

UNIVERSIDAD DON VASCO A.C.

Incorporación No. 8727- 15

A la Universidad Nacional Autónoma de México.

Escuela de Ingeniería Civil

PROPUESTA DE REFORZAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE POR MEDIO DE UN POZO PROFUNDO EN LA ZONA ORIENTE DE LA CIUDAD DE URUAPAN, MICHOACÁN.

Tesis

que para obtener el título de

Ingeniero Civil

Presenta:

Martin Jonathan González Sánchez.

Asesor: Ing. Anastácio Blanco Simiano.

Uruapan, Michoacán 16 de abril de 2013.



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMENTOS

Estar preparado es importante, saber esperar lo es aún más, pero aprovechar el momento adecuado es la clave de la vida.

Primero antes que nada quiero agradecer a Dios por haberme dado la oportunidad de concluir una etapa más en mi camino, por estar conmigo en cada paso que doy, por no dejarme caer en los momentos difíciles, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente para que así pudiera concluir esta etapa de estudio.

A mis padres, Salomon González S. y Carmen Sánchez P. porque sin ellos no sería nada, gracias por su apoyo incondicional que me han brindado, gracias por los consejos que me han regalado, por la educación que me dieron, por el esfuerzo que pusieron de su parte para que pudiera tener una mejor preparación académica y claramente viviré eternamente agradecido con ustedes.

A mis hermanos, gracias por haberme dado ánimos para seguir estudiando, por darme todo su cariño, por darme un ejemplo de vida de ustedes mismos, por enseñarme a salir siempre adelante no importando los obstáculos que nos ponga la vida, los quiero con todo mi corazón, a todos y cada uno de ustedes mil gracias.

A los profesores que me brindaron los conocimientos suficientes para seguir por el camino del éxito y para poder terminar la carrera, agradezco a los profesores que me guiaron en el desarrollo de la investigación, especialmente a mi asesor Anastasio Blanco Simiano y al ingeniero Carlos César Pérez Ángeles, ya que sin su apoyo este objetivo no podría lograrse satisfactoriamente.

A mis amigos, gracias por brindarme todo su apoyo, a comprender el verdadero valor de la amistad, a enseñarme a ver mis errores y virtudes que me enseñaron a ser yo mismo, por esos momentos inolvidables que vivimos juntos y que los llevare en mi memoria por siempre, mil gracias amigos.

ÍNDICE

Introducción.

Antecedentes..	1
Planteamiento del Problema..	4
Objetivo.	5
Pregunta de investigación.	5
Justificación.	6
Marco de referencia.	8

Capítulo 1.- El agua.

1.1. Concepto de agua.	9
1.1.1. Fases del agua.	10
1.1.2. Ciclo hidrológico.	11
1.1.3. Calidad del agua.	13
1.2. Usos del agua.	14
1.3. Suministro de agua.	16
1.4. Fuentes de abastecimiento de agua.	17
1.5. Los retos del agua en México.	19

1.6. Los logros en México.	21
1.7. El agua potable y sus beneficios.	25
1.7.1. Procesos de potabilización.	27
1.8. Estimación del consumo promedio de agua potable.	31

Capítulo 2.- Redes de distribución y equipo de bombeo.

2.1. Concepto de red de distribución.	33
2.1.1. Componentes de una red.	34
2.2. Función de la red de distribución.	36
2.3. Tipos de materiales.	37
2.4. Consideraciones de Diseño.	47
2.5. Análisis Hidráulico de Red de Distribución.	48
2.6. Definición de equipo de bombeo.	50
2.7. Tipos de bombas.	52
2.8. Selección de la bomba.	54
2.9. Operación, mantenimiento y rehabilitación de equipo de bombeo.	55

Capítulo 3.- Pozos profundos.

3.1. Concepto de pozo profundo.	57
3.2. Infiltración del agua.	57
3.2.1. Infiltrómetro.	58
3.3. Los acuíferos.	59
3.3.1. Tipos de acuíferos.	60
3.4. Exploración hidrogeológica.	61
3.5. Estudios para la localización de acuíferos subterráneos.	62
3.6. Métodos de perforación.	63
3.7. Terminación de un pozo.	63

Capítulo 4.- Resumen de macro y micro localización

4.1. Generalidades	66
4.2. Objetivo y alcance del proyecto.	67
4.3. Entorno geográfico	68
4.4. Macro y microlocalización	69

4.4.1. Macrolocalización.	70
4.4.2. Microlocalización	71
4.5. Hidrografía	72
4.6. Topografía	72
4.7. Economía	72
4.8. Reporte fotográfico del estado actual	73
4.7. Alternativas de solución	75

Capítulo 5.- Metodología.

5.1. Método empleado	77
5.2. Enfoque de la investigación	78
5.2.1. Alcance de la investigación	79
5.2.2. Diseño de la investigación	80
5.3. Instrumentos de recopilación de información	80
5.4. Descripción del proceso de investigación	81

Capítulo 6.- Cálculo, análisis e interpretación de resultados.

6.1. Requisitos para la construcción del pozo profundo	83
6.2. Cálculo de la población a tiempo futuro.	84
6.3. Características del aforo más cercano del proyecto	85
6.4. Cálculo del equipo de bombeo	87
6.5. Especificaciones de los complementos del pozo profundo	89
Conclusiones.	92
Bibliografía..	95

Anexos

INTRODUCCIÓN

Antecedentes

El presente trabajo de tesis tiene como finalidad diseñar una propuesta de un sistema de agua potable para la zona oriente de la ciudad de Uruapan, Michoacán, esto para satisfacer las principales necesidades que padecen estos habitantes conforme al agua.

El agua hoy en día es un problema que está afectando a todos para subsistir, ya que la escasez del agua está presente frecuentemente en gran parte del país y del mundo. Como se sabe el planeta cuenta con el 30% de masa continental y un 70% de agua, solo el 2.5% es agua dulce y el restante es agua de mar y no se puede tomar. (agua.org.mx, 2010)

Aunque se sabe que el hombre puede subsistir con cinco litros de agua diaria, aunque también tiene necesidades de higiene y en el aspecto doméstico se calcula que consume entre 40 y 50 litros diariamente además que se sabe que el agua es la parte más esencial y vital para el desarrollo de la humanidad. (agua.org.mx, 2010).

Así las redes de distribución se han utilizado desde varios años antes para abastecer de agua potable a la gran parte del mundo, este sistema se lleva a cabo una serie de pasos que se deben de tomar en cuenta para tener un buen funcionamiento del sistema como son: captación, conducción, sedimentación, filtración y desinfección del agua.

Como menciona Wikipedia (2012) Las redes de distribución cuentan con un sistema de bombeo, válvulas y tuberías que permiten operar y controlar esta red en caso de rupturas y escases de agua, este sistema de redes se utiliza para el agua potable, riego, centrales hidroeléctricas, etc.

El abastecimiento del agua a un poblado se logra mediante el transporte de este importante líquido desde la fuente de abastecimiento hasta un sitio ubicado en el poblado para su posterior distribución.

Dentro de los campos de la hidrogeología y de la ingeniería, el pozo es una obra que reviste gran importancia práctica, ya sea como exploración directa o como captación de agua subterránea.

Como captación, el pozo de bombeo es con mucho la obra más común. Es el corazón de la mayoría de los sistemas que abastecen a los núcleos de población, dada su importancia y su creciente costo de construcción, equipamiento, operación y mantenimiento, es de primordial importancia seleccionar el emplazamiento adecuado de los pozos, de tal manera que cumplan satisfactoriamente los objetivos con el menor costo posible. (C.N.A, 1994).

Respecto al tema a estudiarse de redes de distribución, en la biblioteca de la Universidad Don Vasco A.C. se encontraron las siguientes investigaciones: la tesis Abastecimiento de Agua Potable y Red de Distribución para las Colonias y Fraccionamientos de San Rafael en la Zona Oriente de Uruapan Michoacán elaborada por Felipe Zacarías Gómez, 2002, donde su objetivo fue llegar a hacer que el agua potable llegue a la colonia y fraccionamientos de san Rafael para

satisfacer sus más grandes necesidades de los habitantes, llegando a la conclusión de que la demanda de agua para esta zona será mayor para un tiempo futuro ya que la ciudad va ampliándose más hacia sus alrededores. Otra tesis que se encontró es la titulada, Sistema de Agua Potable para la Colonia la Santa Cruz, hecha por Carlos Alberto Caballero García, 2001, donde su objetivo es llevar agua potable para la colonia La Santa Cruz que se encuentra al norte de la ciudad de Uruapan, y que se ayudará por medio del sistema de agua potable que satisface las colonias 28 de octubre, La Quinta, Rubén Jaramillo entre otras, llegando a la conclusión de que el sistema de bombeo existente tiene la capacidad de hacer llegar agua a mas colonias colindantes.

Planteamiento del problema

Desde tiempos remotos la ingeniería civil ha servido para el desarrollo y bienestar de la sociedad, y dentro de ella existen varias ramas hablando respecto al agua por ejemplo la hidráulica, agua potable, hidrología, topografía, geología, etc.

El problema que se estudiará en este presente trabajo será el de la falta de agua potable en la zona oriente de la ciudad de Uruapan Michoacán ya que esta necesidad afecta a los habitantes de dicho lugar en varios aspectos, principalmente en la higiene, salud y en lo laboral.

Debido al gran incremento que ha tenido la ciudad y la población se ha incrementado la demanda del agua y es por ello que gran parte de las colonias de los alrededores de la ciudad no cuentan con agua potable para ello se esta haciendo hincapié en realizar una red de distribución de agua potable para satisfacer las necesidades de todas estos habitantes.

Las posibles variables para tener una solución podrían ser la red de distribución de agua potable, un pozo profundo o un tanque elevado para que haya una solución a este gran problema ya que como se mencionó anteriormente el agua es vital para toda la humanidad.

¿Qué opción será más factible para crear la red de distribución de agua potable para que no falte el agua en la zona oriente de la zona oriente de la ciudad de Uruapan Michoacán?

Objetivos.

Objetivo general:

Diseñar una propuesta para reforzar el sistema de agua potable existente por medio de un pozo profundo en la zona oriente de la ciudad de Uruapan Michoacán para que no haya escases de agua.

Objetivos particulares:

1. Señalar la problemática actual que sufren en la zona oriente a falta de agua potable.
2. Definir la función de la red de distribución.
3. Mencionar los beneficios que traerá esta construcción.
4. Analizar si será factible en un tiempo futuro esta construcción.
5. Conocer los tipos y características de los materiales que se podrán usar en esta construcción.
6. Determinar cuántos litros de agua diaria necesita la zona oriente para realizar los cálculos previos.

Pregunta de investigación.

¿Será suficiente la construcción de un solo pozo profundo para reforzar el sistema de agua potable existente que abastece la zona oriente de la ciudad de Uruapan Michoacán?

Justificación.

En la presente investigación se va a investigar todo aquello que está relacionado con los trabajos previos para la creación un sistema de agua potable como puede ser los estudios topográficos del espacio donde se va estudiar este problema, los tipos y formas de materiales que existen para conocer cuál es el adecuado para realizar con una gran efectividad este trabajo y por supuesto el cálculo del gasto que deberá llevar esta red para mejorar el presente problema que sufre dicha localidad.

El problema que se pretende resolver, es que todos y cada uno de los habitantes de la ciudad de Uruapan cuenten con un buen abastecimiento de agua potable para satisfacer las grandes necesidades que tienen y así contar con una mejor calidad en su vida cotidiana.

Este trabajo tiene una gran importancia, ya que se darán a conocer resultados de cómo construir una red de agua potable, la estructura del suelo que conforma esa parte de la ciudad para cualquier investigación o construcción que se desee realizar y también traerá consigo las soluciones o beneficios para los habitantes de tal zona a estudiar.

Los beneficiados que tendrá al realizar este trabajo serán los habitantes de esta zona donde se presenta el problema, se beneficiarán tanto personal como laboralmente para obtener un mejoramiento en su vida, los alumnos que les interese esta rama de la ingeniería civil se verán apoyados en el momento en que

realicen estudios previos en la ejecución de alguna obra o en su estructuración para la realización de su tesis.

Se beneficiará también la Universidad Don Vasco A.C. ya que con este trabajo se recopilará más información de la existente en su biblioteca para el apoyo que necesiten aquellas personas que les interese el estudio de la ingeniería civil y la formación de la red de distribución de agua potable

También se beneficiará el autor de esta investigación, ya que le ayudará a conocer las necesidades de dicho espacio a estudiar además que con esto demuestra que está listo para proponer soluciones y resolver problemas en el campo laboral y así tratar de beneficiar a aquellos que necesiten algún mejoramiento en sus alrededores.

Se pretenden encontrar resultados verídicos que apoyen a la investigación, a los estudiantes y a la sociedad a estudiar este tipo de problemática para en tiempo futuro cuando aumente la población y la demanda de agua potable sea un ejemplo claro cómo deben realizarse los estudios previos para tener una conducción adecuada y controlada.

Marco de referencia.

En la presente investigación, se seleccionó una propuesta de reforzamiento del sistema de agua potable por medio de un pozo profundo y se buscó un lugar a la orilla de la zona oriente de la ciudad de Uruapan, Michoacán para su construcción, por ejemplo la cantidad de agua subterránea que existe en este sitio se pudiera decir que es bastante, ya que varios vecinos del lugar de estudio tienen un pozo o estanque para el almacenamiento de agua subterránea..

El mencionado lugar se encuentra en la parte trasera de la clínica No. 81 en la colonia valle dorado, este lugar tiene accidentes topográficos que afecten la construcción, por el contrario se trata de un terreno.

Además, se trata de una zona alejada de la zona urbana ya que se consideró no molestar a los vecinos en el momento de la construcción, así como el accionamiento de la bomba que succionara el agua, por lo tanto se trataran de hacer estudios de impacto ambiental para no afectar en ese punto importante.

CAPÍTULO 1

EL AGUA

En el presente capítulo se abordarán los porcentajes que existen de agua salada y dulce, el ciclo hidrológico, las infinitudes de usos que se le puede dar al agua, los retos que se pretenden hacer en México con el agua además se mencionará la importancia que tiene para el desarrollo de la sociedad y claramente sin olvidar que da vida a los seres humanos, ya que es fundamental para del hombre, tanto biológica como industrialmente.

1.1.- Concepto de agua.

De acuerdo con Guerrero (1991), el agua es un cuerpo puro, incoloro, inodoro e insípido. Su estructura se compone de dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno.

Un aspecto importante que se debe de tener en cuenta es que en el agua se originó la vida y de ella se sigue dependiendo, el planeta tiene 71% de agua en toda su superficie, de dicho porcentaje el 97.5% del agua en la tierra se encuentra en los océanos y mares de agua salada, únicamente el restante 2.5% es agua dulce. Del 2.5% mencionado sólo el 1% del agua dulce en el mundo escurre por las cuencas hidrográficas en forma de arroyos y ríos y se deposita en lagos, lagunas y en otros cuerpos superficiales de agua y en acuíferos asequibles. Esta

es el agua que se repone regularmente a través del ciclo hidrológico también es llamado el ciclo de la vida, ya que siempre está en constante movimiento cambiando de su estado.

La presión de la actividad humana sobre la disponibilidad del agua en la zona urbana, la zona agrícola, los centros industriales y los lugares turísticos trae como consecuencia el bastante trabajo para obtener la cantidad y la calidad necesaria del agua para cada uno de sus usos en la sociedad.

La protección y administración de las fuentes de abastecimiento de agua dulce, superficial y subterránea, es una tarea esencial.

La humanidad no puede crear más agua, Pero mediante la administración de las fuentes de abastecimiento y los sistemas de distribución, se puede maximizar la cantidad de agua disponible y aprovechar al máximo cada gota del preciado líquido.

1.1.1.- Fases del agua.

Como menciona Guerrero (1991), el agua existe en el mundo en tres formas: sólida, líquida y gaseosa. Los ejemplos claros de estas formas serían: la sólida el hielo, la líquida el agua y la gaseosa el vapor.

Como se sabe, la naturaleza muestra continuamente cambios en el clima y por ello también cambia la forma o fase del agua, cuando llueve el vapor se

presenta como líquido, cuando graniza se presenta en su fase sólida y cuando hace bastante calor el agua líquida se evapora, a esto se la llama ciclo hidrológico.

Mencionado lo anterior la realidad física es completamente diferente, ya que el agua es un líquido muy complejo, sus propiedades cambian muchos con las de los demás líquidos porque el agua es demasiado sólida para ser un líquido, es un líquido a temperatura ambiente cuando debería ser un gas; su forma sólida flota en su forma líquida, esto se refiere a que según estudios las partículas del agua sus moléculas trabajan en un orden colectivo y esto lo lleva a tener valores altos en su viscosidad, tensión superficial y calores latentes de evaporación y solidificación con respecto a otros líquidos.

1.1.2.- Ciclo hidrológico.

“El agua en nuestro planeta está en continua transformación: se evapora, cae en forma de lluvia, se filtra por la tierra y fluye en los caudales de los ríos. A grandes altitudes o en latitudes altas se halla presente en forma de hielo y nieve, y estos, a su vez, se transforman también”. (Guerrero; 1991: 44)

La cantidad de agua del ciclo hidrológico se mantiene constante, aunque su fase o estado cambia mucho. Los cambios en el ciclo hidrológico dependen del lugar y el tiempo en que se encuentre. También existen factores locales como la vegetación, los cambios geológicos (actividad de un volcán) que pueden afectar el ciclo hidrológico.

El agua no solamente se evapora de las superficies libres tales como lagos y mares, en los mantos acuíferos o aguas subterráneas las moléculas del agua están en presión unas a otras y a las moléculas de la tierra, esto lleva a la retardación de la evaporación de estas aguas subterráneas; la textura del suelo se involucra bastante en la evaporación del agua ya que su relación de vacíos que existe en el suelo induce a tener un movimiento del agua y tener capilaridad hacia la superficie y tener un proceso de evaporación.

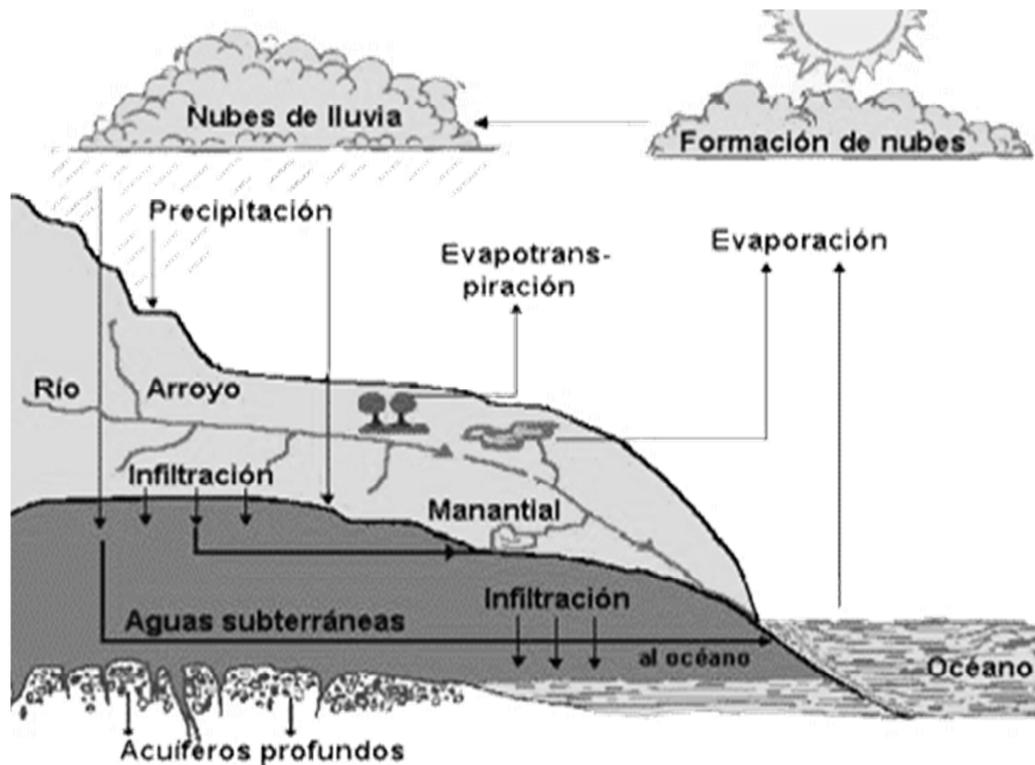


Imagen 1.1. Ciclo Hidrológico

Fuente: Comisión Nacional del Agua (2007).

1.1.3.- Calidad del agua.

El agua no se encuentra en la naturaleza totalmente pura ya que contiene contaminantes de distintos tipos como pueden ser: residuos líquidos, sólidos y gaseosos (materia tóxica, microorganismos infecciosos, desechos radioactivos); estas sustancias le dan propiedades indeseables al agua como son: toxicidad, mal olor, mal sabor y mala apariencia.

Los acuíferos poco profundos pueden contener grandes cantidades de compuestos de nitrógeno y de cloruros, derivados de la agricultura intensiva, los desechos humanos y animales. Generalmente, las aguas de los pozos profundos sólo contienen minerales en disolución.

Un principal causante de la infección del agua son los productos químicos como los plaguicidas ya que contienen fósforo, nitrógeno y potasio, todos los mencionados son necesarios para el crecimiento de las cosechas. Estas sustancias al ser arrastradas a un río o laguna provocan un incremento poblacional en las especies marinas, esto trae una alteración en el equilibrio ecológico.

Los detergentes son otro enemigo del agua, ya que los componentes de este son difíciles de degradar, por otro lado los elementos que más afectan la calidad del agua son los metales pesados como el mercurio, el cadmio, el plomo,

chromo, etc. Que provocan muy altas consecuencias dañinas para la salud e incluso la muerte.

1.2.- Usos del agua.

Según Guerrero (1991), el agua se emplea en la fabricación de papel, en procesos textiles, como disolvente, como refrigerante industrial, en procesos de hidrólisis, en sistemas hidráulicos, como fuente de energía y como generadora de vapor.

El agua se usa principalmente para los siguientes fines:

- El agua para uso público urbano
- El agua para uso hidroagrícola
- El agua para uso pecuario
- El agua para uso industrial
- El agua para uso de generación de energía eléctrica
- El agua para uso recreativo
- El agua para uso de la acuicultura

El agua desde tiempos remotos se ha considerado una joya, pero la contaminación reduce el valor estético que posee. Esta contaminación se presenta cuando las aguas contienen desechos que la hacen ver desagradable, y para revertir esta contaminación se han creado programas de conservación de los recursos acuáticos.

Para rescatar un poco el agua se le dan fines recreativos ya que al ver el agua las personas les da una sensación de tocarla, o se puede llegar a un “contacto secundario” esto significa que se puede usar sin tener riesgo de que se contamine mucho, como por ejemplo: la pesca, mojarse los pies, etc. Un contacto primario sería por ejemplo cuando se hunde un bote y sus partículas se quedan flotando o sumergidas en el agua.

El agua que se usa para el campo o mejor dicho para la agricultura, lleva a que genere una buena producción de buenas cosechas y como bebida al ganado debe ser de tal calidad que no provoque algún daño o enfermedades a los animales, el hombre hace un mejor aprovechamiento del recurso ya que ha construido presas para almacenar agua provenientes de los pozos o corrientes naturales.

La salinidad es un principal afectador del agua en las zonas áridas y semiáridas ya que sus altos porcentajes de sales suelen dañar a los animales y a los cultivos.

El agua dentro del rango de la industria tiene una infinidad de usos como pueden ser: para enfriar, para diluir o para lavar otros ingredientes. La limpieza del agua en las industrias debe de ser de gran importancia ya que si está contaminada puede dañar los productos y causar alguna enfermedad a los seres vivos e incluso la muerte.

En las industrias enlatadoras de alimentos, se usa para eliminar cualquier cantidad de tierra, insectos y otras impurezas, esto se realiza con un lavado a

chorro de agua o de vapor, ambos en calidad potable (sin bacterias y sin mucha cantidad de sales).

Para el uso público del agua, se toma en cuenta el tratamiento de las aguas para que los beneficiarios tengan un consumo seguro. Para ello se realizan observaciones de que no tenga un color y olor raro, que se encuentre dentro del rango de temperatura ambiente, que su alcalinidad sea baja ya que este se causa corrosión y que tenga las mínimas partículas de metales pesados ya que son muy venenosos.

El desperdicio y los usos diversos del agua incluyen la que se pierde por fugas en la red principal, fallas de los medidores, evaporación en los depósitos y usos no autorizados. Alrededor de 10 a 15% del consumo total se le puede asignar al desperdicio y usos diversos ya mencionados, aunque también debería tomarse en cuenta que en algunos sistemas estas pérdidas pudieran ser más altas.

1.3.- Suministro de agua.

Según Terrence (1999), el ingeniero de obras hidráulicas había tenido un gran problema desde la antigüedad que era el no contar con manantiales adecuados o suficientes para el diseño de un sistema de distribución, ya que en años atrás las tuberías estaban fabricadas de arcilla, madera y plomo, estas tuberías no resistían la suficiente presión pero aun así las investigaciones no se dejaron de realizar, en el siglo XVI se probó con una tubería de hierro fundido,

este experimento tuvo un gran éxito además su bajo precio hizo que este se volviera el material más idóneo para construir los sistemas de agua potable.

Desde hace ya varios años, las grandes ciudades se deben preocupar por el suministro del agua. De hecho las ciudades antiguas se dieron cuenta de que sus suministros dicha zona o localidad con los que contaban tales, como son los manantiales y arroyos, era insuficientes para cubrir las demandas de agua que requería, esta trajo consigo la construcción de acueductos que trajeran el agua de fuentes lejanas.

Según las estadísticas INEGI (2002), El agua es el componente principal de la materia viva y un elemento indispensable para el bienestar social y el desarrollo económico del país. Es un recurso limitado que debe cuidarse y aprovecharse, ya que para encontrar los mantos acuíferos y extraer el vital líquido se requiere de capital humano y equipo especializados para excavar a grandes profundidades y/o movilizarla a través de trayectos, cada vez más largos, lo cual presiona al alza sus costos de producción.

El INEGI levantó en 1999 el primer Censo de captación, tratamiento y suministro de agua, donde los organismos operadores constituyeron la unidad estadística de estudio, los cuales se encargan de administrar y operar los sistemas de agua potable, alcantarillado y saneamiento, con el objeto de dotar estos servicios a los habitantes de un municipio o de una entidad federativa. Dichos organismos pueden tener diferentes denominaciones como: sistemas de agua, direcciones, comisiones, juntas locales, departamentos y comités, entre otros, de acuerdo a la estructura orgánica a la que pertenezcan.

1.4.- Fuentes de abastecimiento de agua.

“Las principales fuentes de abastecimiento de agua son el agua superficial y el agua subterránea”. (Merritt; 1997: 21.90)

Varios años antes las fuentes superficiales como son los ríos y lagos contaban con bastante cantidad para el consumo y uso del hombre. Hoy en día el aumento demográfico trajo consigo un aumento de agua por persona, para ello se debe recurrir a una solución más laboriosa como la desalinización y el aprovechamiento de aguas negras.

El agua subterránea es un recurso natural muy importante en la república mexicana, aunque alguna vez se pensó que estaba protegida de la contaminación, debido a que los materiales geológicos que posee funcionan como una especie de filtros de las impurezas que se infiltran de la superficie del terreno.

Mantener el agua subterránea limpia, segura y en óptimas condiciones es el primordial aspecto para el abastecimiento de agua potable ya que si se llegara a contaminar habría necesidad de hacer todo un proceso de gastos adicionales, ya sea buscando una nueva fuente de abastecimiento o limpiar el agua contaminada para que sea de gran utilidad a toda la sociedad.

La fuente de abastecimiento debe cubrir la demanda requerida para las zonas de su alrededor, aun cuando ocurran interrupciones de energía, accidentes e incluso desastres naturales; los abastecimientos más deseables vistos desde un punto de seguridad son:

- Un abastecimiento inagotable de agua que circule por gravedad en el sistema.

- Una fuente por gravedad complementada con depósitos de almacenamiento.
- Una fuente inagotable que requiere bombeo.
- Fuentes que requieren almacenamiento y bombeo.

La calidad de la fuente de abastecimiento determina su aceptabilidad y su costo, tiene variaciones conforme a su localización, que sea una zona adecuada y segura.

La fuente de abastecimiento más común es la superficial ya que cuando la lluvia es mayor a la capacidad de infiltración del terreno el agua fluye superficialmente o se estanca en depresiones, los principales factores de escurrimiento son la intensidad de lluvia, la pendiente topográfica, y la cobertura vegetal; ya que la vegetación frena la velocidad del escurrimiento.

Por último la captación de agua de lluvia se lleva a cabo cuando no se puede obtener agua subterránea o superficial, para ello se utilizan los techos de las casas o superficies impermeables para captar agua y conducirla a un tanque de almacenamiento donde dependerá construir un sistema de bombeo conforme al gasto requerido y del régimen pluviométrico.

1.5.- Los retos del agua en México.

“Los retos que se presentan en torno al agua en México tienen su origen en factores como:

- Una demanda que crece exponencialmente, derivado del crecimiento poblacional y el mayor desarrollo económico.

- La desigual distribución del agua en el tiempo y en el espacio.
- Una disponibilidad real menor, a causa de la contaminación del agua.
- Un uso ineficiente del agua en diferentes sectores de los usuarios”.

(Comisión Nacional del Agua; 2006: 9)

La demanda del agua ha aumentado bastante en la últimas cinco décadas, prácticamente se incrementó de 25.8 millones de habitantes en 1950 a 97.4 millones de habitantes en el 2000. Las estadísticas para el año 2030 indican que la población crecerá un 84% con respecto a la actual.

Para lograr el manejo sustentable del agua en México es algo complicado ya que la población, la actividad económica y las tasas de crecimiento se concentran en el centro y norte de México, donde la disponibilidad natural de agua es menor.

Otra cuestión que no favorece el manejo sustentable del agua es que la mayoría de los cuerpos de agua superficial del país reciben descargas de aguas residuales sin tratamiento, ya sea de tipo municipal o industrial. Lo que ha ocasionado variables de contaminación que limitan el uso directo del agua en otras actividades.

La poca presión de los recursos en las zonas de alta demanda y poca disponibilidad, ha provocado problemas de sobreexplotación de las cuencas y acuíferos cada vez más graves; para dar ejemplos y cantidades de lo anterior cabe decir que a partir de los 70 ha venido aumentando sustancialmente el número de acuíferos sobreexplotados. 32 acuíferos en 1975, 80 en 1985, 97 en 2001 y 104 acuíferos en el 2004.

1.6.- Los logros en México.

“El producto de la política hídrica en México es importante destacar los siguientes logros en el marco de cada uno de los 6 objetivos nacionales”. (C.N.A.: 2006: 20)

1. Fomentar el uso eficiente del agua en la producción agrícola.

La infraestructura hidroagrícola constituye un elemento esencial para alcanzar los objetivos nacionales en materia alimentaria, de incremento del ingreso y de mejoramiento a nivel de vida de los productores y habitantes en el medio rural.

Con respecto al uso agrícola México cuenta con:

- 6.3 millones de hectáreas con riego.
- 2.8 millones de hectáreas con temporal tecnificado.
- 4000 presas de almacenamiento, de las cuales 667 están clasificadas como grandes presas de acuerdo con la definición de la “International Commission on Large Dams” (ICOLD). De éstas, 15 de ellas con una capacidad de almacenamiento mayor a 1km³ están vinculadas con la irrigación.
- Se incrementó la eficiencia total de riego promedio por unidad de riego en 7.6%.
- La productividad bruta de la tierra promedio por unidad de riego creció en un 28%.
- La productividad bruta del agua promedio por unidad de riego se elevó en un 47%.

2. Fomentar la ampliación de la cobertura y la calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento.

La cobertura de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento es uno de los mejores indicadores del nivel de bienestar y desarrollo de los países. La carencia de estos servicios está directamente relacionada con un bajo nivel de vida y con la presencia de enfermedades que afectan el entorno social, económico y ambiental de los habitantes.

En el medio rural se concentran tres cuartas partes de la población nacional que viven en pobreza extrema. Conforme al desarrollo del país actualmente ha alcanzado una cobertura de agua potable de 89.5% y de alcantarillado un porcentaje de 77.5% a nivel nacional; asimismo del agua que se suministra a las poblaciones, el 95.9% recibe por lo menos desinfección y el 26.5% es potabilizada por 482 plantas que se encuentran en operación.

3. Lograr el manejo integrado y sustentable del agua en cuencas y acuíferos.

Para lograr el manejo integrado y sustentable del agua en cuencas y acuíferos, se lleva a cabo un análisis integral de los problemas y soluciones relacionadas con los recursos naturales en el marco del desarrollo sustentable, buscando sinergias en el manejo de los recursos hidráulicos con el manejo de bosques y suelos.

La disponibilidad de agua en cuencas y acuíferos se calcula conforme se establece en la Norma Oficial Mexicana correspondiente, y se publica en el Diario Oficial de la Federación (DOF). De esta forma todos los habitantes están informados de cuánta agua dispone cada región del país.

4. Promover el desarrollo técnico, administrativo y financiero del sector hidráulico.

Para promover el desarrollo técnico, administrativo y financiero del sector hidráulico en México, se imparten acciones para incrementar y hacer más eficiente los recursos financieros destinados al sector.

En la cuestión administrativa en México se recaudan aproximadamente 695 millones de dólares anualmente por concepto de derechos, aprovechamientos, contribución de mejoras e impuestos.

Las primeras dos partes de esta estrategia tienen como requisito previo un cambio cultural importante en la población que son: el reconocimiento del valor económico y estratégico del recurso; mismo que debe manifestarse a través del pago de los servicios que reciben los usuarios.

Adicionalmente se han establecido mecanismos para estimular la participación de la iniciativa privada en la planeación, construcción, operación y financiamiento de los sistemas hidráulicos; para ellos se ha puesto en mente buscar créditos con diversos organismos internacionales para apoyar los programas de inversión, principalmente en los subsectores de agua potable, alcantarillado y saneamiento.

5. Consolidar la participación de los usuarios y la sociedad organizada en el manejo del agua y promover la cultura de su buen uso.

Para fomentar la participación de los usuarios y la sociedad organizada en el manejo del agua, se ha continuado con el proceso de consolidación de los

diversos mecanismos de participación social existentes, principalmente los consejos de cuenca, el consejo consultivo del agua y los consejos ciudadanos del agua en los estados.

Su principal objetivo es formular y ejecutar programas y acciones para la mejor administración de las aguas, el desarrollo de la infraestructura hidráulica y de los servicios respectivos y la preservación de los recursos de la cuenca.

6. Disminuir los riesgos y atender los efectos de inundaciones y sequías.

Para disminuir los riesgos y atender los efectos de inundaciones y sequías, en México se fomenta la realización de acciones con un enfoque preventivo más que reactivo, entre las que destacan la consolidación de los sistemas de información y alerta de fenómenos hidrometeorológicos y la implementación de planes de prevención y atención de inundaciones.

Actualmente en México existe un moderno servicio meteorológico nacional, que cuenta con la siguiente infraestructura para su operación:

- Red sinóptica de superficie, integrada por 72 observatorios meteorológicos.
- Red sinóptica de altura con 15 estaciones de radiosondeo.
- Red de 12 radares meteorológicos distribuidos en el territorio nacional.
- Estación terrena receptora de imágenes de satélite.

En el país se cuenta con 12 Centros Regionales de Atención de Emergencias (CRAE), las cuales cuentan con personal capacitado para atender las

emergencias, así como maquinaria y equipo que normalmente se utiliza en la atención inmediata de emergencia por inundaciones como plantas potabilizadoras portátiles, plantas generadoras de energía eléctrica y/o equipos de bombeo de diferente capacidad.

1.7.- El agua potable y sus beneficios.

Como menciona La Comisión Nacional del Agua (2002), el agua potable consta de diversos componentes: captación, conducción, potabilización, desinfección, regularización y distribución. En cada uno de estos pasos se construyen las obras necesarias para que sus objetivos particulares sean alcanzados de forma satisfactoria.

La captación se refiere a la explotación del agua en las posibles fuentes; la conducción es cuando se lleva el recurso hasta un punto de entrega para su disposición posterior; la regularización tiene por objeto transformar el régimen de alimentación del agua proveniente de la fuente que generalmente es constante, la demanda es variable ya que se toma en cuenta el agua que requiere la población, y el objetivo de la distribución, es proporcionar en el domicilio de los usuarios, con las presiones adecuadas para los usos residenciales, comerciales e industriales normales.

De acuerdo con La Comisión Nacional del Agua (1997), los pasos de cómo se obtiene el agua potable para su uso son:

Captación

La captación de aguas superficiales se realiza por medio de tomas de agua que se hacen en los ríos o diques, ya sea por medio de pozos ó perforaciones. Esta agua está expuesta a la incorporación de materiales y microorganismos requiriendo un proceso más complejo para su tratamiento.

Conducción

Desde donde se encuentra la toma de agua hasta los tanques sedimentadores, se conduce por medio de acueductos o canales.

Las salidas de las líneas de conducción están conectadas a unas piletas preparadas para retener los sólidos, los sólidos pesados caen al fondo, en estas pilas puede haber placas o una malla de seditubos que sirve como filtro para tener un mayor contacto con estas partículas.

Procesos de potabilización

Existen diversos procesos de potabilización entre los cuales los más importantes podrían ser: proceso de rejillas, proceso de sedimentación, proceso de Coagulación-Floculación, filtración, suavización del agua y desinfección con cloro, para ello se realizan estudios previos para saber cuántos procesos de desinfección ocupa. Todo esto se debe de tomar en cuenta para que el uso y consumo del agua esté en óptimas condiciones y así evitar enfermedades.

Distribución

La red de distribución es un sistema integrado por un conjunto de tuberías interconectadas, que permite el transporte del agua desde una sola fuente de abastecimiento, hasta un sitio donde será distribuida en condiciones adecuadas de calidad, cantidad y presión.

1.7.1.- Procesos de potabilización.

Según La Comisión Nacional del Agua (1994), existen diversos procesos de la potabilización de agua para su consumo en todos los sectores y sus usos exactos cotidianos, los cuales son:

1. Rejas.

Suelen utilizarse en captaciones de aguas superficiales, su principal función es eliminar los objetos de gran tamaño, sus aberturas de las rejas están entre 6mm y son capaces de eliminar hojas, ramas y peces.

2. Sedimentación.

Es un proceso simple para eliminar partículas en un estanque reduciendo la velocidad de flujo a través del mismo. Los factores que afectan la rapidez de sedimentación del material en el agua son: tamaño, forma y densidad específica de las partículas suspendidas; temperatura y viscosidad del agua.

El tiempo que se respeta en el proceso de la sedimentación que se utiliza antes del proceso de coagulación es a base de tiempos de retención que oscilan entre 3 y 8 horas.

3. Coagulación-Floculación.

Una gran parte de partículas es suspensión del agua y agua residual son de tamaño tan pequeño que su eliminación en los tanques de sedimentación es imposible, para ello se emplean unos valores razonables de carga de superficie y tiempos de detención.

Por lo general se usan compuestos de hierro y aluminio como coagulantes debido a su carga iónica positiva. Los flóculos insolubles de hierro y aluminio que se combinan con ellos mismos o con otras partículas suspendidas, se precipitan cuando se forma el floculo y obtiene un tamaño apreciable para poder eliminarlo del agua.

4. Filtración.

Los procesos anteriores no son suficientes para lograr un proceso de potabilización completa, para cumplir con un paso más se requiere de un filtro. La filtración ayuda a la eliminación de hierro y magnesio, del color, el sabor y su olor. Al pasar por una capa de arena, se elimina gran parte de las partículas más finas y algunas bacterias grandes.

Los dos tipos de filtración más usados son: el filtrado lento y rápido:

El filtrado rápido con arena suele estar precedido por un tratamiento químico, como floculación, coagulación y desinfección por lo que el agua puede pasar a través de la arena a mayor velocidad, pero en este proceso no se eliminan por completo las bacterias.

El filtrado lento ya no usa muy frecuentemente ya que los filtros rápidos de arena son más aceptables y eficaces, en este proceso las especificaciones de las capas de arena deben de cumplir con sus espesores y llevarse al pie de la letra para poder cumplir con este proceso.

5. Suavización del agua.

En la actualidad, el consumidor exige que las plantas de tratamiento hagan algo más que suministrar un agua limpia y libre de organismos patógenos. Desea un agua blanda, inodora, insípida, que no deteriore las cañerías o corroa los metales.

Para reducir la dureza del agua por lo regular todas las plantas de tratamiento llevan a cabo un proceso de cal-sosa, en el cual se calculan las cantidades para producir una dureza a un nivel aceptable.

6. Desinfección con cloro.

El cloro es el principal producto químico para destruir las bacterias en las fuentes de agua. Las aguas que solo reciben el proceso de cloración probablemente contienen grandes cantidades de materia orgánica y requieren elevadas dosis y largos tiempos de contacto con el cloro para la máxima seguridad de los seres humanos.

La precloración y la poscloración son procesos mediante el cual se desinfecta el agua con cloro; la precloración se lleva antes de que se le realice otro proceso de desinfección al agua y la poscloración es cuando ya ha pasado por procesos de desinfección como la filtración.

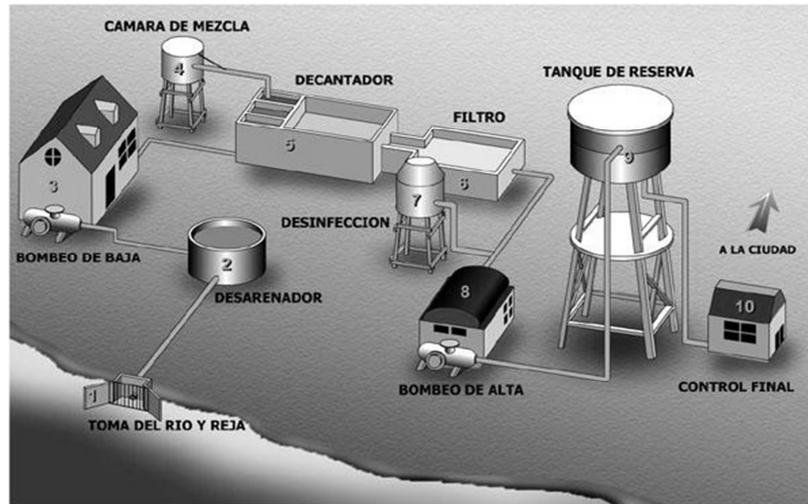


Imagen 1.2. Proceso de potabilización

Fuente: educasitios.educ.ar

En estos procesos de la desinfección del agua se debe tener el mayor cuidado para cubrir con todas las especificaciones e higiene que debe contener el agua para que la gran parte de la humanidad pueda tener un uso favorecedor para satisfacer las primordiales necesidades cotidianas, de lo contrario podrían causar múltiples enfermedades muy dañinas en el cuerpo humano.

Principales enfermedades relacionadas con el agua

Tipo de relación con el agua	Enfermedad
Ingestión	Cólera Hepatitis infecciosa Leptospirosis Paratifoidea Tularemia Tifoidea
Ingestión o contacto	Disentería amibiana Disentería bacilar

	Gastroenteritis
Contacto	Ascariasis Conjuntivitis Enfermedades diarreicas Lepra Sarna Sepsis y úlcera de la piel Tiña Tracoma
Sirve para el desarrollo de los microorganismos	Gusano de guinea Esquistosomiasis
Promueve vectores	Paludismo Oncocercosis Enfermedad del sueño Fiebre amarilla

Tabla 1.1. Enfermedades relacionadas con el agua

Fuente: Comisión Nacional del Agua, 2000.

1.8.- Estimación del consumo promedio de agua potable.

Para determinar el gasto del agua que se desea llevar a una población, es necesario determinar el número de habitantes a los que se les beneficiará y su consumo per cápita y por supuesto un análisis de los factores que pueden afectar en el transcurso de su consumo.

Existen muchos factores, como el clima, tamaño de la ciudad, estándar de vida, grado de industrialización, tipo de servicio (con o sin medidor), riego de jardines, presión y calidad del agua que influyen en la demanda del agua.

En el ámbito industrial “puede hacerse una buena estimación de la demanda potencial del agua industrial, relacionando la demanda con el porcentaje de terrenos destinados a usos industriales.

La Comisión Nacional del Agua (s/f), menciona que el uso de los medidores reduce al consumo de agua entre 10 y 25% por el aumento en el costo total de los consumidores ya que las altas presiones del agua aumentan la demanda debido a que existen más fugas en las líneas de conducción principales; Por lo regular si aumenta el costo del agua, se reduce la demanda.

CAPÍTULO 2

REDES DE DISTRIBUCIÓN Y EQUIPO DE BOMBEO

El presente capítulo tratará acerca de las redes de distribución, el fin con el que se construye una red, los tipos de materiales que existen para la construcción de esta, también se considerará hablar acerca de los equipos de bombeo, los tipos y capacidades que existen y sabremos cómo se puede seleccionar la bomba exacta para tener la suficiente capacidad para abastecer la red de distribución y poder hacer llegar el agua a su destino final.

2.1-. Concepto de red de distribución.

“Una red de distribución es el conjunto de tuberías, accesorios y estructuras que conducen el agua desde unos tanques de almacenamiento hasta las tomas domiciliarias o hidrantes públicos, su función es llevar a los usuarios el agua para consumo doméstico, público, comercial, industrial y para condiciones extraordinarias como para combatir los incendios”. (C.N.A; 1996: 5)

La red debe de estar en servicio todo el tiempo, contar con la suficiente cantidad, con una buena calidad y contar con una presión requerida para satisfacer las necesidades prioritarias de los consumidores.



Imagen 2.1. Red de distribución

Fuente: Propia

2.1.1.- Componentes de una red

Una red de distribución de agua potable se compone generalmente de: tuberías, piezas especiales, válvulas, hidrantes, tanques de distribución, toma domiciliaria, rebombeos y cajas rompedoras de presión.

a) Tuberías: es el conjunto formado por los tubos y un sistema de unión o ensamble, la conducción se divide en la red primaria y red secundaria. La red primaria es la línea que va desde el tanque de regularización hasta el punto de distribución y se le conoce como línea de alimentación. La red secundaria cuenta con diámetros más reducidos y esto depende de la distribución de la red primaria.

b) Piezas especiales: son las partes que permiten hacer ramificaciones, intersecciones, cambios de dirección, modificaciones de diámetros, uniones de tuberías de diferentes materiales o diámetro, entre otros.

c) Válvulas: son accesorios que se utilizan para disminuir el flujo en las tuberías y se pueden clasificar de acuerdo a su función:

Aislamiento o seccionamiento: son utilizadas para cortar el flujo en el sistema de abastecimiento en ciertos tramos de la tubería.

Control: son usadas para regular el gasto o la presión de la tubería y facilitar la entrada y salida de aire del sistema.

d) Hidrantes: se le llama de esta manera a una toma o conexión especial instalada en ciertos puntos de la red con el fin de abastecer el agua a varias familias o conectar una manguera para combatir el fuego.

e) Tanques de distribución: es un depósito entre la captación y la red de distribución que tiene como objeto almacenar el agua proveniente de la fuente de alimentación.

f) Tomas domiciliarias: es un conjunto de piezas y tubos que permite el abastecimiento desde una tubería de la red de distribución hasta el predio del usuario y al final de esta se coloca un medidor, que es el que demuestra la eficiencia y calidad del sistema de distribución.

g). Rebombes: se conocen como instalaciones de bombes que se colocan generalmente en puntos intermedios de la línea de conducción y excepcionalmente dentro de la red de distribución. Tienen el objetivo de elevar la carga hidráulica en el punto de su ubicación para mantener la circulación del agua en las tuberías.

Los rebombes se utilizan en la red de distribución cuando se requiere:

- Interconexión entre tanques que abastecen diferentes zonas.
- Transferencia de agua de una línea ubicada en partes bajas al tanque de regularización de una zona de servicio de una zona alta.

h) Cajas rompedoras de presión: son depósitos con superficie libre del agua y volumen pequeño, cuya función es que el flujo de la tubería se descargue en esta, reduciendo la presión hidrostática y estableciendo un nuevo nivel estático.

2.2.- Función de la red de distribución

La red de distribución de agua potable tiene como fin primordial satisfacer la demanda de agua para consumo humano, además a la población le sirve para tener un desarrollo paso a paso en su comunidad y para los mismos habitantes de las localidades beneficiadas.

Una red de distribución por medio de un sistema de bombeo para una localidad tiene las siguientes ventajas:

- Es mínima la contaminación del agua durante su conducción.
- Ahorra tiempo en traslados de la fuente más cercana hasta su destino final.
- Satisface las necesidades de consumo de agua.
- Contribuye al mejoramiento de vida de la comunidad.

Las localidades que actualmente cuentan con los servicios de agua potable ya no necesitan que sus habitantes, caminen largas distancias para llevar a su vivienda uno o dos cántaros de agua, que no cubrirán las necesidades que tienen estas personas.

Ahora con este nuevo servicio, podrán reducir infecciones intestinales como la diarrea, cólera, y tifoidea, mientras que por otro lado podrán satisfacer sus necesidades primordiales como el aseo personal y lavado de ropa de sus viviendas.

2.3.- Tipos de materiales

“La selección de los materiales para las tuberías intervienen características muy importantes tales como: resistencia mecánica, durabilidad, resistencia a la corrosión, capacidad de conducción, economía, facilidad de conexión y reparación, y especialmente la conservación de la calidad del agua”. (C.N.A; 1996: 14)

La resistencia mecánica de la tubería le permite soportar cargas externas, como cargas estáticas (relleno de la zanja), cargas dinámicas (tráfico). Además debe soportar cargas internas como la presión hidrostática y tener cuidado durante la instalación de la red ya que pueden perder capacidad con golpes o torceduras.

En la fabricación de tuberías se han usado diversos materiales, siendo los más utilizados para el abastecimiento de agua potable: plástico — poli (cloruro de vinilo) (PVC) y polietileno de alta densidad (PEAD), fibrocemento (FC) antes denominado asbesto-cemento (AC), hierro fundido, concreto preforzado, así como acero.

Tuberías de plástico: el uso de tubos de plástico en redes de distribución se ha incrementado recientemente. Se fabrica de poli (cloruro de vinilo) (PVC) y polietileno de alta densidad (PEAD).

Ventajas de los tubos de PVC:

- Hermeticidad, el PVC impide filtraciones y fugas, lo cual garantiza si los tubos cuentan con una junta hermética, se recomienda la unión de espiga-campana con anillo de hule ya que funciona como junta de dilatación.
- Pared lisa. Presenta pocas pérdidas por fricción, lo cual tiene eficiencia la conducción del fluido.
- Resistencia a la corrosión. El PVC es inmune a la corrosión química o electroquímica. Por lo que no requiere recubrimientos.
- Ligereza. Es sencillo de transportar, manejar y colocar.

- Flexibilidad. Permite cierta deflexión durante su instalación.
- Resistencia a la tensión. Buen comportamiento a movimientos sísmicos.
- Facilidad de instalación. Puede manejarse y cortarse en la obra.
- No altera la calidad del agua.

Desventajas de los tubos de PVC:

- Susceptibilidad durante su manejo: su resistencia puede ser afectada por rupturas, caída de roca durante la excavación, este debe ser reparado o reemplazado.
- Temperaturas menores a 0°C, el PVC reduce su resistencia al impacto.
- Temperaturas mayores a 25°C, se debe reducir la presión de trabajo.
- La puesta bajo los rayos solares reduce su resistencia mecánica.

Tubos de polietileno (PE): se surten en rollos para diámetros hasta 75mm, y en tramos para diámetros mayores. La longitud útil de rollos se establece según el fabricante y su comprador.

Los tubos de polietileno cuenta con las mismas ventajas que el PVC: hermeticidad, alta capacidad de conducción, inmunidad a la corrosión, resistencia química, ligereza, flexibilidad, facilidad de instalación, otras ventajas que poseen son:

- Termo fusión: las uniones se logran aplicando calor y uniendo las piezas con herramientas específicas, pero fáciles de utilizar.
- Economía: las excavaciones en zanjas son más reducidas en compactación con otros tipos de tuberías, por lo cual se tienen menores costos en zanjados y rellenos.
- Compresibilidad: para diámetros hasta de 100 mm no requieren válvulas de seccionamiento, ya que con este tipo de tubería se construye la caja de operación de válvulas (más reducida), pero no se colocan válvulas. En su lugar se utiliza una prensa portátil que al ejercer presión en la tubería corta el flujo.
- Rapidez de instalación: por su presentación en rollos (diámetros menores a 75 mm), requiere solo una unión en tramos largos por lo que agiliza su instalación.
- Compatibilidad: existen adaptadores especiales para cada tipo de unión (brida, rosca interna o externa, soldadura o compresión) y materiales a los que se une (PVC, cobre, FC, o acero).
- Durabilidad: con tratamiento nulo, tiene una vida útil de 50 años. Sus desventajas son:
 - Mayor costo que las tuberías de otros materiales.



Foto 2.1. Tubería de PVC

Fuente: Propia



Foto 2.2. Tubería de polietileno

Fuente: Propia

Tuberías de fibrocemento: (FC) se fabrican con cemento, fibras de asbesto y sílice.

Las ventajas de los tubos de fibrocemento son:

- Ligereza
- No se corroe
- Inmunidad a la corrosión y a la tuberculización.
- Alta capacidad de conducción.

Las desventajas de los tubos de fibrocemento son:

- Fragilidad. Se requiere cuidado en el proceso de instalación.
- Número de coples. A menor longitud de tubo se requiere mayor número de coples.

- En caso de perforación o cortes al tubo se recomienda el uso de mascarillas para evitar la inhalación del polvo.



Imagen 2.2. Tubería de fibrocemento

Fuente: www.arqhys.com

Tuberías de hierro fundido: (HE), un peculiar sobresalto en este material, es la fabricación de piezas especiales y válvulas para las conexiones de los tubos. Hoy en día este material se usa más para el bombeo e instalaciones donde requiere rigidez, resistencia al impacto y a la corrosión.

Estas tuberías no se recomiendan que su instalación sea enterrada ya que la junta provoca que se acumulen esfuerzos en los tubos y provoquen rupturas en dicha instalación.

Ventajas del hierro:

- Larga vida útil.
- Alta resistencia mecánica.

- Alta resistencia a la corrosión, aunque es susceptible a la tuberculización. Lo cual puede evitarse con recubrimientos especiales.
- Es libre de mantenimiento.

Desventajas del hierro:

- Puede sufrir corrosión eléctrica o química si no se protege de suelos ácidos o alcalinos.
- Peso muy alto, lo cual dificulta su manejo.
- Estos tubos no se fabrican en México, por lo cual deben importarse.



Foto 2.3. Tubería de hierro fundido

Fuente: propia

Tuberías de concreto: las tuberías de concreto son las más utilizadas en líneas de conducción que en redes de distribución, pero también pueden ser utilizadas en las tuberías principales de la red primaria en el caso de redes de un gran tamaño. En el caso de agua potable se utiliza tubería de concreto presforzado.

Los tubos de concreto se fabrican a partir de un tubo o núcleo, este puede o no tener acero de refuerzo. Cuando el concreto alcanza su máxima resistencia a la compresión se le enrolla el acero en forma helicoidal y finalmente se reviste de concreto.

Ventajas de la tubería de concreto:

- Alta resistencia (cargas muertas) como son el relleno de la zanja, y altas presiones
- Alta capacidad de conducción
- Larga vida útil
- Bajo mantenimiento

Desventajas de la tubería de concreto:

- Difícil de reparar en caso de sufrir daños.
- Corrosión cuando se encuentran en condiciones ácidas o alcalinas.
- Complicaciones en la hora de unir las extremidades, aunque los fabricantes cuentan con piezas y procedimientos especiales para realizar tales derivaciones.



Foto 2.4. Tubería de concreto

Fuente: www.gt.all.biz

Tuberías de acero: en líneas de conducción, al igual que las tuberías de concreto, las tuberías de acero son utilizadas cuando tienen altas presiones y se requieren grandes diámetros. La diferencia entre su uso es que las tuberías de concreto es que estas son enterradas y las tuberías de acero se pueden instalar a que estén expuestas a varios factores que lo puedan afectar más rápidamente.

Ventajas de la tubería de acero:

- Alta resistencia, resiste cargas de impacto (si se abolla no se rompe) y resiste presiones altas.
- Es más ligera con respecto a otros materiales.
- Fácil transporte e instalación.

Desventajas de la tubería de acero:

- No soporta cargas externas muy grandes, puede ser susceptible al aplastamiento.
- Por ser metálico presenta corrosión, más que el hierro fundido.



Foto 2.5. Tubería de acero

Fuente: www.solostocks.com

2.4.- Consideraciones de diseño

Según la Comisión Nacional del Agua (1996) normalmente se diseña para conducir el volumen de agua requerido en un día máximo de consumo, otra opción para diseñar es tomar como base el consumo máximo por hora y omitir la construcción del tanque de regularización.

Es importante resaltar que las líneas de conducción por bombeo, deben planearse para que su operación sea por las 24 horas del día. Si no es así se debe de tomar en consideración ajustar los gastos de diseño para satisfacer las necesidades requeridas del consumidor, para ello se debe aumentar el gasto de conducción y por lo tanto el diámetro de la tubería.

La presión de diseño en las líneas de conducción es un aspecto importante a tomar ya que como las líneas siguen la topografía del terreno natural de debe de tomar en cuenta cuanta presión lleva dicha línea de conducción.

La línea piezométrica (línea de energía) y la línea de gradiente hidráulico (presión + elevación) toma un papel importante en el diseño de la línea de conducción, ya que siempre se debe de cuidar que la línea de gradiente hidráulico se encuentre por encima del eje de la tubería, evitando presiones negativas en la línea.

La selección adecuada de la tubería no se queda atrás ya que también este apartado es importante para que la línea de conducción trabaje bajo sus óptimas condiciones y que satisfagan las necesidades principales de los humanos. En este apartado la tubería y su presión en el sistema se debe tomar en cuenta cuando

está en operación y más cuando la válvula de salida se encuentra cerrada para conocer su presión más alta.

Los principales criterios para seleccionar el material adecuado para la construcción de la línea de conducción son:

- Factores hidráulicos (gastos, presiones y velocidad de diseño)
- Costo
- Diámetros disponibles
- Calidad del agua y tipo de suelo

2.5.- Análisis Hidráulico de Red de Distribución

Según Merritt (1992) el servicio adecuado del abastecimiento de agua potable requiere conocer la pendiente hidráulica en muchos puntos de un sistema de distribución, para diversos gastos. Se han desarrollado varios métodos, basados en las siguientes reglas, para el análisis de redes.

La pérdida de carga en un conducto varía como una potencia del gasto.

La suma algebraica de todos los gastos de entrada y salida en cualquier unión de los tubos, también llamados nudo, que este equivale o es igual a cero.

La suma algebraica de todas las pérdidas de carga entre dos puntos cualesquiera es la misma por cualquier ruta y la suma algebraica de todas las pérdidas de carga alrededor de un circuito es igual a cero.

De los pasados métodos para redes complicadas, los más utilizados son el iterativo o por tanteo, con computadora analógica y el de Hardy Cross. El primero de ellos que es el método iterativo consiste en suponer gastos en los tubos y luego, comprobar las pérdidas de carga, para verificar si los gastos supuestos estuvieron correctos.

El método con computadora analógica se basa en el hecho de que la circulación de la corriente eléctrica en un circuito es muy similar a la circulación de agua en las tuberías. La resistencia de los elementos especiales en el circuito eléctrico es similar a las pérdidas por fricción en los tubos y la circulación de la corriente también es similar al flujo del agua y el voltaje es parecido a la presión.

El tercer método Hardy Cross es de tanteos controlados, primero se suponen ciertos gastos y luego se calculan ajustes consecutivos para corregir estos valores supuestos. En la mayoría de estos casos, puede obtenerse suficiente exactitud con tres ajustes, también existen casos que los ajustes no se aproximan a cero y para este caso se debe de utilizar un método más aproximado. Las principales consideraciones de diseño son:

- Las presiones aceptables en un sistema de distribución son entre 15 y 30 m y esto es válido cuando no haya construcciones de más de 4 pisos.

- La velocidad de flujo cuando se presenta la gasto máximo horario deben ser menores que 2 m/seg.

- Los diámetros
 - Las líneas principales se recomiendan de 150mm con intersecciones a menos de 180m, las tomas domiciliarias se recomiendan de 100mm para longitudes menores a 400m o diámetros menores de 75mm en comunidades pequeñas con extremos muertos a menos de 100m o que se cuente con conexiones a menos de 200m.

En este particular diseño de red, se deben de tomar en cuenta diámetros menores, por ser una comunidad muy pequeña y tener demandas mucho menores.

2.6.- Definición de equipo de bombeo

Según la Comisión Nacional del Agua (1994) una bomba es una máquina generadora, que absorbe energía mecánica y la convierte en energía hidráulica al fluido que la transita, desplazando el fluido de un punto a otro. Su aplicación principal es bombear toda clase de fluidos como puede ser el agua, aceites de lubricación, combustibles y ácidos, entré otros.

En sí, un equipo de bombeo es un transformador de energía que convierte la energía al fluido que circula en él, y así poder vencer las perdidas por fricción y

por elevación que se tienen en la conducción. Este equipo de bombeo consta de sus partes principales partes que son: la bomba y su motor.

El equipo de bombeo se utiliza para darle un cambio a la posición del agua que se encuentre en un nivel dado a otro más alto, supongamos sí se pretende llevar agua de un pozo y llevarla a un lugar determinado, se utiliza un sistema de bombeo según el gasto, la capacidad de la tubería, la capacidad de la bomba y del pozo así se determina cual equipo es el más adecuado.

Las bombas se clasifican en 2 grupos, de acuerdo a los principios mecánicos o ingenieriles que se emplean en su funcionamiento:

Bombas de desplazamiento constante:

- De embolo a pistón
- Rotatorias
- Rotor helicoidal

Bombas de desplazamiento variable:

- Bombas centrífugas
- De succión elevada
- De turbina
- De turbina sumergible
- Bombas de chorro



Foto 2.6. Sistema de bombeo

Fuente: Propia

2.7.- Tipos de bombas

Según Merritt (1992) las bombas para pozos se clasifican como centrífugas, de hélice, de chorro, helicoidales, rotatorias, reciprocantes y elevadoras por aire, aunque las bombas centrífugas son las más usadas para los pozos poco profundos o profundos, esto depende del uso y la capacidad del pozo.

Las bombas centrífugas: se utilizan en pozos de más de 6 pulgadas de diámetro, tienen capacidades para bombear de 4000 a 5000 gal/mm y cargas de

1200 pies y su eficiencia puede llegar hasta el 90% en bombas grandes, en más pequeñas su eficiencia es de 75 a 80%.

Las bombas de chorro: esta bomba funciona descargando agua con un orificio y un tubo cónico divergente, que son colocados en el fondo del pozo. El tubo cónico divergente es el que crea la elevación, ya que convierte la carga de alta velocidad en carga de presión. Las bombas de chorro son de baja eficiencia esta se recomienda cuando va a tener poca capacidad y una altura baja el pozo.

Las bombas helicoidales: estas bombas tienen un rotor helicoidal metálico que gira dentro de un estator helicoidal de caucho. La función del rotor es hacer avanzar el agua por la bomba y después al tubo de descarga. Estas bombas son de baja capacidad, se utilizan en pozos de baja altura y también se pueden utilizar en pozos con un diámetro de más de 4 pulgadas.

Su eficiencia esta entre los valores de 50 y 85% y especialmente se pueden utilizar en succión de agua libre de sedimentos.

Las bombas reciprocantes: estas bombas pueden ser manuales o con motor incluido, funcionan por medio de un pistón para mover el agua. El uso de esta bomba es en pozos con pequeña capacidad y poca altura.

Las bombas elevadoras por aire: este tipo de bombas usa un recurso de burbujas de aire esto para disminuir el peso específico del agua, esto crea una presión diferencial que obliga al agua a salir el agua del pozo. Estas bombas son las más sencillas y libres de problemas de todas las bombas para los pozos ya

que no tienen partes móviles sumergidas. Una gran desventaja de estas bombas es que su eficiencia llega a ser menor de un 50%.

2.8.- Selección de la bomba

“La selección de una bomba para su instalación en un pozo, depende de varios factores”. (C.N.A.; 1994: 127)

- Rendimiento del pozo. No se puede obtener más agua del pozo que la cantidad que determina su rendimiento.
- Tipo de energía disponible. No cualquier tipo de bomba se adapta a cualquier tipo de energía.
- Profundidad al nivel de bombeo y carga total. Dependiendo de estos estudios, algunas bombas son más eficientes que otras.
- Precio de compra y costo de operación.
- Disponibilidad de piezas de repuesto y servicio de mantenimiento.

La selección de la bomba debe ser muy precisa ya que este punto influye mucho tanto en la operación como en el costo del equipo y desde luego en la vida útil del equipo de bombeo.

De acuerdo a la clasificación de la bomba así se selecciona la misma ya que más sea adecuada para brindar el mejor servicio a todo el sistema de bombeo, o también se pueden seleccionar con respecto a su aplicación y su material de construcción.

Algunas bombas funcionan con un movimiento alternativo y otras con movimiento de rotación continuo, aunque el sistema de movimiento no permite su clasificación desde el punto de vista rotacional.

2.9.- Operación, mantenimiento y rehabilitación de equipo de bombeo.

La operación del equipo de bombeo debe ser lo más eficaz posible ya que como se había mencionado anteriormente su función, el gasto económico y la vida útil del sistema de bombeo será una mala inversión ya que si la capacidad no es la necesaria la bomba se podría quemar, si la bomba no es la adecuada para el tipo de pozo con el que va a trabajar se pueden obstruir los elementos internos de la bomba, estos son unos cuantos problemas que puede tener dicho sistema en su operación.

El mantenimiento es el siguiente paso de la operación ya que de acuerdo a su función así mismo se le dará un mantenimiento adecuado para que la eficiencia del equipo sea constante durante toda su vida útil y así no tener que gastar o invertir en cambiar el equipo, el mantenimiento es un proceso de rutina para que no existan fallas o problemas en el sistema.

Como menciona La Comisión Nacional del Agua (1994) Para la rehabilitación o reparación del sistema de bombeo primeramente se deben de revisar sus partes para ver el desgaste que presentan los impulsores, la corrosión y la cavitación que puede ocurrir al expulsar la mezcla de aire-agua. De igual manera se revisa el motor, es una revisión muy adentrada que es la parte de la fuente de energía del sistema de bombeo, en el cual se verifica para diagnosticar la necesidad de reparación del motor.

Otra parte muy indispensable que se debe de reparar en el sistema debe ser el arrancador ya que sin este no es posible el funcionamiento de la bomba, el arrancador requiere un cambio de conectores, contactos fijos y móviles, además de un cambio de contactos auxiliares y del relevador de sobrecarga.

Estos tres aspectos deben de tenerse en cuenta ya que si no se atiende a uno de estos el proyecto del sistema de bombeo no contará con sus óptimas capacidades y así por consiguiente no serán beneficiadas las personas que requieren el uso de este importante recurso para satisfacer sus necesidades primordiales.

CAPÍTULO 3

POZOS PROFUNDOS

El presente capítulo trata sobre los pozos profundos, como se forman los acuíferos, como se diseñan los pozos, todos los equipos y métodos de perforación, además se menciona como se finaliza y se desinfecta el agua para poder aprovecharla y así poder satisfacer las necesidades primordiales de la humanidad.

3.1.- Concepto de pozo profundo.

De acuerdo con La Comisión Nacional del Agua (1994) el pozo profundo es una captación que suministra agua a innumerables desarrollos de cualquier tipo y tamaño, puede ser desde una pequeña casa rural hasta una metrópolis, a pesar de dicho favorecimiento el pozo es una obra de construcción que se ha tratado con descuido, lo cual a través de los años ha traído consecuencias negativas sobre su construcción adecuada, eficiencia, costo y vida útil, así como la calidad del agua suministrada.

3.2.- Infiltración de agua.

La capacidad de infiltración de un terreno se define como la velocidad máxima con que puede absorber el agua aplicada sobre él. Su valor se mide por

medio de cilindros huecos, llamados “Infiltrómetros”, que se hincan en el terreno para observar la rapidez con que se infiltra el agua aplicada en su interior.

3.2.1.- Infiltrómetro.

A partir de un valor máximo, la velocidad de infiltración decrece exponencialmente en el tiempo, hasta alcanzar un valor máximo y estable, que es el correspondiente a la capacidad de infiltración; el decremento es causado por varios procesos: la expansión de materiales finos, la oposición del aire atrapado al avance del frente de la humedad y la compactación de la superficie del terreno por el impacto de las gotas de lluvia.

Los valores de la capacidad de infiltración, por si solos, no permiten valuar el volumen de infiltración generado en una cuenca o área extensa, porque ese volumen depende además de otros factores, como la intensidad de lluvia, la topografía y la cobertura vegetal.

Por esta misma razón, no es válido estimar la infiltración en un afloramiento geológico, como un porcentaje arbitrariamente supuesto de la precipitación. El volumen infiltrado puede valuarse en estudios preliminares, a partir de datos pluviométricos y de escurrimiento superficial, utilizando métodos hidrológicos, como el denominado “peinado del hietograma”, para reducir un índice de infiltración medio representativo del área analizada.



Foto 3.1. Infiltrómetro

Fuente: Hidrodinam.tripod.com

3.3.- Los acuíferos.

Los acuíferos son unidades que pueden transmitir agua en cantidades significativas, estos acuíferos dependen de los materiales sobre los que estén. También influyen las escalas de tiempo y tamaño, en un problema local relacionando con un pozo de bombeo, se acostumbra definir como acuífero al estrato o conjunto de estratos captados por su cedazo.

3.3.1.- Tipos de acuíferos.

Existen tres tipos de acuíferos:

- Confinados
- Semiconfinados
- Libres

El confinado es aquel que se encuentra verticalmente limitado por acuicludos.

El semiconfinado es aquel que se está limitado verticalmente por uno o dos acuitardos, que le ceden agua de su propio almacenamiento o se la transmiten desde acuíferos adyacentes.

El acuífero libre tiene por límite superior a una superficie freática. Funciona como un conducto abierto y su espesor saturado varia en el tiempo con las fluctuaciones de esa superficie. Tiene ventajas con respecto a los confinados y semiconfinados: primera, cede volúmenes de agua mucho mayores por unidad de abatimiento del nivel de agua; segunda, tiene mayor oportunidad de recarga, por estar abiertos a la superficie.

3.4.- Exploración hidrogeológica.

“El agua subterránea es un recurso casi omnipresente, a mayor o menor profundidad, en mayor o menor cantidad y en buena o mala calidad, se le puede encontrar prácticamente en cualquier sitio. El problema principal no consiste tanto en su localización, sin más bien en la identificación de sitios o de áreas donde se le puede captar económicamente en cantidad suficiente y de la calidad adecuada, para satisfacer una necesidad específica de ese recurso”. (C.N.A.; 1994: 20)

La localización de los sitios más favorables para la creación de captaciones de agua subterránea, es relativamente sencilla en las partes bajas de cuencas donde existen acuíferos granulares, someros, extensos y con agua de buena calidad. Por el contrario, en regiones de condiciones geológicas adversas, como en amplias zonas del altiplano mexicano, la localización de acuíferos para satisfacer aun las necesidades menores de agua, ha sido siempre un problema de difícil solución.

La hidrogeología es muy importante ya que en ella se utilizan métodos y técnicas como: prospección geofísica, perforación de pozos, geoquímica de rocas y agua hidráulica subterránea, todo esto orientado a la exploración y caracterización de los acuíferos.

3.5.- Estudios para la localización de acuíferos subterráneos.

Como menciona Gibson (1989), los estudios que se realizan para la localización de acuíferos subterráneos, se basan generalmente en las características propias de la región, así como en las diferentes propiedades de las rocas.

Los principales estudios que se realizan son los siguientes:

Los estudios hidrogeológicos, consisten en la determinación de los factores naturales, además las características de las rocas, las cuales permiten la formación de las aguas subterráneas.

Los estudios geoelectricos son para determinar los acuíferos subterráneos, son métodos indirectos, ya que los resultados obtenidos de estos no determinan la cantidad de agua subterránea que existe, sino más bien determina las zonas de saturación, así como su profundidad en la que se presentan los estratos.

Se aplicación consiste en aplicar una corriente de baja frecuencia para generar el campo eléctrico, cuya distribución de potencial en los cuerpos geológicos es captada por electrodos de potencial.

Los registros eléctricos son los que se presentan cuando la perforación del pozo ya está determinada por algunos de los procedimientos adecuados, consiste en medir el potencial y las resistividades de los tipos de suelo existentes en la perforación.

3.6.- Métodos de perforación.

A los pozos profundos también se les puede llamar pozos perforados ya que para esto se necesita maquinaria especial para hacerlos y pueden ser de percusión o de rotación.

La perforación por percusión se base en un elemento metálico que golpea y deshace la formación del suelo.

Una vez que ha penetrado una cierta profundidad o se observan cambios de formación, se suspende la perforación, y se procede a extraer el material por medio de una cuchara anotando las características de los materiales del suelo, así como su respectiva profundidad.

De acuerdo con Gibson (1989), la perforación rotatoria consiste en penetrar el suelo con la sarta de la maquinaria, y así extraer los sobrantes de la tierra por medio de la circulación del fluido, durante el comienzo y el proceso de perforación las revoluciones de la perforadora y la velocidad de bombeo dependen de la dureza de los materiales existentes en la zona de estudio.

3.7.- Terminación de un pozo.

De acuerdo con Gibson (1989), para la terminación de un pozo profundo los pasos que hay que seguir son los siguientes: Rimado, Ademado, Colocación del cedazo y filtro de grava y Medición de la verticalidad.

El rimado es el proceso de ampliar una perforación de un diámetro menor a un diámetro mayor, con el propósito de colocar los ademes requeridos para que después se puedan instalar las bombas que sea necesaria para obtener los rendimientos óptimos.

El ademado es el proceso de colocar la tubería ya sea de acero o de PVC en el interior de la perforación, con el fin de permitir el aprovechamiento de los acuíferos por medio de bombas.

Las principales funciones de la colocación del cedazo son:

- Permitir el paso del agua a su interior evitando el paso de sólidos
- Actuar como estabilizador del régimen natural del acuífero

Colocación de la grava:

Como menciona Gibson (1989), consiste en vaciar la grava en el espacio anular que queda entre el ademe y las paredes del pozo que debe tener como mínimo 3", se coloca con la pala o por medio de tubos de pequeño diámetro con los cuales se obtienen mejores resultados.

La medición de la verticalidad consiste en colocar bombas turbinas en el pozo y su medición se realiza por medio de un tripie con polea central, una canasta y un malacate accionado a mano. El tripie debe quedar centrado, haciendo que la verticalidad del cable coincida con el centro de la sección transversal.

En el lavado del pozo se pueden llevar a cabo dos métodos:

Método mecánico: consiste en extraer partículas cementantes y la película de lodos que queda adherido a las paredes por medio de un pistón que puede ser solido o con paso de agua haciendo movimientos rotatorios.

Método hidráulico: consiste en accionar una bomba especial a diferentes velocidades teniendo como consecuencia la agitación de las aguas en el interior del pozo, lo cual ocasiona el desprendimiento de las partículas, las cuales son extraídas por medio del bombeo.

El aforo de pozos requiere de distintos pasos los cuales son:

- Se coloca el equipo de bombeo cuya capacidad debe ser 50% mayor que la requerida para bombear el gasto estimado.
- Se efectúa el bombeo aplicando diferentes velocidades al equipo con el propósito de agitar las aguas y darle una mejor limpieza.
- Se inicia el aforo con la mínima velocidad del motor, esta se ira incrementando de 100 en 100 r.p.m. hasta alcanzar la máxima, tomando las lecturas del piezómetro para cada aumento y determinando los gastos correspondientes.
- El aforo tendrá una duración de 72 horas mínimo terminado el bombeo se empieza a medir los niveles de recuperación, cuyos intervalos pueden ser de 15 segundos hasta más de 8 horas.

CAPÍTULO 4

RESUMEN EJECUTIVO DE MACRO Y MICRO LOCALIZACIÓN

El presente capítulo muestra las características hidrográficas, geológicas, topográficas, etc.; En el lugar donde se realizara el proyecto del pozo profundo. Así mismo, en el presente trabajo muestra los factores climáticos que predominan en el lugar del estudio, por supuestamente la localización geográfica del dicho sitio, así como la conveniente solución a las interrogantes en estudio.

4.1.- Generalidades.

El estado de Michoacán forma parte de los 32 estados con los que cuenta el país, contiene 113 municipios dentro de los cuales la ciudad de Uruapan del Progreso se cataloga como la segunda ciudad con mayor movimiento social dentro del estado.

El lugar donde inicialmente se asentó la ciudad fue en el lugar en que la actualidad es conocida como el barrio de la Magdalena en el año de 1552 fue fundándose hasta formar la ciudad que hasta la fecha sigue poblándose. Uruapan del Progreso cuenta con una población aproximadamente de 4'351,037 habitantes y contando con la urbanización necesaria, cubriendo así, la mayor de los servicios necesarios para el desarrollo social de su población.

El sitio de la investigación se localiza en el lado oriente de la ciudad, en esta zona presenta la escases de agua con respecto a las demás zonas de Uruapan, ya que el recorrido que hace el agua desde su captura hasta esta zona, que es la más alejada no abastece todas las colonias, sin embargo la investigación tiene un fin de ayudar a este sistema de conducción para tener un mejor abastecimiento de agua potable por medio de un pozo profundo en esta zona mencionada.

El proyecto de investigación se clasifica dentro del agua potable ya que el manejo de esta es el principal tema para poder abastecer la zona oriente de la ciudad de Uruapan Michoacán, este proyecto constara de un pozo profundo, una línea de conducción que se intercepte con la ya existente y un sistema de bombeo que sea adecuado para poder satisfacer las necesidades de la personas.

4.2.- Objetivo y alcance del proyecto.

El objetivo de la investigación es encontrar el lugar adecuado para excavar y realizar el pozo profundo para de ahí determinar el equipamiento necesario para poder llevar a cabo el abastecimiento de agua potable a la zona afectada. La investigación es de carácter científico, por lo que los beneficiarios en primer lugar son los usuarios del agua potable de la ciudad de Uruapan.

El sector industrial del área de Ingeniería Civil es uno de los principales beneficiarios con la investigación, sirviendo esta como base para posteriores investigaciones relacionadas con la misma rama de la Ingeniería, toda la

información que se logre recabar en este documento se pueden utilizar como banco de información para la biblioteca correspondiente, retomando que toda la información está en el área de agua potable.

4.3.- Entorno geográfico.

El margen geográfico es un medio que ya fue transformado de manera considerable por la sociedad de Uruapan, de tal manera que por la misma necesidad de urbanización que tiene el hombre ha modificado los diferentes ecosistemas tanto de flora como de fauna que abundan por esta región, son principalmente en flora como son los pinos y los encinos que existen aledaños del sitio y parte destinada a la agricultura como es el aguacate. Las especies de animales como son la zorra, las tuzas, los tlacuaches y los conejos.

La relevancia agroindustrial de Uruapan le ha brindado el mote de “Capital mundial del aguacate” para hacer alusión a la satisfactoria producción de este fruto, el cual se comercializa ampliamente dentro y fuera de las fronteras mexicanas. Esta característica da pie a que cada mes de noviembre sea celebrada la Expo Feria del Aguacate con eventos espectaculares y programas artístico-culturales.

Hoy en día el entorno geográfico se compone principalmente de viviendas algunos negocios y algunas actividades de tipo industrial, la ciudad de Uruapan ha ido creciendo conforme a su aspecto comercial ya que las necesidades de las

personas han traído consigo que entren varias empresas, aunque esto trae favorecimientos para el empleo en la ciudad de Uruapan, Michoacán.

4.4.- Macro y microlocalización.

La investigación tiene lugar en el municipio de Uruapan Michoacán, la ciudad queda situada a los 19° 24´56 “de latitud Norte y 102° 03´46” de longitud Oeste del Meridiano de Greenwich. La ciudad de Uruapan está situada en el Estado de Michoacán, segunda ciudad más importante del estado.

El siguiente mapa muestra donde está ubicado el estado de Michoacán para así tener una mejor apreciación de la zona en estudio.



Imagen 4.1. Michoacán dentro de la República Mexicana

Fuente: www.convencionesmichoacan.com

4.4.2.- Microlocalización.

Dentro de la ciudad de Uruapan se encuentra el libramiento oriente que es la zona de investigación, a continuación se muestra en la imagen dicha zona.

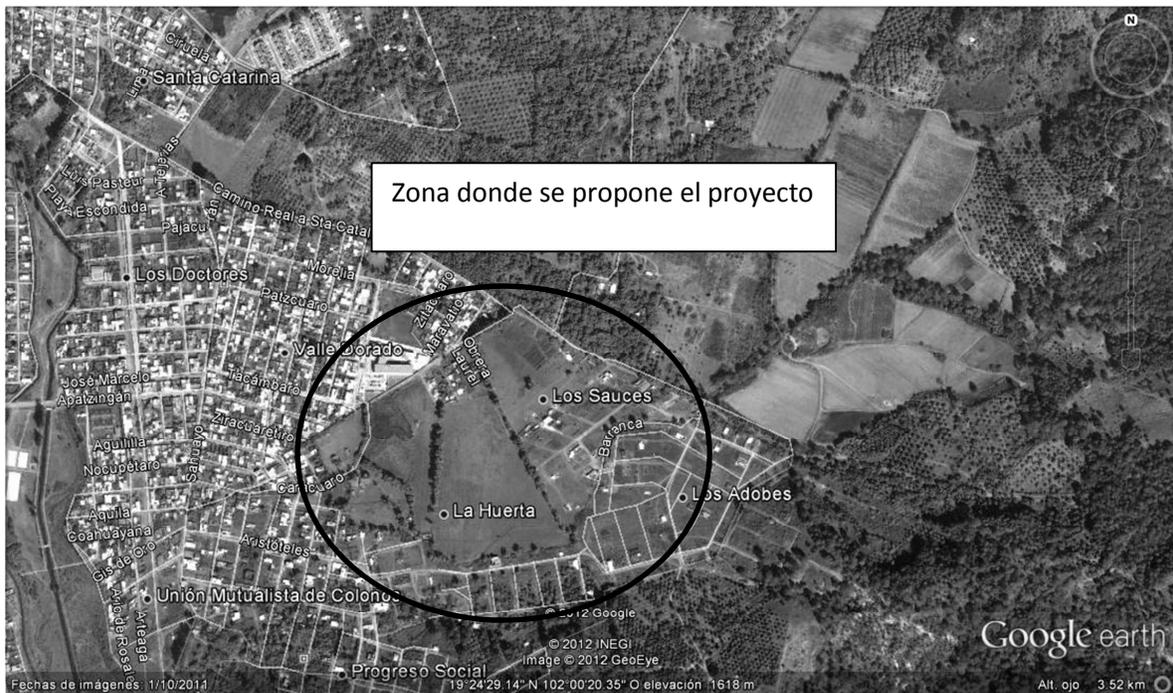


Imagen 4.3. Zona oriente de Uruapan.

Fuente: googleearth

Uruapan cuenta con una urbanización detallada por lo que la ubicación del proyecto de investigación se encuentra en una zona muy conocida o muy concurrida por la vialidad que es de referencia en esta ciudad.

4.5.- Hidrografía.

El clima de esta zona es uno de los más variados del estado de Michoacán por las diferentes alturas que posee la ciudad, entre sus principales climas se encuentran los subhúmedos con lluvias en verano; en esta zona oriente de estudio tiene un clima templado con un aire fresco en el tiempo de lluvias. La temperatura de la ciudad está en un promedio de 8° a 32° C. el promedio de la precipitación pluvial varía entre los 1500 y 1800 mm anual.

4.6.- Topografía.

La topografía en la ciudad de Uruapan se caracteriza por tener desniveles importantes, ya que es un terreno montañoso en su contorno y parte de la ciudad, pero la zona oriente donde se realizara la investigación, la topografía no es muy variada, por lo cual no afectará tanto para que el objetivo de la investigación no se cumpla de forma adecuada.

4.7.- Economía.

La principal economía de la ciudad de Uruapan es obtenida por el comercio y la industria, aunque existe solo un elemento industrial es el más significativo de la economía del municipio, por otro lado la agricultura en esta zona es menor ya

que existen pocas huertas de aguacate cercanas al lugar, (principal actividad de Uruapan).

4.8.- Reporte fotográfico del estado actual.

En la visita realizada al lugar de la investigación se tomaron varias fotografías para poder identificar el uso del suelo y la naturaleza que rodea este sitio, además también se podrá notar que no afectará nada en ningún aspecto para poder realizar el estudio.

En el camino de acceso para el lugar de estudio se encuentra un suelo con grava y arena, cerca de dicha zona se pueden localizar pocas casas a su alrededor.



Imagen 4.8. Tipo de suelo en el lugar de estudio.

Fuente: Propia.

En la zona de pastizales se encuentran zonas pantanosas, ya que el lugar no tiene algún uso en específico.



Imagen 4.8.1. Zona pantanosa en el sitio.

Fuente: Propia.

Como se puede observar el lugar no tiene función de ningún tipo, como puede ser de agricultura, ganadería o algún otro tipo de uso.



Imagen 4.8.1.Zona en estudio.

Fuente: Propia.

Como podrá notarse la zona en estudio no tiene algún uso, por lo tanto se podrá tomar como una buena referencia para la realización de dicho proyecto.

4.9.- Alternativas de solución.

En este proyecto de investigación el principal objetivo es aportar más agua para la zona oriente de la ciudad de Uruapan Michoacán por medio de un pozo profundo, claramente se realizarán cálculos para determinar la capacidad de la bomba la cual será el principal factor ya que la tubería existente deberá soportar la presión adicional de este equipo y así poder abastecer gran parte de esta zona ya mencionada.

Los principales pasos, teorías y cálculos requeridos para poder resolver esta incógnita se pretenden plasmar en esta investigación, ya que puede ser de ayuda para cualquier otro problema similar que se pueda presentar.

CAPÍTULO 5

METODOLOGÍA

5.1.- Método empleado.

De acuerdo con Mendieta (2005) en el método científico el investigador para comenzar propone un problema o tema para que sea la base de su investigación.

El investigador debe de formular su hipótesis, éste debe de apoyarse en conocimientos ya comprobados y debe relacionar sus conocimientos con aspectos no descubiertos. Con la información recopilada el investigador enriquece su conocimiento para adentrarse más al tema.

Por otra parte, el método matemático consiste en representar resultados por medio de números, estos resultados son los más eficaces que cualquier otro.

En cualquier investigación que presente números constantes, diversidad de comprobaciones y estas se tomen de referencia para dar por hecho si es verdad o no algún caso, se está aplicando un método cuantitativo.

Como se mencionó anteriormente, los números son la forma más segura y fácil de interpretar resultados, es por ello que en este trabajo se tomará el método matemático ya que los resultados se darán en forma numérica además de utilizar medidas, estadísticas, etc.

5.2.- Enfoque de la investigación.

Como menciona Hernández y cols. (2004) el enfoque que llevará este trabajo será cuantitativo, ya que cuenta con una serie de resultados numéricos y cumple con las siguientes características:

1. El investigador deberá plantear un problema para realizar estudios sobre el tema
2. El investigador deberá de tomar en cuenta todo lo que se ha investigado acerca del tema y realizará un marco teórico, esto lo llevará a tener una hipótesis para verificar si es cierto o no las investigaciones previas.
3. La hipótesis se realiza antes de recolectar y analizar los datos.
4. La recolección de los datos debe ser precisa para que la investigación sea creíble y aceptada por otros investigadores
5. Como la investigación tendrá mediciones se representaran mediante números y se debe de analizar por un método estadístico.
6. Durante el proceso de la investigación se buscó un control para que otras explicaciones contrarias sean rechazadas y minimice el error, es por ello que se confía en las pruebas causa-efecto.
7. Los resultados cuantitativos se interpretan a la luz de las predicciones antes dichas de la hipótesis y la teoría, la interpretación de los resultados debe de encajar con las investigaciones y conocimiento existente.
8. La investigación cuantitativa debe de ser lo más objetiva posible.

9. Los estudios cuantitativos deben seguir un orden o proceso y se deben de tener en cuenta al momento de recolectar información.
10. Los resultados de dicha investigación se deberán de generalizar o agrupar en un segmento y también se busca que los resultados puedan replicarse.
11. Los estudios cuantitativos se deben de explicar y predecir los fenómenos investigados, buscando regularidades y relaciones causales de estos fenómenos.
12. Se debe seguir rigurosamente un proceso con lógica ya que los datos poseen validez y confiabilidad para que la investigación sea aceptada.
13. El investigador debe de poner a prueba lo lógico que se tomó en la teoría y la hipótesis.
14. La investigación cuantitativa pretende identificar leyes universales y causales.
15. La búsqueda cuantitativa ocurre en la realidad externa del individuo, esto nos lleva a una explicación sobre cómo es la realidad con la aproximación a la investigación.

5.2.1.- Alcance de la investigación.

El alcance descriptivo o estudios descriptivos se abordarán en este trabajo, ya que se busca especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objeto o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis.

Los estudios descriptivos sirven para mostrar el alcance de un fenómeno, suceso, comunidad, contexto o situación. El investigador deberá ser capaz de visualizar que se medirá o las variables de que o quienes realizarán estudios en la investigación.

5.2.2.- Diseño de la investigación

El diseño de esta investigación será no experimental, ya que no se afectan variables con otro valor para ver el resultado de las dos y obtener otro resultado diferente, si no se utilizaran valores preestablecidos ya que no se tiene posibilidad de manipularlas y algunos otros que se conocerán por medio de la investigación.

5.3.- Instrumentos de recopilación de información.

Los instrumentos que se utilizaron para este estudio fueron los siguientes:

- Autocad
- Excel
- Estación total

El Autocad es un programa de computadora que sirve para hacer planos en dos y tres dimensiones, además agiliza el trabajo que si se hace en forma manual. Además que fue utilizado para hacer planos donde se especifica las longitudes de tubería, las dimensiones de esta misma, y cortes para ver la profundidad a la que se colocará dicha tubería.

Excel es un programa de computadora que nos sirve para hacer hojas de cálculo. Este programa es utilizado normalmente en tareas financieras y contables. Este programa fue utilizado para realizar los cálculos previos para poder colocar la tubería correcta, respecto a los resultados arrojados por dicho programa.

La estación total es un aparato electrónico que esta referenciado con coordenadas, además calcula las distancias entre los puntos que deseamos encontrar y las alturas que tienen uno de otro, además una gran ventaja que se tiene nos da el resultado en un formato electrónico y posteriormente lo podemos descargar en un ordenador o computadora personal. Esta herramienta fue utilizada para saber las alturas del suelo, donde estará el pozo profundo y la tubería donde se colocará la nueva tubería y por supuesto la distancia entre ellas.

5.4.- Descripción del proceso de investigación.

Esta investigación lleva un orden desde que es el agua, sus beneficios, los materiales adecuados para construir una red de agua potable, las mejores

propuestas de bombas para que su efectividad sea la más óptima, la abertura del pozo, la maquinaria necesaria para la excavación, su tratamiento y demás.

Se pretende llevar una lógica para que la información del estudio en proceso sea lo más aceptable por otros investigadores. Después en los cálculos siguientes se llevará también un orden que se pretende desde la excavación del pozo, el equipo de bombeo necesario que cumpla con todas las especificaciones y calcular el diámetro de la tubería que soporte el gasto necesario para abastecer de agua el lugar preestablecido anteriormente.

CAPÍTULO 6

CÁLCULO, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS

En el presente capítulo se analizarán las características del pozo así como la profundidad y el diámetro, además se especificará la maquinaria adecuada para perforar el pozo, los estudios previos para poder realizar correctamente el pozo y por supuesto los materiales con los que se sellará el pozo.

6.1.- Requisitos para la construcción del pozo profundo.

De acuerdo con la Norma Técnica para la Perforación de Pozos Profundos (S/F). La construcción de un pozo profundo debe contar con información geológica, hidrológica y tipos de acuíferos existentes en la zona elegida para la ubicación de un pozo profundo.

La zona elegida es un terreno donde existe vegetación densa, pocos cultivos y bastante área verde, en estudios de mecánica de suelos la zona especificada cuenta con un nivel de aguas freáticas poco profundo, por ello se da a conocer que la zona es adecuada para construir el pozo profundo.

6.2.- Cálculo de la población a tiempo futuro.

De acuerdo con las cartas topográficas del INEGI existen corrientes o manantiales cerca de donde se pretende realizar este proyecto, por lo cual la infiltración será constante y el pozo no la hará falta agua.

En seguida se realizarán cálculos de la demanda actual y la demanda a un tiempo futuro de 20 años

Según los datos arrojados por el INEGI en el año 2010 se contaba con una población de 300000 habitantes por lo cual se tomará el último censo confiable.

Durante los años 1950 y 2010 el incremento anual fue de 2816 personas

La fórmula para calcular la población futura es:

$$Pf=Pa+Ia N \quad \text{donde:}$$

Pf= Población futura

Pa= Población actual

Ia= Incremento anual de la población

N= Periodo económico

En este caso se tomará un número más pequeño de población actual ya que la zona en donde se realizará este proyecto es solo una cierta cantidad de población la que será beneficiada.

$$Pf= 75000+2816 * (20+2)= 136952 \text{ habitantes.}$$

Las características geohidrológicas para la perforación del pozo se tomarán de otro cercano que existe a unos 3000 metros, ubicado en la colonia San Francisco en esta misma ciudad.

6.3.- Características del aforo más cercano al del proyecto.

Las características del pozo son las siguientes de acuerdo con el aforo realizado:

HORA	R.P.M. BOMBA	PIEZOMETRO CENTIMETROS	GASTO L.P.S.	NIVEL DINAMICO	CARACTERISTICA DEL AGUA
22.30	1200	INICIO	DESARROLLO	CON	AGUA TURBIA
22.30	1200	1 CTM	5.14	110	AGUA TURBIA
0.30	1200	1 CTM	5.14	110	AGUA TURBIA
1.30	1200	1 CTM	5.14	110	AGUA CLARA
2.30	1200	1 CTM	5.14	110	AGUA CLARA
3.30	1200	1 CTM	5.14	110	AGUA CLARA
4.30	1200	1 CTM	5.14	110	AGUA CLARA
5.30	1200	1 CTM	5.14	110	AGUA CLARA
6.30	1200	1 CTM	5.14	110	AGUA CLARA
7.30	1200	1 CTM	5.14	110	AGUA CLARA
8.30	1300	13 CTM	18.54	115	AGUA CLARA
9.30	1300	13 CTM	18.54	115	AGUA CLARA
10.30	1300	13 CTM	18.54	115	AGUA CLARA
11.30	1300	13 CTM	18.54	115	AGUA CLARA
12.30	1300	13 CTM	18.54	115	AGUA CLARA
13.30	1300	13 CTM	18.54	115	AGUA CLARA
14.30	1300	13 CTM	18.54	115	AGUA CLARA
15.30	1300	13 CTM	18.54	115	AGUA CLARA
16.30	1300	13 CTM	18.54	115	AGUA CLARA
17.30	1400	23 CTM	24.66	122	AGUA CLARA
18.30	1400	23 CTM	24.66	122	AGUA CLARA

19.30	1400	23 CTM	24.66	122	AGUA CLARA
20.30	1400	23 CTM	24.66	122	AGUA CLARA
21.30	1400	23 CTM	24.66	122	AGUA CLARA
22.30	1400	23 CTM	24.66	122	AGUA CLARA
23.30	1400	23 CTM	24.66	122	AGUA CLARA
0.30	1400	23 CTM	24.66	122	AGUA CLARA
1.30	1500	36 CTM	30.85	142	AGUA CLARA
2.30	1500	36 CTM	30.85	142	AGUA CLARA
3.30	1500	36 CTM	30.85	142	AGUA CLARA
4.30	1500	36 CTM	30.85	142	AGUA CLARA
5.30	1500	36 CTM	30.85	142	AGUA CLARA
6.30	1500	36 CTM	30.85	142	AGUA CLARA
7.30	1500	36 CTM	30.85	142	AGUA CLARA
8.30	1500	36 CTM	30.85	142	AGUA CLARA
9.30	1500	36 CTM	30.85	142	AGUA CLARA

Se usará una máquina perforadora llamada CUMMINIS BIG CAM 350, tendrá una profundidad de 154 metros, el diámetro del ademe será de 12", será una perforación o ranuración vertical, el ademe ranurado comenzara a los 31 metros de profundidad.

Características de construcción

Profundidad libre hasta el nivel del desazolve	35 mts
Profundidad registrada después del desazolve	149.63 mts
Nivel estático	41.7 mts
Tipo de ranuración	vertical
Inicio de ademe ranurado	30.7 mts
Diámetro del ademe	12"

6.4.- Cálculo del equipo de bombeo.

La potencia de la bomba se calculará de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$P = \frac{\rho Q H}{76 n}$$

Datos:

Q=	35 lts/seg	0.035 m ³ /seg
tubería de pvc 4" de diámetro		
n=	70 %	
l=	6 metros	
	12 metros	
CDT=	12 metros	D 4" 0.102 mts

perdidas en
accesorios

válvula check	2	codos	0.1	k= 4.3
válvula de expulsión de aire	1	salida	1	

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{0.035}{0.102} \quad V = 0.34 \text{ m/seg}$$

$$h_f = (k \cdot V) / 2g \quad h_f = 0.08 \text{ metros}$$

$$H_f = 6.344 \cdot n^2 \cdot \frac{LV^2}{D^{4/3}} \quad H_f = 0.11$$

$$H_f = 0.035 \cdot \frac{3.6044}{0.048} \quad H_f = 2.62820833 \text{ metros}$$

$$CDT = 62.08$$

$$P = \frac{\rho Q H}{76 n} = \frac{1000 * 0.04 * 62.08}{76 * 0.7} = 41 \text{ H.P.}$$

Se propone una bomba de H.P. más comercial, por lo tanto la más adecuada sería una de 50 H.P.

Características del equipo de bombeo

Motor	Sumergible de 50 H.P.
Moto-Bomba marca	Medina
Modelo	-----
Diámetro de columna	6"
Longitud de columna	138 mts
Gasto actual	-----
H.P.	50 H.P.
Volts	440 V
Amperes	-----
N° de motor	-----
Descarga	4"
Cable sumergible	SI

La bomba se propone que sea de tipo superficial y trabajará a base de luz eléctrica para tener una mejor eficiencia de esta.

Las características en esquema se localizan en el anexo 1.

6.5.- Especificaciones de los complementos del pozo profundo.

El diámetro del ademe será de 12”.

El diámetro de la perforación es de 16”.

El rimado del pozo se aumenta hasta 20”.

El ademe llevará una sobre elevación de 60 cm.

Los tubos de relleno o engravadores serán de 3” de diámetro, material de PVC y llevará un cierto grado el codo de 15 a 30°.

El filtro de grava será de cuarzo redondeado de ¼” de diámetro.

En la parte superior del filtro se colocará un relleno de cemento y bentonita que tendrá un nivel con el terreno natural.

El ademe será de PVC, en la parte superior y de una longitud de 30.7 metros con un espesor de ¼” y en la parte inferior será del mismo espesor pero con una longitud de 122.27 metros y con una ranura normal con una abertura de 2mm.

En la parte final del pozo se colocará un tapón precolado de cemento.

Ya teniendo las proporciones del pozo y sus debidas características se llevará a cabo el diagrama de la tubería y piezas especiales que llevará el agua al tanque elevado para que se lleve a cabo un buen funcionamiento, ver anexo 2.

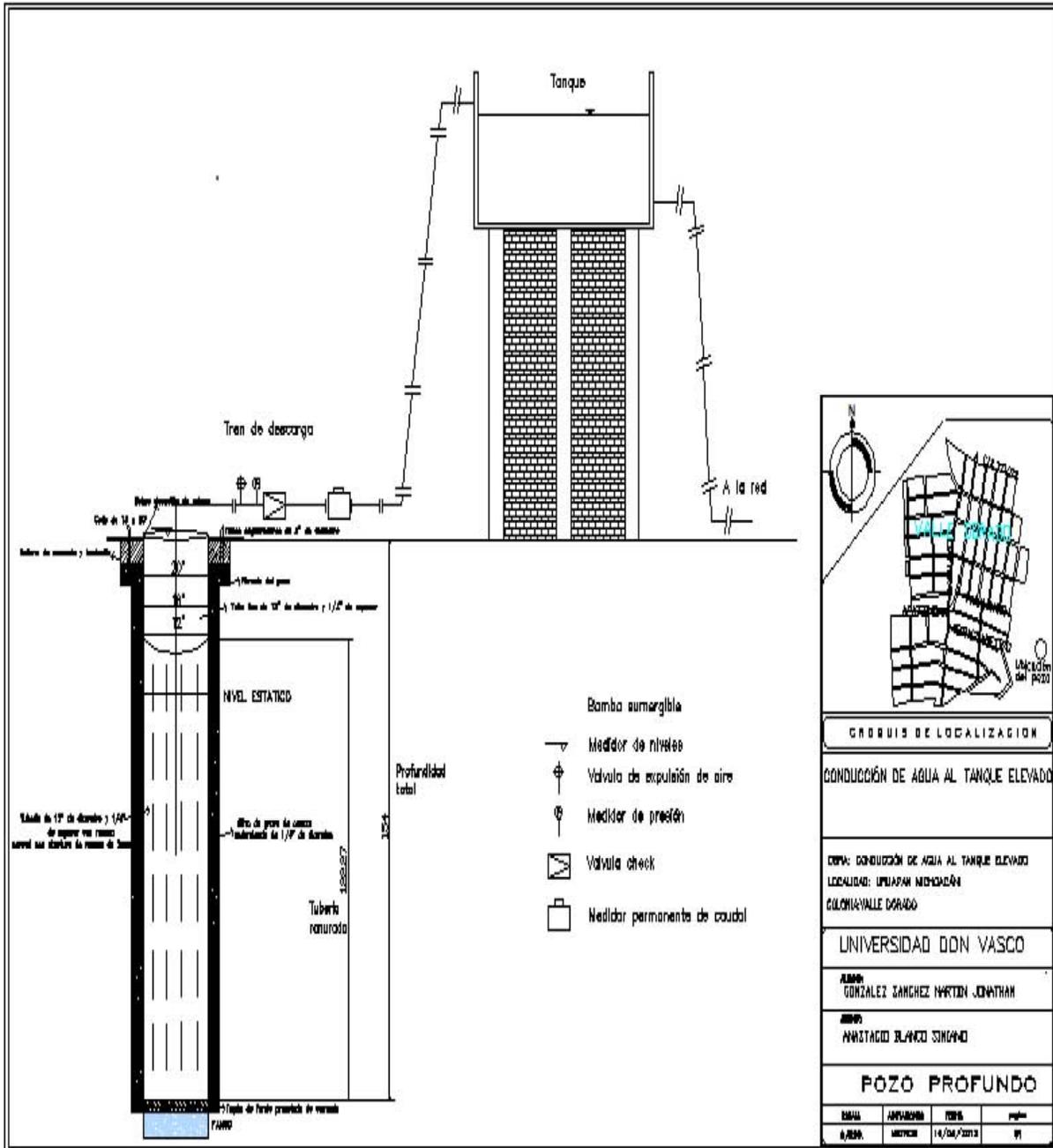
El tanque elevado se propone de concreto y de una altura mayor a la parte más alta cerca de esta zona donde se pretenden realizar los estudios antes mencionados y sus características se establecen en el anexo 3.

Todos los datos presentados para la construcción del pozo profundo en cuestión están tomados de otro estudio geológico vertical similar ya que para este no existen estudios para el sitio, pero que de acuerdo con la dependencia encargada de estos proyectos pudiera servir de apoyo, recomendándose de ser posible antes de llevar a cabo un estudio de este tipo, para estar completamente seguro de que los estratos contengan agua

Por otro lado para la contratación de perforación se deberá estar seguro que la estratigrafía es la que existe en el sitio.

Este proyecto está pensado en beneficiar a todas aquellas personas que carecen de agua potable en la zona de estudio, pero como no será suficiente se podría pensar construir más pozos profundos para poder abastecer toda la zona oriente.

Los cálculos del pozo están completamente correctos por que se tomaron de otro proyecto similar, ya que este se encuentra cercano del que se está proponiendo, para esto el estudio geológico no se encontró solo las características de pozo como son, la profundidad, los materiales que se utilizaron, la maquinaria que se utilizó además las condiciones con las que deberá cumplir



CONCLUSIONES

Dando repuesta al objetivo general que era diseñar una propuesta para reforzar el sistema de agua potable por medio de un pozo profundo para que no exista escases de agua en la zona oriente de la ciudad de Uruapan, Michoacán, este proyecto aumentará el abastecimiento del agua en la zona oriente, pero será insuficiente ya que a lo largo del tiempo va aumentando la población y consumiendo más agua por parte de las personas, empresas y de más.

El primer objetivo particular era señalar el problema que sufre la zona, y como ya se había mencionado la problemática es que la escasez de agua es bastante con respecto a otras zonas de Uruapan, Michoacán.

El segundo objetivo era definir la función de la red de distribución, que como ya se había mencionado en el capítulo 2, una red de distribución es el conjunto de tuberías, accesorios y estructuras que conducen el agua desde unos tanques de almacenamiento hasta las tomas domiciliarias o hidrantes públicos, su función es llevar a los usuarios el agua para consumo doméstico, público, comercial, industrial y para condiciones extraordinarias como para combatir los incendios.

En el tercer objetivo había que mencionar los beneficios que traerá consigo el proyecto, el cual traerá varios beneficios para la zona en estudio, ya que en esta zona hay temporadas en la cual se escasea bastante el agua, e incluso trae

enfermedades a causa del dicho problema. Por ello el primordial beneficio es abastecer agua para la zona y poder satisfacer las necesidades de la humanidad.

Para el cuarto objetivo se puede decir que el proyecto sí es factible, pero con el incremento de población anualmente no será suficiente la construcción de un pozo sino se deben de realizar más propuestas de este, para terminar con la escases de agua en ciertas zonas.

Dentro del quinto objetivo en el capítulo de cálculos se determinaron los materiales adecuados para la construcción del pozo profundo, los cuales son: una arena como filtro de $\frac{1}{4}$ " de diámetro, una tubería de PVC para el inicio del ademe, una tubería de PVC ranurado para la filtración del agua, concreto para sellar el fondo del ademe y los costados de la perforación en la parte superior para no permitir la infiltración de aguas sucias en el pozo.

Con el sexto objetivo se determinaron los litros necesarios para abastecer de agua potable adecuadamente la zona oriente, de acuerdo a los estudios encontrados de otro proyecto similar se propuso un uso de agua de 30 lts/seg en la zona más cerca del pozo, ya que esta será la zona que será más beneficiada.

Dando paso a la pregunta de investigación, ésta se refería a que si será suficiente la construcción de un sólo pozo profundo para reforzar la red de distribución existente que abastece la zona oriente de Uruapan, Michoacán. Como ya se había mencionado anteriormente el proyecto es muy factible para la zona más cercana de la construcción de pozo, pero para las zonas del oriente de la ciudad no será beneficio, ya que el abastecimiento no alcanzará para mucho

terreno, lo mejor sería realizar más perforaciones a diferentes distancias entre la zona oriente para que así pueda abastecer correctamente y satisfacer las principales necesidades de los seres humanos.

En los hallazgos teóricos lo más relevante que se puede mencionar es que se deben de llevar bastantes procedimientos para la construcción de un pozo profundo, ya que con el simple hecho de ejecutar el estudio geoelectrico vertical se debe saber muy bien las capacidades y características de los tipos de suelo para poder determinar si existe o no agua en el sitio donde se desee realizar algún tipo de construcción como la aquí mencionada.

Otra cuestión que cabe destacar es los métodos de perforación ya que estos son de suma importancia para no perjudicar o fracturar las capas del suelo impermeable, para ello se debe determinar cuál es el más adecuado para llevar a cabo la construcción del pozo.

BIBLIOGRAFÍA

Comisión Nacional del Agua (2006)

El agua en México

Ed. CNA. México

Comisión Nacional del Agua (1994)

Perforación de pozos

Ed. CNA. México

Comisión Nacional del Agua (1996)

Redes de distribución

Ed. CNA. México

Gibson Urlig (1989)

Manual de pozos pequeños

Ed. Limusa. México.

Guerrero Legarreta, Manuel. (1991)

Manual del agua

Ed. Fondo de cultura económica de España, S.L.

Hernández Sampieri, Roberto y cols (2004)

Metodología de la investigación

Ed. Mc Graw Hill, México.

Jurado Reyes, Yolanda (2005)

Técnicas de investigación documental

Ed. Thomson, México.

Mendieta Alatorre, Ángeles (2005)

Métodos de investigación y manual académico

Ed. Porrúa, México.

Merritt Frederick, S (1997)

Manual del ingeniero civil

Ed. Mc Graw Hill, México.

Terrence J, McHee (1999)

Abastecimiento de agua y alcantarillado

Ed. Mc Graw Hill, México.

Plan Hidro (2009)

Norma técnica para la perforación de pozos profundos en la administración
nacional de los acueductos y alcantarillados

Ed. Agua potable y alcantarillado, México.

OTRAS FUENTES DE INFORMACIÓN.

<http://drinking-water.org/html/es/Sources/Where-is-the-Earths-Water.html>

<http://educasitios.educ.ar/grupo096/?q=node/59>

<http://hidrodinam.tripod.com/intro.htm>

<http://www.agua.org.mx/>

http://www.alava.net/cs/Satellite?c=Page&cid=1193046481622&pagename=DiputacionAlava%2FPage%2FDPA_contenidoFinal

<http://www.arqhys.com/casas/fibro cemento-tuberias.html>

http://www.convencionesmichoacan.com.mx/blocalizacion2.php?id_region=

<http://www.gt.all.biz/tubera-de-concreto-g7524>

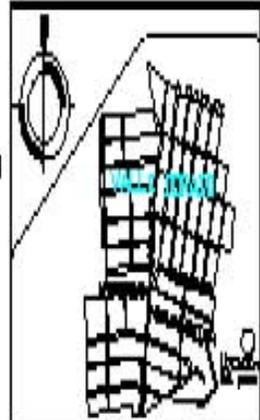
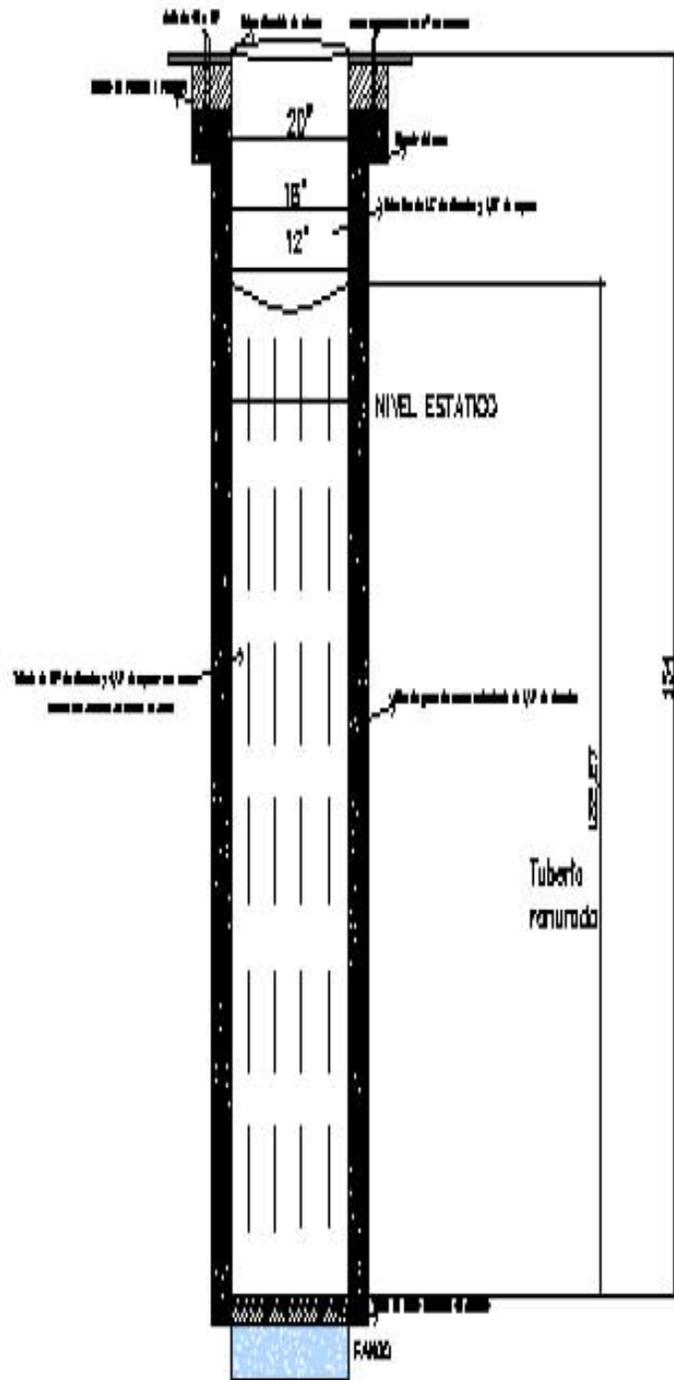
<http://www.paginasprodigy.com/cesarmendez2/tzararacua.htm>

<http://www.solostocks.com.mx/venta-productos/construccion/materiales-construccion/tuberia-de-acero-galvanizado-por-inmersion-en-caliente-metro-de-tuberia-637150>

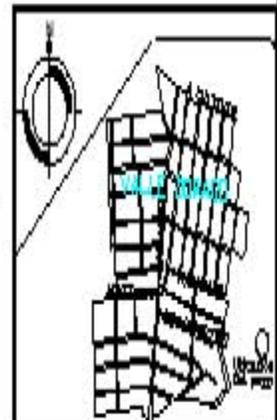
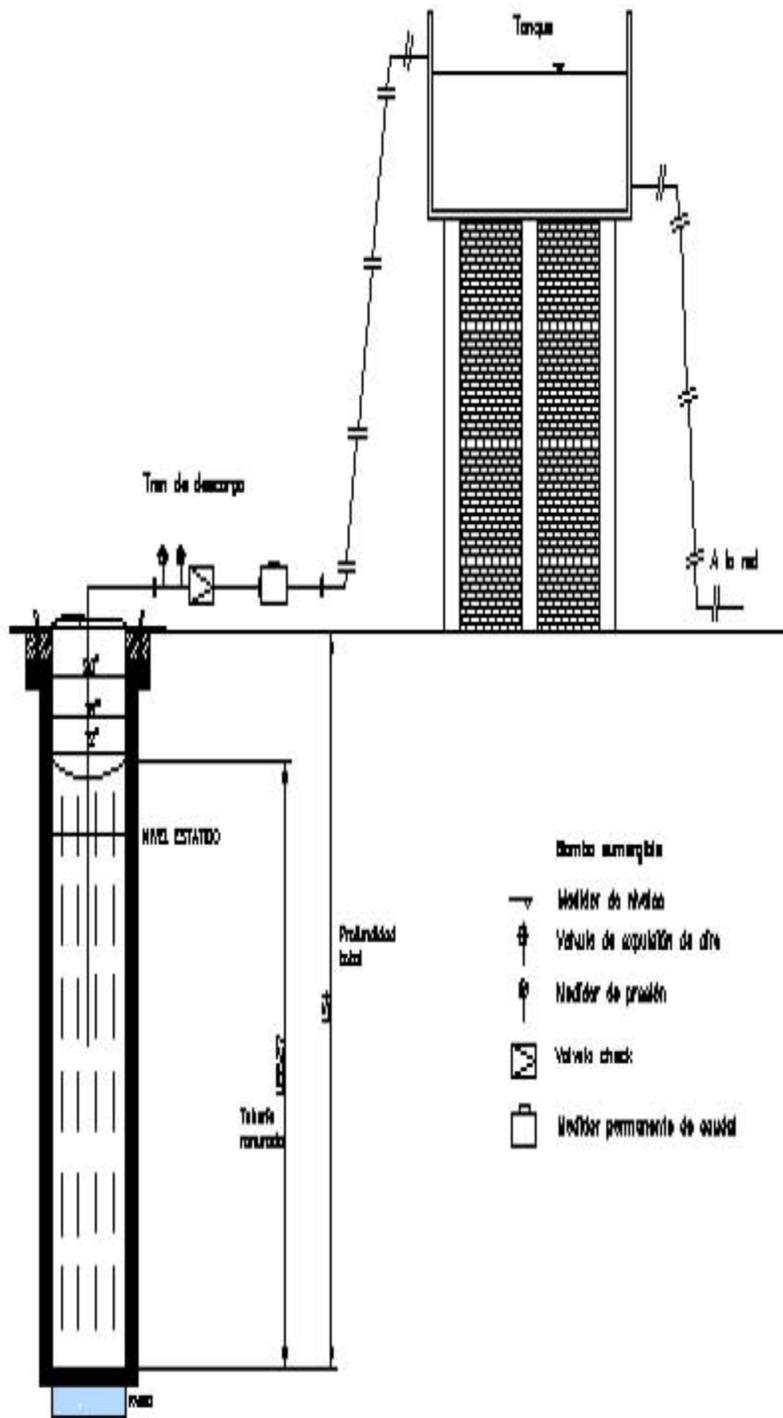
INEGI.com

Wikipedia.com

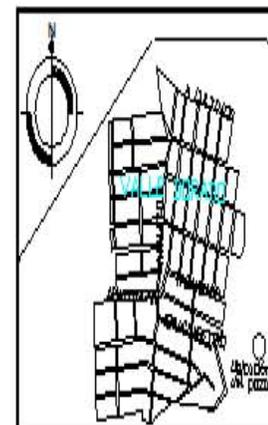
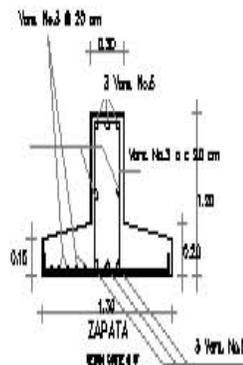
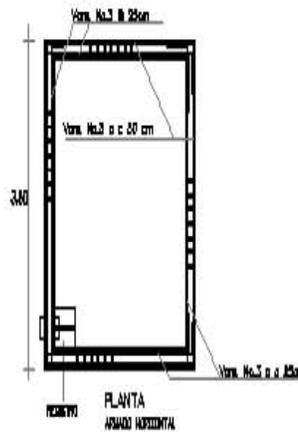
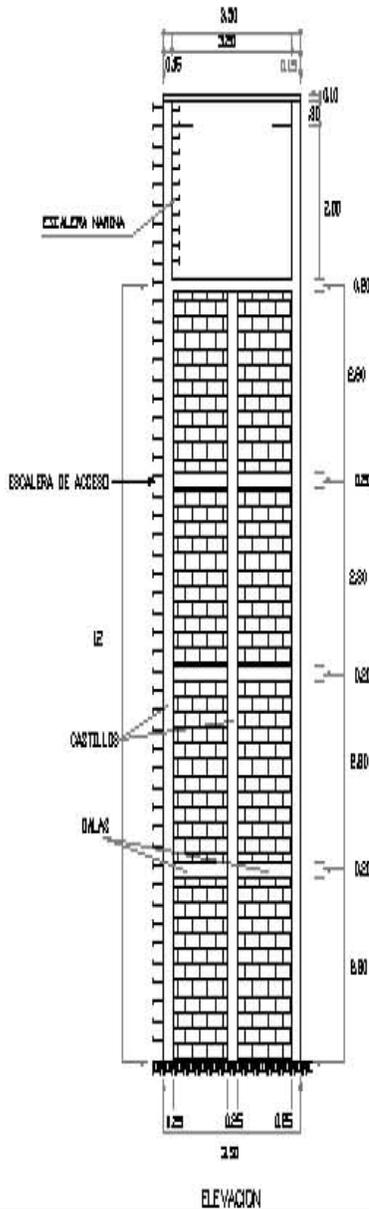
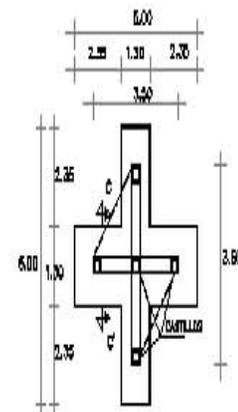
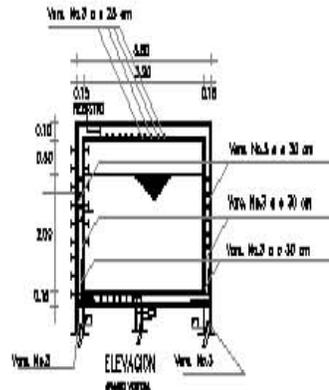
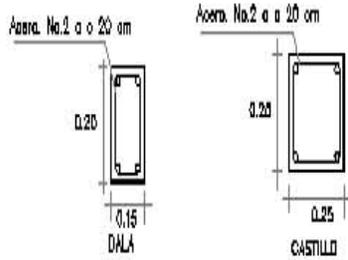
ANEXOS



<p>SECCIONES DE LOCALIZACIÓN</p> <p>DESCRIPCIÓN Y MEDIDAS DEL POZO PROFUNDO</p> <p>SECCIONES DE LOCALIZACIÓN DEL POZO PROFUNDO</p> <p>LOCALIDAD: BILBAO</p> <p>PROYECTO: PROFUNDO</p> <p>UNIVERSIDAD DON YASCO</p> <p>LOCALIZACION: BILBAO</p> <p>PROYECTO: PROFUNDO</p> <p>POZO PROFUNDO</p>			
FECHA	ELABORADO POR	REVISADO POR	APROBADO POR
1/1/2024	J. GARCIA	M. GARCIA	J. GARCIA



RESUMEN DE LOCALIZACIÓN			
CONDUCCIÓN DE AGUA AL TANQUE ELEVADO			
OMPA CONDUCCIÓN DE AGUA AL TANQUE ELEVADO			
LOCALIDAD: URUPAMP MICHÓN			
COORDENADAS: CONADO			
UNIVERSIDAD DON VASCO			
ALUMNO: GONZALEZ SANCHEZ WALTER JONATHAN			
ALUMNO: ANASTACIO BLANCO OSORNO			
POZO PROFUNDO			
DIAM.	ANCHUR.	PROF.	USOS
1,70M	1,00M	10,00M	3



DIBUJO DE LOCALIZACION			
CONDUCCION DE AGUA AL TANQUE ELEVADO			
OBRA: CONDUCCION DE AGUA AL TANQUE ELEVADO			
LOCALIDAD: URUPAN MICHUACAN			
COLONIA: VALLE DONADO			
UNIVERSIDAD DON VASCO			
ALUMNO: GONZALEZ SANCHEZ MARTIN JONATHAN			
MATERIA: ANASTACIO BLANCO SIMON			
POZO PROFUNDO			
FECHA	APROBADO	REVISADO	ANEXO No.
16/04/2013			8