columna de bombeo en relación al caudal. Ver Tabla 8.

Tabla 10. Diámetros de columna de bombeo en relación al caudal

Diámetro de Columna de Bombeo mm	Caudal de Bombeo L/s
75	3,15
100	6,3
150	37,8
200	75,7

La longitud de columna se establece para que el cuerpo de la bomba se sumerja 6,0 m bajo el nivel mínimo de bombeo.

6.7.6. Equipos de bombeo.

En la selección de las bombas se deben tomaren cuenta los siguientes factores:

Operación en serie o en paralelo

a. Tipo de bombas;

b. Número de unidades;

c. Capacidad de las unidades;

d. Eje horizontal o vertical;

e. Succión única o doble;

f. Tipo de impulsores;

g. Características del arranque y puesta en marcha;

h. Posibles variaciones de la altura de succión;

Fuente: http://www.leybook.com/doc/27024

i. Flexibilidad de operación;

j. Curvas características y modificadas de las bombas;

k. N.P.S.H disponible y requerido;

1. Golpe de ariete.

Las unidades de bombeo (incluyendo el equipo auxiliar) deben tener una capacidad lo suficientemente amplia, en cuanto al número de unidades que permitan la reparación al menos de una unidad sin serias reducciones en el servicio.

La carga total dinámica en todas las estaciones de bombeo, cuando éstas trabajen en serie se dividirá en partes iguales y de acuerdo a las presiones mínimas y máximas. De tal forma que cada estación trabaje a la misma capacidad, con el fin de normalizar los tipos de equipos a instalar.

Se deben proyectar dos unidades como mínimo, siendo una de reserva. Si se requieren proyectar tres o más unidades las bombas deben ser de igual capacidad.

La velocidad del equipo de bombeo debe ser de 1760 RPM, sólo que no sea posible conseguir ésta se debe usar otras velocidades.

6.7.7. Tuberías y Válvulas en succión y descarga de bombas.

6.7.7.1. Succión.

a. Debe utilizar tuberías de diámetros iguales o mayores a los diámetros de descarga de la bomba.

b. En el extremo de la tubería de succión se debe instalar una válvula de pie con coladera. El área libre de las aberturas de la coladera deberá ser de 2 a 4 veces la sección de la tubería de succión.

c. La línea de succión debe ser lo más corta y recta posible, deben evitarse los cambios de dirección, especialmente cerca de la bomba.

d. La línea de succión debe llegar hasta la succión de la bomba evitando codos o tees horizontales. En caso de instalar codo en la tubería de succión estos deben ser de radio largo.

e. Si el diámetro de la tubería de succión es mayor que el de la admisión de la bomba, debe conectarse por medio de una reducción excéntrica con su parte superior horizontal.

Fuente: http://www.leybook.com/doc/27024

f. Se debe proporcionar una línea de succión separada para cada bomba. Si esto no es posible, y se utiliza un múltiple de succión, las derivaciones se harán por medio de yees.

g. El diámetro de la tubería de succión, será igual o mayor que el diámetro de la tubería de impulsión.

6.7.7.2. Descarga.

Debe elaborarse un estudio económico comparativo entre varios diámetros para escoger el más apropiado de la tubería de impulsión.

La ampliación en la descarga debe ser concéntrica.

Para el diseño del diámetro de la sarta se deben utilizar los valores siguientes:

Tabla 11 Diámetro de sartas de conexión de bombas

Diámetro de Sarta mm	Rango de Caudales L/s	
50	5,05	-
75	5,05	12,6
100	12,6	25,2
150	25,2	56,8
200	56,8	75,7
250	75,7	101

Toda sarta debe contar con:

a. Macromedidor;

b. Manómetro de medición de presión con llave de chorro 12,7 mm;

c. Válvula de retención;

d. Derivación de descarga para pruebas de bombeo y limpieza del mismo diámetro de la sarta;

e. Válvula de aire y vacío;

f. Válvulas de compuerta;

Fuente: http://www.leybook.com/doc/27024

g. Válvula de alivio;

h. Unión flexible tipo Dresser.

En el diseño de las sartas de descargue de los equipos de bombeos deben tomarse en cuenta las siguientes consideraciones:

a. Válvula de compuerta para la limpieza, debe acondicionarse el sitio donde descarga el agua mediante estructura de disipación de energía, para evitar erosión del suelo.

b. Válvula de compuerta para la descarga a la red;

c. Los componentes de la sarta deben anclarse perfectamente y se hará el cálculo de la fuerza que actúa en los atraques para lograr un diseño satisfactorio;

d. Unión flexible tipo Dresser o similar para efecto de mantenimiento;

e. Verificar la distancia que se requiere para la localización de los componentes;

f. Debe construirse una plancha de concreto de un metro de ancho en el suelo a toda la longitud de la sarta;

g. El orden de los componentes de la sarta partiendo de la descarga debe ser, válvula de aire y vacío, medidor, manómetro, válvula de retención y la válvula de compuerta;

h. Cuando sea necesario, debe proyectarse una válvula de alivio para proteger la instalación del gol pe de ariete. Se recomiendan los siguientes diámetros:

Tabla 12. Diámetro de válvulas de alivio de acuerdo al caudal

Diámetro de Válvula mm	Rango de Caudales L/s	
150	63	126
100	31,5	63
75	15,8	31,5
50	3,8	15,8
25		3,8

6.7.7.3. Equipo eléctrico.

El Diseñador de las instalaciones eléctricas debe tener en cuenta lo siguiente:

Fuente: http://www.leybook.com/doc/27024

Determinar la fuente de energía más económica y eficiente para el funcionamiento de las bombas a su máxima capacidad en caso de emergencia. (Exceptuando la bomba de reserva).

6.7.7.4. Motores.

Los motores eléctricos serán del tipo jaula de ardilla, de eje hueco o sólido y las capacidades de uso standard elaborados por los fabricantes son:

3, 5, 7.5 10 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 75, 100, 125, 1 50 y 200 HP.,

Usar un factor de 1,15 para calcular los HP del motor en base a los HP de la bomba. Este factor cubre ampliamente las pérdidas mecánicas por fricción en el eje y cabezal de descarga de la bomba.

6.7.7.5. Energía.

De acuerdo a la capacidad de los motores debe utilizarse el siguiente tipo de energía:

En presencia solo de red media tensión monofásica debe utilizarse el siguiente tipo de energía:

Para motores de (1 a 2) HP usar 1/60/110, energía monofásica.

Para motores de (3 a 10) HP usar 1/60/230, energía monofásica.

En presencia solo de red media tensión trifásica debe utilizarse el siguiente tipo de energía:

Para motores de (5 a 30) HP usar 3/60/230/460.
Para motores mayores de 30 HP, usar 3/60/460.

6.8. Diseño hidráulico de los sistemas de conducción.

Por la naturaleza y características de las fuentes de abastecimiento, se distinguen dos clases de líneas de conducción: por gravedad y por bombeo.

6.8.1. Ubicación y trazado.

Se deben usar planos topográficos para definir su ubicación, determinar las características geológicas de los suelos y subsuelos. En la selección del trazado deben considerarse los siguientes aspectos:

a. Que la conducción sea por gravedad siempre que sea posible;

Fuente: http://www.leybook.com/doc/27024

b. Que sea cerrada y a presión;

c. Que el trazado de la línea sea lo más directo posible desde la fuente a la planta potabilizadora, al tanque de almacenamiento o a la red de distribución;

d. Evitar que la línea atraviese por terrenos extremadamente difíciles o inaccesibles;

e. Evitar que la línea pase por zonas de probables deslizamientos o inundaciones;

f. El trazado de la línea de conducción debe ser sobre propiedad pública o con paso de servidumbre;

g. Proteger la tubería en el caso de paso obligado bajo carreteras, ríos, cauces. efectuando obras de protección.

h. En los cruces aéreos no se admite el uso de tuberías plásticas

6.8.2. Diseño de línea de conducción.

Ø Se debe calcular con el caudal de máximo día o con el que se considere más conveniente tomar de la fuente de abastecimiento de acuerdo a la naturaleza del problema que se tenga en estudio.

Ø En los puntos topográficamente elevados se debe mantener una presión mínima de 5 m.

Ø La presión estática máxima estará en función de las especificaciones técnicas de la clase de tubería a utilizarse, incorporando en la línea válvulas reguladoras de presión o cajas rom pe presión donde sea necesario.

6.8.3. Velocidades de diseño.

a. Para líneas por bombeo, se procurará que la velocidad no exceda de 1.50 mis. Se determinará el diámetro más conveniente de la tubería mediante el análisis económico correspondiente.

b. Cuando haya suficiente altura de carga o energía de posición, pueden utilizarse las siguientes velocidades máximas para evitar la erosión.

Tabla 13. Velocidades máximas de diseño

Tipo de Tubería	Velocidad Máxima [m/s]

Fuente: http://www.leybook.com/doc/27024

De concreto simple hasta 457.2 mm de diámetro	3
De concreto reforzado	3
De acero con y sin revestimiento	5
De polietileno de alta densidad	5
De P.V.C	5
Túneles sin revestimiento	2

c. La velocidad mínima debe ser de 0.60 m/s.

d. Para determinar el diámetro de la línea de conducción deben considerarse los factores económicos, la vida útil y los caudales de agua a conducir.

6.8.4. Material de las tuberías.

En la selección de los materiales para tuberías, deben tenerse en cuenta lo factores siguientes:

a. Resistencia contra la corrosión;
b. Resistencia contra las cargas, tanto externas como internas;
c. Características hidráulicas;
d. Condiciones de instalación y del terreno;
e. Condiciones económicas;
f. Resistencia contra raíces e incrustaciones;
g. Protección contra el gol pe de ariete;

6.8.5. Conducción por gravedad.

Debe tenerse en cuenta los siguientes aspectos fundamentales:

a. Si la conducción será a través de canales abiertos o en tuberías;

b. La capacidad deberá ser suficiente para transportar el caudal máximo de diseño;

c. La selección de la clase de los materiales y las dimensiones de los conductos a emplearse deben ajustarse a la máxima economía;

d. La línea de conducción debe dotarse de los accesorios y obras de arte necesarios para su correcto funcionamiento, con forme a las presiones de trabajo especificadas

Fuente: http://www.leybook.com/doc/27024

para las tuberías y tomar en cuenta además su protección y su mantenimiento;

6.8.5.1. CASO I

Línea de conducción en canales a cielo abierto

Deben localizarse siguiendo las curvas de nivel que permitan una pendiente apropiada, a fin de que la velocidad del agua no produzca erosiones ni azolves.

El cálculo hidráulico de la tubería trabajando como canal se hará empleando la fórmula de Manning.

Los coeficientes de rugosidad que se deben utilizar para los diferentes tipos de materiales son los siguientes:

Tabla 14. Coeficientes de rugosidad de Manning

Material	Coeficiente (n)
Concreto liso	0,012
Hierro fundido	0,013
Acero soldado sin revestir	0,013
Acero soldado con revestimiento	0,011
Interior a base de epóxido plástico PVC	0,009

Cuando el estudio económico determine que la conducción puede realizarse por medio de un canal, éste podrá ser abierto siempre que el costo de la capacidad de conducción adicional sea mínimo y que las pérdidas de agua no produzcan deficiencias en el caudal que se pretende entregar.

Para ayudar a preservar la calidad del agua, en conducciones mediante canales abiertos, estos deberán ser revestidos.

6.8.5.2. CASO II

Líneas de conducción por tuberías

Cuando la tubería trabaje a presión, el cálculo hidráulico de la línea consistirá en utilizar la energía disponible para vencer las pérdidas por fricción únicamente, ya que en este tipo de obras las pérdidas secundarias no se toman en cuenta por ser muy pequeñas.

Fuente: http://www.leybook.com/doc/27024

Se empleará la fórmula de Hazen - Williams, en la que se despeja la gradiente hidráulica u otras fórmulas similares reconocidas.

Donde:
Q = Caudal metros cúbicos por segundo
C = Coeficiente de rugosidad
D = Diámetro interno de la tubería en metros
L = Longitud de la tubería en metros
H = Pérdida de carga en metros

En el perfil de la conducción, se hará el trazo de la línea piezométrica que corresponde a los diámetros que satisfagan la condición de que la carga disponible sea igual a la pérdida de carga por fricción.

6.8.6. Accesorios y válvulas.

Las líneas de conducción por gravedad requieren de accesorios y válvulas para su debida operación, protección y mantenimiento. El diseñador debe cumplir con los siguientes requisitos:

a. Instalar cajas rompe-presión cuando las presiones estáticas sobrepasen la presión máxima establecidas en el diseño;

b. En el caso de tuberías de acero, deben instalarse juntas de dilatación flexible, debidamente soportados y anclados;

c. Cuando se requiera, se deben local izar válvulas de aire y vacío con los diámetros adecuados en las cimas del perfil de la línea de acuerdo a lo establecido en el cálculo hidráulico;

d. Cuando se requiera en los puntos más bajos de la línea se deben instalar válvulas de limpieza con diámetros adecuados;

e. Al inicio y al final de la línea de conducción, deben instalarse válvulas de compuerta para regular o cortar el flujo cuando sea necesario.

6.8.7. Líneas de conducción por bombeo o por impulsión. Para el cálculo hidráulico, las pérdidas por fricción se deben determinar mediante el uso de la fórmula de Hazen - Williams o similar (Ver numeral 6.8.5.2).

Para el cálculo preliminar del diámetro económico se usará la fórmula siguiente: con K = 0,9 y n = 0,45; o similares

Fuente: http://www.leybook.com/doc/27024

$D = K\ (Q)^n$
$D = 0.9\ (Q)^{0.45}$

D= diámetro en metros
Q= caudal en m^3/s
n = factor potencial

Se debe realizar un análisis económico para la determinación del diámetro, tomando en cuenta los costos anuales del consumo de energía, costo de las tuberías y los costos totales de operación y mantenimiento a través del tiempo. La alternativa que presente el menor costo fijará el diámetro más económico.

Para la protección de las tuberías contra el golpe de ariete deben utilizarse válvulas aliviadoras de presión, torres de oscilación, Tanque de Aire Comprimido o Tanque Hidroneumático. También deben instalarse válvulas de aire y vacío y de drenaje, de acuerdo con las mismas recomendaciones dadas para las líneas de conducción por gravedad.

6.9. Red de distribución.

En el diseño de la red de distribución el diseñador debe tomar en cuenta lo siguiente:

a. Plan regulador del municipio, si es que existe, en el que se establecen los usos actuales y futuros de la tierra con sus densidades de población;

b. Plano topográfico, con sus calles existentes y futuras, perfiles de las calles y las características topográficas de la localidad;

c. Servicios públicos existentes y proyectados, tales como:

1) Alcantarillado sanitario
2) Alcantarillado pluvial
3) Servicio de energía eléctrica
4) Servicio de comunicaciones
5) Acondicionamiento de las calles: (sin recubrir, con adoquines, con asfalto, etc.)

d. Estado actual de la red de agua potable existente: (Diámetros, clase de tuberías, edad de las mismas, etc.); ubicación del tanque existente con sus cotas de fondo y rebose, determinación de los puntos de entrada del agua en la red desde la fuente y desde el tanque;

e. Determinar la oferta, demanda, presiones residuales y distribución del agua.

6.9.1. Diseño de la Red.

Fuente: http://www.leybook.com/doc/27024

El diseñador debe tomar en cuenta los siguientes aspectos fundamentales:

a. Las redes de distribución deben dotarse de los accesorios y obras de artes necesarias, con el fin de asegurar el correcto funcionamiento y facilitar su mantenimiento;

b. El sistema principal de distribución de agua puede ser de red abierta, de malla cerrada, o una combinación de ambas, de acuerdo a las características urbanísticas del sector;

c. En las calles, la tubería debe ubicarse en la banda sur y en las avenidas en la banda este, en ambos casos a un metro de la cuneta existente o proyectada;

d. En caso de sistemas condominiales y calles con concreto hidráulico debe ubicarse en aceras o terrenos públicos o privados, previo acuerdo con la municipalidad y/o propietarios.

6.9.1.1. Parámetros de diseños.

En los diseños se aplican los datos específicos siguientes: dotaciones por persona, período de diseño, población futura.

Además de factores específicos como: coeficientes de rugosidad, velocidades permisibles, presiones mínimas y máximas, diámetro mínimo, cobertura sobre tubería y resistencia de las tuberías. A continuación, se describe cada uno de los factores.

Tabla 15. Coeficiente de rugosidad (C) en la fórmula de Hazen Williams.

Material del conducto	C	
	Nuevos	Existentes
Cloruro de polivinilo (PVC)	150	130
Hierro fundido cubierto (Interior y exteriormente)	130	100
Hierro Galvanizado	130	100

a. Velocidades permisibles. Se permitirán velocidades de flujo de 0,60m/s a 5,00m/s, de ser necesario se deben instalar válvulas de limpieza;

b. Presiones mínimas y máximas. La presión mínima residual en la red principal de los sistemas urbanos debe ser de 14,00 m y la máxima de 50,00 m; permitiéndose presiones estáticas de hasta de 70,00 m en puntos aislados o con topografía muy irregular. En las zonas rurales se permitirán presiones mínimas de 5 m en el punto de la conexión con el medidor domiciliar y presiones máximas en la línea de conducción

Fuente: http://www.leybook.com/doc/27024

de acuerdo a las características del material y al análisis hidráulico a utilizar debidamente justificado. En la red de distribución las presiones máximas serán de 50 m.

c. Diámetro mínimo. El diámetro mínimo de la tubería de la red de distribución debe ser de 50 mm siempre y cuando se demuestre que su capacidad sea satisfactoria para atender la demanda máxima. En zonas rurales donde se determine que no habrá crecimiento poblacional, podrá usarse el diámetro mínimo de 37,5 mm.

d. Cobertura sobre tuberías. En el diseño de tuberías colocadas en calles de tránsito vehicular se mantendrá una cobertura mínima de 1,20 m, sobre la corona del conducto en toda su longitud. En los casos que se requiera que la tubería quede a menor profundidad se debe justificar la protección de la misma. En andenes esta cobertura mínima será 0,70 m.

e. Resistencia de la tubería y su material. Las tuberías deben resistir las presiones internas estáticas, dinámicas, de golpe de ariete, y las presiones externas de rellenos y cargas vivas debido al tráfico;

f. Selección de tuberías. Comprende el tipo de material, diámetro, resistencia y longitud de la misma. Para la selección de tubería de HºFºDº véase la Norma ISO 2531-2009. Para PVC véase la Norma ASTM D2241, ASTM D1785, ASTM D l 784 y AWWA C900, C905. Selección de tuberías o, en su versión vigente. El material de los conductos debe estar en función de las características del terreno en su aspecto de sustentación y de agresividad.

6.9.1.2. Hidráulica del acueducto.

Para el análisis de una red deben considerarse los aspectos de red abierta y el de malla cerrada. En el caso de red abierta puede usarse el método de la gradiente piezométrica y caudal, usando la fórmula de Hazen-Williams u otras similares. Ver unidades de las variables en el numeral 6.8.5.2

Para el caso de malla cerrada podrá aplicarse el método de Hardy Cross, considerando las diferentes condiciones de trabajo de operación crítica.

En el análisis hidráulico de la red debe tomarse en cuenta el tipo de sistema de suministro de agua ya sea por gravedad o por bombeo.

6.9.1.3. Sistema por gravedad.

El diseño de la red de distribución se hará para tres condiciones de operación.

Fuente: http://www.leybook.com/doc/27024

1. Consumo de máxima hora. para el final del período de diseño. La demanda máxima horaria en todos los tramos y circuitos de la red de distribución, debe estar en dependencia de las siguientes opciones:

a. El 100% del caudal demandado llegar por medio de la línea de conducción, fuente o planta de tratamiento, siempre y cuando no se contemple tanque de almacenamiento;

b. El caudal requerido llegará por medio de la línea de conducción que aportará la demanda máxima día y el tanque de almacenamiento completará la demanda máxima hora;

2. Consumo coincidente. El cual corresponde a la demanda máxima día más la demanda de incendio ubicado en uno o varios puntos de la red de distribución;

3. Demanda cero. En esta condición se analizarlas máximas presiones en la red.

6.9.1.4. Distribución por bombeo.

Para el diseño de un sistema por bombeo se tienen dos condiciones de análisis:

a. Bombeo hacia el tanque de almacenamiento y de éste por gravedad a la red de distribución;

En esta condición el caudal correspondiente al consumo máximo diario es bombeado hacia el tanque de almacenamiento. La red demandará del tanque, el consumo de la máxima hora, o la demanda coincidente. El tanque trabajará con una altura que permita dar las presiones residuales mínimas establecidas en todos los puntos de la red;

b. Bombeo hacia la red de distribución, con tanque de almacenamiento dentro de la red o en el extremo de ella;

En los sistemas de impulsión contra la red, se deben considerar las soluciones más económicas que garanticen un servicio eficiente y continuo para las siguientes condiciones de trabajo:

CASO I. Consumo máximo hora con bombeo para el último año del período de diseño. En este caso, se debe suponer que los equipos de bombeo están produciendo e impulsando el caudal máximo día por medio de las líneas de conducción a la red y el tanque de almacenamiento aporta el complemento al máximo hora.

CASO II. Consumo máximo hora sin bombeo para el último año del período de diseño. En este caso, la red trabaja por gravedad atendiendo la hora de máximo consumo desde el tanque.

Fuente: http://www.leybook.com/doc/27024

CASO III. Consumo coincidente del máximo día más incendio. Similar al Caso I, pero el caudal para incendio se concentra en el punto de la red más desfavorable. Las estaciones de bombeo producirán el caudal de máximo día y el tanque de almacenamiento aportará el resto del caudal requerido. Todo para el último año del período de diseño.

CASO IV. Consumo coincidente con bombas sin funcionar. Similar al Caso III, pero con la variante del cuadro de presiones originadas por una condición de suministro de un caudal de incendio concentrado en los nodos más desfavorables. Todo el caudal necesario será aportado por el tanque.

CASO V. Bombeo del consumo máximo día sin consumo en la red. Este caso determina la carga total dinámica de las bombas y servirá para dimensionar la potencia de las mismas ; aquí el agua va directamente al tanque sin ser consumida, dando las presiones máximas en la red.

CASO VI. Análisis dinámico en período extendido de 72 horas. El diseñador debe utilizar la curva de patrón de consumo de la población en estudio o de una población similar.

6.9.1.4.1. Rellenos de los circuitos principales.

Se deben usar tuberías de rellenos ·en los circuitos con tuberías principales según lo indicado en la siguiente tabla:

Tabla 16. Diámetro de tuberías de relleno de los circuitos principales

Circuitos Principales (mm)	Tuberías de Relleno (mm)		
tuberías de 75	37.57	50	-
tuberías de 100	50	75	-
tuberías de 150	50	75	100

6.9.1.4.2. Accesorios y Obras complementarias de la red de distribución.

Válvulas de pase. Deben espaciarse de tal manera que permitan aislar tramos máximos de 400 metros de tuberías, cerrando no más de cuatro válvulas. Deben instalarse siempre en las tuberías de menor diámetro y ser protegidas mediante cajas metálicas subterráneas u otras estructuras accesibles especiales; en las zonas rurales se protegerán con tubo de PVC o concreto y su respectiva tapa.

Válvulas de limpieza. Para descargar los sedimentos acumulados en las redes, deben

Fuente: http://www.leybook.com/doc/27024

instalarse estos dispositivos en los puntos más bajos y extremos de la red.

Válvula reductora de presión y cajas rompe presión. Estos dispositivos deben instalarse para controlar las presiones mayores a la máxima permitida.

Las válvulas deben cumplir con la norma AWWA C- 509, para las válvulas de pase y limpieza.

Hidrantes. Deben localizarse preferentemente en las líneas matrices de las redes de distribución. Tomando en cuenta su función específica, se fijará su capacidad en función a la naturaleza de las áreas a las que deben prestar su protección debiendo cumplir con lo establecido en la norma AWWA C- 502 y 503 y la NTON 22 002 - 09.

En zonas residenciales, unifamiliares con viviendas aisladas, deberán colocarse a 400 metros de separación y su capacidad de descarga será de 10 l/s (160 gpm). También se respetará esta misma distancia de separación, en áreas residenciales, comerciales, mixtas o de con instrucciones unifamiliares continúas. En este caso, su capacidad de descarga será de 15,77 lis (250 gpm). Los hidrantes deben ser de 100 m m de diámetro, provistos de dos bocas de incendios de 62,5 m m de diámetro con roscas "NATIONAL STANDARD".

Anclajes. Es obligado el uso de los anclajes de concretos en cada u no de los accesorios de la red. El diseño de los mismos debe soportar las fuerzas internas producidas por la presión del agua dentro de la red.

6.9.1.4.3. Conexiones domiciliares.

El diámetro mínimo de cada conexión será de 1/2 pulgada (12,5 mm). En toda conexión domiciliar debe instalarse un medidor de flujo de agua, válvula, caja protectora y una llave de chorro en caso de considerar conexión de patio.

Puesto Público. Cada puesto público debe tener 1 o 2 grifos de 12,5 mm de diámetro y debe contar con medidor de flujo y válvula de pase. Debe construirse en terreno público o comunal. Debe cercarse en un área mínima de 3 m x 3 m de tal forma que garantice su fácil acceso y protección.

La distancia entre el pozo o puesto público y la casa más alejada debe ser 300 m. En caso de poblaciones muy dispersas, las distancias deben ser modificadas, con su debida justificación.

6.10. Almacenamiento.

Se deben satisfacer las máximas demandas que se presenten durante la vida útil del sistema y mantener las reservas que garanticen hacer frente, tanto a los casos de interrupciones en el suministro de energía, como en los casos de daños que sufran las

Fuente: http://www.leybook.com/doc/27024

líneas de conducción o de cualquier otro elemento.

Se deberá instalar medidores a la salida de los tanques de almacenamiento.

En los sistemas donde existan o se proyecten hidrantes para combatir incendios, se deben almacenarlos volúmenes de agua considerando como mínimo 2 horas para enfrentar estas circunstancias.

6.10.1. Capacidad Mínima. Debe estar compuesta por: Volumen compensador. Debe compensar las variaciones horarias del consumo. En este caso se debe almacenar para:

a. Poblaciones menores de 20000 habitantes, el 25% del consumo promedio diario más pérdidas (CPD);

b. Poblaciones mayores de 20000 habitantes, será necesario determinar este volumen en base al estudio y análisis de las curvas acumuladas (masas) de consumo y de producción, del sistema de agua de la localidad existente o de una similar.

Reserva para eventualidades y/o emergencias. Este volumen debe ser igual al 15% del consumo promedio diario (CPD).

Reserva para combatir incendios. La reserva para incendio se hará con un almacenamiento de 2 horas de acuerdo a la demanda de agua para incendio.

6.10.2. Localización.

Los tanques deben estar ubicados lo más cercano posible a la red de distribución, teniendo en cuenta la topografía del lugar y que garantice las presiones uniformes en todas y cada una de las casas tributarias a cada nodo, componente de dicha red.

El fondo del tanque debe estar a una elevación que garantice la presión residual mínima establecida.

6.10.3. Tipos de materiales de tanques.

Es obligatorio elaborar un estudio económico para seleccionar los tipos de materiales de los tanques, de acuerdo a lo siguiente:

a. Concreto armado;

b. Acero;

c. Mampostería. Se debe considerar para pequeñas localidades donde abunden los materiales de piedra de banco, piedra cantera, ladrillo, bloque, otros y cuya altura total

Fuente: http://www.leybook.com/doc/27024

sea menor o igual a 3.0 metros;

d. Concreto ciclópeo;

e. Fibra de vidrio;

f. Plástico. Se debe considerar para pequeñas localidades siempre que el fabricante o proveedor demuestre mediante certificación de origen, que su exposición al sol y/o contacto con el cloro, no provoque efectos que convierta el agua no apta para consumo humano;

g. Acero vitrificado;

h. Ferrocemento

6.10.4. Tipos de tanques.

6.10.4.1. Tanques sobre el suelo. Se debe considerar este tipo de tanques cuando lo permita la topografía del terreno. En el diseño de los tanques debe tenerse en cuenta lo siguiente:

a. Cuando la entrada y salida de agua sean mediante tuberías separadas, se ubicarán en los lados opuestos a fin de permitirla circulación del agua;

b. Deben incluirse los accesorios como escaleras, respiraderos, aberturas de acceso, sistema de boya, indicador de niveles, acceso con su tapadera y dispositivo de resguardo.

6.10.4.2. Tanques elevados.

En el diseño de tanques elevados, deben incluirse los accesorios como escaleras, dispositivos de ventilación, abertura de acceso marcador de niveles, baranda y en algunos casos una luz de advertencia para la navegación aérea.

Consideraciones comunes para el diseño de los tanques sobre suelo y elevados.

a. Que el nivel mínimo del agua en el tanque garantice las presiones mínimas en la red de distribución;

b. Debe utilizarse la misma tubería para entrada y salida del agua solo en el caso que el sistema sea fuente-red-tanque;

c. La escalera exterior deberá tener protección adecuada y dispositivos de seguridad;

d. Se diseñarán los dispositivos que permitan controlar el nivel máximo y mínimo del

Fuente: http://www.leybook.com/doc/27024

agua en el tanque;

e. Debe proveerse un paso directo tipo puente (by-Pass) que permita mantener el servicio mientras se efectúe el lavado o la reparación del tanque;

f. Siempre deben ser cerrados, para evitar la contaminación del agua;

g. Las tuberías de rebose deben descargar libremente, sobre estructura de disipación para evitar la erosión del suelo;

h. Se instalarán válvulas de compuertas en todas las tuberías con excepción de las tuberías de rebose y todos los accesorios de las tuberías deben ser bridados;

i. La localización del tanque debe estar protegida del escurrimiento superficial;

j. Los drenes sobre la losa de cimentación de tanque deben descargar libremente a un canal de desagüe.

6.10.4.3. Tanques compensadores. Combinados (sobre suelos y elevados). Se utilizan cuando no se tienen las presiones requeridas para abastecer a un sector de la población, el cual consiste en diseñar dos tanques de almacenamientos u no sobre suelo para garantizar el volumen demandado y otro elevado para proporcionar las presiones requeridas.

6.10.4.4. Tanque para almacenamiento de agua de lluvia. Los tipos de almacenamiento para agua de lluvia pueden ser construidos de: Mampostería, Ferrocemento, Concreto simple o concreto ciclópeo y Plásticos; este último debe cumplir con lo establecido en el numeral 6.10.3 inciso f). También pueden utilizarse embalses artificiales o aprovechamiento de depresiones naturales.

Debe diseñarse para almacenar el volumen de agua necesaria durante el periodo de estiaje, la que debe cumplir con lo siguiente:

a. Impermeabilidad a fin de evitar pérdida de agua por fugas.

b. Altura del tanque no mayor a 2.0 m para minimizar las sobre presiones;

c. Debe tener tapa para i m pedir el ingreso de sustancias no deseadas (polvo, insectos vectores y luz solar). La escotilla de la tapa debe ser como mínimo 0.60 m x 0.60 m;

d. La entrada y el rebose de la tubería deben tener malla en sus extremos;

e. Estar dotado de dispositivos para el retiro de agua y el drenaje;

Fuente: http://www.leybook.com/doc/27024

f. El agua almacenada y destinada al consumo humano debe ser desinfectada como medida profiláctica para la eliminación de agentes patógenos antes de su ingesta;

g. Para soluciones individuales, el tratamiento debe efectuarse a través de filtros de mesa con material filtrante de arena, seguida de la desinfección con solución de cloro.

6.11. Desinfección.

La calidad del agua destinada para consumo humano se estable en la Normativa 066, "Manual para la vigilancia Sanitaria del agua para consumo h u mano ", Acuerdo Ministerial Nº 232 2011, MINSA.

Debe cumplir con los valores recomendados y máximos permisibles, establecidos en el Acuerdo Ministerial No .65-94 que corresponden a las Normas Regionales CAPRE, "Normas de Calidad del Agua para el consumo"; en su versión vigente.

El sistema de abastecimiento de agua, debe considerar u n sistema de desinfección apropiado, que garantice la calidad bacteriológica del agua para consumo humano. El cálculo de la dosis debe ser establecida en función de la calidad del agua y el caudal.

En la desinfección del agua para consumo humano debe utilizarse el cloro gaseoso, hipoclorito de calcio o hipoclorito de sodio u otros autorizados por el MINSA.

7. SANCIONES.

Se sancionará de acuerdo con lo establecido en la Ley No 1046 Ley de Reforma a Ley No. 620, Ley General de Aguas Nacionales y la Ley 297 Ley General de servicios de agua potable y alcantarillado sanitario.

8. DEROGACIÓN.

Esta norma deroga en su totalidad a la NTON 09 001 - 99 Diseño de Sistemas de abastecimiento de agua potable en el medio rural y la NTON 09 003 - 99 Norma técnica para el diseño de abastecimiento y potabilización del agua, ambas normas aprobadas en la sexta reunión ordinaria de la Comisión Nacional de Normalización Técnica y Calidad el seis de octubre de 1999.

9. OBSERVANCIA.

La verificación de esta norma estará a cargo de la Autoridad Nacional del Agua y todas las Instituciones en el ámbito de sus competencias.

10. ENTRADA EN VIGOR.

La presente Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense, entrará en vigor en ciento

Fuente: http://www.leybook.com/doc/27024

ochenta (180) días luego de su publicación en el Diario Oficial La Gaceta.

11. DEROGACIÓN.

12. TRANSITORIOS.

Los diseños contratados o en ejecución que fueron aprobados antes de la entrada en vigencia de la presente norma, podrán continuar con el diseño de acuerdo a lo establecido en la NTON 09 001 - 99 o la NTON 09 003 - 99.

13. ANEXOS.

Anexo A
(informativo)

Guía técnica para estudios hidrogeológicos

1. Introducción

Se debe describir de manera general el perfil del proyecto considerando los aspectos más relevantes del estudio, además de referir brevemente al propósito y resultados obtenidos del mismo.

2. Antecedentes

Considerar los estudios previos realizados que proporcionen información relacionada y que puedan servir de fuente para definir la caracterización general del área de estudio, así como la obtención de información específica, tal como: columnas litológicas, datos de pruebas de bombeo, parámetros hidráulicos (conductividad hidráulica, transmisividad, coeficiente de almacenamiento y capacidad especifica), registros de niveles de aguas subterráneas, diseño de pozos, análisis hidroquímico.

Se debe hacer empleo de referencias bibliográficas que argumentan los criterios técnicos de análisis empleados para la definición de cada una de las secciones relacionadas a la caracterización hídrica.

3. Objetivos del estudio

3.1 Objetivo general
Evaluar a escala local el estado actual de los recursos hídricos subterráneos, que se pretenden aprovechar en el área de influencia del proyecto, considerando los aspectos de cantidad y calidad.

3.2 Objetivos específicos

Fuente: http://www.leybook.com/doc/27024

a. Considerar la demanda de agua actual y futura;

b. Recopilar información existente que sirva para definir la línea base del estudio;

c. Real izar inventario de pozos existentes dentro del área de influencia del proyecto;

d. Definir la caracterización hidrogeológica a partir de información obtenida de estudios previos y el levantamiento de campo;

e. Evaluar oferta de agua mediante la ejecución de pruebas de bombeo y estimación de parámetros hidráulicos del acuífero;

f. Evaluar interferencia y posible afectación de fuentes de abastecimiento existentes;

g. Presentar diseño preliminar del pozo(s) y otros tipos de obras;

h. Evaluar la calidad del agua, en correspondencia con lo establecido en las normas vigentes;

i. Estimar el potencial hídrico subterráneo del área de estudio;

j. Identificar riesgos potenciales de contaminación en el área de estudio.

4. Localización y delimitación del área de estudio

Se debe especificar, tanto de manera geográfica como hidrográfica, el área o zona de extensión donde se realiza el estudio. Presentar mapa(s) de macro y micro localización.

Utilizar codificación establecida mediante metodología Pfafstetter (INETER, 2016) y especificar el acuífero.

5. Caracterización climática

Se debe desarrollar la caracterización climática de la unidad hidrológica, referida a las principales variables meteorológicas (precipitación, temperatura, evaporación, evapotranspiración potencial entre otras); para tal fin se deberá hacer uso de la red de estaciones climáticas provenientes de la Red de INETER, dado que dicha institución rige la información nacional, se deben utilizar los datos de las estaciones ubicadas dentro del área de influencia del proyecto. No obstante, en el caso de no existir esta condición, se recomienda usar datos de las estaciones cercanas al área de estudio o aquellas que tengan representatividad, realizando un análisis de las mismas y justificando este procedimiento de manera explícita y soportada dentro del documento.

6. Descripción topográfica, geomorfológica y ambiente geológico

Fuente: http://www.leybook.com/doc/27024

Exponer los aspectos topográficos, geomorfológicos y geológicos de mayor relevancia, existentes en la zona de estudio.

Se debe incluir la elaboración de mapa(s) con la descripción de la columna litológica (depósito, tipo de roca, grano, grado de consolidación, etc.) incluyendo el ambiente estructural (fallas, fracturas, lineamientos y estructuras principales) y relacionar d ichos elementos con la dinámica de acuífero.

7. Caracterización hidrogeológica

Definir el nombre del acuífero (en caso que este se encuentre definido) y describir el tipo de acuífero (libre, confinado, semiconfinado, colgado, fracturado), identificando las zonas de recarga y descarga, delimitación geométrica (bordes hidrogeológicos y basamento), espesores de la(s) formación(es) permeables e impermeables.

Así mismo, se deberán caracterizar las propiedades hidrogeológicas (acuífero homogéneo o heterogéneo), la dirección del flujo del agua subterránea (mapa piezométrico), el gradiente hidráulico; tomando como referencia la información cartográfica y bibliográfica existente.

En este capítulo se debe elaborar un mapa hidrogeológico del área de estudio que involucre tanto información de estudios previos como la obtenida durante el levantamiento de campo.

8. Inventario de pozos

Presentar información técnica de pozos existentes, localizados dentro un radio de 3 km del área de influencia del proyecto. Para los pozos inventariados se debe recopilar al menos la siguiente información:

a. Identificación;

b. Ubicación (breve dirección o nombre del lugar);

c. Coordenadas (x,y,z) UTM-WGS 84 Zona 1 6 P;

d. Propietario;

e. Tipo de Pozo (excavado, perforado);

f. Estado del pozo (producción u observación);

g. Profundidad del pozo;

Fuente: http://www.leybook.com/doc/27024

h. Diámetro del pozo;

i. Nivel Estático del Agua subterránea;

j. Dimensiones de la base (ancho, alto y largo);

k. Equipo de bombeo (manual, vertical, sumergible);

l. Uso del recurso;

m. Fecha de perforación;

n. Caudal de extracción (m 3/día);

o. Régimen de operación (Horas al día);

p. Observaciones.

Durante el inventario de campo se recomienda la medición i n situ de parámetros de calidad de las aguas tales como: pH, temperatura, salinidad, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, potencial REDOX, Sólidos Totales Disueltos, etc.

Se debe incluir un mapa que presente la ubicación de pozo(s) y las curvas piezométricas de la zona en caso de que aplique.

9. Análisis hidráulico

A partir de datos de prueba de bombeo se debe realizar la estimación de parámetros hidráulicos: conductividad hidráulica, transmisividad, coeficiente de almacenamiento, capacidad específica y radio de influencia. Incluir breve descripción del tipo de prueba realizada (escalonada / continua/ recuperación, fecha / duración / caudal de extracción / etc.), especificando los métodos de cálculo empleados para el procesamiento e interpretación de los resultados obtenidos, así como los gráficos/figuras/tablas que sean necesarios para la representación de los mismos y para justificar los valores de las componentes de los modelos utilizados.

Partiendo del cálculo del radio de influencia, se debe presentar un análisis de interferencia y posible afectación con respecto a pozos de abastecimiento público y demás usuarios.

10. Prueba de bombeo

La prueba de bombeo se efectuará con el equipo de bombeo que posea características adecuadas en relación con la producción prevista de la fuente. Asimismo, la fuente deberá tener facilidades para la medición de niveles, es decir,

Fuente: http://www.leybook.com/doc/27024

contar con tubos piezómetros. En cuanto a la medición de caudal, se deberán utilizar instrumentos tales como; medidor maestro, tubos de descarga con orificios, válvulas de descarga para regulación de caudal, etc.

En las pruebas, el caudal será establecido mediante medidor

maestro o por el método de aforo vertedero de orificio circular y será comprobado con el método de aforo volumétrico.

La planificación y la supervisión de las pruebas de bombeo, será responsabilidad del supervisor nombrado por el contratante. Se realizarán pruebas a descargas variables o escalonadas y a caudal constante o definitiva, según corresponda.

Antes de cada prueba, a fin de observar el comportamiento de niveles en el pozo se realizará una prueba de bombeo preliminar de una hora mínima de duración a caudal máximo (un 20 % superior al caudal proyectado (CMD)), o en su defecto con el caudal de mejor comportamiento de la fuente.

En la prueba de bombeo del tipo descarga variable, también conocida con los nombres de escalonadas se probarán tres (3) caudales diferentes ensayados en orden ascendentes. Los caudales a probarse deberán tener una relación de 1 .5 del escalón u no al tercer escalón, siendo el tercer escalón semejante al de la prueba de bombeo preliminar el que, dependerá del caudal máximo del equipo de bombeo instalado.

Durante la prueba de bombeo, el caudal real de operación será determinado mediante medidor maestro, preferiblemente por el método de aforo vertedero de orificio circular y será comprobado con el método de aforo volumétrico.

Cada escalón se mantendrá constante hasta observar señales de estabilización. Con el fin de estar seguro de haber alcanzado la situación indicada, el bombeo del primer escalón se prolongará 2 horas; el segundo escalón se extenderá por 2 horas más y final mente, el tercer escalón se extenderá por 2 horas consecutivas. Inmediatamente después de suspender el bombeo, se realizarán las mediciones de recuperación de niveles hasta que se registre una recuperación del 80% con respecto al nivel estático inicial.

La prueba a caudal constante se efectuará con u n caudal semejante al del tercer escalón; o en su defecto con el que hubiese tenido mejor comportamiento de los niveles registrados en las pruebas de bombeo escalonadas, con una duración de 24 horas consecutivas, como mínimo. Sin embargo, si el nivel de bombeo no llegara alcanzar la situación de estabilización, la prueba de bombeo suspenderá cuando se tengan 48 horas de bombeo.

Inmediatamente después de suspender el bombeo, se real izarán las mediciones de recuperación hasta que se registre una recuperación del 80% con respecto al nivel

Fuente: http://www.leybook.com/doc/27024

estático inicial.

Se llevará un registro de los niveles de agua durante el tiempo que dure la prueba desde el inicio hasta la conclusión de la misma; e igualmente se llevará después de la suspensión del bombeo.

Con el objeto de evitar la recirculación del agua extraída, el agua bombeada se conducirá hasta drenajes naturales existentes o adecuados, por medio de tuberías u otras condiciones.

Si la prueba de bombeo es interrumpida debido a fallas en el equipo o por motivos adversos, se dará por terminada y será reiniciada una vez se haya alcanzado una recuperación de al menos el 80% con respecto al nivel estático del agua medido inicialmente.

Las actividades de las pruebas de bombeo incluyen lo siguiente:

Instalación de válvulas de descarga y accesorios.

a. Determinar el personal necesario para operar, mantener y reparar el equipo y medir los niveles de agua;

b. Determinar si se cuenta con las facilidades para la medición del nivel de agua en el pozo bombeado;

c. Proporcionar sondas eléctricas apropiadas;

d. Instalación de medidor con vertedero circular y drenaje para agua extraída.

11. Análisis de calidad de aguas

Realizar análisis de laboratorios de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos (coliformes totales, coliformes fecales y E. coli). Si fuese el caso de una zona que ha experimentado algún grado de exposición o posea historial de contaminación, deberán realizarse los análisis correspondientes, por ejemplo: componentes inorgánicos (incluye metales pesados), componentes orgánicos (incluye plaguicidas e hidrocarburos).

Así mismo, se debe presentar la debida interpretación de los resultados comparándose con los rangos y valores recomendados conforme a las normas de calidad de agua nacional o en su defecto, con los límites permisibles tomando como referencias normas regionales e internacionales vigentes, en los casos de sustancias o componentes que no estén reguladas en la norma.

12. Potencial hídrico de la zona

Fuente: http://www.leybook.com/doc/27024

Incorporar una evaluación debidamente sustentada y/o argumentada del potencial hídrico disponible del área con base en la recarga estimada versus extracción y preferiblemente a nivel de acuífero. Esto podrá realizarse con base en un análisis de la información recopilada y de las mediciones que fuesen posible llevar a cabo en el campo (pruebas de infiltración, validación de vegetación predominante, etc.).

13. Riesgos potenciales de contaminación

Identificar y analizar posibles fuentes de contaminación ubicadas dentro de un radio de 3 km, del área de influencia del proyecto.

Algunas fuentes potenciales pueden ser: tanques sépticos, plantas de tratamiento, estaciones de servicio, plantaciones de cultivo donde se utilice agroquímicos, industrias, botaderos de desechos sólidos, rastros, entre otros. Para esto se deberá incluir un mapa que localice los posibles focos de contaminación identificados.

14. Propuesta de sitios de ubicación de nuevos pozos

Se deberá elaborar propuesta que identifique la ubicación de los sitios ideales para emplazamiento de perforaciones de pozos nuevos que aseguren el abastecimiento de la demanda actual y futura del proyecto.

Además de los criterios hídricos se deben considerar los aspectos sociales, ambientales y técnico-económicos, así como asegurar la legalidad de los predios en d onde se podrían construir dichos pozos.

15. Diseño preliminar del pozo

Esquematizar y describir el diseño preliminar o definitivo del pozo, especificaciones técnicas del equipamiento, proceso de perforación y las demás actividades involucradas en la etapa de construcción del mismo.

Detallar las pruebas de bombeo a ser realizadas durante la etapa de construcción del pozo, así como también el muestreo y los análisis de calidad de las aguas a ser considerados.

16. Conclusiones

Presentar los principales hallazgos del estudio que respondan a los objetivos propuestos.

17. Recomendaciones

Enumerar las diferentes recomendaciones que resulten necesarias a partir de los

Fuente: http://www.leybook.com/doc/27024

hallazgos y resultados del estudio igualmente proponer medidas de protección de los recursos hídricos y planes de monitoreo de la fuente de aprovechamiento.

18. Bibliografía

Citar los documentos utilizados como fuente de consulta (informes, reportes, material cartográfico etc), para la elaboración del estudio.

19. Anexos

Se deberá adjuntar memorias de cálculo, registros meteorológicos, resultados de laboratorio (calidad agua), tablas, figuras, mapas, registros de pozos, resultados de prueba de bombeo, informes de estudios complementarios etc.

20. Aspectos Técnicos

a. El estudio debe ir firmado y sellado por el autor o equipo técnico encargado de la realización del mismo y aprobado por el solicitante;

b. La información debe auxiliarse de figuras, mapas, tablas, gráficos y anexos que faciliten la comprensión y validen los datos que representen;

c. La proyección de coordenadas debe ser en UTM WGS-84 Zona 16P;

d. El Inventario de pozos tendrá que ser actualizado;

e. Las pruebas de bombeo, deberán ser escalonadas, para definir la eficiencia del pozo y estado constructivo, y la de caudal constante para definir los parámetros hidráulicos del acuífero;

f. Los datos deben ser presentados utilizando el Sistema Métrico Internacional;

g. La información hidrometeorológica a ser utilizada en el estudio debe ser proporcionada por fuentes lícitas, comprobables y fidedignas como INETER, y en aquellos lugares en los que no se cuente con dicha información, se puede hacer referencia de estudios técnicos realizados a diferentes escalas dentro del territorio nacional garantizando la homogeneidad en la serie de datos utilizados;

h. E n caso de perforación de nuevo pozo (s) en zonas desfavorables para la ocurrencia del agua subterránea, donde no se cuenta con información litoestratigráfica y/o hidrogeológica, se deberá llevar a cabo un levantamiento geofísico del sitio previsto;

i. En caso que el proyecto se encuentre en áreas costeras, se deberá incluir un estudio de evaluación en base al riesgo de contaminación por intrusión salina, este deberá

Fuente: http://www.leybook.com/doc/27024

considerar la perforación exploratoria vinculada al comportamiento de calidad del agua;

j. En caso que el pozo (s) se ubique (n) cerca de un cuerpo de agua superficial, se deberá evaluar la interacción entre ambos a través del análisis e interpretación de resultados obtenidos de las mediciones in-situ pertinentes;

k. Para la ejecución del trabajo de campo se deben emplear equipos especializados que han sido diseñados/fabricados y debidamente calibrados para tales fines, esto con el fin de garantizar la confiabilidad de los resultados;

l. Para la medición de NEA (Nivel Estático del Agua) se deben utilizar sondas eléctricas debidamente marcada milimétricamente;

m. Para la medición in situ de los parámetros físicos de las aguas se debe emplear laboratorios portátiles o equipos de campo fabricados para este fin (conductivimetros, pH-metros, termómetros, etc);

n. Adjuntar en digital los proyectos en modelos de simulación de los mapas y cálculos básicos realizados.

A nexo B
(informativo)

Guía Técnica de Estudios Hidrológicos

l. Introducción

Se debe describir de manera general el perfil del proyecto considerando los aspectos más relevantes del estudio, además de referir brevemente al propósito y resultados obtenidos del mismo.

2. Antecedentes

Considerar los estudios previos realizados que proporcionen información relacionada y que puedan servir de fuente para definir la caracterización general del área de estudio, así como la obtención de información específica, tal como: datos hidrometeorológicos, de balance hídrico y análisis hidroquímico de la calidad del agua, entre otros.

Se debe hacer empleo de referencias bibliográficas que argumentan los criterios técnicos de análisis empleados para la definición de cada una de las secciones relacionadas a la caracterización hídrica.

3. Objetivos del estudio

3.1 Objetivo general

Fuente: http://www.leybook.com/doc/27024

Evaluar a escala local el estado actual de los recursos hídricos superficiales, que se pretenden aprovechar en el área de influencia del proyecto, considerando los aspectos de cantidad y calidad.

3.2 Objetivos específicos

a. Considerar la demanda de agua actual y futura;

b. Recopilar información existente que sirva para definir la línea base del estudio;

c. Realizar inventario de fuentes existentes;

d. Realizar una caracterización geomorfológica de la unidad hidrológica a partir de información obtenida de estudios previos y el levantamiento de campo;

e. Evaluar oferta de agua mediante la realización de aforos de fuentes superficiales;

f. Evaluar la calidad del agua, en correspondencia con lo establecido en las normas vigentes;

g. Estimar el potencial hídrico superficial del área de estudio;

h. Identificar riesgos potenciales de contaminación en el área de estudio.

4. Localización y delimitación del área de estudio

Se debe especificar, tanto de manera geográfica como hidrográfica, el área o zona de extensión donde se realiza el estudio. Presentar mapa(s) de macro y micro localización.

Utilizar codificación establecida mediante metodología Pfafstetter (INETER, 2016)

5. Caracterización hidrológica

5.1 Inventario de alternativas de fuentes

Definición de sitios potenciales para el establecimiento de obras de tomas, los cuales deben de cumplir con los requerimientos técnicos básicos para el diseño y establecimiento de obras.

Se debe considerar los siguientes aspectos morfológicos: tramo de cauce recto cuya dimensión sea al menos equivalente a dos veces el ancho de la sección de río; que no exista altas pendientes ni lechos rocosos, talud estable, entre otros. Revisar guía de prácticas hidrológicas OMM.

Fuente: http://www.leybook.com/doc/27024

Realizar inventario y evaluar información técnica de cuerpos de aguas superficiales existentes en la zona de influencia del proyecto. Para esto se debe tomar en cuenta la siguiente información:

a. Tipo de cuerpo de aguas superficiales (río, lago, laguna, estero, estero, mar);

b. Nombre;

c. Ubicación, coordenadas (x,y,z) del punto más cercano al sitio de toma proyectado en UTM WGS-84 Zona 16P;

d. Cuantificación de Escorrentía y Caudal natural.

Durante el inventario de campo es necesaria la medición i n situ de parámetros de calidad de las aguas tales como: pH, temperatura, salinidad, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, potencial REDOX, etc.

Si no existe información suficiente, se debe hacer el uso de métodos teóricos empleando información climática de años anteriores para llevar a cabo la sintetización (estimación) de caudales y escorrentías. Esta estimación debe proporcionar cifras de caudales mínimos (caudales de estiaje o de verano), de caudales máximos (caudales de crecida o avenidas) de los caudales promedios, de la distribución espacial y temporal de los caudales y disponer de la información para elaborar las curvas de duración y variación estacional de caudales de la(s) unidad(es) hidrológica(s) involucrada(s) en el área de estudio.

Se debe incluir la elaboración de mapas temáticos a escalas adecuadas acorde a las características del proyecto que representen los aspectos hidrológicos de la zona.

5.2 Geomorfología de la unidad hidrológica

Deberá de realizarse el cálculo e interpretación de las principales variables geomorfológicas o características físicas de la unidad hidrológica (longitud, área, hipsometría, pendiente, etc.), apoyándose con herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG).

5.3 Geología

De be incluir como mínimo la información correspondiente a relieve topográfico, geología local y estructural, geomorfología de la zona de estudio.

5.4 Clima

Descripción climática de la unidad hidrológica, referida a las principales variables

Fuente: http://www.leybook.com/doc/27024

meteorológicas (precipitación, temperatura, evaporación, evapotranspiración potencial entre otras); para tal fin se deberá hacer uso de la red de estaciones climáticas ubicadas dentro de la unidad hidrológica, no obstante en el caso de no existir esta condición, se recomienda usar datos de las estaciones cercanas al área de estudio o aquellas que tengan representatividad, justificando este procedimiento de manera explícita y soportada dentro del documento.

5.5 Suelo

Aspectos generales relacionados al tipo y uso de suelo a nivel de la unidad hidrológica inmediata correspondiente al sitio de toma.

5.6 Comportamiento del régimen hídrico

Interpretación del comportamiento de los caudales dentro de la unidad hidrológica; haciendo uso de la información brindada por la red de estaciones hidrométricas ubicada en la unidad hidrológica. E n caso de no existir información, se debe generar la misma con la aplicación de métodos hidrológicos los cuales deberán definirse y justificarse dentro del documento, incluyendo la realización de aforos.

6. Análisis hidrológico

Por ser la parte fundamental del estudio, todos los cálculos realizados en las diferentes etapas del mismo, deberán ser entregados en una memoria de cálculo debidamente organizada y descrita bajo la metodología aplicada; el análisis hidrológico deberá de contener de forma bien descrita e interpretada lo siguiente:

6.1 Análisis de datos

La representatividad, calidad, extensión y consistencia de los datos tanto meteorológicos como hidrológicos, es primordial para el inicio del estudio hidrológico, por ello, se recomienda contar con un mínimo de 10 años de registro; los métodos de relleno y extensión de series a utilizar deberán ser detallados de forma explícita dentro del documento, en los resultados se debe realizar una interpretación del comportamiento de los periodos de años húmedos y años secos (Niño y Niña), los cuales deberán ser considerados dentro de los elementos del Balance Hídrico.

6.1.1 Datos meteorológicos

Para el tratamiento a este tipo de datos, como la precipitación esencialmente, debe considerarse el método de doble masa como base para el análisis de consistencia, en el caso de la aplicación de métodos de relleno será necesario obtener coeficientes de correlación en el rango de los 0,70 al 1,0 para asegurar que los datos generados sean lo más confiables en el estudio.

Fuente: http://www.leybook.com/doc/27024

En dependencia del tipo del proyecto los datos tendrán implicancia en el formato de análisis (datos diarios, medios mensuales o anuales), determinando la precipitación media bajo métodos de isoyeta, Thiessen modificado o normal.

La distribución de la red de estaciones, sea dentro de la unidad hidrológica o las utilizadas para el estudio, serán representadas en un mapa temático de la unidad hidrológica que la contenga.

6.1.2 Datos hidrométricos

En este acápite se debe presentar la información siguiente:

a. Caudales de la unidad hidrológica a nivel anual y/o mensual sea el caso, haciendo diferencia entre las épocas del periodo lluvioso y el seco, expresado en m3 por unidad de tiempo; y reflejando su variación a nivel mensual sin y con proyecto (extracción);

b. En el caso que no exista información de caudales en el sitio de extracción (unidad hidrológica), los métodos de generación y extrapolación de datos incluyendo modelos, deberán ser descritos de forma detallada y justificado el uso de otra información proveniente de unidad hidrológicas vecinas u otras que por sus características cum plan con el principio de homogeneidad hidrológica;

c. El caudal ecológico es el caudal mínimo que debe mantenerse en un curso de agua, de forma que no se alteren las condiciones naturales de la biota y se garantice el desarrollo de una vida natural igual a la que existía anteriormente;

d. En los proyectos de agua potable es necesario el análisis de los caudales mínimos mensuales registrados, relacionados a la demanda, a partir de ello se deberá considerar dentro del estudio una metodología acorde a la magnitud del proyecto en términos de la demanda y considerando la mínima afectación de la biota aguas abajo del punto de aprovechamiento; dicho caudal deberá considerar si existe otro tipo de uso aguas abajo del sitio de extracción con fines de no generar conflictos de uso de agua por afectación a terceros.

6.2 Potencial hídrico de la unidad hidrológica

Estudia la interrelación entre los componentes del ciclo hidrológico, dando como resultado un diagnóstico de las condiciones reales del recurso hídrico en cuanto a su oferta, demanda y disponibilidad.

Este análisis debe incluir entradas y salidas tanto naturales como artificiales y entre las salidas, debe incluirse la demanda proyectada. La diferencia entre la entrada y la salida ocasiona un cambio en el almacenamiento de la unidad hidrológica.

Describir el método para estimar las variables de entrada y salidas de la unidad

Fuente: http://www.leybook.com/doc/27024

hidrológica, así mismo presentar los resultados a nivel diario, mensual o anual, en dependencia de la dimensión del proyecto, siendo a nivel mensual el resultado mínimo esperado.

7. Análisis de calidad de aguas

Realizar análisis de laboratorios de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos (coliformes totales, coliformes fecales y E. coli). Si fuese el caso de una zona que ha experimentado algún grado de exposición o posea historial de contaminación, deberán realizarse los análisis correspondientes, por ejemplo: componentes inorgánicos (incluye metal espesados), componentes orgánicos (incluye plaguicidas e hidrocarburos).

Asimismo, se debe presentar la debida interpretación de los resultados comparándose con los rangos y valores recomendados conforme a las normas de calidad de agua nacional o en su defecto, con los límites permisibles tomando como referencias normas regionales e internacionales vigentes, en los casos de sustancias o componentes que no estén reguladas en la norma.

8. Selección de fuente(s) de aprovechamiento de agua

Se deberá elaborar propuesta que identifique la ubicación de los sitios ideales para emplazamiento del proyecto que aseguren el abastecimiento actual y futuro de la población.

9. Descripción de obras hidráulicas

Describir técnicamente a nivel de esquema conceptual las características de las obras de captación, conducción, distribución y la descarga del agua.

Para las re presas, presentar características a detalle incluyendo la curva de área y capacidad del embalse.

10. Vulnerabilidad del sitio

El estudio debe contener u n análisis de posibles riesgos identificando las amenazas a las que se ve sometido el área de influencia del proyecto, determinando áreas de posible deslizamiento, inundación y fuentes potenciales de contaminación al cuerpo de agua, este análisis deberá centrarse en los alrededores de la obra de toma; para el caso de construcción de embalses o vertederos de tamaños considerables, se deberá realizar el análisis de afectaciones por inundaciones producto de un posible rompimiento de la obra o liberación de exceso de caudal.

11. Conclusiones

Fuente: http://www.leybook.com/doc/27024

Presentar los principales hallazgos del estudio que respondan a los objetivos propuestos.

12. Recomendaciones

Enumerar las diferentes recomendaciones que resulten necesarias a partir de los hallazgos y resultados del estudio, igual mente proponer medidas de protección de los recursos hídricos y planes de monitoreo de la fuente de aprovechamiento.

13. Bibliografía

Citar los documentos utilizados como fuente de consulta (informes, reportes, material cartográfico etc), para la elaboración del estudio.

14. Anexos

Se deberá adjuntar memorias de cálculo, registros meteorológicos, resultados de laboratorio (calidad agua), tablas, figuras, mapas, informes de estudios complementarios etc.

Aspectos Técnicos

a. La información debe auxiliarse de figuras, mapas, tablas, gráficos y anexos que faciliten la comprensión y validen los datos que representen;

b. La proyección de coordenadas debe ser en UTM WGS- 84 Zona 16P;

c. La información hidrometeorológica a ser utilizada en el estudio de be ser proporcionada por fuentes lícitas, comprobables y fidedignas como INETER, y en aquellos lugares en los que no se cuente con dicha información, se pueden hacer referencias de estudios técnicos real izados a diferentes escalas dentro del territorio nacional;

d. Toda información hidrometeorológica debe estar actualizada por lo menos tres (03) años antes de la entrega del estudio y garantizando la homogeneidad en la serie de datos utilizados;

e. En el caso de la utilización de modelos, presentar dentro del documento la justificación de su uso y agregar la validación de los resultados mediante los datos de línea base utilizados;

f. Adjuntar en digital los proyectos con modelos de simulación de los mapas y cálculos básicos realizados;

g. Para la ejecución del trabajo de campo se deben emplear equipos especial izados

Fuente: http://www.leybook.com/doc/27024

que han sido diseñados/fabricados y debidamente calibrados para tales fines, esto con el fin de garantizar la confiabilidad de los resultados;

h. Para llevar a cabo los aforos de fuentes de agua superficial se deben de emplear molinetes (ya sean digitales o análogos) y las mediciones se deben realizar aguas arriba y aguas abajo del sitio propuesto de toma. La distancia a la cual se real izarán los aforos estará en dependencia del ancho y largo del tramo de río a evaluar;

i. El método de aforo volumétrico será empleado únicamente en el caso de fuentes de agua superficial que presenten caudal reducido (<10 lps que equivalen a 0,6 m3/min) con secciones de aforo irregulares o no definidas;

j. Para la medición in situ de los parámetros físicos de las aguas se debe emplear laboratorios portátiles o equipos de campo fabricados para este fin (conductivimetros, pHmetros, termómetros, etc);

k. La caracterización de la unidad hidrológica, no debe realizarse en función del inventario de fuentes y el trabajo de campo realizado, sino partiendo de la norma histórica de los parámetros físicos meteorológicos, hidrométricos del área delimitada.

-ÚLTIMA LÍNEA-

Fuente: http://www.leybook.com/doc/27024