



INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERIA
MECÁNICA Y ELÉCTRICA
UNIDAD AZCAPOTZALCO

ABASTECIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA RIEGO DE
CULTIVO EN LA COMUNIDAD DE SAN GREGORIO,
TEQUIXQUIAC ESTADO DE MÉXICO

TESIS TRADICIONAL QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO MECÁNICO

PRESENTA:
TELLEZ GARCIA MARTIN

ASESORES:

ING. HERNANDEZ MIRANDA CARLOS
ING. GARCIA MONROY FELIPE DE JESUS



MEXICO D.F., DICIEMBRE DEL 2016

INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA
UNIDAD AZCAPOTZALCO

AUTORIZACIÓN DE TEMA

TESIS

PARA OBTENER EL TÍTULO DE: INGENIERO MECÁNICO
DEBERÁ DESARROLLAR EL C. TELLEZ GARCIA MARTIN

**ABASTECIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA RIEGO DE CULTIVO EN LA COMUNIDAD DE
SAN GREGORIO TEQUIXQUIAC, ESTADO DE MEXICO**

El agua es un recurso clave para el desarrollo, pilar del sector primario de nuestro país. Es la base para la implementación de cualquier proyecto productivo, ya sea pecuario forestal o agrícola. La disponibilidad de agua en cantidad y calidad ha sido y será con mayor énfasis en los años venideros el punto de partida para emprender cualquier proyecto de desarrollo.

Es necesario realizar esta reubicación de esta unidad de riego ya que en donde se encuentra actualmente es una lumbrera (respiradero del gran canal de desagüe de la Ciudad de México), el punto de extracción tiene una altura de 70 metros por debajo del nivel de la tierra lo cual esto genera mayor esfuerzo en los equipos de bombeo y actualmente esta se encuentra en muy mal estado, a causa de las vibraciones de los motores y de los gases provocados por las aguas residuales se está derrumbando.

De no realizar la ubicación del carcom y la necesidad de seguir trabajando los equipos de bombeo, para el riego de las parcelas, se podría ocasionar en un futuro no muy lejano un derrumbe total lo cual aparte de las pérdidas hacia los productores de la región en cuestión a sus sembradíos, se ocasionaría un problema socio – política ya que con esto el agua sufriría un tapón y esto provocaría inundaciones en los municipios aledaños al municipio de Tequixquiac así como a la misma Ciudad del Distrito Federal.

EL TEMA COMPRENDERÁ LOS SIGUIENTES PUNTOS:

1. GENERALIDADES
2. ANÁLISIS DE LA PROBLEMÁTICA Y SISTEMAS RESIDUALES
3. CÁLCULO, DESARROLLO Y SELECCIÓN DEL ANTEPROYECTO
4. PLANOS MECÁNICOS Y ELÉCTRICOS
5. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LA OBRA

Ciudad de México, a 25 de Noviembre del 2016

ASESOR

ING. FELIPE DE JESÚS GARCIA MONROY



ASESOR

ING. CARLOS HERNANDEZ MIRANDA

DIRECTOR INTERINO

Abraham Medina Ovando

DR. ABRAHAM MEDINA OVANDO

NOTA: Se sugiere utilizar el Sistema Internacional de Unidades
AT-225/2016
P.S. 19981-1/2003-1

AMO/HBM/AHT/vmebm*

[Handwritten initials]

PROHIBICIÓN DE USO DE OBRA

INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
Presente

Bajo protesta de decir verdad el [los/la(s)] que suscribe (n): **MARTIN TELLEZ GARCIA** (se anexa copia simple de identificación oficial), manifiest (o/amos) ser autor (a/es) y titular (es) de los derechos morales y patrimoniales de la obra titulada "ABASTECIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA RIEGO DE CULTIVO EN LA COMUNIDAD DE SAN GREGORIO, TEQUIXQUIAC ESTADO DE MÉXICO", en adelante "La Tesis" y de la cual se adjunta copia para efecto de **EXHIBIR PÚBLICAMENTE TOTAL O PARCIAL EN MEDIOS DIGITALES Y/O FÍSICOS**, por lo que por medio del presente y con fundamento en el artículo 27 de la Ley Federal del Derecho de Autor, se prohíbe el uso y/o explotación de "La Tesis" en las formas y medios descritos en el fundamento legal citado, en virtud de que cualquier utilización por una persona física o moral distinta del autor [es/a(s)] puede afectar o violar derechos autorales, industriales, secretos industriales, convenios o contratos de confidencialidad o en general cualquier derecho de propiedad intelectual de terceros distintos al autor [es/a(s)] de "La Tesis" **SOLO PARA FINES DE CONSULTA.**

En virtud de lo anterior, "El IPN" deberá reconocer en todo momento mi (nuestra) calidad de autor [es/a(s)] de "La Tesis" y limitarse a su uso en la forma arriba señalada.

Ciudad de México, 02 de Diciembre de 2016.

Atentamente



MARTIN TELLEZ GARCIA

AGRADESIMIENTOS:

A Dios

Por permitirme y brindarme la dicha de nacer ya que él es la parte principal de todo esto, me brindo la vida y me mando a una familia la cual con mucho esfuerzo, sacrificio logro sacarme adelante y hacerme una persona de bien enseñándome día a día el buen camino.

A mi mamá

Con la mayor gratitud por todos tus esfuerzos, tus desvelos, tus sacrificios para que yo pudiera terminar mi carrera profesional.

Por las lágrimas que cayeron de tus ojos cuando tus sueños se quebraban y por haberme dado todo, por enseñarme a luchar por lo que se quiere y con esto poder darte algo de lo mucho que tú me distes y que veas reflejado tus logros y tus esfuerzos en la culminación de este trabajo que está dedicado a ti con todo mi corazón.

A mi esposa

Por apoyarme en cada una de mis nuevas decisiones ya sean estas grandes o pequeñas, por estar ahí en cada momento no importando si estos son difíciles o fáciles brindándome tu apoyo moral, espiritual e impulsándome a seguir adelante, y por estar en esos momentos tan difíciles que la vida me ha brindado todo esto como muestra de amor y por ser una pieza importante para seguir con esta meta en mi vida.

A mis Hijos

Por aguantar todas y cada una de mis situaciones, mis alegrías, mis tristezas mis derrotas mis debilidades, por haberles robado un poco o mucho tiempo el cual tendría que ser dedicado para ustedes, pero principalmente por haber sido mi motor para seguir adelante y lograr terminar este trabajo tan importante en mi vida.

A mis maestros

Por brindarme, compartir cada uno de sus conocimientos así como dar las orientaciones necesarias para salir adelante y compartir sus experiencias personales en el ámbito laboral, pero muy en especial a:

M. en C Andrés Quintero Miranda (†) por orientarme para poder iniciar este trabajo que es una parte importante de mi vida gracias maestro y sé que se encuentra en la gloria por ser antes que un maestro un gran amigo

A mis asesores

Por haber puesto su confianza e interés en una persona tan humilde para poder concluir este trabajo, por cada consejo y comentario el cual fue de mucha utilidad para un bien, por poner un empeño el cual fue igual o mayor que el que ponía su servidor y por considerarme como un amigo.

A mis sinodales

Porque sin ellos no habría podido concluir de manera clara y concisa la parte técnica de este trabajo, compartiendo y demostrando cada uno de ustedes sus conocimientos los cuales serán muy bien utilizados en el campo laboral.

ABASTECIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA RIEGO DE CULTIVO EN LA COMUNIDAD DE SAN GREGORIO, TEQUIXQUIAC ESTADO DE MÉXICO

ÍNDICE

Resumen	9
Objetivo	10
Justificación	11
Introducción	14
Capítulo 1:	
Generalidades	15
Marco Referencial	15
1.1 Antecedentes Históricos de la región	
1.1.1 Historia de Tequixquiac	16
1.1.2 El Porfiriato	17
1.2 Localización Geográfica	
1.2.1 Límites	20
1.2.2 Ubicación	21
1.2.3 Hidrografía	22
1.2.4 Clima	22
1.2.5 Orografía	22
1.2.6 Flora y Fauna	23
1.2.7 Economía	23
1.2.8 Población	25
1.2.9 Creencia Religiosa	26
1.3 Alcances del Proyecto	26

ABASTECIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA RIEGO DE CULTIVO EN LA COMUNIDAD DE SAN GREGORIO, TEQUIXQUIAC ESTADO DE MÉXICO

1.4 Descripción de la Lumbrera	26
1.5 Conceptos Teóricos	
1.5 1 Bombas Hidráulicas	27
1.5 2 Grupo de Bombas	
1.5.2.1 Grupo Horizontales	27
1.5.2.2 Grupo Sumergibles	28
1.5.2.3 Grupo Verticales	28
1.5.2.3.1 Bombas Verticales de Turbina	28
1.5.2.3.2 Bombas Verticales de Turbina con motor encima	30
1.5.2.3.3 Bombas Verticales de Turbina con motor sumergido	31
1.5.2.3.4 Bombas Verticales de Funcionamiento Seco	32
1.5.2.3.5 Bombas Verticales Sumergidas	33
1.5.2.3.6 Bombas de Turbina Verticales de motor normal superior	35
1.5.2.3.7 Bombas Verticales de Hélice	36
1.5.3 Impulsores	37
1.5.3 1 Impulsores Abiertos	39
1.5.3.2 Impulsores Semiabiertos	40
1.5.3.3 Impulsores Cerrados	42
1.5.4 Material de construcción de Impulsores	
1.5.4.1 Bronce	42
1.5.4.2 Bronce de Plomo	44
1.5.4.3 Acero Inoxidable	44

ABASTECIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA RIEGO DE CULTIVO EN LA COMUNIDAD DE SAN GREGORIO, TEQUIXQUIAC ESTADO DE MÉXICO

Capítulo 2 : Análisis de la Problemática y Sistema de aguas residuales

2.1 Características Generales	47
2.2 Fuentes de aguas residuales	47
2.3 Modelos de sistemas	53
2.4 Captación de aguas negras	54
2.5 Captación de aguas pluviales	58
2.6 Captación de aguas cloacales combinadas	60
2.7 selección de sistemas colector	65
2.8 Evaluación de las aguas negras	65
2.9 Evaluación de aguas residuales industriales	74
2.10 Administración de los sistemas	76
2.11 Sistemas de las aguas residuales	78

Capítulo 3: Calculo, Desarrollo Y Selección del anteproyecto.

3.1 Características Mecánicas e Hidráulicas	
3.1.1 Motor Flecha Hueca	79
3.1.2 Flechas	81
3.1.3 Variadores de velocidad	82
3.1.4 Subestación Eléctrica	82
3.1.5 Válvula Chec	84
3.1.6 Válvula de Compuerta Vástago Fijo	85
3.1.7 Junta Dreeser	86
3.1.8 Válvula Contra Golpe de Ariete	88
3.1.8 Tubería de Polietileno (PEAD)	89
3.2 Memoria de Calculo	

ABASTECIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA RIEGO DE CULTIVO EN LA COMUNIDAD DE SAN GREGORIO, TEQUIXQUIAC ESTADO DE MÉXICO

3.2.1 Memoria de Tubería	92
3.2.2 Memoria de Bomba	97
3.2.3 Memoria de Cálculo de Corriente por Carga a salida	99
3.2.3 Memoria de Motor	100
Capítulo 4: Planos Mecánicos y Eléctricos	
4.1 Plano de Bombeo	105
4.2 Plano de Línea de Conducción.	106
4.3 Plano Eléctrico	107
4.4 Ubicación	108
Capítulo 5: Análisis y Evaluación Económica de la obra	
5.1 Estimaciones de costos de Construcción	
5.1.1 Catálogo de Conceptos de Equipo de Bombeo	109
5.1.2 Catálogo de Conceptos de Equipo Eléctrico	110
5.1.3 Catálogo de Concepto de Línea de Conducción	113
5.2 Determinación de costo Beneficio	115
5.3 Retorno de Inversión	116
Bibliografía	118
Glosario	119

Resumen

La unidad de riego cuenta con un cárcamo de bombeo que cuenta con un conjunto motor bomba tipo turbina, ubicado a un costado del canal junto a la corriente misma del túnel lo cual ocasiona que se llene continuamente de basura que arrastra las mismas aguas residuales ocasionando bajas eficiencias y descomposturas continuas en los equipos de bombeo generando poca disponibilidad de agua para riego por lo que se hace necesario el rendimiento a los equipos existentes, por lo cual se propone una reubicación del punto de succión a la salida del túnel nuevo de Tequixquiac ubicado a 1200 mts. Aguas abajo en el margen izquierdo del punto actual de succión, con el nuevo punto de extracción se evitaría así realizar trabajos a 70 mts. Bajo tierra en una canastilla rustica e insegura hasta el nivel de túnel para hacer limpieza a los equipo de bombeo ya que de acuerdo a las condiciones que se encuentran no se pueden prevenir que la basura atasque el equipo de bombeo.

.

ABASTECIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA RIEGO DE CULTIVO EN LA COMUNIDAD DE SAN GREGORIO, TEQUIXQUIAC ESTADO DE MÉXICO

Objetivo.

Debido a que el agua es un recurso natural que se ha vuelto indispensable para la agricultura y tener el aprovechamiento de la misma que en nuestro caso son las aguas residuales.

Las cuales estas al momento de ser incorporadas al campo funcionan con dos objetivos el de tener riego en la zona del valle de México y al mismo tiempo realizan la recarga de los mantos acuíferos ya que, al escurrir por la superficie del suelo, se infiltran y purifican directamente en el suelo hasta llegar a ellos.

Actualmente el volumen de agua que se tiene concesionado por la CONAGUA dentro del municipio de Tequixquiac estado de México es de 12'285,677.00 m³ anuales que se cuentan mismos que no se utiliza en su totalidad debido a los ineficientes equipos de bombeo e ineficiente infraestructura hidráulicas.

México es un país rico en recursos hidráulicos; obtiene el agua que se consume la población de fuentes tales como ríos, arroyos y mantos de agua subterráneos. Estos acuíferos se recargan de forma natural en épocas de lluvia y por los escurrimientos constantes así como la filtración del vital líquido al momento de realizar el riego en las tierras de sembradío.

Por tal situación es indispensable el desarrollo del anteproyecto para la reubicación de un cárcamo de bombeo y línea de conducción de la Unidad de Riego para el Desarrollo Rural Lumbrera N° 9 San Mateo San Gregorio del municipio de Tequixquiac del estado de México, en un tiempo no mayor a 8 meses para poder satisfacer las necesidades del hombre la cual se encuentra actualmente en la respiración de la lumbrera N° 9 del túnel nuevo del desagüe de la ciudad de México.

Este anteproyecto forma parte de una gran necesidad que los productores están realizando con la finalidad principal de elevar la productividad de las tierras agrícolas de la zona y buscar que la agricultura sea una actividad rentable que conlleve a elevar la calidad de vida de los habitantes y a la vez producir los alimentos necesarios que necesita el mercado local así como fomentar la siembra de Maíz forrajero, Alfalfa, Cebada mediante la incorporación de métodos de riego eficientes y paquetes tecnológicos adecuados para la zona.

Justificación.

El agua es un recurso clave para el desarrollo, pilar del sector primario de nuestro país. Es la base para la implementación de cualquier proyecto productivo, ya sea pecuario forestal o agrícola. La disponibilidad de agua en cantidad y calidad ha sido y será con mayor énfasis en los años venideros el punto de partida para emprender cualquier proyecto de desarrollo.

La superficie dedicada a la agricultura en México según datos de la Comisión Nacional del Agua es de aproximadamente 21 millones de hectáreas de riego y 14.5 millones de hectáreas de temporal. Sin embargo la productividad en áreas de riego es en promedio 3.7 veces mayor que las de temporal y a pesar de su superficie sustancialmente menor la agricultura de riego genera más de la mitad de la producción agrícola nacional. Con estos antecedentes se muestra de manera contundente la situación del riego en nuestro país, y la importancia de incorporar más superficies agrícolas a estos sistemas, para con ello mejorar la producción y por otra parte fomentar el uso eficiente del recurso agua.

Es importante señalar que el 77% del agua que se utiliza en nuestro país se emplea en la agricultura, de la cual un 25% son de aguas residuales y el 52 % son de aguas blancas y que la disponibilidad es escasa en amplias zonas del territorio nacional y que las eficiencias en el uso del agua en el riego en general son bajas.

Con todos los aspectos señalados anteriormente muestran la clara situación de la agricultura en México, el impacto que tiene el riego como factor que define de manera clara la productividad. Es importante resaltar, que de toda la superficie incorporada al riego, en el 92% se emplean métodos de riego por gravedad en los surcos de siembra cuya eficiencia de aplicación se estima alrededor del 55% y solo en el 8% restante se encuentra con sistema de riego presurizados con eficiencia de aplicación estimadas en 80% para aspersión, 83% para goteo y 84% microaspersión.

Derivado de lo antes explicado es necesario realizar esta reubicación de esta unidad de riego ya que en donde se encuentra actualmente es una lumbrera (respiradero del gran canal de desagüe de la Ciudad de México), el punto de extracción tiene una altura de 70 metros por debajo del nivel de la tierra lo cual esto genera mayor esfuerzo en los equipos de bombeo y actualmente esta se encuentra

ABASTECIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA RIEGO DE CULTIVO EN LA COMUNIDAD DE SAN GREGORIO, TEQUIXQUIAC ESTADO DE MÉXICO

en muy mal estado, a causa de las vibraciones de los motores y de los gases provocados por la aguas residuales se está derrumbando, además que se tiene el antecedente que en el 2003 al momento de realizar una limpieza de un cárcamo en el estado de Hidalgo fallecieron alrededor de 10 personas por no usar el equipo adecuado ocasionando esto que respirarán los gases que se generan con este tipo de agua, por lo cual protección civil del estado de México sugiere y a la vez solicita realicen su reubicación a todas las Unidades de riego que se encuentren en estas condiciones.

De no realizar la reubicación del cárcamo y la necesidad seguir trabajando los equipos de bombeo, para el riego de las parcelas, se podría ocasionar en un futuro no muy lejano un derrumbe total lo cual aparte de las pérdidas hacia los productores de la región en cuestión a sus sembradíos, se ocasionaría un problema socio – política ya que con esto el agua sufriría un tapón y esto provocaría inundaciones en los municipios aledaños al municipio de Tequixquiac así como a la misma ciudad del Distrito Federal.

Hoy en días, los proyectos de ingeniería son cada vez más complejos debido al avance de la tecnología. Constantemente hay nuevos descubrimientos que cumplen la función de ayudarle al hombre a facilitar su trabajo y vivir cómodamente con el mínimo esfuerzo. Los ingenieros mecánicos, deben de ser profesionales en el momento de proponer y/o desarrollar algunos, ya que al desafiar la naturaleza, estos devén de ser tan benéficos, para el hombre.

Para el ingeniero mecánico en el área hidráulica, existe la toma de decisiones y de rutas para la adquisición de equipos y elementos necesarios para el desarrollo de los proyectos. Por esa razón, es importante la adquisición de los mejores equipos y opciones para lograr el éxito que cada proyecto requiere y con la menor inversión posible.

Basado en los estudios socioeconómicos de los diferentes estratos sociales de la población, es necesario aplicar mejores técnicas y procedimientos para el máximo aprovechamiento y el uso de sistemas de aguas negras o residuales, por lo que se hace necesaria una innovación al sistema de aspersión para las unidades de riego de la región.

La finalidad de este ante proyecto es determinar procedimientos conocidos para el planteamiento de soluciones adecuadas a diferentes problemas en relación con la extracción de aguas residuales. Conocer los lineamientos que se deben seguir al proyectar un sistema proporcionando un conocimiento general sobre los aspectos mínimos necesarios, así como también una experiencia

ABASTECIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA RIEGO DE CULTIVO EN LA COMUNIDAD DE SAN GREGORIO, TEQUIXQUIAC ESTADO DE MÉXICO

para un mantenimiento preventivo y correctivo en los equipos, aunado a los planes existentes que manejan los propios productores de las unidades de riego, entre otros.

Es por eso que se propone la selección de bombeo (bombas, motores, columna, sistema electro mecánico, tubería, tren de descarga, etc.) en su primer etapa así como también un programa de mantenimiento para estos equipos, sumado a planes ya propuestos y en uso para garantizar una operación adecuada y eficiente.

Se pretende de igual forma que esta solución sea piloto para todas las demás unidades que se encuentran en el municipio de Tequixquiac así mismo para las demás unidades de riego que se encuentran dentro de la región de Zumpango. Y sus alrededores.

Introducción

Dentro de este trabajo se van abarcar 5 capítulos a continuación se realizara una introducción de cada uno de ellos.

En el capítulo N° 1 se refiere a las generalidades donde abarcaremos los principales componentes para poder conocer un poco de la historia del municipio donde se desarrollara la obra, en este capítulo conoceremos los límites del territorio así como los municipios con los cuáles colinda el mismo, así mismo conoceremos el tipo de clima y la hidrografía de esta jurisdicción.

En el capítulo N° 2 estaremos abordando el análisis de la problemática principal la cual consiste en que esta unidad de riego tiene un problema principal que es la falta de agua y las constantes descomposición de sus equipos actuales ya que como son equipos muy viejos estos constantemente se descomponen, aunado a esto otro factor que debemos tomar muy en cuenta es la altura de extracción del líquido es muy alto y pone en riesgo a las personas cuando realizan el mantenimiento a estos equipos.

En el capítulo N° 3 se realizara la aplicación de los conocimientos de la Ingeniera estaremos describiendo el cálculo de memoria para determinar qué tipo de equipos electromecánicos se usaran así como el tipo de tubería que se estará utilizando para la conducción del vital liquido

Capítulo: 1

Generalidades

En este capítulo se mostraran algunos aspectos históricos de la región norte del estado de México donde se encuentran los principales municipios que hacen uso de las aguas residuales de la ciudad de México que están comprendido por Tecámac, Tonanitla, Nextlalpan, Jaltenco, Zumpango, Tequixquiac, Apaxco y desemboca en el estado de hidalgo. Y como se ha desarrollado a lo largo del tiempo desde los establecimientos de las diferentes culturas mayas y olmecas, hasta nuestros días, y como ha sido punto de referencia económico político y social para ello. También se explicaran algunos conceptos importantes para introducir de lleno al tema central de estudio, haciendo referencia de los recursos naturales renovables con los que se cuenta.

Marco de Referencia.

Para poder realizar el ante proyecto ejecutivo para la ubicación del cárcamo de la lumbrera N° 9 San Mateo San Gregorio es indispensable tener en consideración lo siguiente:

Es indispensable el estudio de mecánica de suelos para ubicar el lugar adecuado para realizar la construcción del cárcamo, tomando muestras y pruebas al suelo, las cuales nos indican que tipo de suelos tenemos y que tenemos que hacer en el lugar para soportar una infraestructura de esta índole.

Los niveles mínimos y máximos del caudal que lleva el gran canal para determinar las dimensiones del cárcamo de bombeo de acuerdo al título de concesión de agua expedido por CONAGUA.

El levantamiento topográfico de la línea de conducción para conocer la longitud total de la línea así como también el desnivel que existe entre el punto de arranque y el punto final de descarga para poder determinar la altura a vencer de la carga dinámica, en conjunto con los usuarios determinar los puntos estratégicos para la ubicación de válvulas de compuerta, así como la ubicación de las válvulas de expulsión de aire.

El análisis para determinar qué tipo de bombas, capacidad y motor se emplearían, así como el estudio para determinar el tipo de tubería que se emplearía para la línea de conducción.

1.1 .- Antecedentes Históricos de la Región.

1.1.1Historía de Tequixquiac

Durante el movimiento de independencia las noticias llegaban a Tequixquiac por las danzas y la cartería como medios informativos.

Tequixquiac se crea como municipio el 29 de noviembre de 1820 por decreto del gobierno provincial de México sobre la base de la Constitución de Cádiz emitido por los insurgentes, gracias al General Guadalupe Victoria se crea esta municipalidad que todavía dependía de la corona española; Tequixquiac fue uno primeros municipios del México independentista y su capital fue la Ciudad de México hasta 1824. Fueron expulsados los encomenderos españoles y los corregidores a los que estaba sujeto el municipio, Feliciano Vera fue el primer presidente municipal.

Por Bando Municipal el 17 de diciembre de 1823, Tequixquiac hizo pública la forma de gobierno que regiría al país. "La Nación Mexicana adopta para su gobierno la forma de República Representativa Popular Federal", publicándose del mismo modo el juramento a la Constitución Federal de los Estados Unidos Mexicanos en octubre de 1824. Los bandoleros aterraron a los pobladores por lo que se creó un Bando de policía y buen gobierno a partir de 1930, hubo alcaldes que a pocos días de su periodo fueron asesinados por caciques, aquellos que vendían pulque y tenían bastas propiedades que pertenecieron a los españoles, además estos caciques se pronunciaban alcaldes por varios periodos.

Por el decreto número 41, del 8 de abril de 1825, se agregó a Zumpango: Hueypoxtla y Tequixquiac que pertenecían al partido de Tetepango, basándose en la ley, en esa misma fecha, el prefecto de Tula separa a Tequixquiac y las haciendas de Teña y Rincón de Guadalupe de la municipalidad de Atitalaquia.

Por el año de 1830 llega la noticia de los intentos de revolución en la Ciudad de México. Previniendo a las autoridades de no ser sorprendidas. Carlos María Montero tomó cargo como nuevo administrador de rentas del estado por el Partido de Zumpango para fungir como observador y encargado.

ABASTECIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA RIEGO DE CULTIVO EN LA COMUNIDAD DE SAN GREGORIO, TEQUIXQUIAC ESTADO DE MÉXICO

1.1.2 El Porfiriato

Conocido como "Túnel Viejo" forma parte de las obras del desagüe del Valle de México, cuya construcción fue necesaria debido a las inundaciones que constantemente sufría la ciudad de México desde su fundación, por el aumento de los niveles de agua de los lagos que le rodeaban. La obra comprendía tres puntos simultáneos un Tajo abierto, "El Túnel de Tequixquiac" y "El Tajo". Los trabajos comenzaron durante El imperio de Maximiliano de Habsburgo, en julio de 1866.

El Tajo se excavó de 1868 a 1870. El túnel debía tener más de 10 kilómetros de longitud con 24 lumbreras a intervalos de 400 metros, y profundidades de 30 a 98 metros. Los trabajos fueron lentos y tropezando, hasta que Porfirio Díaz le dio al impulso final, para ello optó por entregar a una empresa inglesa: " ", ambas fracasaron en la obra, debido a los gastos imprevistos y la maquinaria insuficiente para desaguar las lumbreras.

Fue el ingeniero Luis Espinosa y la mano de obra mexicana, quienes concluyeron el Túnel en 1894. La inauguración oficial de las obras del desagüe, fue el 17 de marzo de 1900, fecha en que Don Porfirio Díaz visitó "El Tajo" de Tequixquiac para conmemorar la hazaña de Maximiliano.

Para los trabajos del Túnel se instaló un tren, en 1886, nombrado "Ferrocarril del Desagüe del México", también como los pobladores de la zona "La cucaracha" muy probablemente porque el corrido popular del mismo nombre, debido a su lentitud y a su torpeza para caminar.

Partía de San Lázaro, Distrito Federal a un costado del Gran Canal, primeramente llegaba a la Estación del Tajo, siguiendo por la avenida Ferrocarril, pasaba por detrás del Calvario, luego por el ex Campo Zaragoza, rumbo a La Cinco, se dirigía a Apaxco, para seguir hasta progreso Hidalgo Fue desmantelado en 1942.

El tren se encargaba de transportar a trabajadores del Túnel, herramientas, maquinaria y materiales para la misma obra. Al terminar la obra, el tren sirvió también para el comercio del pulque elaborado en las diferentes haciendas de Tequixquiac, que se vendía en la Ciudad de México, o en el Estado de Hidalgo.

Sobre la misma vía se instaló un autovía, para un pequeño carro de pasajeros, También se colocó la primera línea telefónica en 1897. Existen aún personas que trabajaban como maquinistas en el ferrocarril, o que se transportaron en él.

ABASTECIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA RIEGO DE CULTIVO EN LA COMUNIDAD DE SAN GREGORIO, TEQUIXQUIAC ESTADO DE MÉXICO

Para la obra del túnel, el Ministerio de Fomento de la República, instaló dos fábricas de ladrillos y una de cal, la primera producía 60 mil ladrillos por semana y la segunda 30 carretadas, material que la obra del desagüe consumía en su totalidad. El horno de cal, aunque no funciona, continúa en perfectas condiciones.

La construcción propició el establecimiento de "puertos" o "cantinas" a un costado de las lumbreras. El comercio y la producción del pulque se reactivaron, Tequixquiac fue uno de los principales productores de pulque en toda la región y las haciendas vendían muchos litros a las pulquerías de Zumpango.

Fue así como se realizó el túnel pero fue hasta el año de 1930 cuando productores de esta región empezaron a realizar sus diferentes trámites ante CONAGUA para poder tener derecho al agua ya que anteriormente solo se permitía el paso de la misma nada más por el municipio ya que esta fue con seccionada al estado de Hidalgo.

Hoy en día se encuentran legalmente constituidas alrededor de 11 unidades de riego con su respectivo título de Concesión otorgado por la CONAGUA la última que se conoce como San José está en trámite para obtener su Título de Agua,

Las cuales se describen a continuación:

Nº	Nombre de la Unidad	Vol. Agua (m ³ /año)	Superficie (Has)	Productores
1	El Treviño	207,360.00	150	66
2	Almácigos	1'294,000.00	211.68	101
3	San Mateo	1'311,660.00	120	73
4	Tepetongo	345,195.00	36.27	18
5	Tlapanaloya	373,778.00	85.25	73
6	Zopilote	1'499,040.00	143.37	62

ABASTECIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA RIEGO DE CULTIVO EN LA COMUNIDAD DE SAN GREGORIO, TEQUIXQUIAC ESTADO DE MÉXICO

7	Esperanza	630,720.00	150	150
8	Xocoyotl	1'414,628.00	210	90
9	Los Lobos	345,420.00	69.48	30
10	Junta Mixta	1'698,326.00	320	320
11	El Embarcadero	320,550.00	58.37	26
12	San José	1450,000.00	109.71	75

Tabla 1.1 Unidades de riego

La unidad de riego para el Desarrollo Rural Lumbrera N° 9 fue constituida y dotada en el año 1960 por lo cual y de acuerdo al decreto publicado en el diario Oficial de la federación de fecha 06 de Junio de 1960, se proporciona un título de Concesión para el aprovechamiento de las aguas negras provenientes del gran canal de desagüe de la Ciudad de México del túnel Nuevo de Tequixquiac, dicho título es autorizado por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) estas aguas es para el servicio de riego del desarrollo agropecuario.

ABASTECIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA RIEGO DE CULTIVO EN LA COMUNIDAD DE SAN GREGORIO, TEQUIXQUIAC ESTADO DE MÉXICO

1.2 .- Localización Geográfica

1.2.1 Límites:

El estado de México es una entidad estatal de forma de gobierno republicana, representativa y popular. Es parte integrante de la Federación de los Estados Unidos Mexicanos, su constitución política recae esencialmente en el pueblo mexiquense, y se administra por medio de tres poderes esenciales: ejecutivo, legislativo y judicial; así mismo la entidad tiene como base de su división territorial y de su organización política y administrativa el municipio libre, el Estado de México está dividido en 125 Municipios y el Municipio de Tequixquiac ubica el número 096.

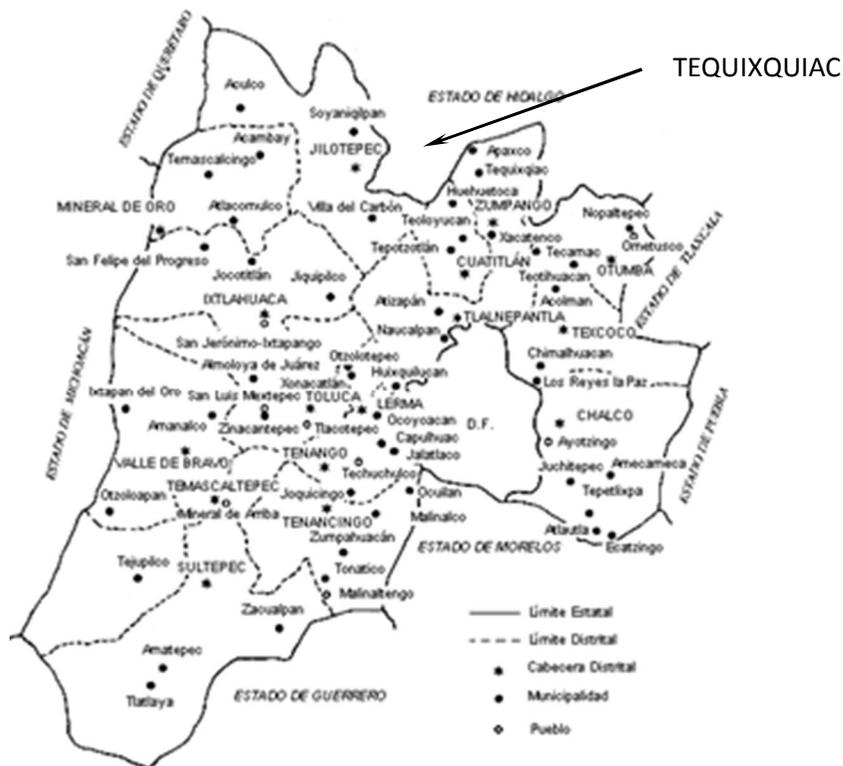


Figura 1.1 Municipios de Tequixquiac Estado de México

ABASTECIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA RIEGO DE CULTIVO EN LA COMUNIDAD DE SAN GREGORIO, TEQUIXQUIAC ESTADO DE MÉXICO

1.2.2 Ubicación

La Ubicación del municipio es al norte del Estado de México a 120 kilómetros de la Ciudad de Toluca dentro de lo que se conoce como valle de México sus coordenadas Geográficas extremas del meridiano son latitud Norte 19° 51´23" Longitud Oeste 99° 13´ 35" con una altura de 2256 metros sobre el nivel del mar, colinda al norte con el municipio de Apaxco, al Oriente con el Municipio de Hueypoxtla, al Sur con el municipio de Zumpango y al Poniente con el municipio de Huehuetoca.



Figura 1.2 Límites de Tequixquiac Estado de México

1.2.3 Hidrografía

Podemos encontrar en su territorio las principales cuencas de ríos del país, como la del río Lerma que nace en los alrededores de Almoloya del Río y cuyo destino final es el océano Pacífico y el tula-Moctezuma-Pánuco, alimentado por las corrientes de los ríos Cuatitlán, Salado, Taxhimay y rosas a los que se une también el canal artificial que da salida a las aguas negras de la cuenca de México, ambos ríos de una importancia mayúscula para la agricultura y la industria. También presenta corrientes al sur del estado como el río Temascaltepec, el Bejuicos y el Tilostoc, este último es el origen del denominado sistema Cutzamala, que aporta el 25% del agua que se consume en México y su zona metropolitana; estas corrientes son parte de la cuenca del Río Balsas.

También hay lagos como la Laguna de Zumpango, el lago Brockman y el lago Nabor Carrillo; en cuanto a las presas están las de Villa Victoria, Valle de Bravo, Huapango, Taxhimay, Danxhó, Tepetitlán, entre otras.

1.2.4 Clima

El volcán Popocatepetl es la máxima altura del estado. El clima de la zona en general es templado subhúmedo con lluvias en verano, la temperatura promedio es de 15.5°C la máxima extrema es de 63°C y la mínima es de 0°C la lluvia es de 861.0 MN., en el mes de Noviembre cae la primera helada y en Abril la última, El nivel de evaporación es de 1656.3 MN se presenta precipitaciones entre 500 y 1500 MM excepto en la depresión del Balsas; en tierra caliente, donde es cálido sub húmedo debido a la baja altitud y en la cima de los volcanes que es polar del altura.

1.2.5 Orografía

Está conformada por pequeños lomeríos separados por arroyos o barrancas, sobresale la meseta de la Ahumada, la cabecera municipal se asienta en un valle alargado.

Tequixquiac como zona orográfica comprende la transición del valle de México al valle del Mezquital, la altitud de la cabecera municipal es de 2,340 msnm (msnm: metros sobre el nivel del mar).

ABASTECIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA RIEGO DE CULTIVO EN LA COMUNIDAD DE SAN GREGORIO, TEQUIXQUIAC ESTADO DE MÉXICO

1.2.6 Flora y Fauna

Flora: La vegetación es variedad por el tipo de clima de la región, sin embargo existen concentraciones de árboles en las zonas húmedas y en los márgenes de los ríos, así como en las faldas de lomas y cerros reforestados, también se pueden encontrar gran variedad de cactáceas, árboles frutales, plantas de ornato y diferentes variedades de cultivos.

Fauna: La fauna es variedad, principalmente en el campo, existen ardillas, tuzas, coyotes, conejos, ratones de campo, zorrillos y algunas variedades de reptiles.

Del mismo municipio de Tequixquiac.

1.2.7 Economía:

La base económica del municipio y/o región se base en las actividades Pecuaría agricultura, ganadería Forestal y microempresas, el 0.79 % de la población desocupada, se refiere a personas de la tercera edad, por lo que se considera un municipio activo a continuación se describen las actividades principales del municipio.

Pecuaría: Los productores de ganado bovino lechero tienen gran diversidad en la elaboración de sus instalaciones. El 30% están elaborados con las siguientes características: paredes de tabicón, pisos de concreto, láminas de metal, comederos y bebederos de concreto, el 40% cuentan con corrales rústicos los cuales no cuentan con paredes, sin pisos, techos de láminas de asbesto y usan como comederos y bebederos tambos metálicos partidos a lo mitad en el sentido más largo; el 30% faltante su ganado lo tienen sobre la misma parcela sin ningún tipo de techo ni comedero ni barda que lo protejan.

En cuanto al ganado bovino de carne, las instalaciones son de tubos de metal. Con comederos y bebederos de metal y techo de láminas actualmente están cambiando su forma de techado al colocar sabana plástica de invernadero.

Las instalaciones de ganado ovino, son rústicas, están hechas de madera y techos de láminas de cartón, con comederos y bebederos de concreto.

En general los productores pecuarios carecen de maquinaria y equipo, que disminuya los costos de producción.

ABASTECIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA RIEGO DE CULTIVO EN LA COMUNIDAD DE SAN GREGORIO, TEQUIXQUIAC ESTADO DE MÉXICO

Agricultura: el campo es el factor decisivo y principal para alcanzar la autosuficiencia alimentaria, el cultivo más importante es el maíz y la alfalfa, sin embargo, en los últimos años la producción ha disminuido por los cambios climáticos. Antes se sembraba el maíz en los meses de Marzo – Abril hoy en día se realiza en los meses de Junio – Julio ya que las lluvias se han retardado.

Ganadería: El 30% de los productores de ganado bovino de leche manejan el mejoramiento genético, a base de Inseminación artificial, el 70% restante continúan con la producción de ganado criollo.

En cuanto a la alimentación del ganado en general, el 90% de los productores manejan alfalfa verde, rastrojos y el silo; el 10% ocupa ciertas balanceadas.

El 50% de los productores, aplican vacunas, desparasitan tés y medicamentos para prevención de enfermedades.

El 50% restante, no le dan ningún tipo de manejo adecuado a su ganado

EXISTENCIA PECUARIAS EN EL MUNICIPIO DE TEQUIXQUIAC								
BOVINOS		PORCINOS	OVINOS	CAPRINOS	EQUINO	COLMENA	AVES	
LECHE	CARNE						CARNE	HUEVO
5200	2800	1500	4800	850	100	80	15500	58000

Tabla 1.2 Existencia Pecuaria

Forestal: No se le da importancia a este sector, ya que los recursos forestales son mínimos, más sin embargo, se le debe de dar auge a la reforestación debido a que en las laderas de los cerros, los suelos se están erosionando, por lo que se recomienda realizar un plan de reforestación con especies que se adapten a la zona como lo son: Pirul, Alcanfor, Mezquite, Cedro Blanco y Maguey.

En el año 2006 se reforesto parte del cerro de la ahumada en el barrio de san Miguel de acuerdo al plan municipal de ese entonces con ayuda de autoridades Municipales y población en general.

Industria: La industria en el municipio es mínima dado que únicamente cuentan con dos empresa una de accesorios electrodomésticas, y una de construcción de campers automotrices y pequeños talleres donde realizan la transformación de la leche en lácteos y quesos.

ABASTECIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA RIEGO DE CULTIVO EN LA COMUNIDAD DE SAN GREGORIO, TEQUIXQUIAC ESTADO DE MÉXICO

1.2.8 Población:

De los 31,080 habitantes del municipio de los cuales 17,356 son mujeres.

En Tequixquiac, predomina actualmente el mestizaje entre indígenas y europeos (principalmente españoles e italianos), siendo la raza predominante del municipio, su lengua es el castellano mezclado modismos nahuas y otomíes.

Salud:

En cuestiones sanitarias el municipio registra como principales causas de mortandad de la población las siguientes: diabetes mellitus, cáncer de mama, neumonía y paro cardíaco por hipertensión sanguínea. Lo obesidad es un problema por los malos hábitos alimenticios de la población mexicana y Tequixquiac no escapa a los problemas de obesidad mórbida y la obesidad infantil.

Migración:

La población extranjera de Tequixquiac es originaria principalmente de los Estados Unidos, el resto proviene de Centro y Sudamérica.

La migración externa del municipio la podemos determinar por datos locales del año 2010, que registró a tequixquenses viviendo de manera legal en los Estados Unidos con un total de 875 emigrantes, 24 en Canadá, 5 en España, 3 en Guatemala, 3 en Venezuela, 3 en Francia, 2 en Andorra, 2 en Italia, 2 en Suiza, 1 en Colombia y 1 en Países Bajos; se desconocen las cifras de los tequixquenses viviendo de manera ilegal fuera del país pero la mayoría reside en los Estados Unidos.

En el año 2010, el 64% de los tequixquenses nacieron en Tequixquiac, 18% de la población nació en otra entidad federativa, el 16% nació en el Estado de México y el 1% nació en otro país. Los que nacieron en otras entidades; el 38% de ellos nacieron en el Distrito Federal, el 33% en Hidalgo, 10% de Oaxaca, el 9% de Veracruz, 5% de Chiapas, 2% de Puebla, 1% de Morelos, 1% de Guerrero, el 1% de Jalisco, el 1% en Michoacán, el 0.5% en Campeche, el 12% de la inmigración interna nació en el resto de las entidades del país.

La población extranjera es muy reducida, los primeros inmigrantes fueron varones europeos contratados por la empresa Campbell Company que construyó los túneles del Tajo de Tequixquiac, llegaron después de la revolución mexicana otros inmigrantes procedentes de Europa quienes huían de la pobreza y problemas bélicos como la Guerra Civil Española o la Segunda Guerra Mundial, su origen era procedente de España, Italia, Inglaterra (familias Scobell, Mascott, Servin y Wence) y

ABASTECIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA RIEGO DE CULTIVO EN LA COMUNIDAD DE SAN GREGORIO, TEQUIXQUIAC ESTADO DE MÉXICO

de Alemania(familia Brandt), todos estos inmigrantes ya fallecidos, tuvieron descendientes en Tequixquiac que aún conservan sus apellidos.

Actualmente ya no hay inmigración europea en Tequixquiac como a principios del siglo XX, el grupo de inmigrantes mayores de 18 años recibidos en el año 2010 dentro del municipio es la siguiente; 85 de los Estados Unidos (los cuales son en su mayoría son hijos de mexicanos repatriados), 8 de El Salvador, 7 de Honduras, 5 de Colombia, 4 de Guatemala, 4 de Venezuela, 4 de Chile, 3 de Ecuador, 2 de Panamá, 2 de España, 1 de Canadá y 1 de Francia; arribados al municipio a partir de los años 70 a la actualidad.

1.2.9 Creencias religiosas:

Las creencias religiosas predominantes son el cristianismo católico contando con un 90% de la población total del municipio en 2010 cuando en 1990 eran el 97% y en el año 2000 eran 92%, existen dos parroquias que pertenecen a la Diócesis de Cuautitlán, así como una capilla en cada barrio, colonia o ranchería, la segunda comunidad religiosa en crecimiento es la de los testigos de Jehová cuentan con un salón ubicado en el barrio de San Mateo, su culto se ha propagado rápidamente por todo el municipio, la tercera convicción ideológica son las personas que no practican ninguna creencia religiosa o se consideran ateos.

1.3.- Alcances del Proyecto.

Con la elaboración de este ante proyecto se pretende tener una superficie de riego de aproximadamente unas 150 hectáreas las cuales ya se tienen dentro del padrón de usuarios original y se están regando con el actual equipo de bombeo y con la realización de este proyecto se incorporaran 200 hectáreas más es decir se incrementaría en un 100% más la actividad agropecuario con lo que será de gran impacto para la región ya que se crean fuentes de empleo y se produce más forraje para el mismo municipio ya que la actividad principal de este municipio es Agropecuaria y así incrementaremos la producción de leche para la elaboración de lácteos dentro de las empresas

1.4.- Descripción de la Lumbrera.

La lumbrera es una respiración que se generaron para la expulsión y respiración de los gases de las aguas residuales ya que de tener un túnel totalmente cerrado se produciría un tubo en el cual en cualquier momento podría explotar debido a la gran acumulación de gases, la altura total de estas lumbreras es de 70 metros del nivel del agua al nivel de tierra existen aproximadamente una 14 lumbreras en toda la longitud del canal dicho canal fue construido desde épocas de don Porfirio Díaz

ABASTECIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA RIEGO DE CULTIVO EN LA COMUNIDAD DE SAN GREGORIO, TEQUIXQUIAC ESTADO DE MÉXICO

, Actualmente la unidad de Riego para el Desarrollo Rural lumbrera N° 9 san Mateo y San Gregorio con base al título de concesión de agua autorizado por la CONAGUA utilizan dos equipos de bombeo con motores de 250 hp cada uno y tubería de extracción de 10" de diámetro, los equipos son ya muy obsoletos y por lo mismo tienen fallas constantes, aunado a que el túnel sufre constantemente derrumbes y como la forma de dar el mantenimiento a la columna de bombeo es demasiado riesgosa, ya que los usuarios bajan por medio de una canastilla la dirección de Protección Civil del estado de México recomienda tomar las precauciones preventivas para evitar emergencias y pérdidas de vidas humanas en la operación del mantenimiento adecuado.

1.5.- Conceptos Teóricos.

1.5.1 Bombas Hidráulicas

Se denominan bombas hidráulicas o simplemente bombas a las máquinas cuya misión consiste en aumentar la energía de las masas líquidas por desplazamiento de las mismas a través de tuberías.

El aumento de energía se puede producir por elevación de dichas masas líquidas a ciertas alturas, por aumento de la presión, por aumento de velocidad o por aumento combinado de altura, presión y velocidad.

La fuerza causante de la circulación del líquido puede ser conseguida mediante efecto centrífugo (bombas centrífugas) o por inyección directa de volúmenes de aquel (bombas volumétricas o bombas de desplazamiento positivos).

1.5.2 Grupos de bombeo

Existen 3 tipos de grupos de bombeo: Grupo horizontal, grupo vertical y grupo sumergido.

1.5.2.1 Grupos horizontales:

Aquellos en los que la bomba y el motor se encuentran situados en la superficie, sin contacto con el agua. Lo más común son bombas con un motor diesel, o unido a la toma de fuerza del tractor. Debido a esta situación solo puede alcanzar una altitud de 10,33 m de columna de agua, ya que la presión a la que está sometida es la atmosférica. Se recomienda una presión de no más de 5 m.

1.5.2.2 Grupos sumergidos:

El motor y la bomba están sumergidos los dos juntos a la profundidad que requiera nuestra perforación. Pueden llegar incluso a profundidades de 200 o 300 metros. Trabajaran con motores eléctricos.

1.5.2.3 Grupos verticales:

Las bombas con eje de giro en posición vertical tienen, casi siempre, el motor a un nivel superior al de la bomba, por lo que es posible, al contrario que en las horizontales, que la bomba trabaje rodeada por líquido a bombear, estando, sin embargo, el motor por encima de éste.

Aquellos en los que el nivel dinámico del agua respecto del motor se encuentran a más de 5 metros. La característica principal es que la bomba se encuentra sumergida en el agua. Dependiendo de donde se encuentre el nivel dinámico del agua existirá mayor o menor distancia entre el motor y la bomba. Por lo tanto en este tipo de grupos la bomba y el motor irán separados.

En este tipo de bombas no es aconsejable su instalación a más de 60 o 70 metros. Obtendrán la energía o bien de un motor diesel o de la toma de fuerza del tractor.

1.5.2.3.1 Bombas verticales de turbina.

Las bombas verticales de turbina han llegado a un grado de perfección notable con rendimientos altos y determinadas ventajas hidráulicas; aunque empezaron siendo empleadas exclusivamente para riegos en pozos y perforaciones, sus aplicaciones industriales aumentan cada vez más, siendo en la actualidad más numerosas que las agrícolas, por lo que la denominación de bombas de pozo profundo va desapareciendo para adaptarse a la de bombas de turbina vertical.

Dentro de este tipo se pueden distinguir las bombas provistas de eje alargado y accionadas por motor sumergible dispuesto inmediatamente por debajo de la bomba o bombas buzo.

El impulsor de aspiración simple, puede ser radial o diagonal, según las condiciones de trabajo y de forma cerrada o semiabierta.

ABASTECIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA RIEGO DE CULTIVO EN LA COMUNIDAD DE SAN GREGORIO, TEQUIXQUIAC ESTADO DE MÉXICO

Entre las bombas sumergidas, las más importantes son las llamadas de pozo profundo, de sondeo o de turbina vertical, que fueron desarrolladas para la explotación de pozos, perforaciones y sondeos de diámetro reducido. Esta circunstancia limita forzosa-mente la altura por etapa, lo que conduce al concepto de bombas multicelulares para reducir el espacio.

El impulsor de aspiración simple, puede ser radial o diagonal, según las condiciones de servicio y su construcción cerrada o semiabierta. Los impulsores semiabiertos, sin embargo, aparte de su mayor empuje axial, hasta el 50% mayor, requieren un ajuste vertical más cuidadoso durante el montaje.

El conjunto de difusores del cuerpo de bomba y la tubería de impulsión, cuelgan del cabezal sobre el que va montado el motor, constituyendo el codo de desviación de la impulsión. A veces, los difusores se recubren interiormente de un esmalte especial que disminuye la rugosidad de la fundición y las pérdidas hidráulicas consiguientes, aumentando el rendimiento, dotando de una cierta uniformidad a las distintas unidades, lográndose una mejor resistencia a la corrosión y a la abrasión.

La construcción de estas bombas permite montar el número de etapas deseado, que puede llegar a 20 o más, añadiendo simplemente difusores e impulsores semejantes uno sobre otro, lo que dota de cierta elasticidad a las aplicaciones, con las consiguientes ventajas de estandarización, disponibilidad de repuestos, etc.; no obstante, estas bombas participan de las desventajas mencionadas para las bombas verticales sumergidas, de ser caras y exigir unos costes de mantenimiento elevados.

Las bombas verticales de turbina han llegado a un grado de perfección notable con rendimientos altos y determinadas ventajas hidráulicas; aunque empezaron siendo empleadas exclusivamente para riegos en pozos y perforaciones, sus aplicaciones industriales aumentan cada vez más, siendo en la actualidad más numerosas que las agrícolas, por lo que la denominación de bombas de pozo profundo va desapareciendo para adaptarse a la de bombas de turbina vertical. Dentro de este tipo se pueden distinguir las bombas provistas de eje alargado y accionadas por motor sumergible dispuesto inmediatamente por debajo de la bomba o bombas buzo.



FIGURA 1.3 BOMBAS VERTICALES DE TURBINA

1.5.2.3.2 Bombas verticales de turbina con el motor por encima

En estas bombas, el eje va por el interior de la tubería de impulsión, sin protección si la lubricación es por aceite, o dentro de un tubo protector si la lubricación es por agua.

El conjunto de impulsores y eje soportado por los cojinetes de empuje están colocados en el mismo cabezal o en la parte superior del motor, si su eje y el de la bomba están rígidamente acoplados (motores de eje hueco)

Con estas bombas se pueden alcanzar unos 200 m.c.a. Un mal alineamiento del eje afecta la vida útil de los cojinetes y genera vibraciones durante el funcionamiento crecen enormemente con la longitud del eje. Se puede considerar que la seguridad del eje es proporcional a su rigidez o resistencia de flexión viniendo por el factor D/L siendo D el diámetro del eje y L su longitud.



FIGURA 1.4 BOMBAS VERTICALES DE TURBINA CON EL MOTOR POR ENCIMA

1.5.2.3 Bombas verticales de turbina con el motor sumergido

Se han desarrollado motores que pueden trabajar dentro del líquido y de dimensiones que les permite ir montados en el interior del pozo para evitar las desventajas de los ejes largos.

De esta forma desaparecen el eje, los cojinetes y el tubo protector y la tubería de impulsión puede ser de menor diámetro.

Los motores pueden ser de funcionamiento en seco con cierre hermético, o inundados con aislamiento especial.

Las ventajas del motor sumergido se aprecian mucho en pozos de más de 30 m de profundidad, o bien inclinados o curvados.

El espacio requerido en la superficie es mínimo e incluso nulo con descarga subterránea.

Las desventajas son una reducción en rendimiento y vida del motor y el desmontaje total para cualquier tipo de revisión o reparación de la bomba o del motor.

Con objeto de evitar las desventajas que se derivan de la excesiva longitud del eje, en las bombas sumergidas se han desarrollado motores eléctricos capaces de funcionar a su vez rodeados de líquido y de dimensiones tales que les permite ir montados en el interior del pozo.

ABASTECIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA RIEGO DE CULTIVO EN LA COMUNIDAD DE SAN GREGORIO, TEQUIXQUIAC ESTADO DE MÉXICO

De esta forma, colocando los motores inmediatamente por debajo de la bomba, desaparece la necesidad del eje, cojinetes y tubo protector, por lo que la columna puede ser de menor diámetro para pérdidas de carga semejantes.

Los motores pueden ser de funcionamiento en seco con cierre hermético, o inundados, en cuyo caso los aislamientos han de tener características muy especiales. Las ventajas del motor sumergido se hacen apreciables, sobre todo, en pozos muy profundos de más de 30 m, o bien inclinados o curvados. El espacio requerido en la superficie es, evidentemente mínimo e incluso nulo con descarga subterránea.



FIGURA 1. 5 BOMBAS VERTICALES DE TURBINA CON EL MOTOR SUMERGIDO

1.5.2.3.4 Bombas Verticales De Funcionamiento En Seco

En las bombas verticales no sumergidas, el motor puede estar inmediatamente sobre la bomba, o muy por encima de ésta. El elevarlo responde a la necesidad de protegerlo de una posible inundación o para hacerlo más accesible si, por ejemplo, la bomba trabaja en un pozo.

El eje alargado puede ser rígido o flexible por medio de juntas universales, lo que simplifica el siempre difícil problema del alineamiento.

Se emplean muy a menudo las mismas bombas horizontales modificadas únicamente en sus cojinetes.

ABASTECIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA RIEGO DE CULTIVO EN LA COMUNIDAD DE SAN GREGORIO, TEQUIXQUIAC ESTADO DE MÉXICO

La aspiración es lateral, (horizontal); en las bombas grandes, frecuentemente, es por abajo, aunque a veces se transforma en lateral mediante un simple codo.

La ventaja de las bombas verticales, es que requieren muy poco espacio horizontal que las hace insustituibles en barcos, pozos, etc; sin embargo se necesita un espacio vertical superior suficiente para permitir su cómodo montaje y desmontaje.

Para bombas de gran caudal, la construcción vertical resulta en general más barata que la horizontal. Las bombas verticales se emplean normalmente en aplicaciones marinas, para aguas sucias, drenajes, irrigación, circulación de condensadores, etc.



FIGURA 1. 6 BOMBAS VERTICALES DE FUNCIONAMIENTO EN SECO

1.5.2.3.5 Bombas Verticales Sumergidas

El funcionamiento sumergido de las bombas centrífugas elimina el inconveniente del cebado, por lo que el impulsor se halla continuamente, aún parado, rodeado por el líquido a impulsar y, por lo tanto, la bomba está en disposición de funcionar en cualquier momento.

El control de la unidad requiere únicamente la puesta en marcha del motor de accionamiento, sin necesidad de dispositivos adicionales de cebado previo.

ABASTECIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA RIEGO DE CULTIVO EN LA COMUNIDAD DE SAN GREGORIO, TEQUIXQUIAC ESTADO DE MÉXICO

La aspiración, que es siempre por abajo, se hace a una cierta profundidad con respecto al nivel libre del líquido.

Si esta profundidad es menor de lo debido, 2 ó 3 veces el diámetro del orificio de aspiración, se pueden crear en la superficie vórtices o remolinos por cuyo centro se introduce aire en la bomba, con la consiguiente pérdida de caudal y deficiente funcionamiento.

El eje del que van provistas estas bombas, va guiado normalmente por cojinetes de fricción separados a intervalos regulares (de 1,5 a 3 metros) y lubricados por aceite, grasa, o el mismo líquido bombeado; en este último caso, el eje se suele disponer en el interior de la tubería de impulsión vertical, cerca del motor, en que ésta se desvía horizontalmente mediante un codo adecuado.

En los casos de lubricación por grasa o aceite, el eje va dentro de un tubo portador de los cojinetes, siendo este conjunto, a su vez, exterior o interior a la tubería de impulsión.

La otra solución tiene la ventaja de requerir un menor espacio, siendo en ambos casos innecesaria la empaquetadura, lo que constituye también una circunstancia muy favorable, dados los inconvenientes que ésta lleva a veces consigo.

Las bombas sumergidas tienen la ventaja de ocupar un espacio horizontal mínimo, sólo el necesario para acomodar el motor vertical y la impulsión, siendo incluso ésta a veces subterránea.

Las ventajas hidráulicas son evidentes al desaparecer todos los problemas de aspiración que constituyen el principal inconveniente en el funcionamiento de las bombas centrífugas.

Desde un punto de vista mecánico, esta disposición presenta grandes inconvenientes con respecto a la horizontal. Las bombas son inicialmente más caras y su mantenimiento mucho más elevados, ya que cualquier reparación exige el desmontaje de la bomba para izarla a la superficie.

El eje alargado, somete a los cojinetes a un trabajo duro que sobre todo, si están lubricados por agua o líquidos sin grandes propiedades lubricantes, hace que su vida sea corta e imprevisible.

Los tipos más importantes de bombas verticales sumergidas son, las bombas de turbina vertical o de pozo profundo, las bombas de hélice y las bombas de voluta sumergidas.



FIGURA 1.7 BOMBAS VERTICALES SUMERGIDAS

1.5.2.3.6 Bombas De Turbina Verticales De Motor Normal Superior.

En estas bombas, el eje va por el interior de la tubería de impulsión, desnudo si la lubricación es por aceite, o dentro de un tubo protector si la lubricación es por agua de una fuente externa.

El conjunto de impulsores y eje soportado por los cojinetes de empuje están colocados en el mismo cabezal o en la parte superior del motor, si su eje y el de la bomba están rígidamente acoplados (motores de eje hueco).

Con estas bombas se pueden alcanzar unos 200 m.c.a., pero los problemas que ocasiona cualquier imperfección en la rectitud del eje, que influye en gran manera en la vida de los cojinetes y en la vibración del funcionamiento, crecen enormemente con la longitud del eje. Se puede considerar que la seguridad del eje es proporcional a su rigidez o resistencia a la flexión viniendo dada por el factor D^4 / L^3 siendo D el diámetro del eje y L su longitud.



FIGURA 1. 8 Bombas De Turbina Verticales De Motor Normal Superior.

1.5.2.3.7 Bombas verticales de hélice

Para manejar grandes caudales con pequeñas alturas se usan, a menudo, bombas hélice en posición vertical y funcionamiento sumergido. La simplicidad de estas bombas llega algunas veces a ser máxima, consistiendo sólo en el impulsor axial abierto provisto de un eje vertical, que gira dentro de la columna o tubería de impulsión.

A veces pueden llevar un difusor o algunos álabes directores; a la entrada se pueden disponer también álabes directores, en alguna de estas bombas, con objeto de evitar o aminorar una pre-rotación excesiva de la vena líquida en la aspiración, que puede dar lugar a remolinos o vórtices en la superficie del líquido.

El eje puede estar lubricado por aceite, en cuyo caso va dispuesto dentro del correspondiente tubo protector con los cojinetes de apoyo.

El impulsor puede ir en voladizo o bien tener cojinete inferior, que aunque constituye un pequeño estorbo para la aspiración, tiene un papel importante dado la estrecha tolerancia radial entre el impulsor y la tubería que le rodea.

En ciertas bombas de este tipo es posible desmontar desde arriba el eje y el impulsor, sin necesidad de retirar la columna, facilitándose algo la accesibilidad y el mantenimiento, lo que es posiblemente el más grave inconveniente de las bombas sumergidas.



FIGURA 1.9 BOMBAS VERTICALES DE HÉLICE

1.5.3 Impulsores

Se requieren un ajuste vertical más cuidadoso durante el montaje. El conjunto de difusores de la bomba y la tubería de impulsión, cuelgan del cabezal sobre el que va montado el motor. Los difusores tienen a veces un recubrimiento de un esmalte especial para minimizar las pérdidas hidráulicas y así mejorar el rendimiento.

La construcción de estas bombas permite montar el número de etapas deseado, combinando los difusores e impulsores necesarios. Esto ofrece cierta flexibilidad a las aplicaciones en sentido ascendente al ir consiguiendo la técnica bombas cada vez más perfeccionadas.

Bomba con impulsor de flujo axial, radial y mixto

Hemos considerado como bombas centrífugas al conjunto de las propiamente centrífugas o radiales, en las que la energía se cede al líquido esencialmente mediante la acción de la fuerza centrífuga, hasta las axiales, en las que la energía se cede al líquido por la impulsión ejercida por los álabes sobre el mismo.

En las bombas centrífugas radiales la corriente líquida se verifica en planos radiales, en las axiales en superficies cilíndricas alrededor del eje de rotación y en las diagonales se verifica radial y axialmente, denominándose también de flujo mixto.

El tipo de una bomba, según esta primera clasificación, que atiende al diseño hidráulico del rodete impulsor, viene indicado por su velocidad específica en el punto de máximo rendimiento de la curva característica.

El número específico de revoluciones ($n \cdot q$) no varía para un impulsor determinado, aunque lo haga su velocidad de giro n , ya que q y H_m se modifican también al mismo tiempo.

Cada impulsor tiene una velocidad específica determinada, si bien ésta depende también del sistema difusor. El valor de nq tampoco cambia al alterar las dimensiones absolutas de un impulsor; todos los impulsores de rendimiento aceptable que tienen una misma velocidad específica

ABASTECIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA RIEGO DE CULTIVO EN LA COMUNIDAD DE SAN GREGORIO, TEQUIXQUIAC ESTADO DE MÉXICO

Son geoméricamente semejantes, aunque pueden tener ligeras variaciones en el ángulo de salida, forma del álabe, etc.

La velocidad específica del impulsor es un índice de su geometría y proporciona una idea de sus dimensiones principales, La relación entre los diámetros de entrada y salida d_1 / d_2 , es (dentro de ciertos límites) directamente proporcional a nq y era uno de los índices utilizados antes de que se impusiera el concepto de velocidad específica.

La forma de los álabes en los impulsores de flujo radial es, en general, curvada hacia atrás con respecto al sentido de giro, $\beta_2 < 90^\circ$, y con superficies de simple curvatura, siendo la generatriz paralela al eje de rotación; en los impulsores helicoidales, los álabes son de doble curvatura y en los axiales tienen, además, un determinado perfil aerodinámico.

a) Pérdidas de carga debidas al más largo recorrido interno

b) Pérdidas por rozamiento de las paredes del rodete impulsor de gran diámetro al girar en el líquido, (rozamiento del disco). Las pérdidas por fugas son también grandes.

Al crecer la velocidad específica nq el rendimiento mejora hasta un cierto valor de la misma, por encima del cual, pérdidas superiores de difusión y deficiencia en el guiado del líquido le hacen disminuir de nuevo, aunque de manera más suave.

Los rendimientos óptimos se calculan para una velocidad específica nq del orden de 50, en la que la combinación de las pérdidas descritas, unas decrecientes y otras crecientes con nq , tiene un efecto mínimo. El que bombas de igual velocidad específica puedan tener rendimientos diferentes, menores para caudales más bajos, se debe a que las leyes de semejanza hidráulica no se cumplen exactamente con tener sólo en cuenta la semejanza geométrica existente.

En la actualidad, las curvas (rendimiento-velocidad específico) se van desplazando paulatinamente

Impulsores abierto, semiabierto y cerrado

Teniendo en cuenta su diseño mecánico o estructural, se pueden distinguir tres tipos de impulsores:

- a) De álabes aislados (abiertos)
- b) Con una pared o disco lateral de apoyo (semiabiertos)
- c) Con ambas paredes laterales (cerrados).

Esta clasificación es independiente de la más general, que se refiere al tipo de diseño hidráulico, por lo que en esta nueva clasificación puede haber impulsores centrífugos y de flujo mixto, abiertos, semiabiertos o cerrados.

Los impulsores axiales, por su misma estructura, sólo pueden ser semiabiertos o cerrados, ya que sus álabes se pueden considerar como apoyados lateralmente en el eje de rotación, que hace las veces de cubo del impulsor, como si fuese la pared posterior de los radiales y diagonales.

1.5.3.1 Impulsores abiertos:

En un impulsor abierto, los álabes desnudos van unidos únicamente al eje de giro y se mueven entre dos paredes laterales fijas pertenecientes a la carcasa de la bomba, con tolerancias laterales lo más estrechas posibles para evitar fugas.

Esta construcción es mecánicamente débil, por el largo voladizo en que trabajan los álabes, por lo que estos impulsores disponen siempre de una fracción de pared posterior para dar a los álabes la rigidez necesaria,

En la práctica no se hace distinción entre impulsores abiertos y semiabiertos, designando a ambos como abiertos, en oposición a los cerrados. Los impulsores abiertos se utilizan en algunas bombas radiales pequeñas y para el bombeo de



FIGURA 1.10 IMPULSORES ABIERTOS PARA LIQUIDOS ABRASIVOS

1.5.3.2 Impulsores semiabiertos:

Los impulsores con una sola pared lateral, que siempre es la posterior, se emplean con cierta frecuencia, destacando las bombas de flujo mixto y todas las axiales.

Al igual que en los abiertos, su buen rendimiento está basado en una tolerancia lateral muy estrecha, del orden de 0,3 mm, que evita fugas de la periferia al centro y en los canales del impulsor entre sí. Estas fugas son tanto mayores cuanto menos viscoso es el líquido por lo que con líquidos algo viscosos el caudal y la altura pueden aumentar, a pesar de las mayores pérdidas por rozamiento, lo que les hace más apropiados que los abiertos para trabajar con líquidos a altas temperaturas.

Cuando el juego lateral se hace grande por el desgaste, hay que cambiar el impulsor. El desgaste del impulsor es proporcional a la velocidad relativa del líquido y no es radialmente uniforme, sino algo mayor en la periferia.

Para el servicio con líquidos abrasivos algunas veces se disponen placas laterales de desgaste de fácil intercambio, construidas con materiales especiales como el acero inoxidable que tiene mayor dureza, que no resulta costoso, ya que el cuerpo de la bomba sigue siendo de fundición.

La escasa tolerancia lateral del impulsor hace que una posible desviación del eje pueda tener graves consecuencias, al igual que las dilataciones o contracciones anormales, que en esta situación tienen mucha mayor importancia que en los impulsores cerrados.

ABASTECIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA RIEGO DE CULTIVO EN LA COMUNIDAD DE SAN GREGORIO, TEQUIXQUIAC ESTADO DE MÉXICO

El empuje axial en los impulsores abiertos es mayor que en los cerrados, pues la parte anterior está sometida a una presión media menor; para paliar este defecto se les provee de álabes posteriores, que disminuyen en gran manera la presión media en la cara posterior.

También sirven para evitar que el líquido quede estancado cerca del eje y empaquetaduras, ya que si aquel fuese abrasivo podría resultar muy perjudicial.

El flujo a través de los agujeros de equilibrio en los impulsores abiertos provistos de álabes posteriores es, a menudo, de sentido contrario al normal en los cerrados, es decir, el líquido entra en ellos del lado de la aspiración.

Las ventajas del impulsor abierto sobre el cerrado son:

- a) La menor tendencia a obstruirse que le hace adecuado para líquidos sucios
- b) El menor roce hidráulico del disco, al tener sólo una pared girando, de lo que se deduce un buen rendimiento
- c) Una mayor accesibilidad de los álabes para el mecanizado, lo que permite conseguir mejores acabados
- d) Una mayor facilidad de construcción, con modelos más sencillos, por lo que se puede utilizar una mayor variedad de materiales constructivos con un coste menor de fabricación.

Aunque al principio los impulsores se hacían abiertos, de doble aspiración, hoy en día han caído en desuso por dificultades de ajuste y sólo se fabrican los de aspiración simple.



FIGURA 1.11 IMPULSORES SEMIABIERTOS

1.5.3.3 Impulsores cerrados:

Los impulsores cerrados tienen los álabes colocados entre dos paredes laterales, anterior o de aspiración y posterior, El estrecho margen de tolerancias.



FIGURA 1.12 IMPULSORES CERRADOS

1.5.4 MATERIAL DE CONSTRUCCION DE IMPULSORES

1.5.4.1 BRONCE:

Bronce es toda aleación metálica de cobre y estaño en la que el primero constituye su base y el segundo aparece en una proporción del 3% al 20%.

ABASTECIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA RIEGO DE CULTIVO EN LA COMUNIDAD DE SAN GREGORIO, TEQUIXQUIAC ESTADO DE MÉXICO

El bronce fue la primera aleación de importancia obtenida por el hombre y da su nombre al período prehistórico conocido como edad de bronce. Durante milenios fue la aleación básica para la fabricación de armas y utensilios, y orfebres de todas las épocas lo han utilizado en joyería, medallas y escultura. Las monedas acuñadas con aleaciones de bronce tuvieron un protagonismo relevante en el comercio y la economía mundial

Exceptuando al acero, las aleaciones de bronce son superiores a las de hierro en casi todas las aplicaciones. Por su elevado calor específico, el mayor de todos los sólidos, se emplea en aplicaciones de transferencia del calor.

Propiedades Físicas:

Datos para una aleación promedio 89 % cobre y 11 % estaño:

*Densidad: 8,90 g / cm³.

*Punto de fusión: 830 a 1020 °C

*Coeficiente de temperatura: 0,0006 K⁻¹

*Resistividad eléctrica: 14 a 16 μohm/cm

*Coeficiente de expansión térmica: entre 20 y 100 °C ---> 17,00 x 10⁻⁶ K⁻¹

*Conductividad térmica a 23 °C : 42 a 50 Wm⁻¹

Propiedades mecánicas:

*Elongación: < 65%

*Dureza brinell: 70 a 200

*Módulos de Elasticidad: 80 a 115 GPa

*Resistencia a la cizalla: 230 a 490 MPa

ABASTECIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA RIEGO DE CULTIVO EN LA COMUNIDAD DE SAN GREGORIO, TEQUIXQUIAC ESTADO DE MÉXICO

*Resistencia a la tracción: 300 a 900 MPa

*Principales aleaciones

*Tipos básicos

1.5.4.2 BRONCES AL PLOMO:

Para la fabricación de cojinetes y otras piezas sometidas a fricción suelen utilizarse aleaciones de bronce con hasta un 10% de plomo, que le otorga propiedades auto lubricantes.

La característica distintiva del plomo es que no forma aleación con el cobre; de allí que queda distribuido de acuerdo a la técnica de fundido en la masa de la aleación, sin mezclarse íntimamente. Por este motivo, el calentamiento excesivo de una pieza de maquinaria construida con este material puede llevar a la "exudación" de plomo que queda aparente como barro o lodo. El reciclaje de estas piezas es también dificultoso, porque el plomo se funde y separa de la aleación mucho antes que el cobre llegue a punto de fusión

B 114B144, (3D) B271 (3D) manejo de bombas profundas, palas mecánicas, chumaceras donde no llevan lubricación. Bujes y chumaceras que trabajan en presiones medias como en maquinaria de construcción, accesorios para bomba.

1.5.4.3 ACERO INOXIDABLE:

El acero inoxidable es un tipo especial de acero; es un metal muy utilizado a la hora de efectuar construcciones de maquinarias, edificios y otro tipo de obras públicas, ya que provee un muy alto nivel de calidad, que fue lo que generó que las sociedades más industrializadas puedan continuamente superarse en términos de desarrollo.

Particularmente en el caso del acero inoxidable, se trata de un metal altamente resistente a los peligros de la corrosión, en especial porque tiene un cromo definido que, a su vez, presenta una afinidad con el oxígeno, al punto de reaccionar en conjunto y formar una especie de capa llamada pasivadora, puesto que evita, justamente, la corrosión del hierro. Cabe mencionarse que por corrosión se entiende el deterioro progresivo que padece un determinado material producto de las

ABASTECIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA RIEGO DE CULTIVO EN LA COMUNIDAD DE SAN GREGORIO, TEQUIXQUIAC ESTADO DE MÉXICO

amenazas electroquímicas que se generan en su entorno. Asimismo, es importante destacar que la corrosión por lo general se produce debido a una reacción química, también conocida como oxidación. En cuanto a la velocidad con la que podrá avanzar el proceso de oxidación, ésta dependerá de otros factores, como el caso de la temperatura, la salinidad que posee el fluido que entra en contacto con el metal, junto con las propiedades específicas con las que cuenta el metal mismo. En lo que respecta a los casos de corrosión más destacados, están la herrumbre que padece el hierro y la formación de una especie de pátina de tono verdusco que afecta al cobre y todas sus aleaciones, desde el latón hasta el bronce. Respecto al acero inoxidable en particular, como todos los metales que pertenecen a ese grupo mayor, no se trata de un metal con características simples. Más bien es correcto afirmar que se trata de una aleación.

Por otra parte, uno de sus principales ingredientes es el hierro, elemento de aleación por excelencia, al que se le agrega usualmente una mínima cantidad de carbono a su constitución. Por otra parte, la variedad de este metal (es decir, la variedad inoxidable) surge a comienzos del siglo XX. En ese momento tuvo lugar un importante descubrimiento: una pequeña cantidad de cromo que no subía del 10%, unido al acero común, podía hacer que éste adopte un aspecto sumamente brillante, al tiempo que lo tornaba resistente a los problemas originados por la suciedad y, por supuesto, por la oxidación. Justamente fue esta resistencia a los peligros de la oxidación lo que permitió diferenciarlo de otros metales de su mismo grupo, de ahí que se le haya añadido a su nomenclatura la característica distintiva de "inoxidable".

El mercado industrial está optando por utilizar bombas de turbina vertical y sumergible con impulsores de acero inoxidable debido a sus mayores ventajas comparadas con las de bronce.

Desde 1998 la compañía Hydroflo Pumps USA, Inc. ha hecho realidad su visión de fabricar la mejor bomba de turbina vertical y sumergible de la industria al incluir impulsores de acero inoxidable en la construcción estándar de sus bombas. Esta compañía fabrica la única bomba en la que todas sus partes son construidas usando la tecnología de moldeo a la cera perdida.

Mientras que el estándar de la industria es el bronce, Hydroflo produce un impulsor de acero inoxidable tres veces más resistente. Adicionalmente fabrican la única línea de cabezales de descarga en hierro fundido nodular (hierro dúctil) las cuales son parte de la construcción estándar de bombas tipo turbina vertical que ofrecen mayor robustez y resistencia a la corrosión.

ABASTECIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA RIEGO DE CULTIVO EN LA COMUNIDAD DE SAN GREGORIO, TEQUIXQUIAC ESTADO DE MÉXICO

El agua fresca es el principal líquido bombeado por los productos de Hydroflo; pero también fabrican bombas para agua salada, petróleo crudo, butano y soluciones de químicos corrosivos.

Ventajas del impulsor en acero inoxidable

1. Dureza y Resistencia: El acero inoxidable tiene una dureza en el rango de 212-280 HB, los mejores bronce ofrecen 60-159 HB. La resistencia a la tracción del acero inoxidable va desde 80,000 a 135,000 PSI, mientras que el bronce va desde 26,000 a 85,000 PSI.

El acero inoxidable es mejor contra la abrasión y corrosión. También es la mejor opción para concentraciones altas de cloro, alta concentración de sales y bajo pH.

El acero inoxidable siempre ha sido la elección cuando hay presencia de arena o partículas abrasivas en el agua a ser bombeada.



FIGURA1.13 IMPULSORES DE ACERO INOXIDABLE

El impulsor en acero inoxidable es superior al de bronce en todas las aplicaciones de ingeniería.

Los impulsores pueden ser fabricados de acero inoxidable AISI 201, 304 y 316. El 316 es la mejor opción para corrosión, pero el acero inoxidable 201 es lo mejor en aplicaciones abrasivas. Otras partes de acero inoxidable en las bombas son las bocinas de eje, porta cojinetes y acople de ejes de columna.

La construcción estándar de las bombas de Hidroflo contienen tazones de hierro dúctil, impulsores de acero inoxidable 201 y un eje de acero inoxidable 416.

Capítulo 2.-

Análisis de la Problemática y Sistemas de aguas residuales

Una de las principales problemáticas que se presenta es que los equipos con los que se cuenta en estos momentos son equipos ya muy deteriorados, además que constantemente se descomponen por la fuerza que hacen al extraer el líquido ya que la altura de extracción es de aproximadamente 70 metros de altura.

La segunda gran problemática que presentan es el contante derrumbe que presenta la lumbrera por el mismo deterioro de esta y la vibración de los motores.

La tercer problemática que se presenta es el contante taponamiento de la bomba con basura, ramas de árboles y desperdicio en general, lo que ocasiona que no se extraiga el líquido en su totalidad, ocasionando retrasó en las horas de riego, por lo cual se deben de hacer limpias por lo menos cada 45 días ocasionando gastos innecesarios y arriesgue de las propias personas al realizar estos trabajos, ya que tienen que bajar por medio de una canastilla hechiza hasta una profundidad de 73 metros y estos trabajos se deben de hacer con la corriente del agua.

2.1 Características generales

Este capítulo, que acompaña al de Sistemas de aguas (cap. 2), bosqueja el amplio propósito y la composición de los sistemas de aguas residuales hacia los que se vacían los sistemas de aguas. Con una comprensión de los porqués de las estructuras y operaciones necesarias en conjunto, podemos proceder con mayor provecho a la consideración de los detalles. La persona que practica esta clase de trabajo, no desarrolla el diseño detallado hasta que ha cimentado un plan general.

Los sistemas de aguas residuales normalmente comprenden: 1) obras de captación, 2) obras de tratamiento, y 3) obras de descarga o deposición. En conjunto, estas obras integran un sistema de alcantarillado o de drenaje. Aun cuando los sistemas individuales son en cierto sentido únicos, se conforman a alguno de los tipos delineados en la figura 2.4 Como se muestra ahí, las aguas residuales de las habitaciones e industrias se colectan junto con el escurrimiento pluvial mediante los alcantarillados combinados¹ de un sistema combinado de drenaje, o bien se conducen independientemente por medio de cloacas sanitarias, mientras que las aguas de tormentas pluviales se vierten a drenajes pluviales de un sistema separador de alcantarillado. Los residuos domésticos

ABASTECIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA RIEGO DE CULTIVO EN LA COMUNIDAD DE SAN GREGORIO, TEQUIXQUIAC ESTADO DE MÉXICO

arrastrados con agua son las aguas negras domésticas; los de establecimientos industriales son las aguas residuales industriales o comerciales; el drenaje municipal incluye a ambas. Son comunes a las ciudades más antiguas del mundo² los sistemas de alcantarillado combinado, que surgieron de sistemas existentes para drenaje pluvial.

Los ductos convergentes de las obras colectoras de aguas residuales remueven las aguas de desecho o el agua pluvial en flujo libre, como si se desplazasen a través de una rama o corriente tributaria hacia el canal troncal o principal de un sistema pluvial subterráneo. El colector maestro de algunos sistemas combinados es, de hecho, un arroyo o quebrada cubierto eventualmente cuando la polución convirtió sus aguas en demasiado desagradables a la vista, malolientes u objetables por alguna otra razón. Para ser gravitacional, el caudal en los alcantarillados y drenajes fluye continuamente cuesta abajo, excepto cuando se intercalan estaciones de bombeo o tuberías de impulsión para elevar los flujos a conductos situados a un nivel más elevado, consecuentemente: 1) evitando la costosa construcción de conductos profundos en un terreno plano, y 2) transfiriendo aguas residuales de áreas bajas subyacentes a las redes principales de alcantarillado.

No se pretende que los drenajes deban fluir bajo presión. Si así fuese las aguas residuales tendrían que inyectarse bajo mediante servicios individuales de los edificios y los drenajes de las propiedades o sus niveles inferiores tendrían que colocarse suficientemente alejados bajo el nivel de los sótanos, para evitar que las aguas negras inundasen estos y brotaran por los accesorios sanitarios. Ambos sistemas son imprácticos actualmente; hidráulicamente los alcantarillados están diseñados como canales abiertos, fluyendo parcialmente llenos, o cuando mucho, exactamente llenos. El material a escoger para drenajes pequeños es el barro vidriado; para los grandes, tubos de concreto o mampostería.

En las regiones de tierra bien abastecidas con agua, las aguas residuales colectadas normalmente se descargan a las corrientes acuáticas cercanas después de recibir un tratamiento conveniente. Esto se denomina evacuación por dilución, aun cuando entraña tanto una purificación natural como la dilución física. En regiones semiáridas o bajo otras circunstancias ventajosas, la descarga final puede hacerse sobre la tierra por irrigación. El tratamiento anterior a la disposición remueve las materias desagradables a la vista y putrescibles, estabiliza las sustancias desagradables y remueve o destruye los organismos causantes de las enfermedades a un grado conveniente.

La consideración de importancia en este caso es la conservación de recursos acuáticos y terrestres.

ABASTECIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA RIEGO DE CULTIVO EN LA COMUNIDAD DE SAN GREGORIO, TEQUIXQUIAC ESTADO DE MÉXICO

2.2 Fuentes de aguas residuales

El drenaje sanitario es el abastecimiento de agua de desechada por la comunidad; el drenaje domestico es el agua residual procedente de las cocinas, baños, lavabos, sanitarios y lavanderías. A las materias minerales orgánicas originalmente contenidas en el agua suministrada a la comunidad, se agrega un cumulo de materias fecales, papel, jabón, suciedad, restos de alimentos (basura), y otras sustancias. Ciertos residuos permanecen en suspensión, algunos entran en solución y otros de estos encuentran o llegan a estar tan finamente divididos que adquieren las propiedades de las partículas coloidales (dispersas, sub microscópicas). Gran parte de la materia residual es orgánica y útil para los microorganismos saprofitos, es decir organismos de la descomposición. Se infiere que el drenaje domestico es inestable, biológicamente degradable o putrescible y capaz de originar olores ofensivos debe suponer que se encuentran presentes organismos entéricos en las aguas negras domésticas, que la hacen peligrosa.

Las aguas residuales industriales varían en su composición de acuerdo con las operaciones de la industria. Algunas son aguas de enjuague relativamente limpias; otras se encuentran fuertemente cargadas de materia orgánica o mineral, o con sustancias corrosivas, venenosas, inflamables o explosivas. Algunas son tan objetables que no deberían permitirse en los sistemas de alcantarillado público; otras contienen cantidades tan pequeñas

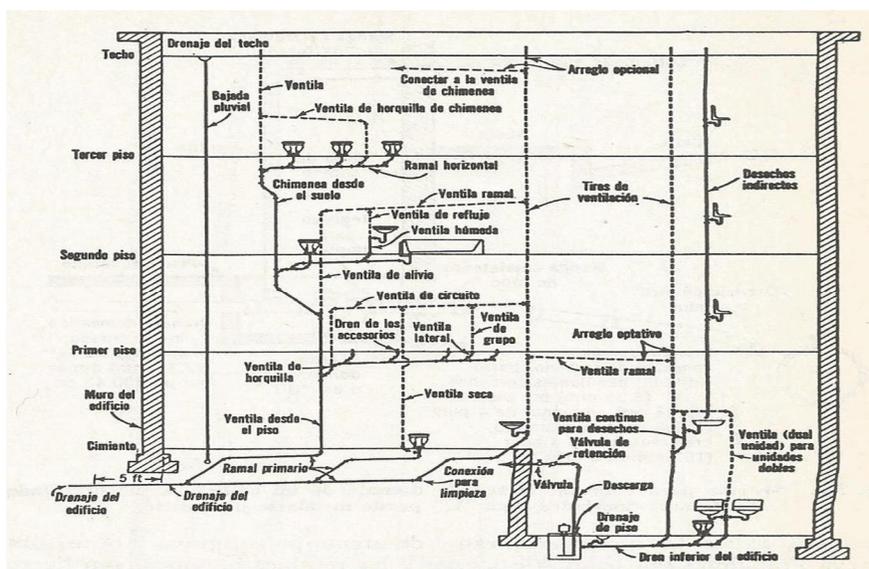


Figura 2.1 Sistema de drenaje en edificios.

ABASTECIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA RIEGO DE CULTIVO EN LA COMUNIDAD DE SAN GREGORIO, TEQUIXQUIAC ESTADO DE MÉXICO

De materias no objetables. Que pueden descargarse en los drenajes pluviales o directamente a las corrientes naturales del agua. Las grasas, la cal, el cabello y las fibras se adhieren a los ductos de alcantarillado y los obstruyen; los ácidos en general y el ácido sulfhídrico en particular destruyen el cemento y los metales; los residuos calientes estrechan los ductos de barro y mampostería; los productos químicos venenosos destruyen el tratamiento biológico, matan la vida acuática útil y hacen peligrosos los abastecimientos de agua; los elementos fertilizantes contribuyen a la eutrofización de los lagos; el ántrax y otros organismos vivientes son nocivos al hombre; los líquidos inflamables o explosivos ponen en peligro las estructuras por las que fluyen; los vapores o gases tóxicos son peligrosos para los obreros y operadores de las obras de alcantarillado y ocasionalmente también para los casatenientes.

Parte de las aguas subterráneas penetra a los tubos de drenaje a través de sus múltiples uniones³. En sistemas combinados y en drenajes de aguas pluviales el escurrimiento proveniente de la lluvia y el descongelamiento del hielo y de la nieve se agregan a los deslaves de calles, techos, jardines, parques y patios.

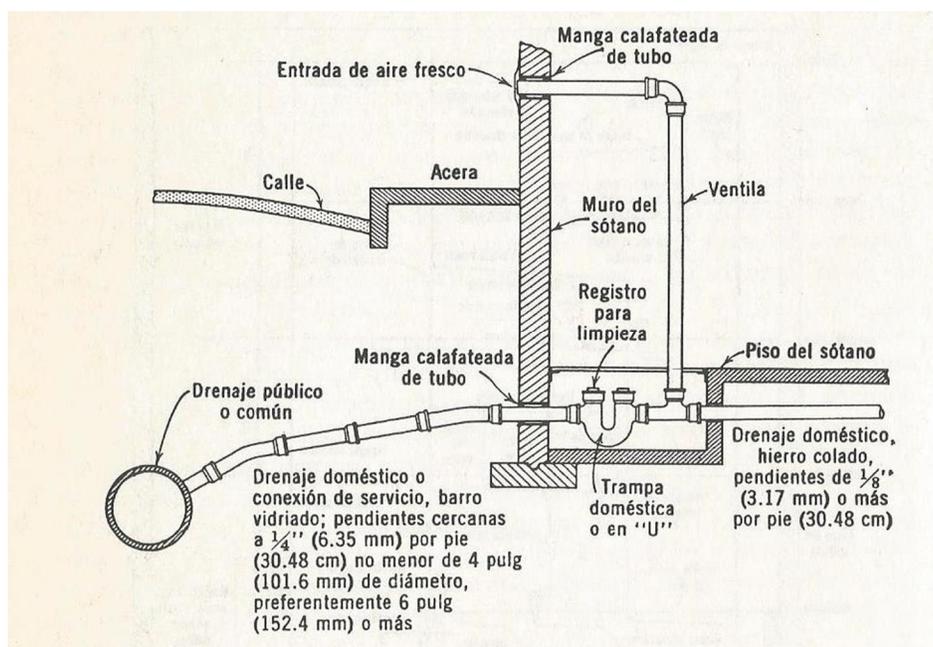


Figura 2.2. Sistema para conectar la red de drenaje de un edificio o alcantarillado. La trampa doméstica o en "U" puede instalarse u omitirse.

ABASTECIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA RIEGO DE CULTIVO EN LA COMUNIDAD DE SAN GREGORIO, TEQUIXQUIAC ESTADO DE MÉXICO

La suciedad entrante de arena, polvo, grava y otras sustancias granulosas son pesadas e inertes y los residuos orgánicos son ligeros y degradables. El agua para lavado de calles, extinción de incendios, o limpieza de las tuberías maestras a través de los hidrantes, así como las aguas desechadas por las fuentes, albercas y chapoteaderos incrementan el caudal.

En la figura 2.1 se bosqueja el sistema de drenado de un edificio y su conexión al alcantarillado público en las figuras 2.2 y 2.3, para introducir al lector al principio de los diagramas de aguas residuales. Las tres ilustraciones se explican por sí mismas. Las tuberías de servicio se llaman

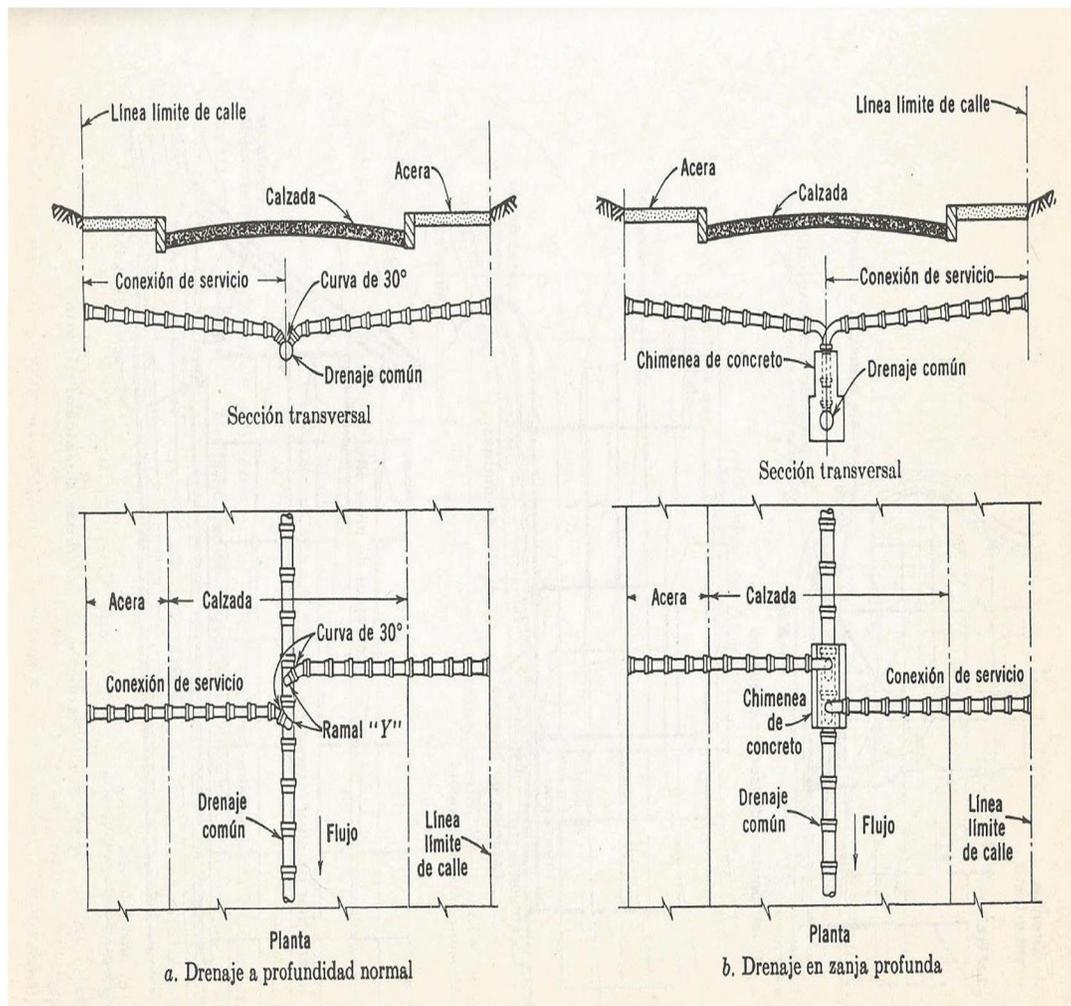


Figura 2.3. Conexiones de servicio al alcantarillado público

ABASTECIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA RIEGO DE CULTIVO EN LA COMUNIDAD DE SAN GREGORIO, TEQUIXQUIAC ESTADO DE MÉXICO

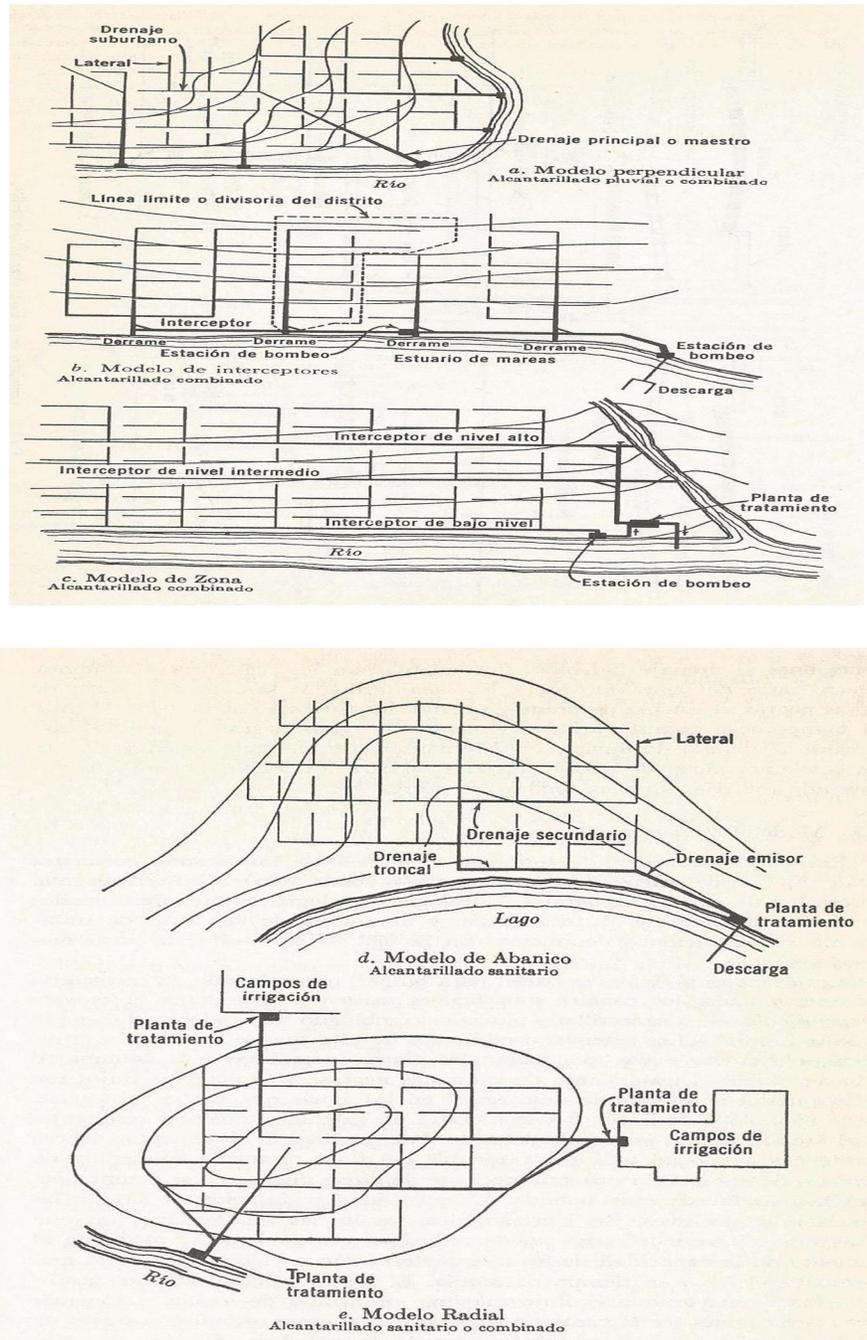


Figura. 2.4. Modelo de sistemas de alcantarillado

Drenajes domésticos o de edificios en el interior de la construcción y atarjeas domésticas o del edificio fuera de ella. El agua pluvial de techados y áreas pavimentadas se lleva a un drenaje de la propiedad

y se descarga a la cuneta de la calle o directamente al alcantarillado pluvial. En sistemas combinados, el agua de techos puede llevarse al drenaje de la casa, así como el agua procedente de los patios.

De otra manera el escurrimiento de las tormentas pluviales corre sobre el suelo, llega a la cuneta de la calle, fluye por ella, penetra a la entrada de aguas pluviales o fosa colectora y se lleva por tuberías hasta un registro de visita, donde se vierte al sistema de drenaje. En sistemas separados, las

Conexiones al drenaje indebido que quebrantan los reglamentos comunes llevan parte del agua pluvial a los alcantarillados sanitarios y parte de aguas negras al sistema de drenaje pluvial. En sistemas combinados, el flujo en tiempo seco consiste primordialmente en aguas negras y subterráneas; durante el tiempo de lluvias predominantemente de escurrimiento pluvial. La corriente inicial de aguas pluviales arrastra los sólidos depositados, incluyendo materia orgánica fácilmente putrescible

2.3 Modelos de sistemas

Entre los factores que determinan el modelo de los sistemas colectores están; 1) tipo de sistema (ya sea separado o combinado); 2) Línea de calle o derechos de vía; 3) Topografía, hidrología y geología del área de drenado; 4) Límites políticos; y 5) Localización y naturaleza de las obras de tratamiento y evacuación o deposición. En la figura 2.4 se bosquejan cinco modelos generales.

Los drenajes pluviales se hacen para buscar, naturalmente, la trayectoria más corta hacia los canales superficiales existentes. Esto crea el modelo perpendicular de alcantarillado pluvial y combinado mostrado en el ejemplo a de la figura 2.4. Los sistemas combinados de este tipo se han vuelto raros. Ellos poluyen las aguas que bañan las playas inmediatas a la comunidad y hacen difícil el tratamiento de las aguas negras. Más aun, sus flujos son interceptados antes de que descarguen en las aguas que van a protegerse. En el ejemplo b de la figura 2.4 se muestra un sistema interceptor resultante. Si el área tributaria es grande del todo la capacidad del interceptor deberá mantenerse como un múltiplo razonable del flujo promedio en tiempo de sequía o de este más la primera creciente de lluvia que, como se comprende será la más fuertemente poluida. La intensidad y la duración de las lluvias son factores decisivos. En Norteamérica, las lluvias son tan intensas que el número de vertedores no puede reducirse apreciablemente mediante el aumento de la capacidad

ABASTECIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA RIEGO DE CULTIVO EN LA COMUNIDAD DE SAN GREGORIO, TEQUIXQUIAC ESTADO DE MÉXICO

de los interceptores aun a valores diez veces mayores que el flujo en tiempo de sequía. El límite económicamente justificable no es mayor que el flujo máximo en tiempo de sequía. Las aguas negras excedentes a esta cantidad se derraman al agua receptora a través de salidas anteriores a la intercepción a través de vertedores de derrame contruidos con este fin. El bombeo, tan comúnmente asociado con interceptores de la parte que da al mar o a los lagos, el tamaño de las tuberías y las dificultades de construcción en terrenos bajos frecuentemente malos pueden reducirse dividiendo el área de drenado en una serie de zonas más o menos paralelas de diferente evaluación que se prestan a sí mismas para interceptarse separadamente. Se forma un modelo de zonas como se muestra en el ejemplo c de la figura 2.4⁴. Este modelo es útil también para alcantarillados sanitarios. El modelo en abanico (d figura 2.4⁴) concentra hacia el interior los flujos desde las orillas de las comunidades y origina una sola descarga. Sin embargo, sus drenajes más largos, cruzan con frecuencia los distrito congestionados, y la es difícil aumentar la capacidad del sistema, por ejemplo, mediante la construcción de colectores de alivio, cuando los suburbios crecen y aúnan sus caudales. En el modelo radial (e figura 2.4⁴), por el contrario, las aguas negras fluyen hacia afuera, desde el corazón de la ciudad, como si fuesen a lo largo de los rayos de una rueda. Las líneas son relativamente pequeñas y cortas, pero puede multiplicarse el número de obras de tratamiento.

2.4 Captación de aguas negras.

Como aproximadamente 70% del agua que alimenta a la comunidad debe removerse como agua de desecho, el flujo promedio en alcantarillados sanitarios es cercano a 100 gppd (378.5 ippd) en Norteamérica. Las variaciones en el uso del agua elevan la relación de flujo horario máximo tres veces aproximadamente. Las aguas pluviales indebidamente vertidas así como las subterráneas, aumentan la capacidad requerida aún más y un valor de diseño de 400 gppd (1510 lppd) no es poco común.

Los drenajes sanitarios se obstruyen por el depósito de materiales de desecho, a menos que ellos impartan velocidades auto limpiantes de 2 a 2.5 pies/seg (0.61 a 0.762 m/seg). Excepto en terrenos singularmente planos, las pendientes de las alcantarillas se hace suficientemente inclinadas para generar estas velocidades cuando los ductos fluyen regularmente llenos.⁵ Sin embargo, habrá depósito de sólidos, y para encontrarlos y removerlos, las alcantarillas deben ser accesibles a la inspección y la limpieza. Excepto en colectores grandes, se construyen pozos de visita en todas las uniones con otros ductos y en todos los cambios de dirección o grado. En esta forma pueden varillajes

ABASTECIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA RIEGO DE CULTIVO EN LA COMUNIDAD DE SAN GREGORIO, TEQUIXQUIAC ESTADO DE MÉXICO

en forma efectiva los tramos rectos entre los pozos de visita, si las distancias intermedias no son muy grandes. Se especifica generalmente un máximo de 300 a 400 pies (113 a 151 m) para tubos menores de 24 pulg (61 cm) de diámetro, pero el criterio esencial es obtener una limpieza efectiva. Para alcantarillados mayores, las distancias entre los registros pueden ser hasta de 600 pies (226 m). Los alcantarillados grandes -en donde los obreros pueden entrar para su inspección, limpieza y reparación- se encuentran libres de estas restricciones, hallándose ubicados los pozos de visita a suficiente distancia, bien sobre su línea de centro o tangentes a un lado. La introducción de dispositivos flexibles para limpieza ha fomentado la construcción de colectores curvados de todas medidas, ha fomentado la construcción de colectores curvados de todas medidas, especialmente en áreas residenciales. En la figura 2.5, se muestra la planta y

El corte de un colector sanitario y sus laterales, junto con cortes de zanjas para alcantarillas amplificadas y pozos de visita. En tramos cortos (<150 pies) (57 m) y en terminales temporales de líneas de alcantarillado, se emplean bocas terminales para limpieza, en lugar de pozos de visita. Están en posición inclinada hacia la superficie de la calle, en un tramo recto en forma de Y o en una curva suave, que puede varillarse. En terrenos muy planos y bajo otras condiciones poco comunes, las alcantarillas se tienden a grado plano, a expensas de mayores dificultades de operación, con objeto de mantener las profundidades relativamente pequeñas y el bombeo con la menor frecuencia posible.

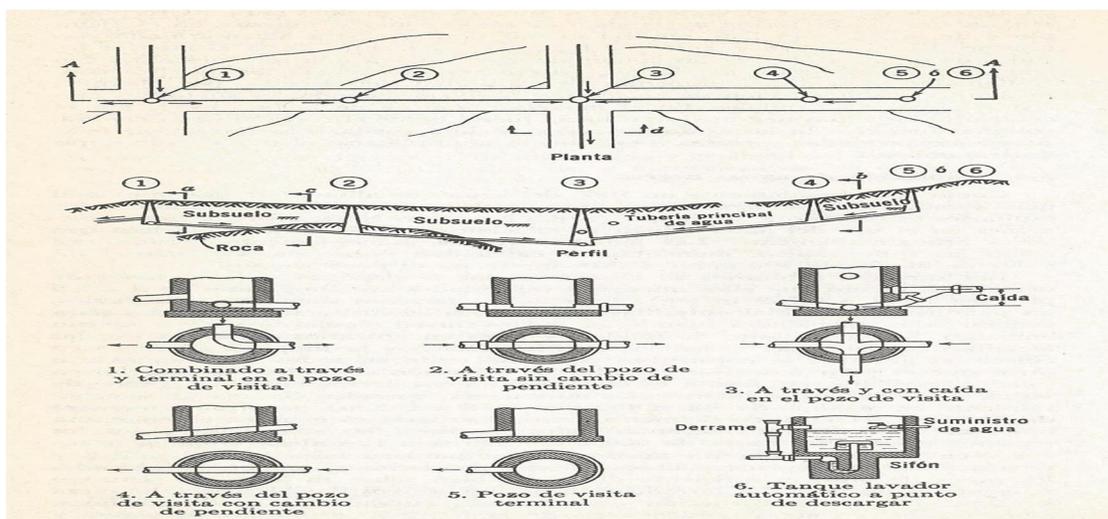


Figura 2.5 Planta, perfil y detalles de construcción de alcantarillados sanitarios

ABASTECIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA RIEGO DE CULTIVO EN LA COMUNIDAD DE SAN GREGORIO, TEQUIXQUIAC ESTADO DE MÉXICO

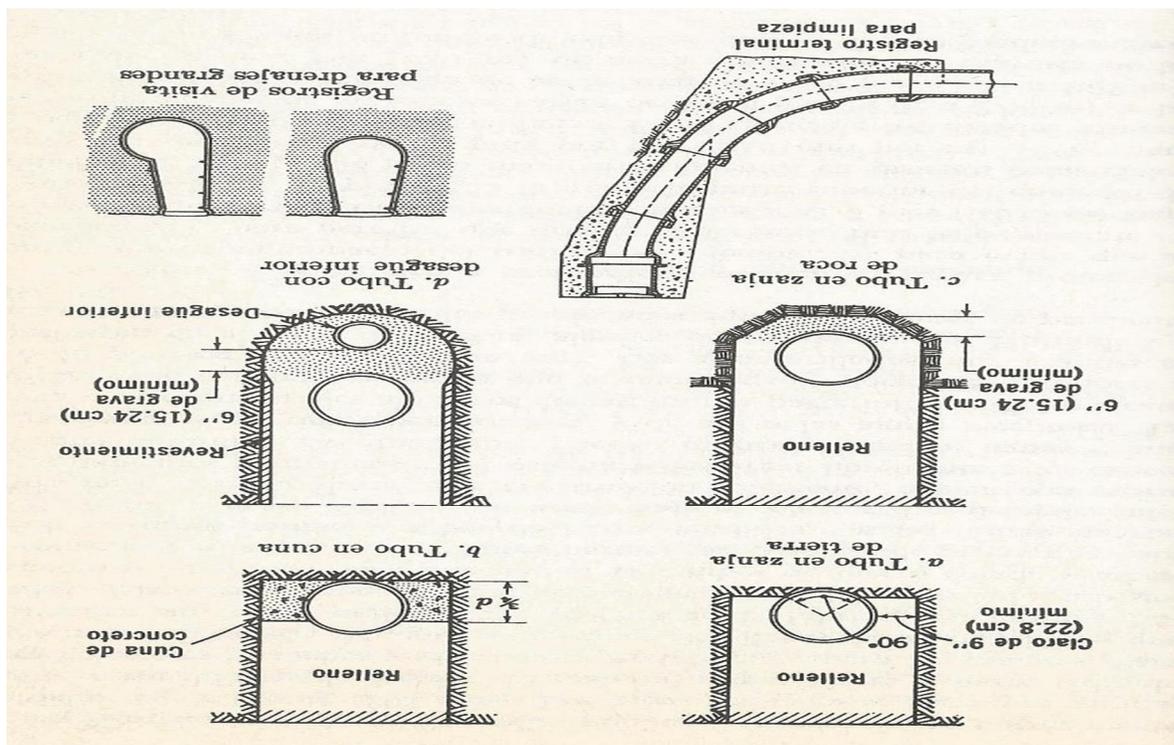


Figura 2.5 (Continuación)

En Norteamérica, las alcantarillas públicas menores tienen normalmente un diámetro de 8 pulg.(203mm). Los tubos pequeños se obstruyen rápidamente y son difíciles de limpiar. El material disponible es el barro vidriado para colectores pequeños y el concreto prefabricado para los grandes. Para reducir la infiltración de agua subterránea, las líneas de alcantarillado que se tienden sin juntas preformadas (hechas en la fábrica) en terrenos húmedos, deben tener drenajes inferiores o hacerse de hierro colado, asbesto-cemento u otros materiales adecuados, los tubos de hierro colado y asbesto-cemento son largos, y sus uniones herméticas. El drenado inferior mediante tubos porosos o tubos de barro, tendidos con las juntas abiertas en un techo de grava o piedra quebrada bajo el colector, los desagües inferiores pueden convertirse en aditamentos permanentes del sistema y descargar libremente a los causes de aguas naturales. Eventualmente pueden infiltrarse algunas aguas negras a los desagües inferiores permanentes y de ahí a las aguas receptoras. La arena u otros materiales abrasivos desgastaran la parte inferior de los alcantarillados de concreto al menos que se mantengan velocidades inferiores a 8 o 10 pies /seg (2.43 a 3.05 m/seg) los alcantarillados muy

ABASTECIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA RIEGO DE CULTIVO EN LA COMUNIDAD DE SAN GREGORIO, TEQUIXQUIAC ESTADO DE MÉXICO

grandes se construyen en el lugar de la obra, algunos dentro de túneles. Hidráulica y estructuralmente comparten las propiedades de los acueductos dependientes.

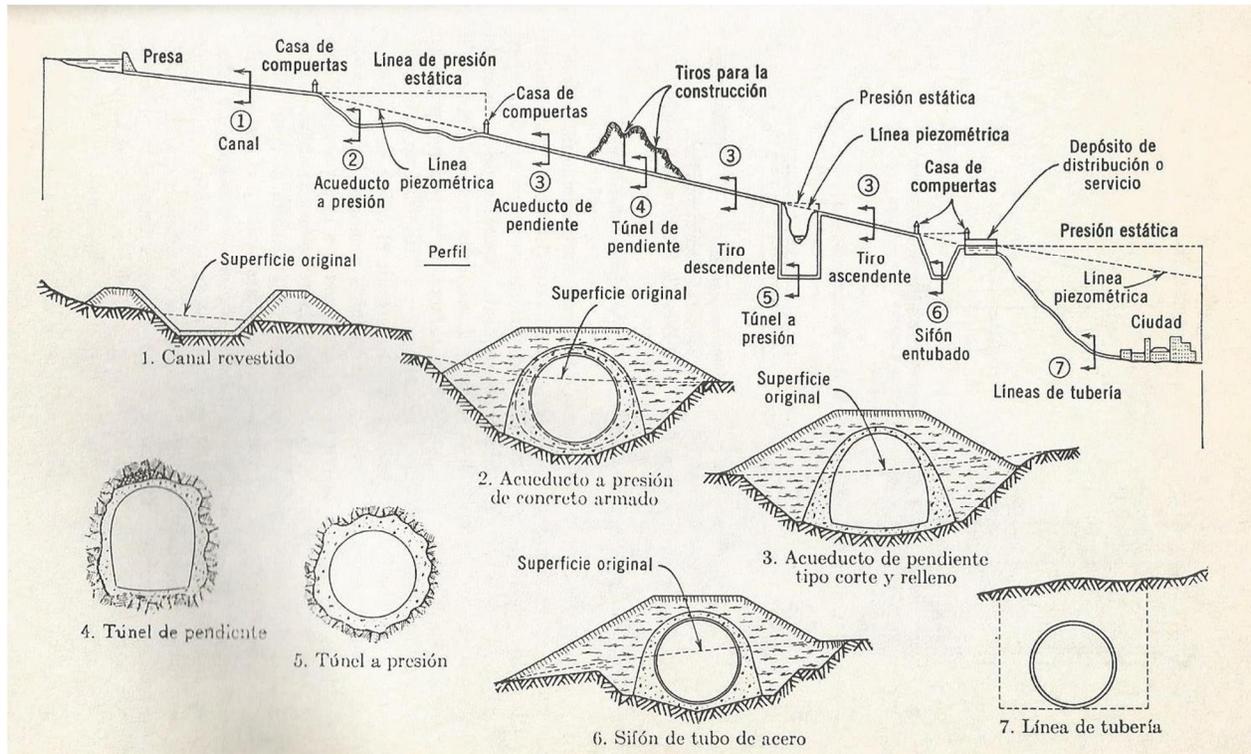


Figura 2.6 Perfil y secciones transversales típicas de un conducto para abastecimiento de agua

Los colectores se tienden a profundidad suficiente 1) Para protegerlos contra rotura por impacto del tráfico, por ejemplo, 2) Para evitar que se congelen, y 3) Para permitir que drenen al accesorio más bajo existente en los predios que sirven. Las dimensiones comunes son : 3 pies (0.915m) bajo el piso de sótanos 11 pies (3.35m) bajo la parte superior de cimientos de edificios, 12 pies (3.658m) o más para cimientos en distritos comerciales, junto con un margen de un cuarto pulgadas por pie (20.8mm por m)(2%) para la pendiente del drenaje del edificio. En el norte de los Estados Unidos las profundidades de penetración de las heladas de 4 a 6 pies (1.21 a 1.82 m) una cubierta de dos pies (0.61m) de tierra amortiguará la mayoría de los impactos. Los sótanos profundos de edificios altos se drenan mediante eyectores o bombas.

Como se muestra en la Figura 2.5 los pozos de visita se canalizan para mejorar el flujo y la entrada de los laterales se facilitan construyendo pozos de visita con caída, en vez de bajar el último tramo de

ABASTECIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA RIEGO DE CULTIVO EN LA COMUNIDAD DE SAN GREGORIO, TEQUIXQUIAC ESTADO DE MÉXICO

ducto, lo cual es un arreglo costoso. En sus porciones más altas, los colectores reciben un flujo tan pequeño que no son auto limpiantes y deben lavarse de tiempo en tiempo esto se hace: 1) Cerrando el flujo en el pozo de visita más bajo y descargando las aguas almacenadas cuando el colector está casi lleno; 2) Descargando repentinamente una cantidad fuerte de agua en un registro situado aguas arriba, 3) Suministrando en el extremo más alto de la línea un registro para lavado, que pueda llenarse mediante una manguera de incendio conectada a un hidrante cercano antes de abrir una válvula de gozne, de puerta o cualquier otro dispositivo similar de apertura rápida, y 4) Instalando un tanque lavador automático, que se llene con lentitud y descargue repentinamente. Además del costo y las dificultades de su mantenimiento el peligro de contra flujos del colector hacia el suministro de agua es una característica desfavorable de los tanques lavadores automáticos.

2.5 Captación de aguas pluviales.

Gran parte de la carga suspendida de los sólidos que entran a los drenajes pluviales es arena y grava. Debida a que la arena fina se arrastra a velocidades de 1 pie / seg (0.348 mts/seg) o mayores y la grava a 2 pies/ seg (0.6096 m/seg) o más, las velocidades mínimas recomendadas son de 2.5 a 3 pies / seg (0.762 a 0.9144 m/ seg) o sea alrededor de 0.5 pies / seg (0.1524 m/ seg) mayores que para las cloacas sanitarias. Los factores determinantes de las capacidades de los drenajes para tormentas pluviales son: 1) La intensidad y duración de las tormentas locales; 2) El tamaño ya las características del escurrimiento de las áreas tributarias; 3) La economía del diseño determinada primordialmente por la oportunidad de una descarga rápida de las aguas pluviales colectadas, a los cauces naturales de aguas. Ordinariamente el factor que gobierna el diseño hidráulico de los drenajes pluviales es la rapidez del escurrimiento pluvial. Para prevenir la inundación de calles, aceras, plazas, sótanos y otras estructuras situadas a niveles bajos con las consecuentes inconveniencias e interrupción del tráfico y daños a las propiedades, las alcantarillas pluviales se hacen suficientemente grandes para drenar rápidamente sin llegar a sobre cargarse, el escurrimiento de tormentas que por experiencia, han mostrado tener una frecuencia e intensidad objetables. Cuanto más fuerte es la tormenta es mayor la inconveniencia potencial de causar daño aunque menos frecuente; siendo más cuantioso el daño posible conforme aumenta el valor de las propiedades. En un sistema bien balanceado de drenajes pluviales, estos factores habrán recibido un reconocimiento adecuado de áreas servidas.

Industrial y mixta. Por ejemplo, en distritos de alto valor mercantil, con tiendas y almacenes en sus plantas bajas, los drenajes pluviales pueden hacerse suficientemente grandes para evacuar el

ABASTECIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA RIEGO DE CULTIVO EN LA COMUNIDAD DE SAN GREGORIO, TEQUIXQUIAC ESTADO DE MÉXICO

escurrimiento superficial de todas las tormentas, excepto las raras, que se estima acontecen una vez en 5, 10, 20, 50 y aún 100 años, mientras que a los drenajes en distritos residenciales suburbanos se les permite sobrecargarse por todas, menos las tormentas de 1 o 2 años.

Las mediciones del escurrimiento no son posibles o de significado real, hasta que existen suficientes drenajes pluviales en un área dada y el área misma ha sido desarrollada hasta su uso final. Acordemente, el diseño de alcantarillas pluviales está normalmente basado, no sobre el análisis del escurrimiento registrado, sino en 1) el análisis de las lluvias torrenciales – su intensidad o velocidad de una precipitación, duración y frecuencia de acontecimiento- y 2) la estimación del escurrimiento resultante de estas lluvias en el desarrollo planeado.

Las alcantarillas pluviales ocasionalmente se sobrecargan y se sujetan a presiones, pero normalmente no mayores que su profundidad bajo el nivel de la calle. Sin embargo, están diseñadas para flujo a canal abierto y equipadas para pozos de visita en forma muy similar a la de las atarjeas sanitarias. En la práctica norteamericana, el tamaño mínimo de drenajes pluviales es 12 pulgadas (305 mm), para prevenir obstrucción por basuras de una u otra clase. Su profundidad mínima está fijada por los requerimientos estructurales más que por las cunetas de las calles a través de sumideros o colectores de calle (fig. 3-6) y los drenajes de las propiedades. El tamaño, número y colocación de las entradas de calle gobiernan el grado de libertad contra inundación de las vías de tráfico y cruces de peatones. Para permitir la inspección y la limpieza, es preferible descargar los sumideros directamente a los pozos de visita. Los colectores de calle con tanque inferior son, en cierto sentido, sumideros amplios con trampa, en los que se retienen desechos y sólidos pesados. Históricamente anteceden a los sumideros y fueron ideados para proteger los sistemas combinados de alcantarillado durante algún tiempo en que se arrastraban grava y arena de las calles no pavimentadas. Históricamente, también, el aire de las alcantarillas, llamado gas de alcantarillado, se consideró en un tiempo peligroso para la salud; por ello se les dotó a los colectores de trampas selladas con agua. Los estanques de estos colectores requieren de mucho mantenimiento; deberán limpiarse después de cada tormenta importante y pueden requerir la aplicación de aceite para prevenir la generación de mosquitos. En conjunto, existen pocas razones para su uso en sistemas modernos de alcantarillado.

ABASTECIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA RIEGO DE CULTIVO EN LA COMUNIDAD DE SAN GREGORIO, TEQUIXQUIAC ESTADO DE MÉXICO

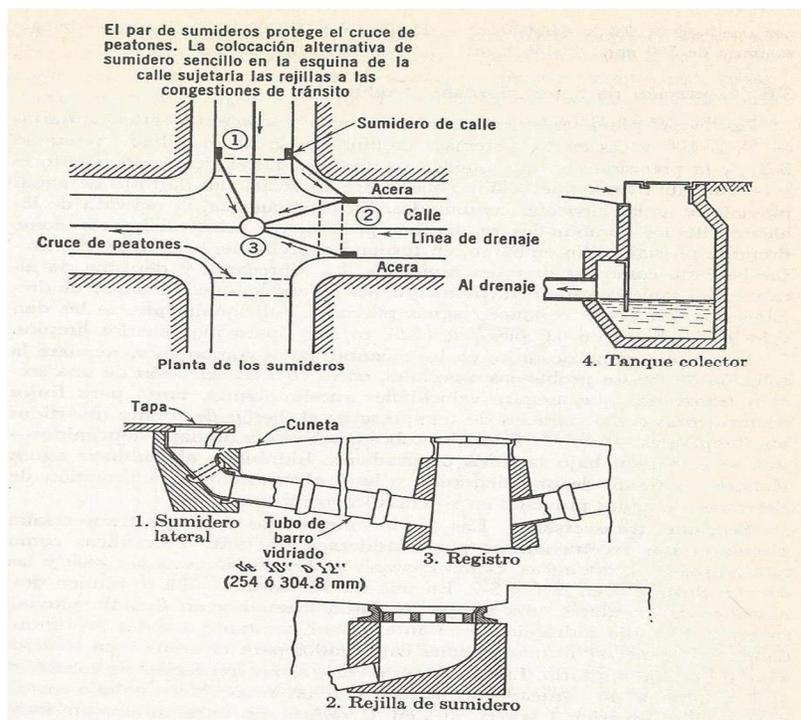


Figura 2.7 entrada de calles y su conexión a un pozo de visita

2.6 Captación de aguas cloacales combinadas

Las aguas pluviales exceden, a menudo, a las aguas negras sanitarias en 50 ó 100 veces en los sistemas combinados de alcantarillado (ejemplo 3-2), y la precisión con que pueden medirse los gastos del escurrimiento es generalmente menor que]a diferencia entre las relaciones de flujo de aguas pluviales y aguas cloacales combinadas. En consecuencia, la mayoría de los alcantarillados combinados se diseñan para servir primordialmente como drenajes pluviales. Sin embargo, en forma comprensible, se colocan tan profundamente como los drenajes sanitarios. La sobrecarga y derrame de alcantarillas sanitarias son evidentemente más objetables que el rechazo de drenajes que solamente conducen aguas pluviales. Adicionalmente, se les dan velocidades hasta de 5.0 pies/seg (1.52 m/seg), para mantenerlos limpios.

La amplia gama de flujos en los alcantarillados combinados, requiere la solución de ciertos problemas especiales, entre ellos, la selección de una sección transversal que asegure velocidades auto limpiantes, tanto para flujos de tormentas como para los de tiempo seco; el diseño de sifones invertidos auto limpiantes también llamados tubos combados y drenajes deprimidos que se sumergen

ABASTECIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA RIEGO DE CULTIVO EN LA COMUNIDAD DE SAN GREGORIO, TEQUIXQUIAC ESTADO DE MÉXICO

bajo la línea de gradiente hidráulico al conducir aguas cloacales a través de una depresión o bajo obstrucción; y la provisión de derrames de aguas pluviales en sistemas interceptores.

Secciones transversales. Las desviaciones de las secciones transversales circulares son recomendables por consideraciones tanto hidráulicas como estructurales y económicas. Como ejemplo se tienen las secciones ovales y las cunetas ilustradas en la figura 2.8 En una sección oval sencilla se funden dos alcantarillas circulares, una atarjea sanitaria interior y un drenaje pluvial superior. El radio hidráulico resultante es casi constante a todas profundidades. Las cunetas⁷ forman canales capacitados para el drenaje en tiempo seco, o drenaje sanitario. Las secciones rectangulares son fáciles de construir y se prestan a un zanjeado económico con un requerimiento bajo en el espacio libre superior. Las secciones en herradura son estructuralmente muy satisfactorias; las secciones ovales no lo son. Se han construido grandes alcantarillados de descarga como túneles a presión.

Sifones invertidos. Fluyendo llenos y bajo presión, las velocidades de flujo en los sifones son mucho más variables que en flujo a canal abierto, donde la profundidad y sección transversal cambian simultáneamente con el flujo. Para mantener las velocidades altas y reducir la obstrucción por los sedimentos, se intercalan o retiran dos o más tubos paralelos de la operación. Conforme los flujos aumentan o disminuyen. Los tubos conducen flujos característicos a velocidades auto limpiantes. La figura 2.9 muestra un ejemplo simple: los flujos de aguas negras, reducidos durante tiempo seco, pasan a través del sifón central; los flujos más elevados del tiempo seco, así como los de tormentas, derraman sobre los vertedores hacia los sifones laterales

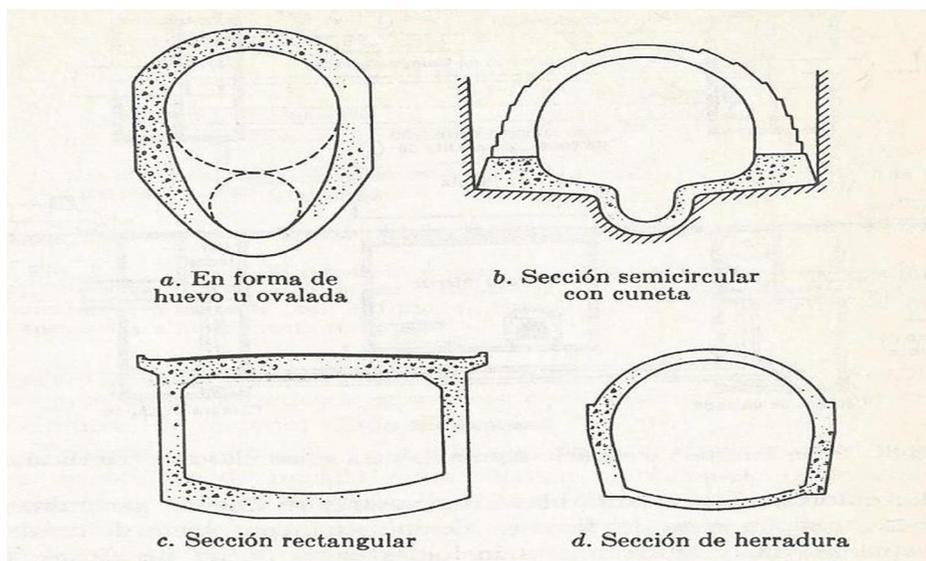


Figura 2.8. Secciones de alcantarillas pluviales y combinadas.

ABASTECIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA RIEGO DE CULTIVO EN LA COMUNIDAD DE SAN GREGORIO, TEQUIXQUIAC ESTADO DE MÉXICO

Situados a la derecha e izquierda. Los tres sifones se combinan para igualar la capacidad de la alcantarilla alimentadora. Las alturas de los vertedores se fijan a las profundidades que alcanzan los flujos característicos en la alcantarilla alimentadora y en la estructura de entrada. Los flujos se reúnen en una cámara anterior a la alcantarilla de salida.

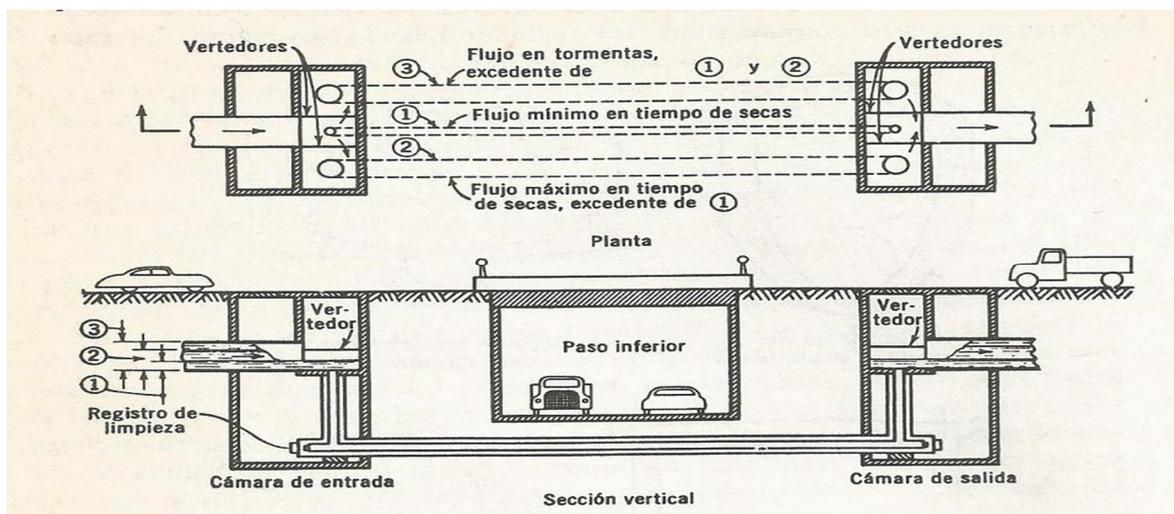


Figura 2.9 Sifón invertido o drenaje suprimido para aguas cloacales combinadas.

Interceptores. Las alcantarillas interceptoras se diseñan generalmente para evacuar algún resto del flujo en tiempo seco, con objeto de conducir tanto agua pluvial y aguas negras incluidas como pueda justificarse por consideraciones económicas, higiénicas y estéticas, En donde las lluvias son intensas y súbitas, como en la mayor parte de Norteamérica, no es posible evacuar mucha agua pluvial a través de interceptores adecuados. Consecuentemente, se diseñan para transportar no mucho más que el flujo máximo de secas, o sea, de una y media a tres veces el flujo promedio de aquellas que van de 250 a 600 gppd (945 a 2,260 lppd). Una medida más informativa acerca de la capacidad del interceptor en exceso al flujo promedio de secas, es el gasto de lluvia o escurrimiento que puedan aceptar sin derramarse. Estudios de las precipitaciones pluviales en las áreas hidrológicas que rodean a los Estados Unidos, generalmente conducen a la conclusión de que la mayoría de las precipitaciones que exceden a 0.1 pulg (2.54 mm) son derramadas, que los derrames ocurren aproximadamente media docena de veces al mes, y que la interceptación no se mejora grandemente yendo aun a diez veces el valor del flujo en tiempo seco. Sin embargo, donde las lluvias son

ABASTECIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA RIEGO DE CULTIVO EN LA COMUNIDAD DE SAN GREGORIO, TEQUIXQUIAC ESTADO DE MÉXICO

moderadas y por tiempo largo, como en el Reino Unido, un equivalente a seis veces el valor de flujo en secas capta gran parte del escurrimiento pluvial y se convierte en útil factor de diseño.

Debido a que la primera corriente de agua pluvial disloca la mayor parte de los depósitos que se acumulan entre las tormentas, es importante la intercepción de los flujos iniciales. De otra manera los derrames contendrían únicamente una fracción proporcional de las aguas sanitarias, fluyendo en sistemas combinados en el tiempo del derrame. Sin embargo, aun en estos términos la polución que llega a una masa de agua protegida mediante interceptores es una fracción significativa (3%) del volumen anual total de aguas cloacales sanitarias. A partir de los registros pertinentes de precipitación pluvial, puede calcularse cuantas aguas cloacales de esta clase fluyen sobre los vertederos; solamente puede estimarse en forma imprecisa la cantidad de material sólido dislocado.

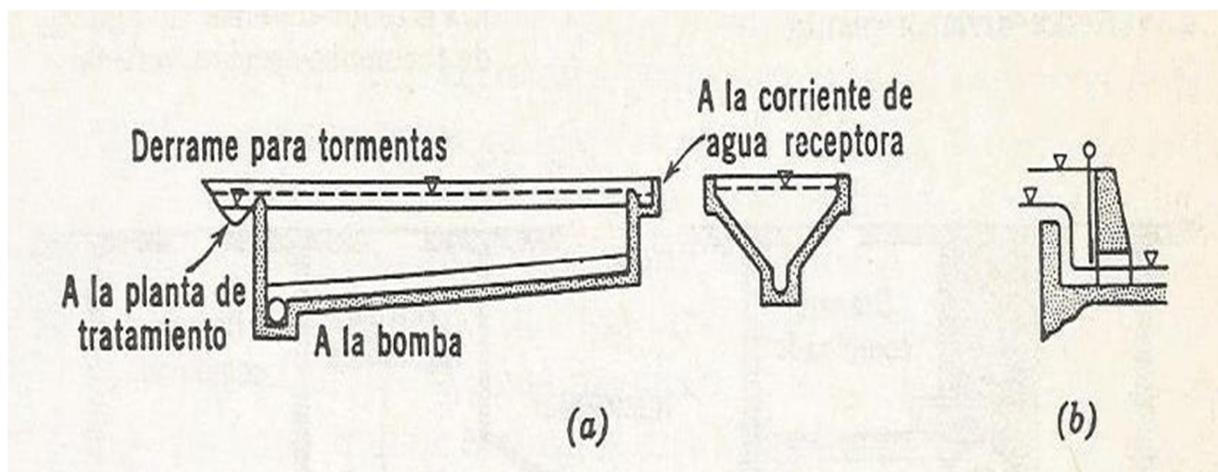


Figura 2.10. Tanque de retención y canal de salida para aguas pluviales: De Imhoff and Fair a) Secciones longitudinal y transversal del tanque; b) Canal de salida a dos niveles; el nivel inferior para el flujo, en tiempo seco, el nivel superior para derrame de tormentas a la corriente receptora.

Tanques de retención. La intercepción puede mejorarse si se introducen dispositivos de retardo a los sistemas combinados, como tanques de retención o tanques compensadores anteriores al sistema. Construidos con antelación a los empalmes entre las tuberías secundarias y los interceptores, almacenan los flujos que exceden a la capacidad del interceptor hasta que se llenan. Después de ello continúan retardando e igualando los flujos en menor grado, pero funcionan como tanques sedimentadores, para remover las materias desagradables y los gruesos asentables (figura 2.10).

ABASTECIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA RIEGO DE CULTIVO EN LA COMUNIDAD DE SAN GREGORIO, TEQUIXQUIAC ESTADO DE MÉXICO

Dependiendo de las condiciones locales, los periodos de retención bajos, aun de 15 minutos, pueden ser sumamente efectivos. La gama de operación se extiende desde el nivel del flujo en tiempo seco del interceptor hasta la cima de la alcantarilla conjunta combinada. Cuando las lluvias pasan, el contenido del tanque se descarga o se eleva al interceptor, y los sólidos acumulados llegan eventualmente a las plantas de tratamiento. En los sitios dónde llega mucha agua pluvial hasta la planta de tratamiento —como en las Islas Británicas, por ejemplo— los tanques de reserva para agua de lluvia se convierten en útiles obras adjuntas a las plantas.

Derrames. Las cantidades de agua que entran a los interceptores en enlaces con ductos secundarios deben controlarse. Solo deberá admitirse lo que la capacidad del interruptor individual permita, sin sobrecargarse. Los flujos excedentes deberán desviarse hacia los derrames de agua pluviales. Como se muestra en la figura 2.11, la admisión y diversión pueden regularse hidráulica o mecánicamente

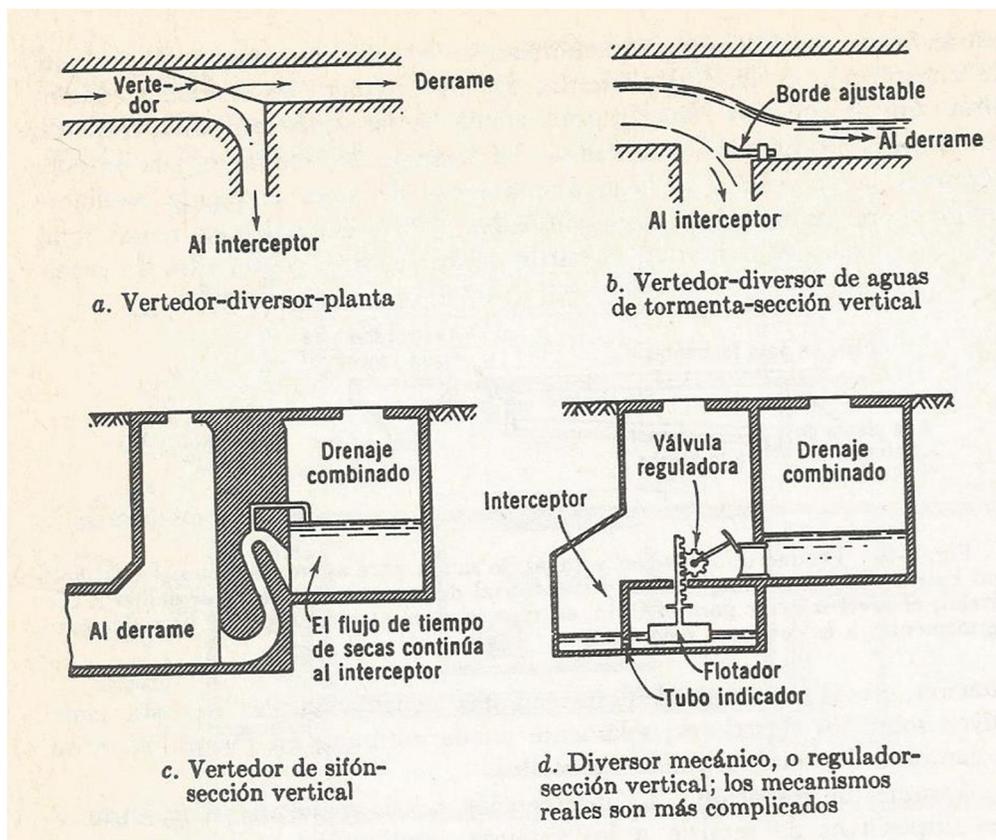


Figura 2.11 Regulación del Derrame de aguas pluviales

ABASTECIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA RIEGO DE CULTIVO EN LA COMUNIDAD DE SAN GREGORIO, TEQUIXQUIAC ESTADO DE MÉXICO

La separación hidráulica de los flujos excedentes a los de tiempo seco, se obtiene mediante dispositivos tales como los siguientes:

1. Canales diversores en forma de vertedores laterales conducentes a derrames. El nivel de derrame y la longitud se escogen para verter flujos excedentes que, hablando en sentido figurado, sean mayores que los flujos en tiempo seco. Los flujos de secas siguen su trayectoria acostumbrada al interceptor Figura 3.11 a
2. Derivadores, que esencialmente son interrupciones en el piso del canal. Los flujos excedentes saltan sobre la interrupción debido a su momento propio; los flujos de tiempo seco caen al interceptor figura 3.11b
3. Vertedores de sifón. Los flujos excedentes a la capacidad del interceptor se extraen por sifón hacia el canal del derrame figura 3.11c
4. Dispositivos mecánicos. La diversión de los flujos de tormenta generalmente se regula mediante válvulas de control operadas mediante flotador y actuadas por los niveles del flujo en el interceptor figura 3.11d

2.7 Selección del sistema colector

Aparte de las consideraciones económicas, el sistema de alcantarillado combinado es, en el mejor de los casos, una solución intermedia entre dos objetivos totalmente diferentes: el arrastre con agua de los desechos y la evacuación de las crecientes del escurrimiento.

Evaluación de las crecientes del escurrimiento. En la vida de las comunidades en crecimiento, las economías iniciales son superadas, a la larga, 1) por la polución indeseable de los cauces naturales del agua por medio de los vertedores pluviales, con las molestias consecuentes o, cuando menos, con el demerito del valor estético y recreativo de las masas receptoras de agua; 2) por el aumento en el costo del tratamiento y bombeo de las aguas cloacales interceptadas; y 3) por las condiciones, mas nocivas, cuando las calles y los sótanos sufren inundaciones con aguas cloacales combinadas, en lugar de agua pluvial. Las corrientes pequeñas en cuyo derredor hubiesen crecido parques y otras áreas recreativas en el pasado, han sido forzadas a formar parte de sistemas combinados de alcantarillado, porque obligarlas a servir como aguas receptoras, las habría reducido a cloacas abiertas. En contraste, un sistema separado de alcantarillado puede explotar hidráulicamente los

ABASTECIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA RIEGO DE CULTIVO EN LA COMUNIDAD DE SAN GREGORIO, TEQUIXQUIAC ESTADO DE MÉXICO

cauces naturales de agua mediante la descarga a ellos de las aguas pluviales a través de tramos cortos de drenajes pluviales y manteniendo su valor estético y recreativo. Sin embargo ellos pueden requerir canalización si van a tener un buen comportamiento

2.8 Evaluación de las aguas negras

El sistema de arrastre por agua de alcantarillado es un procedimiento sencillo y económico de remover de las habitaciones y de la industria los residuos desagradables de la vista, putrescibles y peligrosos. Sin embargo, concentra los peligros y molestias potenciales al término del sistema colector. Si es que los ríos y canales, estanque y lagos, así como los estuarios de marea y aguas costeras no han de alcanzar una fuerte polución, la carga impuesta sobre el agua que la transporta debe ser descargada antes de su evacuación a las masas receptoras de agua. Como se indicó previamente, pero bajo una connotación algo distinta, la descarga se asigna a las plantas de tratamiento de aguas cloacales para prevenir: 1) la contaminación de los abastecimientos de agua, balnearios, bancos ostrícolas y suministros de hielo; 2) la polución de aguas receptoras, desagradables a la vista y al olfato y que eutroficará los estanques y lagos; 3) destrucción de los peces alimenticios y otras manifestaciones de vida acuática valiosa; 4) otros deméritos de la unidad de las aguas naturales, para fines recreativos, comerciales e industriales. El grado de tratamiento requerido antes de la descarga, dependerá de la naturaleza y de la cantidad de agua receptora, así como de la economía regional del agua. En el tratamiento de aguas cloacales antes de su evacuación por irrigación, se intenta una recuperación completa del valor del agua, junto con una recuperación tan alta del valor fertilizante como sea posible con: 1) evitar la diseminación de enfermedades mediante las cosechas obtenidas en tierras irrigadas con aguas cloacales, a los animales que pastan en ellas; 2) prevenir molestias tales como aspectos y olores desagradables alrededor de las áreas de descarga; 3) optimizar en un sentido económico los costos de la disposición de aguas cloacales y los beneficios agrícolas. El Diseño de las áreas de irrigación en sí mismas, está basado en la naturaleza y tamaño de las tierras disponibles, así como en los fines que se puedan lograr en la economía agrícola regional.

Al crecer los piases y usar sus aguas más amplia e intensamente, la descarga de aguas cloacales crudas o inadecuadamente tratadas a sus corrientes, lagos y aguas de marea o áreas de irrigación llega a ser intolerable. La carga de sólidos impuesta diariamente sobre las aguas negras domesticas equivale a media libra por persona (0.227 Kgs.) aproximadamente. La mezcla resultante de agua y sus sustancias residuales es muy diluida – menor al 0.1% de materia sólida en peso en cuanto a los

ABASTECIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA RIEGO DE CULTIVO EN LA COMUNIDAD DE SAN GREGORIO, TEQUIXQUIAC ESTADO DE MÉXICO

flujos de aguas residuales son de 100/qppd (378.5 lppd). Algunas aguas residuales industriales son mucho más concentradas. Los sólidos flotantes y suspendidos ocasionan que las aguas cloacales y sus receptoras tengan un aspecto desagradable; los sólidos sedimentados forman bancos de lodo; los sólidos orgánicos hacen que las aguas cloacales entren en putrefacción; las bacterias patógenas y otros organismos las convierten en peligrosas.

Procesos para tratamiento de aguas negras. Las materias de desecho desplazan del agua que transporta diferentes maneras. En las plantas municipales para tratamiento de aguas cloacales de tamaño regular; son comunes los siguientes procesos y dispositivos:

1. La materia voluminosa flotante y suspendida se remueve por colado mediante rejillas y cribas. Las rejillas y cribas trituran los materiales cribados en el lugar mismo de su separación y los reintegran a las aguas residuales
2. El aceite y la grasa desnatán después de ascender durante reposo, tanques de flotación producen las natas o espumas
3. Las materias pesadas y gruesas suspendidas se dejan sedimentar en el fondo de cámaras de reposo: cámaras desarenadoras, tanques para detritos, tanques de sedimentación, producen arena detritos o lodo
4. La materia suspendida no sedimentables y algunos sólidos disueltos se convierten en sólidos sedimentables susceptibles del asentamiento por floculación y precipitación sobre productos químicos: Los tanques de floculación química o de precipitación, que producen los lodos precipitados .
5. La materia orgánica coloidal y disuelta metabolizada y convertida en sustancia celular sedimentable mediante crecimientos biológicos lodos. Las masas de células vivientes que pululan en los lodos utilizan de materias residuales para su crecimiento y energía. Su crecimiento produce extensas interfaces en la absorción, difusión, y otras fuerzas interfaciales o fenómenos de contacto llevan a cabo intercambios entre aguas cloacales y los lodos. Para que la masa biológicas permanezcan activas y aerobias, se les alimenta de aire. Se les soporta, ya sea sobre lechos de material granular, tales como piedra triturada, sobre los que las aguas cloacales se perculean mas o menos continuamente, o se generan en las aguas negras fluyentes, se retornan á estas en las cantidades convenientes y se mantienen en suspensión,

ABASTECIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA RIEGO DE CULTIVO EN LA COMUNIDAD DE SAN GREGORIO, TEQUIXQUIAC ESTADO DE MÉXICO

agitando la solución de la mezcla mediante aire o mecánicamente: filtros percoladores y un exceso de lodos activados.

6. Algunas bacterias patógenas y otros organismos se remueven de las aguas cloacales junto con los sólidos en que se están embebidas o a los que se adhieren.

Otras mueren, porque el medio ambiente impuesto demasiado desfavorable. Se obtiene una destrucción más completa y directa por desinfección: unidades de cloración.

Procesos para evacuación de los lodos. Los sólidos separados de las aguas cloacales en las plantas de tratamiento contienen mucha agua y materia orgánica. Ello los hace voluminosos y putrescibles. Para simplificar su manejo y disposición, los lodos se deshidratan y estabilizan hasta un grado variable. Son comunes los siguientes métodos y dispositivos:

1. La materia orgánica de los lodos almacenados en tanques es metabolizada y convertida en residuos relativamente estables por las bacterias y otros organismos saprofitos. Masas continuas de seres vivos usan las materias y de deshecho del lodo bajo la digestión para su crecimiento y energías. Existe la licuefacción y gasificación. El oxígeno disuelto desaparece y las masas biológicas se convierten en aerobias: tanques de digestores de lodos que producen lodos concentrados, estabilizados y fácilmente deshidratable, así como agua de lodos y gases de composición, primordialmente metano y bióxido de carbono.
2. El agua se remueve de lodos (normalmente lodos digeridos) llevados a lechos de arena u otros materiales granulares por evaporación de humedad al aire y por percloración de agua a los lechos y a través de ellos: lechos para el secado de lodos que producen una torta de lodos de consistencia conveniente.
3. Los lodos se deshidratan haciéndolos pasar (normalmente después de coagulación química) a través de una centrífuga o medio filtrante tal como tela o alambres en espiral, envió los alrededor de un tambor al que se aplica vacío: centrífugas y filtros al vacío, que producen una torta o pasta de lodos.
4. La torta o pasta de lodos (normalmente filtrada al vacío) se seca por el calor: secadores instantáneos que producen comercialmente gránulos secos de lodo (común mente secados al vacío).

ABASTECIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA RIEGO DE CULTIVO EN LA COMUNIDAD DE SAN GREGORIO, TEQUIXQUIAC ESTADO DE MÉXICO

5. La materia orgánica en lodos parcialmente deshidratados o secados por calor se quema como combustible: incineradores que producen cenizas.
6. Los lodos se espesan antes de la digestión, secado o digestión por batido: es pesadores o floculada res de lodos que producen un lodo más concentrado.
7. La materia orgánica en el lodo espesado se destruye por combustión húmeda: retortas de lodos operando a altas temperaturas y presiones que producen residuos fácilmente deshidratables y mineralizados.

El gas de los pantanos o metano desprendido durante la digestión es combustible de alto valor calorífico, y se emplea útil y variablemente en las plantas modernas de tratamiento. Después de la digestión, los sólidos de las aguas cloacales ya no son reconocibles como tales. Su estructura coloidal ha sido destruida y se secan rápidamente al aire. El lodo secado al aire es estable y esencialmente estéril. El producto final de la incineración es la ceniza. Aun cuando todos los métodos de tratamiento reducen el número de organismos posiblemente patógenos concentrados en el lodo, únicamente el secado por calor los hace totalmente seguros.

Los métodos de deposición final incluyen el uso de los lodos de aguas cloacales como fertilizantes y desarrolladores de suelos; descarga del lodo al mar; y relleno de terrenos bajos. Solamente los lodos secados por calor y los lodos almacenados durante muchos meses deberán entrar en contacto con cultivos, alimentación o forrajes.

En la figura 2.12 se presentan diagramas esquemáticos de flujo en plantas de tratamiento para aguas cloacales. Existen otras muchas combinaciones de procesos de tratamiento.⁹ Las plantas mostradas proporcionan los llamados tratamientos primario y secundario, tanto de las aguas negras como de los lodos. A menudo es suficiente un tratamiento parcial de alguno de ellos o de ambos. Sin embargo, puede requerirse tan tratamiento más completo en épocas críticas del año; por ejemplo, durante el escurrimiento reducido del verano y el alto taso recreativo de las aguas receptoras. El tratamiento terciario, también llamado renovación del agua, puede suministrarse para remover sustancias residuales, tóxicas, espumantes u objetables por alguna otra razón.

ABASTECIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA RIEGO DE CULTIVO EN LA COMUNIDAD DE SAN GREGORIO, TEQUIXQUIAC ESTADO DE MÉXICO

Las plantas ilustradas removerán de 80 a 95% o más de los sólidos suspendidos, materia putrescible y bacterias. La cloración del efluente puede asegurar la destrucción del 99% o más de las bacterias. Un tratamiento parcial puede alcanzar valores de remoción entre el 40 y 70%.

Diseño de plantas de tratamiento para aguas negras. El diseño de las plantas de tratamiento de aguas negras está basado sobre el entendimiento de: 1) los procesos y dispositivos del tratamiento (diseño de proceso); 2) los factores que afectan los flujos de aguas cloacales, lodos y a menudo el aire, a través de las estructuras empleadas (diseño hidráulico y neumático); 3) el comportamiento de las estructuras y mecanismos bajo carga necesarios (diseño estructural y mecánico), y 4) los costos de tratamiento en relación a los beneficios recibidos (diseño económico). Los siguientes hechos (normalmente aplicables a aguas cloacales sanitarias) dan una idea respecto al tamaño de las estructuras principales:

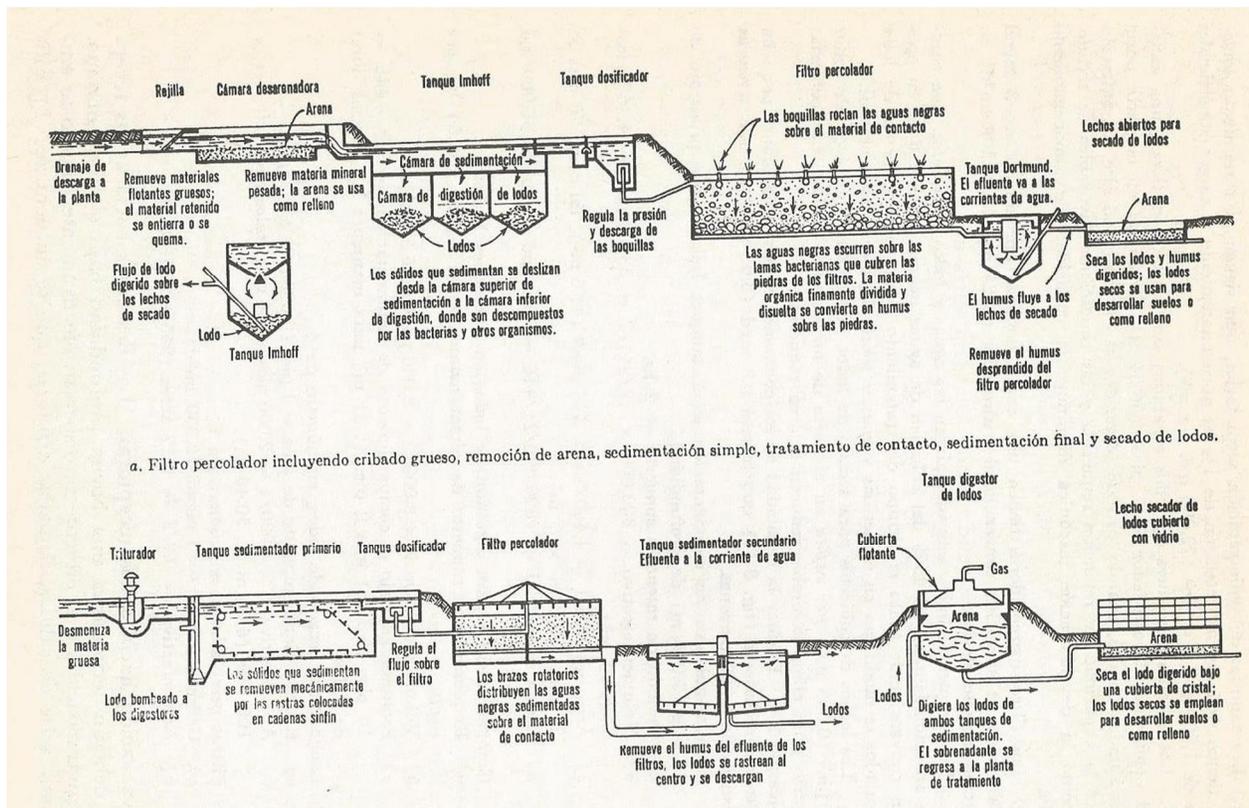
La combinación de sedimentación y digestión de los lodos en un tanque de dos pisos o en tanques de sedimentación y digestión separados, seguidos por tratamiento biológico de las aguas clasificadas sobre un filtro percolador (a y b en la figura 2.12), ha encontrado amplia aceptación en Norteamérica, particularmente en Ciudades de tamaño moderado; Fitchburg y Worcester, Mass.; Reading, Pa; Schenectady, N.Y.; Trenton, N.Y y Atlanta, Ga. se ha empleado sedimentación libre, seguida por tratamiento con lodos activados con o sin digestión separada del lodo, particularmente en plantas grandes de tratamiento (c en la figura 2.12); las plantas de isla Tallman, Bahía de Bowery y Bahía de Jamaica, de Nueva York, N.Y.; las plantas del lado Norte y el lado Suroeste de Chicago, Ill.; y la planta oriental de Cleveland, Ohio.

2. Los tanques de sedimentación secundarios, que siguen al tratamiento biológico, tienen períodos de retención de 1 1/2 hs aproximadamente y cargas superficiales hasta de 1,800 gpd por pie² (72,000 lpd por m²).

3. Los tanques digestores de lodos separados con calefacción tienen una capacidad combinada de alrededor de 2 pies³ (56.64 lt) per cápita en la parte norte de los Estados Unidos, cuando los lodos digeridos van a secarse al aire. La agitación reduce la capacidad de retención requerida y las condiciones favorables de secado, así como la deshidratación mecánica disminuyen la capacidad de almacenamiento precisa.

ABASTECIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA RIEGO DE CULTIVO EN LA COMUNIDAD DE SAN GREGORIO, TEQUIXQUIAC ESTADO DE MÉXICO

4. Los filtros percoladores tienen una carga nominal aproximada de 3 mgad (2,830 lm2d) en operación convencional y alrededor de 25 mgad (23,300 lm2d) en operación a gasto elevado.
 5. Los tanques de lodos activados airean las aguas y lodos retornados, que equivalen aproximadamente al 25% del volumen de aguas negras durante 6 hs en operación convencional; tanto el tiempo de tratamiento como los volúmenes de lodo recirculados se modifican en numerosas variantes sobre el proceso convencional.
 6. Los lechos descubiertos para secado de lodos proporcionan un área alrededor de 1 pie² (0.093m²) per cápita en el norte de los Estados Unidos. Las cubiertas de vidrio y un clima favorable reducen el área requerida.
- Evacuación hacia aguas receptoras. Las descargas hacia aguas receptoras deberán terminar a una buena profundidad bajo el nivel mínimo, las aguas cloacales o el efluente se dispersan efectivamente cuando se emplea una serie de salidas, llamadas difusores, que se encuentran.



ABASTECIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA RIEGO DE CULTIVO EN LA COMUNIDAD DE SAN GREGORIO, TEQUIXQUIAC ESTADO DE MÉXICO

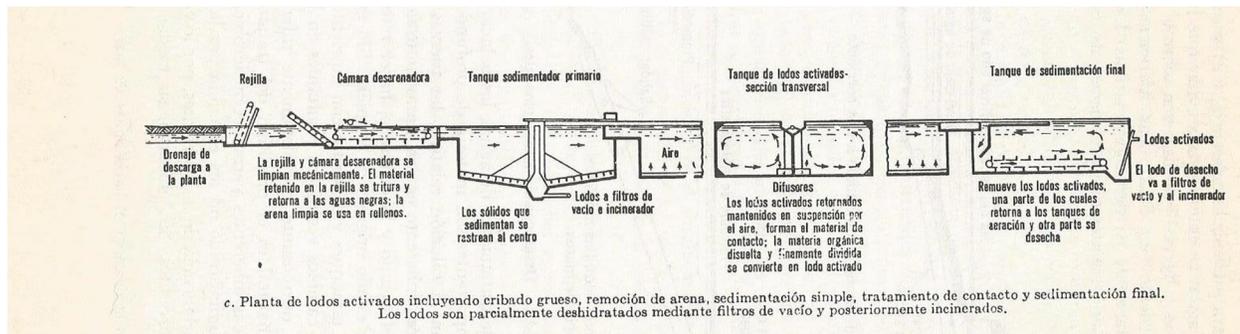


Figura 2.12 Tipos comunes de plantas para tratamientos de aguas cloacales

Científicamente especializados para prevenir interferencia, y 2) situados en el fondo - o cerca de él - de las aguas receptoras, para evitar que las aguas negras, generalmente más calientes y ligeras se dispersan sobre el agua receptora, formando una capa persistente (Figura 2.13) las diferencias en densidad se hacen perceptibles especialmente en descargas marinas. Las intensidad, dirección y dimensión de las corrientes que prevalecen, así como la cercanía de la toma de plantas de tratamiento de aguas, los balnearios, los criaderos de moluscos y otros sitios importantes son materia de profundo estudio.

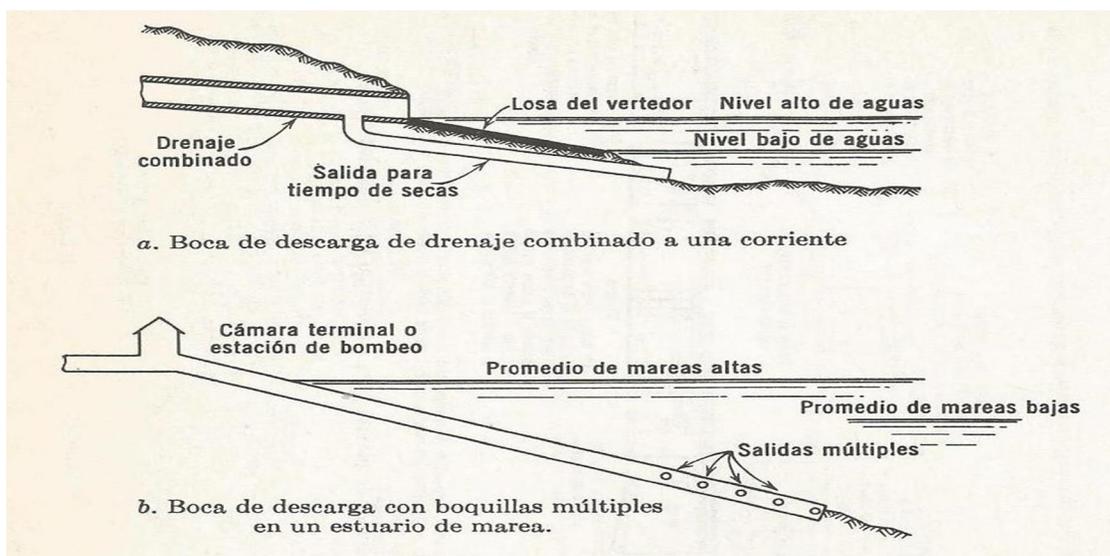


Figura 2.13 Descargas de aguas cloacales.

ABASTECIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA RIEGO DE CULTIVO EN LA COMUNIDAD DE SAN GREGORIO, TEQUIXQUIAC ESTADO DE MÉXICO

Cualesquiera que sean la disolución relativa, las fuerzas de purificación natural, o auto purificación, inherente en las masas naturales de agua pueden, con el transcurso del tiempo y la distancia, hacer retornar finalmente las aguas receptoras a su estado original de limpieza. Sin embargo, el enriquecimiento de los lagos, estanques y depósitos con nutrientes para las plantas (eutrofización) y los cambios ecológicos resultantes en las aguas receptoras de esta clase, son otro asunto completamente diferente. En cierto sentido, la purificación natural es el prototipo de tratamiento biológico. Las actividades metabólicas inherentes permanecen aeróbicas mientras que la relación del oxígeno suministrado no sea excedida por la relación de demanda de oxígeno. La turbulencia de las corrientes, por lo común, mantiene aeróbicas a sus aguas corrientes. Sin embargo, su medio ambiente en le bentos puede convertirse en anaerobio, debido a que el oxígeno se difunde a los depósitos en el fondo muy lentamente. Las condiciones anaeróbicas tienen gran propensión a presentarse en aguas estacionarias en las que la estratificación origina estancamiento y, por consiguiente, un transporte deficiente del oxígeno al estrato inferior de agua. Las corrientes fuertemente pulidas pueden convertirse, al menos temporalmente, en masas de aguas negras, repugnantes, sépticas y de olor desagradable, en donde la flora y fauna normales, en las aguas limpias han cedido su lugar a un menos aceptable conjunto de seres vivientes.

Una guía aproximada, formulada por los ingenieros para los ríos norteamericanos caudalosos, y que da una estimación burda de la cantidad de dilución que se requeriría en la ausencia de tratamiento, si las aguas cloacales combinadas procedentes de 1000 personas descargadas sin ocasionar molestias excesivas, es: 2.5pies³/seg (71 lt/seg) ; 2) para corrientes lentas 10pies³/seg (283.2lt/seg); y para corrientes normales, 6pies³/seg (170lt/seg). Un para aguas negras domésticas, aguas cloacales tratadas y residuos industriales, deberán sustituirse por las poblaciones equivalentes. Las aguas del alcantarillado combinadas promedian alrededor del 40% de más concentración de las aguas negras domésticas. Las aguas residuales industriales pueden ser más diluidas o más concentradas. Las aguas cloacales combinadas son más diluidas en proporción a la cantidad de materia orgánica putrescible, removida o extruida. En donde existe un énfasis sobre el abastecimiento de aguas. El goce recreativo del agua y la conservación de los peces y otras formas útiles de la vida acuática, es más urgente la dilución o el tratamiento.

Descargas sobre suelos. Los objetivos de la descarga final de las aguas cloacales sobre los suelos o a su interior, son una disposición segura a la obtención de buenas cosechas. En la práctica municipal, la evacuación por irrigación puede, en raras ocasiones, competir económicamente con la descarga a

ABASTECIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA RIEGO DE CULTIVO EN LA COMUNIDAD DE SAN GREGORIO, TEQUIXQUIAC ESTADO DE MÉXICO

aguas receptoras, al menos que los recursos hidrológicos de la región sean pobres y puedan adquirirse amplias extensiones de tierra adecuada a precios convenientes. El hecho de que las aguas de atarjea deban tratarse antes de la irrigación, depende de las consideraciones locales e higiénicas.

Existe el riesgo de contaminar los alimentos cultivados y de infectar a los animales que pastan sobre los suelos irrigados. En contraste, la descarga de aguas negras que: han sido sedimentadas al suelo, a través de tubos agrícolas de barro en la disposición de aguas negras procedentes de habitaciones aisladas, conocida como irrigación subterránea, puede ser bastante segura.

En cierto sentido, los embalses de escasa profundidad que retienen las aguas de alcantarillado durante cierto número de días y que reciben el nombre de lagunas de aguas negras o estanques de estabilización, son áreas intencionalmente inundadas o áreas acuáticas de irrigación que producen cultivos suspendidos (de algas) en vez de los crecimientos fijos por raíces normales. Existe mucha evaporación y alguna infiltración en los estanques.

Desde otro aspecto, el desplazamiento de las aguas de estanques es lo suficientemente rápido para aproximarse a la purificación natural de las corrientes naturales receptoras lentas.

Bajo condiciones climáticas favorables, las cargas sobre los estanques pueden llegar a hacerse tan altas como de 500 personas por acre (124,000/km²), para aguas de atarjea domésticas.

2.9 Evacuación de aguas residuales industriales

La mayor parte de los desechos industriales arrastrados hidráulicamente pueden ser agregados en forma segura a las aguas cloacales municipales para su tratamiento y descarga; pero existen desechos tan fuertes que dañan los sistemas colectores e interfieren las facilidades disponibles para tratamiento de sobrecargas; en estos casos es indispensable el pretratamiento o su separación del sistema de captación. El grado requerido de tratamiento previo, o del tratamiento en combinación con las aguas cloacales municipales depende de la composición, concentración y condición de los residuos, la naturaleza y capacidad de las plantas de tratamiento, así como de la naturaleza y capacidad de las aguas receptoras. Las cargas bruscas, a través de descargas súbitas de masas de desechos, son especialmente objetables.

ABASTECIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA RIEGO DE CULTIVO EN LA COMUNIDAD DE SAN GREGORIO, TEQUIXQUIAC ESTADO DE MÉXICO

Los tanques de retención o almacenamiento amortiguarán las sobrecargas si proporcionan la descarga, de residuos a las capacidades disponibles de las plantas de tratamiento y de las aguas receptoras.

Los desechos ricos en carbohidratos, proteínas y grasas no son diferentes a las aguas negras en su grado de nocividad y tienen una población equivalente válida. Por ejemplo, la materia putrescible en los desechos combinados de una destilería que procesa 1,000 bushels (35,238 lt) de grano por día, es equivalente al agua de atarjeas procedente de 3,500 personas. En contraste, otros residuos industriales pueden persistir en el agua sin ningún cambio considerable. Algunos pueden interferir aun con el tratamiento de aguas de alcantarillado y la purificación natural de las aguas receptoras. Como ejemplo puede citarse al cobre y a otros metales. A altas concentraciones, el cobre inhibe la digestión anaeróbica de los sólidos sedimentados y destruye las masas biológicas en las unidades de tratamiento por filtros percoladores y lodos activados. Los productos orgánicos sintéticos nuevos pueden ser también muy dañinos. Sin embargo, es posible habituar a los lodos orgánicos a muchos otros productos químicos tóxicos desde otro aspecto, tales como los fenoles y el formaldehído, degradados en las plantas de tratamiento y en las aguas receptoras. Cuando los desechos contienen el único carbón disponible, se desarrolla una flora o sucesión de floras que no sólo es inmune a las sustancias de otro modo tóxicas, sino que las degrada duramente el uso del carbón que contienen.

Los principios que pueden guiar hacia la solución de los problemas originados por los residuos industriales son, en orden de preferencia: 1) la recuperación de materiales utilizables; 2) una mejoría de los procesos de manufactura en los que se reducen las materias de desecho y las aguas residuales en gran cantidad; 3) la recirculación de aguas de proceso; y 4) el desarrollo de métodos económicos de tratamiento. La recuperación tiene un éxito mayor cuando las sustancias recuperadas tienen un valor muy alto o casi tan alto como las materias primas de la manufactura, de manera que deba desarrollarse una organización administrativa por separado. Las mejoras en el proceso de manufactura pueden permitir la descarga de las materias residuales remanentes a las alcantarillas públicas.

Existen procesos de tratamiento satisfactorios para una amplia variedad de residuos industriales. Muchos de ellos no difieren de los métodos; pero algunos residuos químicos requieren un método de disposición diferente. Por ejemplo, para mayor conveniencia, los cianuros de la industria del plateado

ABASTECIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA RIEGO DE CULTIVO EN LA COMUNIDAD DE SAN GREGORIO, TEQUIXQUIAC ESTADO DE MÉXICO

se oxidan a cianatos; los cromatos del mismo origen se reducen a compuestos crómicos y los ácidos y álcalis procedentes de muchas industrias se neutralizan.

2.10 Administración de los sistemas

Dentro de la práctica de las plantas de tratamiento de agua, la construcción de los sistemas de aguas residuales desde su principio, o su mejoramiento y extensión progresan desde los estudios preliminares a través del financiamiento, diseño y construcción hasta la operación, mantenimiento reparación. La inversión per cápita en los sistemas de alcantarillado varía con el tipo de sistema: topografía, hidrología y geología de las comunidades atendidas: naturaleza, volumen, y proximidad de las aguas receptoras; y tamaño y carácter de la comunidad. El costo inicial de las cloacas sanitarias varía entre 30 y 100 dólares per cápita en Norteamérica. El costo de los drenajes pluviales y alcantarillas combinadas, dependiendo de las condiciones locales es hasta tres veces mayor. El costo inicial de las plantas de tratamiento varía según el grado de tratamiento empleado. Dependiendo del tamaño de la planta el cual, para aguas residuales es más claramente una función de la carga de población que del volumen de agua purificada(sec. 2-10), el costo per cápita de las plantas de tratamiento es aproximadamente el siguiente, 11 para 1965: 1) en plantas que incluyen a) tanques Imhoff, 20 dls, y b) filtros percoladores y tanques Imhof, 26 dls, variando tanto a como b en forma inversamente proporcional aproximada a la carga de población conforme a la potencia $1/2$ de $(10^{-4} \times \text{población})$, es decir, $1 / (P \times 10^{-4})^{1/2}$ 2) para plantas que incluyan a) sedimentación mecanizada y tanques di gestores de lodos, 35 dls, variando aproximadamente conforme a $1 / (P \times 10^{-4})^{1/3}$, b) unidades de lodos activados y tratamiento primario, 47 dls, también variando según $1 / (P \times 10^{-4})^i$ y c) filtros percoladores y tratamiento primario, variando aproximadamente en relación a $1 / (P \times 10^{-4})^{1/4}$ Para años que difieran de 1965, los costos de construcción deben ajustarse mediante índices de costos adecuados.¹²

Los costos anuales per cápita de operación y mantenimiento para las plantas mismas, es decir, excluyendo los gastos administrativos centrales, son aproximadamente los siguientes:¹³ 1) para plantas primarias, 2.7, 1.4, 0.91 y 0.67 dls para comunidades de 10^3 , 10^4 , 10^5 y 10^6 personas respectivamente; 2) para plantas de lodos activados, en forma similar 9.2, 3.5, 1.9, 1.2 y 0.88 dls; 3) para plantas convencionales de filtros percoladores, 3.5, 1.3 y 0.75 (no se dispone del valor para 10^6 personas) y 4) para plantas de filtros percoladores de alta capacidad, 4.6, 1-4 y 0.73 el mismo sentido que las plantas convencionales. Para otros años diferentes a 1965, es más difícil encontrar un índice

ABASTECIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA RIEGO DE CULTIVO EN LA COMUNIDAD DE SAN GREGORIO, TEQUIXQUIAC ESTADO DE MÉXICO

adecuado para los costos de operación y mantenimiento que un índice de los costos de construcción; los salarios que prevalezca son quizá el mejor índice, pero también intervienen en el problema los costos de luz energía, calor y productos químicos.

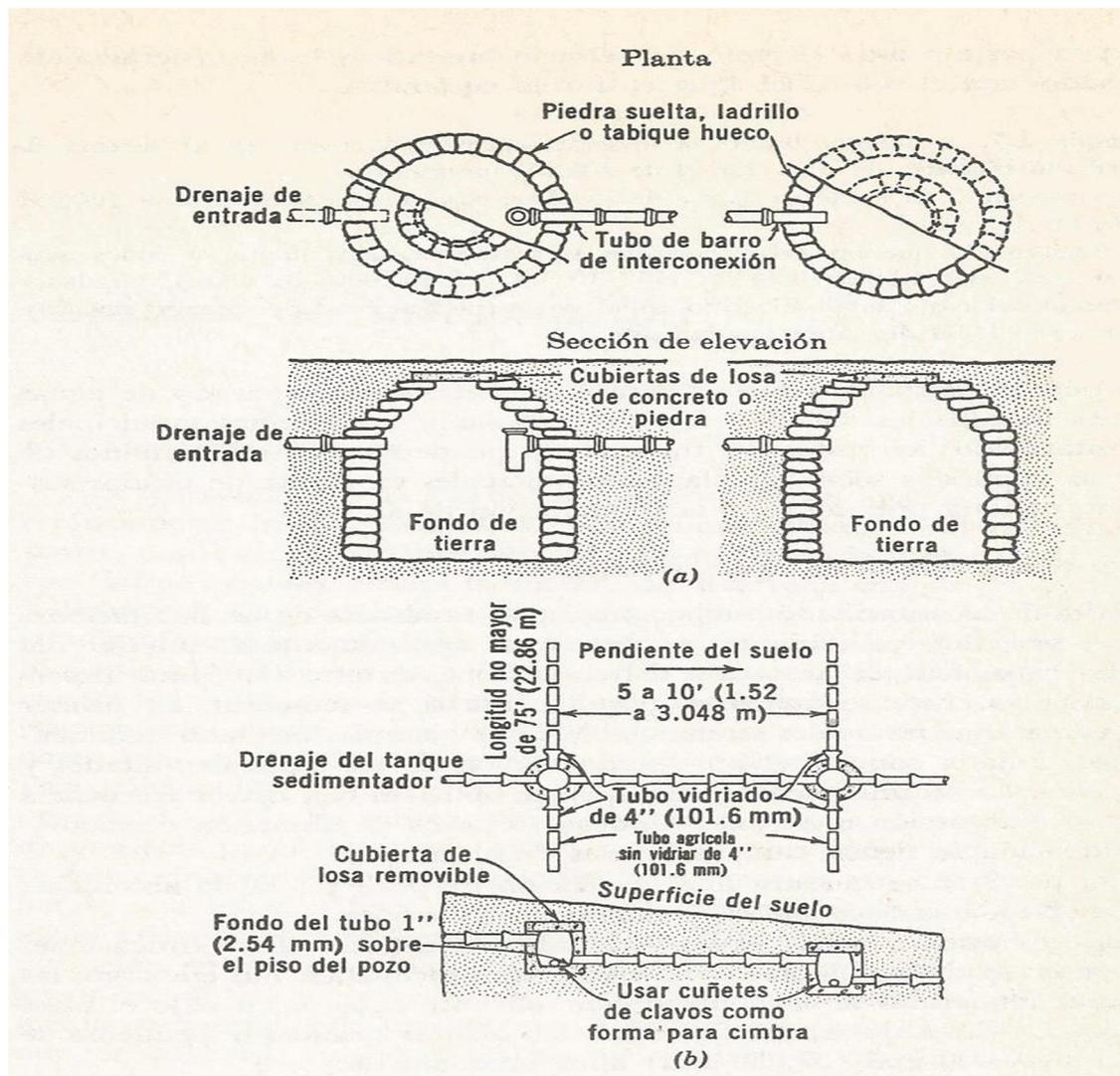


Figura 2.14 Pozos de absorción: a) pozo y fosa de absorción; b) pozo cerrado y zanjas de absorción en suelo inclinado. (Del State of Health, Nueva York.)

ABASTECIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA RIEGO DE CULTIVO EN LA COMUNIDAD DE SAN GREGORIO, TEQUIXQUIAC ESTADO DE MÉXICO

Incluyendo los intereses y depreciación, así como los cargos por operación y administración, la remoción de aguas negras domésticas y su disposición en forma segura, es costo es de 50 a 100 dls por mg (3.78 ml). En comparación con las plantas purificadoras de agua, las plantas para tratamiento de aguas cloacales tienen un costo doble; en relación a los sistemas colectores de aguas cloacales domésticas cuestan la mitad. Los cargos por uso de las atarjeas, también llamadas rentas, como los cargos por agua, pueden colocar el costo del alcantarillado sobre un valor recibido. Los cargos por uso pueden cubrir una parte o todo el costo del servicio prestado y están generalmente relacionados con el cobro del agua en forma equitativa.

No pueden asignarse costos generales al tratamiento separado de aguas residuales industriales. Cuando son descargadas a los sistemas municipales de alcantarillado, los costos del tratamiento pueden tratarse en términos de las cargas impuestas sobre las plantas municipales en forma de sólidos suspendidos, materia putrescible, o la combinación de ambos.

2.11 sistemas rurales de aguas residuales.

A falta de alcantarillado público, las aguas residuales de las habitaciones rurales y sus edificios auxiliares se descargan normalmente al interior del suelo. La capacidad de absorción del suelo tiene, en este caso, una importancia decisiva. Esta se aumenta grandemente si se remueven en primer lugar las materias residuales sedimentables; por ejemplo mediante sedimentación combinada con digestión y consolidación de los lodos depositados y las espumas. La sedimentación y digestión se obtienen con mayor frecuencia en pozos de absorción o en fosas sépticas (pozos de absorción cerrados)

A continuación se tienen campos o fosas de absorción.

En la figura 3-13 se muestra una instalación de pozo y fosa de absorción.

Cuando existen muchas aguas residuales, se introducen modificaciones en la operación de las plantas municipales convencionales. Sin embargo, las estructuras requeridas se encuentran generalmente cubiertas o bajo el nivel del suelo. La línea de separación entre las plantas grandes y pequeñas se establece a 10,000 gpd (37,850/lpd) aproximadamente.

Capítulo 3.-

Calculo, desarrollo y selección de equipo hidráulicos

3.1.1 Motor Flecha Hueca

Este tipo de motores está destinado a impulsar bombas que ponen altas cargas de empuje axial descendentes, como bombas de pozo profundo.

Los motores verticales flecha hueca se pueden utilizar en interior o intemperie, ya que por su diseño totalmente cerrado TCCVE, los bobinados, baleros, estator y rotor están libres de contaminación por polvo, humedad, basura y ataque de roedores, lo que garantiza un funcionamiento confiable y duradero.

Los motores están provistos con brida tipo "P" para montaje al cabezal de la bomba. La caja de conexiones tiene espacio suficiente para realizar las conexiones de cables de una manera fácil y segura, ya que se cumple el volumen prescrito en la norma NEMA MG-1-2003. Aspecto eléctrico: Motor diseño NEMA "B". El rotor es del tipo jaula de ardilla inyectado con aluminio de alta calidad.

La tensión nominal de operación es de 230/460 Volts a 60Hz. Para motores hasta 100 HP y 460V a partir de 125 HP.

Protección

Nuestro motor vertical flecha hueca posee un trinquete, mediante el cual se evita un giro opuesto al normal del motor que pueda ocurrir por una conexión eléctrica equivocada o por que el agua que quedó en la columna de la bomba al pararse el motor, tienda a recuperar su nivel normal y esto pueda ocasionar que la flecha de la bomba se destornille.

El trinquete elimina esta posibilidad, al caer uno de los siete pernos alojados en el ventilador de algún canal de la tapa balero exterior y así detener inmediatamente el motor y evitar el peligroso sentido opuesto de giro.

Solamente personal especializado deberá realizar la instalación y acoplamiento de la bomba y motor flecha hueca.

ABASTECIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA RIEGO DE CULTIVO EN LA COMUNIDAD DE SAN GREGORIO, TEQUIXQUIAC ESTADO DE MÉXICO

Rodamientos

El sistema de rodamientos lo componen uno o dos baleros de contacto angular montados en el escudo (soporte de carga) y un balero guía montado en la brida. Lo anterior permite una operación suave y silenciosa.

Motores con alto empuje axial Si no se especifica en el pedido, los motores desde 100 HP hasta 250 HP, se surten de fábrica con un rodamiento tipo 7322 BG para 2300 Kg de empuje axial, cuando el usuario necesita una carga axial mayor (hasta 5500 kg.) se instalara un rodamiento adicional del mismo tipo (7322 BG) "PR" Protección térmica en rodamientos de carga. Los motores desde armazón 405TP (100Hp) están provistos de fábrica con una protección térmica "PR" en los rodamientos de carga, el objeto de esta protección adicional en toda serie de motores es detectar cualquier anomalía durante el funcionamiento.

Mantenimiento

Está reducido a un mínimo de trabajos y costos. Para ello basta seguir las indicaciones dadas en las placas de características y lubricación del motor, sobre todo lo referente al tipo de grasa y el período de reengrase.



Figura 3.1 Motor Flecha Hueca

3.1.2 Flecha

Casi toda la maquinaria rotatoria está dotada de flechas de transmisión o simplemente flechas, con el fin de transferir movimiento y par de torsión rotatorios de un sitio a otro. Por lo tanto, el diseñador de máquinas tiene la tarea de diseñar flechas explorando algunos de los problemas comunes que se presentan en esta tarea. Por lo general, una flecha transmite a la máquina por lo menos un par de torsión proveniente de un dispositivo impulsor. Algunas veces, las flechas servirán de soporte para engranes, poleas o ruedas dentadas, mismas que transmiten un movimiento rotatorio de una a otra flecha, vía engranes, bandas o cadenas. La flecha podría ser parte integral del impulsor, como la flecha de un motor eléctrico o el cigüeñal de un motor de combustión interna.

ELEMENTOS DE MAQUINAS CARGAS DE FLECHA.

Las cargas en las flechas de transmisión rotatoria son principalmente de uno de dos tipos: torsión debido al par de torsión transmitido o de flexión proveniente de cargas transversales por engranes, poleas o ruedas dentadas. Estas cargas suelen ocurrir combinadas, ya que, por ejemplo, el par de torsión transmitido puede estar asociado con fuerzas en los dientes de engranes o ruedas dentadas de las flechas. El carácter de las cargas por par de torsión y de las de flexión puede ser uniforme (constante) o variar con el tiempo. Uniformes y variables en el tiempo, las cargas por par de torsión y a flexión también pueden ocurrir en una misma flecha en cualquier combinación. ELEMENTOS DE MAQUINAS II SUJECIONES Y CONCENTRACIONES DE ESFUERZOS Aunque a veces es posible diseñar flechas de transmisión útiles que en toda su longitud no tenga modificaciones en el diámetro de la sección, lo más común en las flechas es que tengan una diversidad de escalones o resaltos u hombros donde cambia el diámetro, a fin de adaptarse a elementos sujetos como cojinetes, ruedas dentadas, engranes, etcétera, como se aprecia en la figura 7-1, que también muestra todo un abanico de procedimientos de uso común para sujetar o localizar elementos sobre una flecha. Los escalones o los hombros son necesarios para conseguir una ubicación axial, precisa y consistente de los elementos sujetos, así como para obtener el diámetro correcto, adecuado a piezas estándar como los cojinetes. Se suele recurrir a cuñas, chavetas circulares o espigas atravesada para asegurar elementos que deban ir sujetos a la flecha, con el fin de transmitir el par de torsión requerido o para fijar la pieza axialmente.

3.1.3 Variadores de Velocidad

El Variador de Velocidad (VSD, por sus siglas en inglés Variable Speed Drive) es en un sentido amplio un dispositivo o conjunto de dispositivos mecánicos, hidráulicos, eléctricos o electrónicos empleados para controlar la velocidad giratoria de maquinaria, especialmente de motores. También es conocido como Accionamiento de Velocidad Variable (ASD, también por sus siglas en inglés Adjustable-Speed Drive). De igual manera, en ocasiones es denominado mediante el anglicismo Drive, costumbre que se considera inadecuada. La maquinaria industrial generalmente es accionada a través de motores eléctricos, a velocidades constantes o variables, pero con valores precisos. No obstante, los motores eléctricos generalmente operan a velocidad constante o casi-constante, y con valores que dependen de la alimentación y de las características propias del motor, los cuales no se pueden modificar fácilmente. Para lograr regular la velocidad de los motores, se emplea un controlador especial que recibe el nombre de variador de velocidad. Los variadores de velocidad se emplean en una amplia gama de aplicaciones industriales, como en ventiladores y equipo de aire acondicionado, equipo de bombeo, bandas y transportadores industriales, elevadores, llenadoras, tornos y fresadoras, etc. Un variador de velocidad puede consistir en la combinación de un motor eléctrico y el controlador que se emplea para regular la velocidad del mismo. La combinación de un motor de velocidad constante y de un dispositivo mecánico que permita cambiar la velocidad de forma continua (sin ser un motor paso a paso) también puede ser designado como variador de velocidad.

3.1.4 Subestación Eléctrica

Subestación eléctrica es una instalación destinada a establecer los niveles de tensión adecuados para la transmisión y distribución de la energía eléctrica. Su equipo principal es el transformador. Normalmente está dividida en secciones, por lo general tres principales (medición, cuchillas de paso e interruptor), y las demás son derivadas. Las secciones derivadas normalmente llevan interruptores de varios tipos hacia los transformadores.

Como norma general, se puede hablar de subestaciones eléctricas «elevadoras», situadas en las inmediaciones de las centrales generadoras de energía eléctrica, cuya función es elevar el nivel de tensión, hasta 132, 220 o incluso 400 kV, antes de entregar la energía a la red de transporte; y subestaciones eléctricas «reductoras», que reducen el nivel de tensión hasta valores que oscilan,

ABASTECIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA RIEGO DE CULTIVO EN LA COMUNIDAD DE SAN GREGORIO, TEQUIXQUIAC ESTADO DE MÉXICO

habitualmente, entre 10 y los 66 kV y entregan la energía a la red de distribución. Posteriormente, los centros de transformación reducen los niveles de tensión hasta valores comerciales (baja tensión) aptos para el consumo doméstico e industrial, típicamente 400 V.



Figura 3.2 Transformador de alta tensión usado en las subestaciones de electricidad.

Existen dos razones técnicas que explican por qué el transporte y la distribución en energía eléctrica se realizan a tensiones elevadas, y en consecuencia, por qué son necesarias las subestaciones eléctricas:

Las pérdidas de potencia que se producen en un conductor por el que circula una corriente eléctrica, debido al efecto Joule, son directamente proporcionales al valor de esta
$$P=I^2 \cdot R$$

La potencia eléctrica transportada en una red es directamente proporcional al valor de su tensión y al de su intensidad. Por tanto, cuanto mayor sea el valor de la tensión, menor deberá ser el de intensidad para transmitir la misma potencia y, en consecuencia, menores serán las pérdidas por efecto Joule.

Además de transformadores, las subestaciones eléctricas están dotadas de elementos de maniobra (interruptores, seccionadores, etc.) y protección (fusibles, interruptores automáticos, etc.) que desempeñan un papel fundamental en los procesos de mantenimiento y operación de las redes de distribución y transporte.

3.1.5 Válvula Check

Las válvulas Check o Válvulas de retención son utilizadas para no dejar regresar un fluido dentro de una línea. Esto implica que cuando las bombas son cerradas para algún mantenimiento o simplemente la gravedad hace su labor de regresar los fluidos hacia abajo, esta válvula se cierra instantáneamente dejando pasar solo el flujo que corre hacia la dirección correcta. Por eso también se les llama válvulas de no retorno. Obviamente que es una válvula unidireccional y que debe de ser colocada correctamente para que realice su función usando el sentido de la circulación del flujo que es correcta.

Existen válvulas Check tipo columpio en el cual el fluido y su presión abren el disco hacia arriba y este regresa cuando deja pasar. También las de resorte el cual hace que la válvula cierre inmediatamente cuando se detiene el flujo antes que el flujo y la gravedad hagan que cierre con fuerza. Están las que tienen doble puerta o duo check que también funcionan con un sistema de resortes para su cierre.

Existen en materiales de acero al carbón fundido, forjado, acero inoxidable, bronce, hierro, fofó, PVC y CPVC. Las válvulas Check pueden ser fabricadas con extremos bridados, roscados, socket Weld (SW), tipo oblea para que sean instaladas en poco espacio y con poco peso (tipo Waffer).



Figura 3.3 Válvula Check

3.1.6 Válvula de Compuerta Vástago Fijo

Las válvulas de compuerta a través de conducto están diseñadas de conformidad con las revisiones aplicables más recientes de API 6D para clases ANSI ISO, 300, 600, 900, 1500 y 2500.

El diseño está referido para el código estándar internacional y es aplicado para verificar todos los componentes y conexiones de la válvula. El diseño del tallo es revisado mediante la aplicación de la carga máxima de tracción causada por la compuerta de bloque que ha sufrido la reacción de los asientos durante la apertura de la válvula en diseño D_p total y a la temperatura de diseño.

El Departamento Técnico ha llevado a cabo pruebas de carga de tracción en tallos en el Departamento de la Universidad de Ingeniería Mecánica de Padova - Italia para verificar el valor de rendimiento del material del tallo y la carga máxima permitida de conformidad con ASME II Parte D. El anillo de asiento es cargado tipo muelle flotante para asegurar el contacto con la compuerta paleteada a manera de proporcionar un sello hermético eficaz incluso a presión diferencial baja entre la brida de entrada y de salida. El inserto de asiento blando asegura el sellado primario, y el contacto metálico entre el bloque y los asientos es el sellado secundario.

Los diferentes materiales de asientos suaves requeridos por las especificaciones del cliente son aplicados dependiendo del proceso de fluido. El asiento metal a metal está diseñado y fabricado bajo pedido para aplicación ya sea con fluidos sucios y agresivos o cuando el funcionamiento se da en temperaturas muy altas. Como una solicitud adicional, las Válvulas de Compuerta a través de Conducto están diseñadas con losa expandida con la adición de una válvula de alivio en la cavidad del cuerpo.

Las válvulas de compuerta a través de conducto bajo pedido están equipadas con sellos de emergencia para restaurar el sellado en caso de daño del sello suave. El diseño a prueba de fuego, si se requiere, incluye una junta de sellado suplementario (grafito) para evitar fugas en caso de fuego y quemaduras del sello suave según BS 6755 Parte 2 y / o API 6FA.

Es utilizada para el flujo de fluidos limpios y sin interrupción.

Cuando la válvula está totalmente abierta, el área de flujo coincide con el diámetro nominal de la tubería, por lo que las pérdidas de carga son relativamente pequeñas.

ABASTECIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA RIEGO DE CULTIVO EN LA COMUNIDAD DE SAN GREGORIO, TEQUIXQUIAC ESTADO DE MÉXICO

Este tipo de válvula no es recomendable para regulación o estrangulamiento ya que el disco podría resultar erosionado. Parcialmente abierta puede sufrir vibraciones.

Tienen un uso bastante extendido en el sector petroquímico ya que permite estanqueidades del tipo metal-metal.

La operación de obertura y cierre es lenta. Debido al desgaste producido por la fricción no se recomienda en instalaciones donde su uso sea frecuente.

Requiere de grandes actuadores difíciles de automatizar. Son difíciles de reparar en la instalación.



Figura 3.4 Válvulas de Compuerta

3.1.7 Junta Tipo Dresser

Cuando se hace referencia a las juntas tipo Dresser se habla de una clase de juntas pensadas para poder unir tubos sin precisar conexiones soldables o roscadas, y tampoco contrabridas. Dado que se pueden montar de manera muy sencilla y práctica, y que además hacen factible la unión de tuberías de diferente o igual diámetro, las juntas Dresser tienen gran demanda para su uso en sistemas de cañerías sometidos a exigencias importantes.

ABASTECIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA RIEGO DE CULTIVO EN LA COMUNIDAD DE SAN GREGORIO, TEQUIXQUIAC ESTADO DE MÉXICO

Dentro del particular micromundo de las juntas mecánicas tipo Dresser, hay clases bien distintas, cuyas diferencias tienen que ver con los distintos destinos que tendrán, que básicamente pueden ser la unión de tuberías de PVC, de hierro fundido o bien de acero, por ejemplo.

Las juntas Dresser tanto en Argentina como en el mundo encuentran un campo importante de aplicación en líneas de agua de riego, potable o residual. Los modelos son varios, por eso conviene solicitar consejo a los especialistas de Manflex, quienes orientarán su adquisición para que la satisfacción sea total.

Al permitir unir tubos sin precisar de soldaduras, ni roscas, ni bridas, estos productos ofrecen un costo-beneficio óptimo: por un lado las juntas tipo Dresser se pueden utilizar a nivel subterráneo; y por el otro pueden volver a usarse en el caso eventual de que un sistema se desmontara.

Las juntas mecánicas tipo Dresser pueden tolerar movimientos axiales y también angulares; lógicamente esto dependerá de la clase de unión planteada. Estos elementos resultan herméticos a partir de la compresión de dos anillos lógicamente de goma (de caucho nitrílico, aunque es factible elaborarlos en otro elastómero) en el lugar donde se alojan, conformado por las bridas deslizantes, los tubos que se necesita unir y una suerte de cilindro intermedio. Este último se puede fabricar en acero inoxidable o galvanizado, y puede llevar cobertura de epoxi termoconvertible, etc.



Figura 3.5 Junta Tipo Dresser

3.1.8 Válvula Contra Golpe de Ariete.

La Válvula Anticipadora de Golpe de Ariete Cla-Val modelo 52-01/652-01 es indispensable para la protección de bombas, equipo de bombeo y todas las líneas a las que se aplica una presión peligrosa de transitorios ocasionados por cambios repentinos en la velocidad del flujo dentro de la línea. Cuando un sistema de bombeo enciende y apaga gradualmente, no ocurren transitorios dañinos. Pero cuando existe un fallo de energía que produce un paro repentino de la bomba, provoca transitorios peligrosos en el sistema que pueden causar daños severos en los equipos. El fallo de energía en una bomba usualmente resulta en una baja transitoria en la presión, seguida por un incremento transitorio de presión. El control de alivio abre con la onda baja de presión inicial, desviando el regreso de la onda de presión alta del sistema. *En consecuencia, la válvula se ha anticipado al regreso de la onda de presión alta y se ha abierto para disipar el daño que causa el transitorio. La válvula cerrara lentamente sin generar más transitorios futuros.



Figura 3.6 Válvula Contra Golpe de Ariete

3.1.8 Tubería de Polietileno (PEAD)

Las tuberías de polietileno de alta densidad, o tuberías PEAD, representan un excelente beneficio de inversión en la construcción de redes de conducción gracias a su balance entre funcionalidad, tiempo de vida y costo. Esta entrada la dedicaremos a hablar de las múltiples aplicaciones de las tuberías PEAD, de sus propiedades y ventajas de uso.

El polietileno de alta densidad, HDPE por sus siglas en inglés, es uno de los plásticos más populares en el mundo y tiene muchas aplicaciones en la industria actual, principalmente para la fabricación de recipientes, cierres, tapas, juguetes, utensilios domésticos, botellas, depósitos de gasolina, recipientes para aceite lubricante y disolventes orgánicos, para hacer bolsas de plástico y para hacer modelados por compresión. El HDPE es un material altamente resistente, duradero, flexible y los costes de su producción y procesamiento son bastante bajos, además resiste perfectamente los procesos de esterilización y tiene una alta resistencia a ataques químicos.

Gracias a sus propiedades y a que se puede procesar fácilmente para fabricar productos huecos, es utilizado para hacer ductos y tuberías. Las tuberías de polietileno de alta densidad, o tubería PEAD, se fabrican por extrusión de polietileno y presentan propiedades inigualables por otros materiales como el acero, el PVC y el concreto, razón por la cual cada vez cobran mayor popularidad en diversos campos de aplicación.

Una tubería PEAD tiene una vida útil de al menos 50 años si se encuentra en condiciones de temperatura ambiental de unos 20°C, pero entre menos expuesta esté a la superficie, es decir, si se instala para trabajar enterrada al menos a 0.80 metros, este tiempo de vida se prolonga pues la temperatura ambiental dejará de influir sobre el material que la compone. Un factor que influye en su alta durabilidad es su excelente resistencia a la abrasión, pues a pesar de ser sometida a flujos abrasivos, una tubería de polietileno de alta densidad es muy resistente al desgaste en comparación con tuberías de concreto y acero.

Este tipo de tuberías también presentan una excelente resistencia a agentes químicos como aceites, álcalis, alcoholes, lejías y detergentes y por su contenido de negro de humo resisten bastante bien la radiación ultravioleta, así que se pueden emplear en redes expuestas directamente a la luz solar. Por otro lado, gracias a que se fabrican con un material termoplástico son resistentes a la corrosión y a las incrustaciones, propiedades que hacen que mantengan constante su sección original eliminando el

ABASTECIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA RIEGO DE CULTIVO EN LA COMUNIDAD DE SAN GREGORIO, TEQUIXQUIAC ESTADO DE MÉXICO

efecto de pérdida de capacidad de la red por la disminución del diámetro interno. Esto hace que se anule la necesidad de darle mantenimiento constante y se evite el uso de sistemas de protección catódica, economizando los costos.

La tubería PEAD presenta características que la hacen fácil de manejar, por lo que las tareas de transporte y montaje son sencillas y permiten economizar esfuerzo y tiempo. Su ligereza en ocasiones vuelve innecesario el uso de maquinaria especial para su manipulación y su alto grado de flexibilidad permite hacer variaciones de dirección en curvaturas en frío sin tener que emplear accesorios como codos y curvas, por lo que su uso representa un gran ahorro económico tanto en transporte como en instalación. Ya que hemos tocado este punto cabe mencionar que estas tuberías requieren de pocas conexiones y se puede emplear la soldadura por electro fusión, la soldadura a tope o la unión con accesorios mecánicos en su instalación.

La baja conductividad térmica de las tuberías PEAD disminuye el riesgo de heladas de los fluidos en las redes que implementen su uso, e incluso cuando una helada llegue a afectar el agua en su interior, una vez que se presente el deshielo la tubería recupera su diámetro original sin romperse. Otra de sus propiedades más valoradas es su baja conductividad eléctrica que las hace insensibles a las corrientes subterráneas. En cuanto a las propiedades químicas de una tubería PEAD encontramos la inercia y estabilidad, son inodoras y no contienen sales ni metales pesados por lo que no son tóxicas. Sus paredes son hidráulicamente lisas y tienen una resistencia mínima a la circulación del fluido por lo que, comparadas con tuberías de otros materiales, las de PEAD presentan una pérdida de carga inferior.

La tubería de polietileno de alta densidad tiene aplicaciones en la conducción de agua potable, en sistemas de riego, en conducción de desechos industriales, de drenajes y aguas residuales; en minería y dragados, en conducción de gas natural y de gas licuado de petróleo y en procesos químicos en general. Además se emplean en redes contraincendios, en conductores eléctricos y de comunicación, como cableado eléctrico y fibra óptica, y en acuicultura. Dependiendo del tipo de aplicación que se le vaya a dar a la tubería, se tienen que elegir diferentes densidades y paredes diametrales, así como contar con un código de identificación que indique qué tipo de material o sustancia transporta.

ABASTECIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA RIEGO DE CULTIVO EN LA COMUNIDAD DE SAN GREGORIO, TEQUIXQUIAC ESTADO DE MÉXICO

Resumiendo, las ventajas de utilizar tuberías de polietileno de alta densidad son: su alta resistencia para soportar presión interna y cargas externas, su resistencia al agrietamiento por esfuerzos ambientales; su flexibilidad, ligereza y resistencia al impacto; su resistencia a la presión de agua y a la fatiga y su flexibilidad a temperaturas bajo congelación. Otras ventajas de usarlas en las aplicaciones que ya mencionamos son su largo tiempo de vida, su resistencia a la corrosión, su bajo costo de instalación, mantenimiento y operación, esto último gracias a que tiene una baja resistencia a los fluidos. Además se fabrican de un material que no se pudre, que soporta crecimientos biológicos y ataques químicos.



Figura 3.7 Tubería de Polietileno de Alta Densidad.

Los proyectos de Ingeniería son imprescindibles los cálculos del sistema, ya que con ellos, se da una idea tangible de la magnitud de los mismos. Aquí es donde entra la Ingeniería de detalle, que es la fase en la que quedan definidos todos y cada uno de los subsistemas, componentes o partes de que integran el anteproyecto. En forma particular, para este anteproyecto se realiza la productividad de la Unidad de Riego San Gregorio que se encuentra ubicada dentro del municipio de Tequixquiac, en el estado de México.

Para lograr nuestro objetivo se ha optado por realizar la reubicación y el sistema electromecánicamente el sistema de bombeo nacional de agua por día utilizando horarios diurnos y nocturnos para aprovechar al máximo las tarifas electrónicas.

Derivado de lo antes mencionado y con la finalidad de dar soporte a la selección del equipo a instalar, se procede a elaborar la presente memoria de cálculo.

ABASTECIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA RIEGO DE CULTIVO EN LA COMUNIDAD DE SAN GREGORIO, TEQUIXQUIAC ESTADO DE MÉXICO

3.2.1 Memoria de Tubería

- Parámetros de Diseño:
- ❖ Gasto

De acuerdo a los datos por el título de concesión de la unidad de riego tenemos un gasto de 200 lps por lo que para este tipo se requiere

- ❖ Para calcular el diámetro de la tubería tenemos los siguientes datos:

Línea de conducción por bombeo

Gasto de bombeo = $Q = .25 \text{ m}^3/\text{seg} = 250 \text{ L.p.s}$

Longitud de la línea = $3456 \text{ mt} = 3.45 \text{ Km}$

Desnivel Topográfico = 145.00 mts

Coefficiente de Fricción de Manning = 0.009

$$\varnothing = \sqrt[4]{\frac{Q}{C}} \quad \text{Formula (1)}$$

$$\sqrt{250} = 15.81''$$

Dónde:

\varnothing = Diámetro de la tubería en pulgadas

Q = Gasto en LPS

Se aproxima al inmediato superior que es de 16''

En base a la formula siguiente debemos de calcular la velocidad del agua en la siguiente formula.

$$V = \frac{Q}{A} \quad \text{Formula (2)}$$

$$\frac{0.009}{0.009} = 1.51 \text{ m/s}$$

ABASTECIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA RIEGO DE CULTIVO EN LA COMUNIDAD DE SAN GREGORIO, TEQUIXQUIAC ESTADO DE MÉXICO

Dónde:

Q = Caudal o Gasto en m³/s

a = Superficie o área de la tubería en m²

v = Velocidad del flujo en m/s

Calculo de Carga Dinámica Total.

Se utiliza la siguiente formula:

$$CDT = PC + HF_{TUB} + HF_{P.ESP} + DT \quad \text{Formula (3)}$$

Dónde:

CDT = Carga Dinámica total en metros.

PC = Profundidad del Cárcamo en metros.

HF_{TUB} = Perdida por fricción en tubería en metros.

HF_{P.ESP} = Perdidas por fricción en piezas especiales en metros.

DF = Desnivel Topográfico en Metros.

ND = Nivel Dinámico.

De lo cual tenemos como datos:

1. Columna de bombeo de 10.86 mts con tubería de acero bridado de 12".
2. Tren de descarga de 5 mts de longitud con tubería de acero bridado de 12"
3. Línea de conducción de 3540 mts con tubería de pead de hidráulico de 16"
4. Cárcamo con una profundidad de 14 mts
5. Desnivel topográfico de 150 m

Calculo de perdidas

ABASTECIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA RIEGO DE CULTIVO EN LA COMUNIDAD DE SAN GREGORIO, TEQUIXQUIAC ESTADO DE MÉXICO

Perdidas por fricción en tubería tenemos la siguiente formula

$$F = 10.3 * n^2 * \frac{Q^2}{\phi^5} * L \quad \text{Formula (4)}$$

En donde:

F = Perdida de carga por fricción (m)

n = Coeficiente de rugosidad (adimensional)

ϕ = Diámetro de la tubería (m)

Q = Caudal (m³ / S)

L = Longitud de la tubería (m)

De acuerdo a la siguiente tabla podemos obtener el coeficiente de rugosidad de Manning:

Material	n	Material	n
Plastico (PE, PVC)	0.006 - 0.010	Fundición	0.012 - 0.015
Poliéster reforzado con fibra de vidrio	0.009	Hormigón	0.012 - 0.017
Acero	0.010 - 0.011	Hormigón revestido con gunita	0.016 - 0.022
Hierro galvanizado	0.015 - 0.017	Revestimiento bituminoso	0.013 - 0.016

TABLA 3.1 COEFICIENTE DE RUGOSIDA

Para el cálculo de las perdidas por fricción en tubería tenemos:

Para calcular las pérdidas por fricción a lo largo de toda la tubería, utilizaremos la siguiente formula:

$$HF_{TUB} = HF_{COLUMNA} + HF_{MULTIPLE} + HF_{LINEA DE CONDUCCIÓN}$$

Sustituyendo valores, nos da un total de pérdidas por fricción en tuberías de 0.04898m

Se propone utilizar tubo de acero en la parte inicial de la línea y en el resto de la línea utilizar Tubo de polietileno de alta densidad:

ABASTECIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA RIEGO DE CULTIVO EN LA COMUNIDAD DE SAN GREGORIO, TEQUIXQUIAC ESTADO DE MÉXICO

La longitud del tubo de acero es de 60 Mts.

La longitud de la Tubería de Pead es de 3426 Mts.

Los coeficientes de fricción de manning para estos materiales es:

Tubo de acero = 0.01

Tubo de Polietileno = 0.009

Del análisis del diámetro económico se elige utilizar tubería de 18" donde tenemos los siguientes valores:

Área Hidráulica = 0.16 m²

Perímetro mojado 1.44 Mt

Radio Hidraulico = 0.11 Mt

Velocidad del Flujo = 1.22 m/s

Carga de Velocidad = 0.08 mt

Coefficiente de rugosidad Sf = 0.005

Para cálculo de pérdidas de fricción en piezas especiales tenemos la siguiente fórmula

$$H = K * V^2 / 2g \quad \text{Formula (5)}$$

En donde:

H = Pérdidas de carga o energía (m)

K = Coeficiente empírico (Adimensional)

V = Velocidad media del flujo (m/s)

g = Constante de gravedad (9.81 m/s²)

ABASTECIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA RIEGO DE CULTIVO EN LA COMUNIDAD DE SAN GREGORIO, TEQUIXQUIAC ESTADO DE MÉXICO

Para el desarrollo de este equipo tendremos las siguientes piezas especiales:

1. Cabezal de descarga (de acuerdo al dato de fabrica en este pieza se tiene una pérdida de 0.6 m)
2. Válvula de admisión y expulsión de aire de 3"
3. Válvula check de 18"
4. Junta dreecer
5. Válvula de Compuerta
6. 2 Carrete de 50 cm
7. Carrete de 100 cm

VALORES DEL COEFICIENTE K EN PÉRDIDAS SINGULARES		
Accidente	K	L/D
Válvula esférica (totalmente abierta)	10	350
Válvula en ángulo recto (totalmente abierta)	5	175
Válvula de seguridad (totalmente abierta)	2,5	-
Válvula de retención (totalmente abierta)	2	135
Válvula de compuerta (totalmente abierta)	0,2	13
Válvula de compuerta (abierta 3/4)	1,15	35
Válvula de compuerta (abierta 1/2)	5,6	160
Válvula de compuerta (abierta 1/4)	24	900
Válvula de mariposa (totalmente abierta)	-	40
T por salida lateral	1,80	67
Codo a 90° de radio corto (con bridas)	0,90	32
Codo a 90° de radio normal (con bridas)	0,75	27
Codo a 90° de radio grande (con bridas)	0,60	20
Codo a 45° de radio corto (con bridas)	0,45	-
Codo a 45° de radio normal (con bridas)	0,40	-
Codo a 45° de radio grande (con bridas)	0,35	-

Tabla 3.2 Coeficiente de Perdidas

ABASTECIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA RIEGO DE CULTIVO EN LA COMUNIDAD DE SAN GREGORIO, TEQUIXQUIAC ESTADO DE MÉXICO

Para efecto de lo anterior, las válvulas check y las válvulas de admisión y expulsión de aire se consideran como válvulas de seguridad totalmente abiertas, los codos de 45° o menores se consideran como codos de 45°, los codos mayores de 45° se consideran como codos de 90° y la extinción espiga como abierta a 75 %.

Sustituyendo los valores y haciendo la sumatoria al igual que en el caso anterior, tenemos que el total de pérdidas por fricción.

Carga Dinámica Total

Retomando datos para calcular la Carga Total Dinámica, mencionada anteriormente y sustituyendo tenemos que la carga Total que tendrá el sistema es de 112m lo cual equivale a 367.45 Ft.

3.2.2 Memoria descriptiva de los equipos de Bombeo:

Equipo de bombeo:

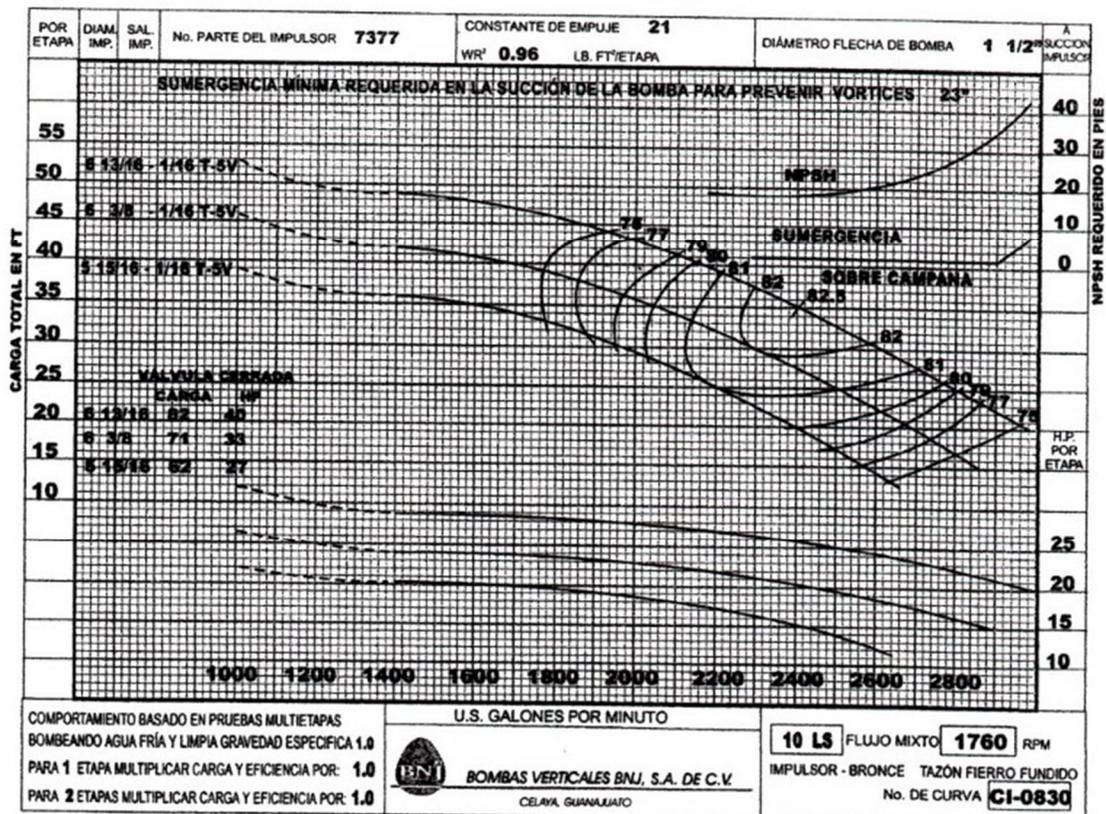
Para la selección de los equipos de bombeo lo primero que se necesita, es saber el tipo de agua a bombear, pudiendo ser agua potable, aguas pluviales, aguas residuales y/o aguas negras, el tipo de fuente de abastecimiento pozos, norias, ríos, canales y/o cárcamos es importante saber si se cuenta con energía eléctrica para la selección de la subestación, interruptores, arrancadores y cables de los cuales se hablara más adelante.

Para nuestro caso en particular el agua que se va a bombear el agua que viene del Nuevo túnel profundo de la Ciudad de México y se utilizara para el riego de 250 Hectáreas y beneficiara a 180 productores directos.

Una vez sabiendo el tipo de agua y fuente de abastecimiento, así como el volumen de agua que se desea extraer y conociendo la carga dinámica total se procede con la selección del equipo de bombeo viendo las curvas del fabricante se procede a seleccionar el modelo, en estas curvas se pueden ver los valores del NPSH diámetro de impulsores, eficiencia, velocidad de giro y potencia requerida por cada tazón (ETAPA).

ABASTECIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA RIEGO DE CULTIVO EN LA COMUNIDAD DE SAN GREGORIO, TEQUIXQUIAC ESTADO DE MÉXICO

El equipo que seleccionaremos para el bombeo de aguas residuales del túnel nuevo de la Ciudad de México será de tipo flujo mixto bombeo vertical tipo turbina, marca BNJ. Reg. Modelo 14 Ps de 8 etapas o similar, lubricación aceite, para un gasto de 150 l.p.s. con carga dinámica total de 180 mca Columna de 10.86 m. (35.62 ft) bridada lubricación aceite de (12 pulg.) fabricada en acero al carbón astm a-53, gr. b, con costura, flecha de transmisión de (2- 3/16") de diámetro fabricada en acero al carbón sae-1045, tubo cubre flecha de 4", fabricado en acero al carbón astm a120, cédula 80 . Los tramos de columna son en largos de 3.05 m (10.0 ft) de longitud el cuerpo de tazones tipo turbina modelo 14 ds de 8 etapas fabricado en fierro fundido astm a-48 cl-30, con impulsor en bronce sae-40, la flecha de bomba es en acero inoxidable astm a 582 t416. Zona húmeda de tazones porcelanizados



Determinación de las Cargas

ABASTECIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA RIEGO DE CULTIVO EN LA COMUNIDAD DE SAN GREGORIO, TEQUIXQUIAC ESTADO DE MÉXICO

El primer paso será determinar las cargas eléctricas que se requieren alimentar, para llevar a cabo esto será necesario conocer los requerimientos del cliente y los requerimientos mínimos que indica la NOM-001-SEDE-1999 en la sección 220.

Partiendo del Artículo 210-52 y del Artículo 210-70 en ambos casos y de acuerdo al inciso a) de la norma donde nos indica que en cada cuarto habitable, entrada o salida exterior se deberá de instalar para alumbrado las cuales deberán de estar controladas por medio de interruptores de pared (apagadores) instaladores dentro del mismo lugar que controla, así como también de eliminar el uso de cordones a través de puertas y aberturas similares en cada habitación se debe instalar salidas para receptáculos(contactos) de modo que cubra las necesidades del usuario.

AQ-1.- Para nuestro caso para alumbrar el patio de maniobras por requerimiento por los usuario se instalaran lámparas tipo elementos metálicos de 250 watts, 220 volts con circuitos independientes y postes de 3 metros foga, fierro para alumbrado exterior con su respectiva protección incluye cableado, ductería, postes de 3 mts en foga., registros.

AQ-2.- Para iluminar la caseta de controles se utilizan 7 lámparas ahorradoras de luz de día de 28 watts cada una equivalentes a focos incandescentes de 60 watts a un voltaje de 127 volts, estas lámparas serán controladas por 4 apagadores sencillos. Los cuales se ubicaran en acceso de la caseta, así como 7 contactos receptáculo.

3.2.3 Calculo de Corriente por carga o salida.

Para determinar la corriente que consume cada salida o carga será necesario conocer su potencia aparente en (Volts Amperes) con la potencia aparente en circuitos de corriente alterna, podemos calcular la corriente empleando la siguiente formula:

$$I = \frac{PA}{V} \quad \text{Formula (6)}$$

Dónde:

I = Corriente de la línea en amperes

PA = Potencia Electrica Aparente en Volts-Amperes

V = Voltaje en Volts

ABASTECIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA RIEGO DE CULTIVO EN LA COMUNIDAD DE SAN GREGORIO, TEQUIXQUIAC ESTADO DE MÉXICO

Salidas Incandescentes 60 Watts/127 V

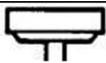
Lo primero que calculamos será la potencia aparente en las salidas (Lámparas) Incandescentes de 60 W como el factor de potencia para estas lámparas es igual a 1. La potencia aparente es igual a la potencia real en Watts, por lo tanto la potencia aparente para cada salida incandescente es igual a 60 VA con este valor a aplicándolo a la formula podemos calcular la corriente.

$$I = \frac{60 \text{ VA}}{127 \text{ V}} = 0.47 \text{ A}$$

Salidas de lámparas de vapor de 250 Watts a 220 V, sustituyendo en formula tenemos:

$$I = \frac{250 \text{ VA}}{220 \text{ V}} = 1.13 \text{ A}$$

Determinación de las cargas Totales

Área de Operación				
AQ-1	4 x 1.13 = 4.52 A			
AQ-2			7 x 0.47 = 3.29 A	7 x 1.41 = 9.87 a
Suma	4.52	0.0	3.29	9.87
Total = 17.68 A				

3.2.4 Memoria de Cálculo de Motor eléctrico

Motor Eléctrico.- El motor será de tipo vertical de inducción para servicio continuo y a la intemperie, de alto empuje axial, flecha hueca y Jaula de Ardilla: Estará diseñado para trabajar a 440 Volts, 60 ciclos por segundo y se requerirán 3 fases, se suministra con aislamiento tropicalizado tipo "F" o mejor, para trabajar a la interperie y sujeto a cambios de temperatura que varía entre los 0 y 90 grados

ABASTECIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA RIEGO DE CULTIVO EN LA COMUNIDAD DE SAN GREGORIO, TEQUIXQUIAC ESTADO DE MÉXICO

centígrado, según las estaciones del año. El factor de potencia será de 0.86 como mínimo con potencia nominal tal que pueda proporcionar los Hp. 500 efectivos que demanden sin sobre-cargarlo y in factor de servicio de 1.15%

La eficiencia mínima requerida a plena carga será del 90% el enfriamiento del motor será por aire forzado, su arranque será siguiendo las normas impuestas por la Comisión Federal de Electricidad y se hará a voltaje reducido. El sistema de arranque y para de los equipos será por medio de gabinetes con variadores de frecuencia serie acudrive EQ7 con torque variable, 500 Hp en 440 Volts y 200% de torque variable a 30 HA-60Hz con termomagneticos integrado con control de protección, reactor de línea, los motores estarán dotados de un mecanismo de trinquete de no retroceso, que impedirá al pararse la bomba que flechas e impulsores giren en sentido inverso a su operación.

El motor eléctrico de inducción recibe este nombre porque opera bajo el principio de inducción electromecánica y se puede definir como una máquina que transforma la energía eléctrica en energía mecánica.

El campo de aplicación del motor eléctrico es muy extenso y compiten ventajosamente con el de combustión interna por tener una vida económica mucho mayor; por su alta eficiencia por su costo, operación y mantenimiento más bajo y su versatilidad y capacidades y aplicaciones.

El motor eléctrico puede ser monofásico o trifásico de rotor devanado o de jaula de ardilla y se varios polos de acuerdo a la referencia y la velocidad de operación.

Motor Trifásico.- es el más usado y se fabrica desde ½ Hp hasta 2000 Hp. O más, la ventaja sobre los monofásicos es la demanda de menor corriente.

Motor Jaula de Ardilla.- el 90% de los fabricantes de los motores es de rotor jaula de ardilla y recibe este nombre debido a que tiene la forma de una jaula de ardilla, en este caso el bobinado está construido por barras de cobre quedando unidas entre sí en corto circuito.

El motor vertical de flecha hueca.- se utiliza para accionar bombas verticales de turbina (para Pozos profundos), este motor permite que la flecha de línea de la bomba pase a través del eje hueco del motor hasta la parte superior terminando en el plato propulsor, descargando la carga axial producida por la reacción hidráulica de los impulsores más el peso propio de la flecha de la línea sobre la

ABASTECIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA RIEGO DE CULTIVO EN LA COMUNIDAD DE SAN GREGORIO, TEQUIXQUIAC ESTADO DE MÉXICO

mencionada pieza mediante una tuerca de ajustes, la que al mismo tiempo permite el subir o bajar la flecha, logrando en forma sencilla el ajuste de los impulsores dentro del cuerpo de tazones.

Velocidad del Motor.- La velocidad del motor depende únicamente y exclusivamente de la frecuencia y del número de polos y se calcula por medio de la siguiente fórmula:

$$N_s = \frac{120 \cdot F}{P} \quad \text{Formula (7)}$$

N_s = Velocidad Sincrónica en Revoluciones Por Minuto

F = Frecuencia en ciclos por segundo (cps)

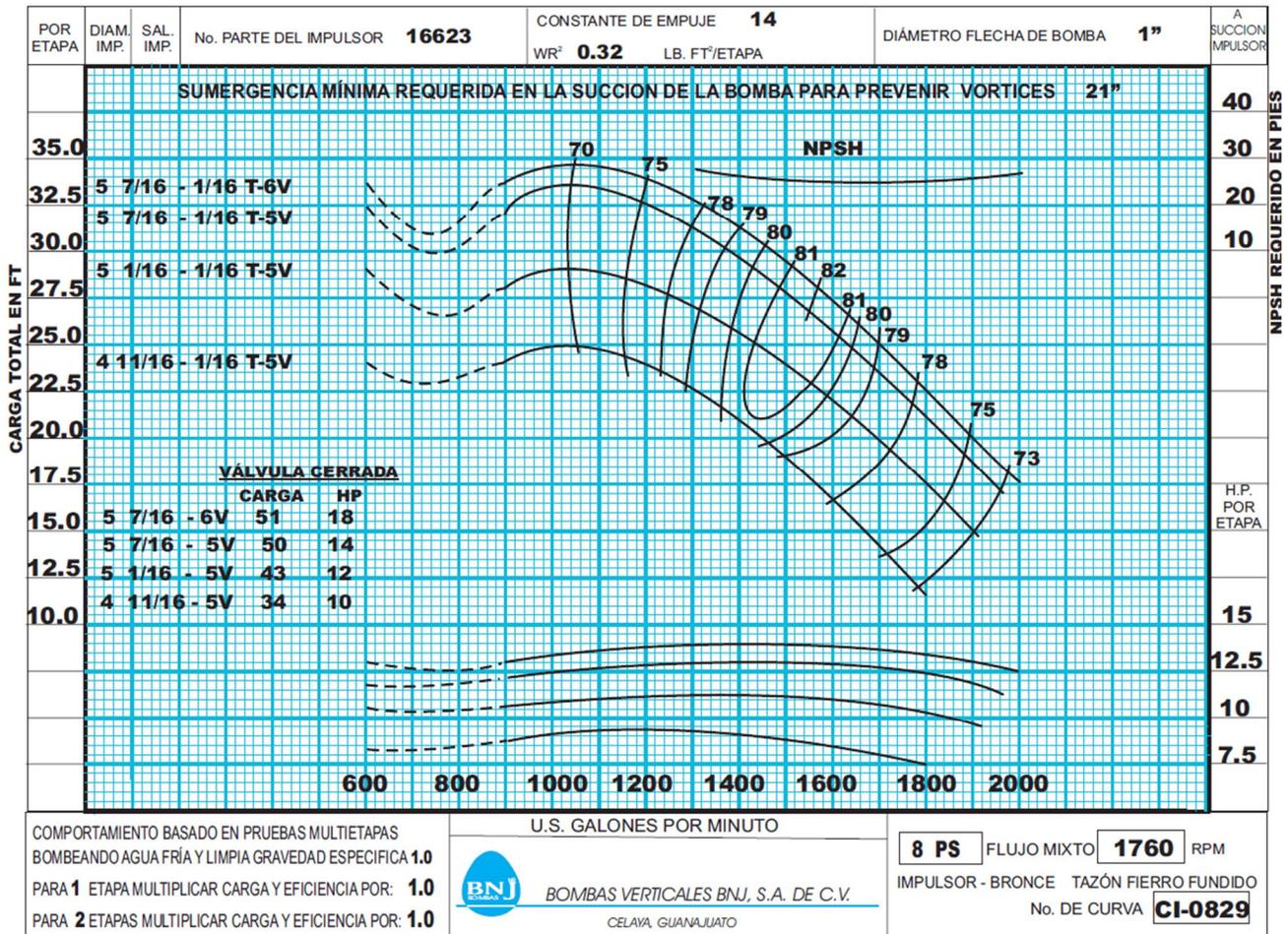
P = Es el número de polos

Para nuestro caso en el que se seleccionó un equipo de bombeo de 1800 RPM y una frecuencia de 60 CPS sustituyendo en la fórmula tenemos:

$$N_s = \frac{120 \cdot 60}{1800} = 4$$

ABASTECIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA RIEGO DE CULTIVO EN LA COMUNIDAD DE SAN GREGORIO, TEQUIXQUIAC ESTADO DE MÉXICO

Por otra parte sabiendo el gasto y la carga dinámica con los que estará operando la bomba y conociendo la marca y el tipo (flujo Axial) y el modelo de la bomba es BNJ modelo 14 DS 8 etapas en la curva se puede ver la eficiencia del 78 % del equipo



228

Con estos valores y utilizando la fórmula de potencia al freno o BHP podremos saber que potencia está demandando el equipo de bombeo y así poder seleccionar el motor adecuado.

$$P_{BHP} = \frac{Q \cdot CDT}{33000} \quad \text{Formula (8)}$$

Q = Caudal (LPS)

CDT = Carga Dinámica Total (Mts)

ABASTECIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA RIEGO DE CULTIVO EN LA COMUNIDAD DE SAN GREGORIO, TEQUIXQUIAC ESTADO DE MÉXICO

76 = Constante

η = Eficiencia del Equipo

Pe = Peso específico del Agua

Sustituyendo en la formula se tiene

$$P = \frac{150 \cdot 112}{76 \cdot 0.78} \cdot 1.03$$

$$P = \frac{22400}{59.28} = 47.23 \cdot 1.03 = 389$$

La potencia comercial de los motores en el mercado es de 5, 7.5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 75, 100, 125, 150, etc.

Por lo cual se acerca al próximo equipo comercial el cual es de 500 HP.

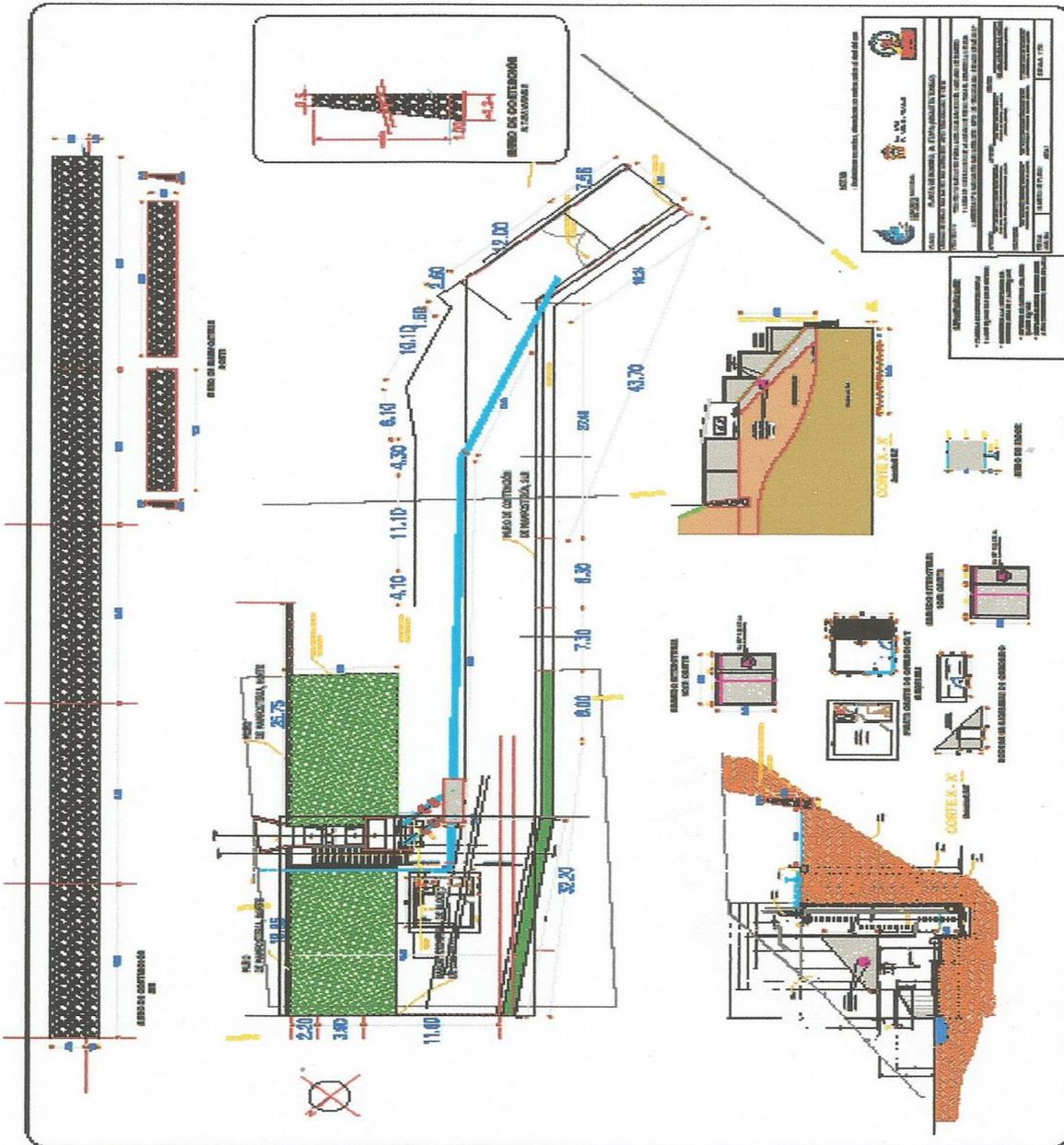
Por lo cual el motor eléctrico vertical flecha hueca con trinquete de no retroceso que se requiere instalar es de 500 Hp cada uno con 1800 Rpm, con 4 Polos tres fases 60 Hz. De la marca SIEMENS o similar tal y como se describe en el catálogo general de motores eléctricos en mediana tensión.

ABASTECIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA RIEGO DE CULTIVO EN LA COMUNIDAD DE SAN GREGORIO, TEQUIXQUIAC ESTADO DE MÉXICO

Capítulo 4.-

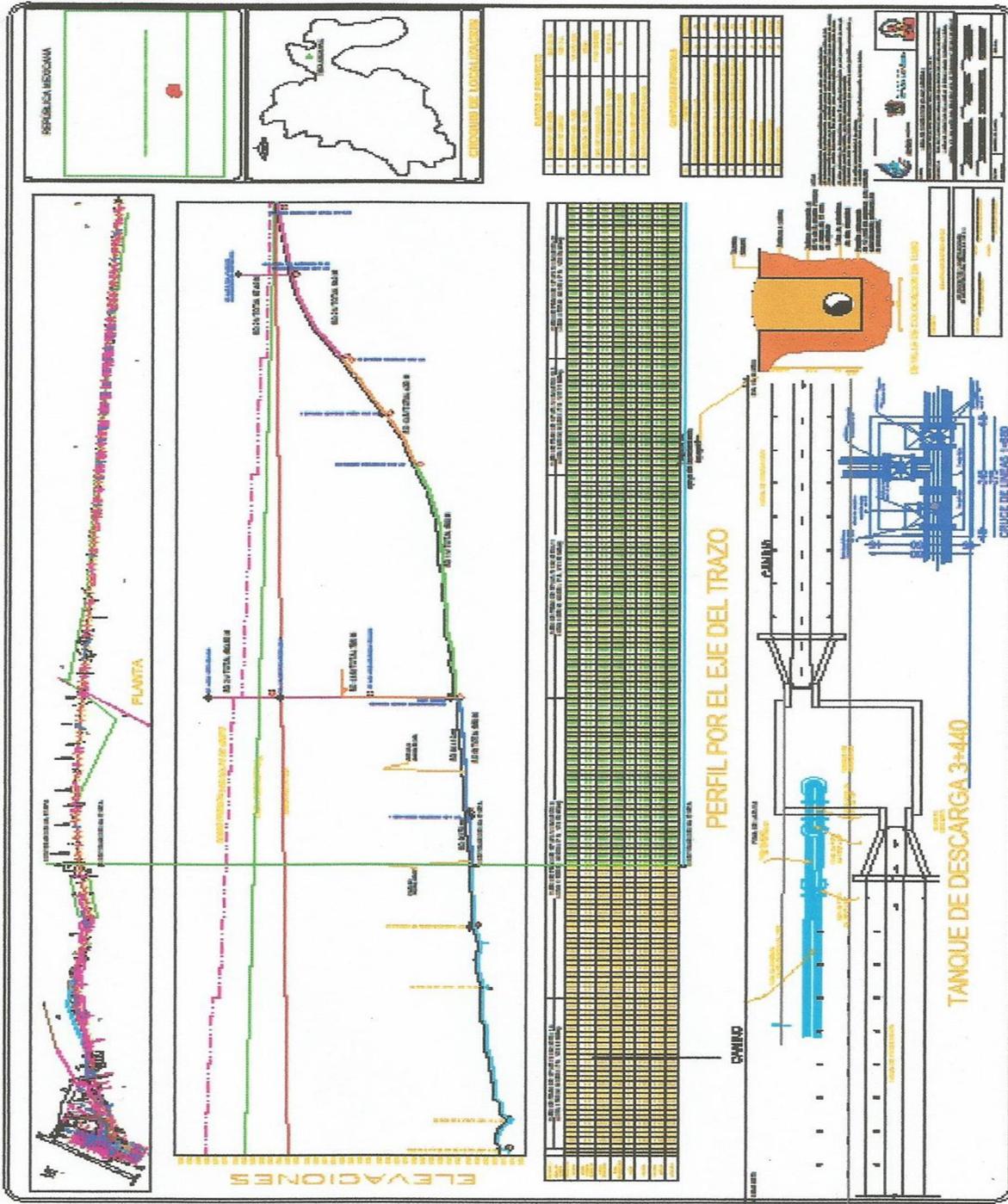
Planos Mecánicos y Eléctricos

4.1 Plano de Bombeo



ABASTECIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA RIEGO DE CULTIVO EN LA COMUNIDAD DE SAN GREGORIO, TEQUIXQUIAC ESTADO DE MÉXICO

4.2 Plano de Línea de Conducción



ABASTECIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA RIEGO DE CULTIVO EN LA COMUNIDAD DE SAN GREGORIO, TEQUIXQUIAC ESTADO DE MÉXICO

4.3 Plano Eléctrica

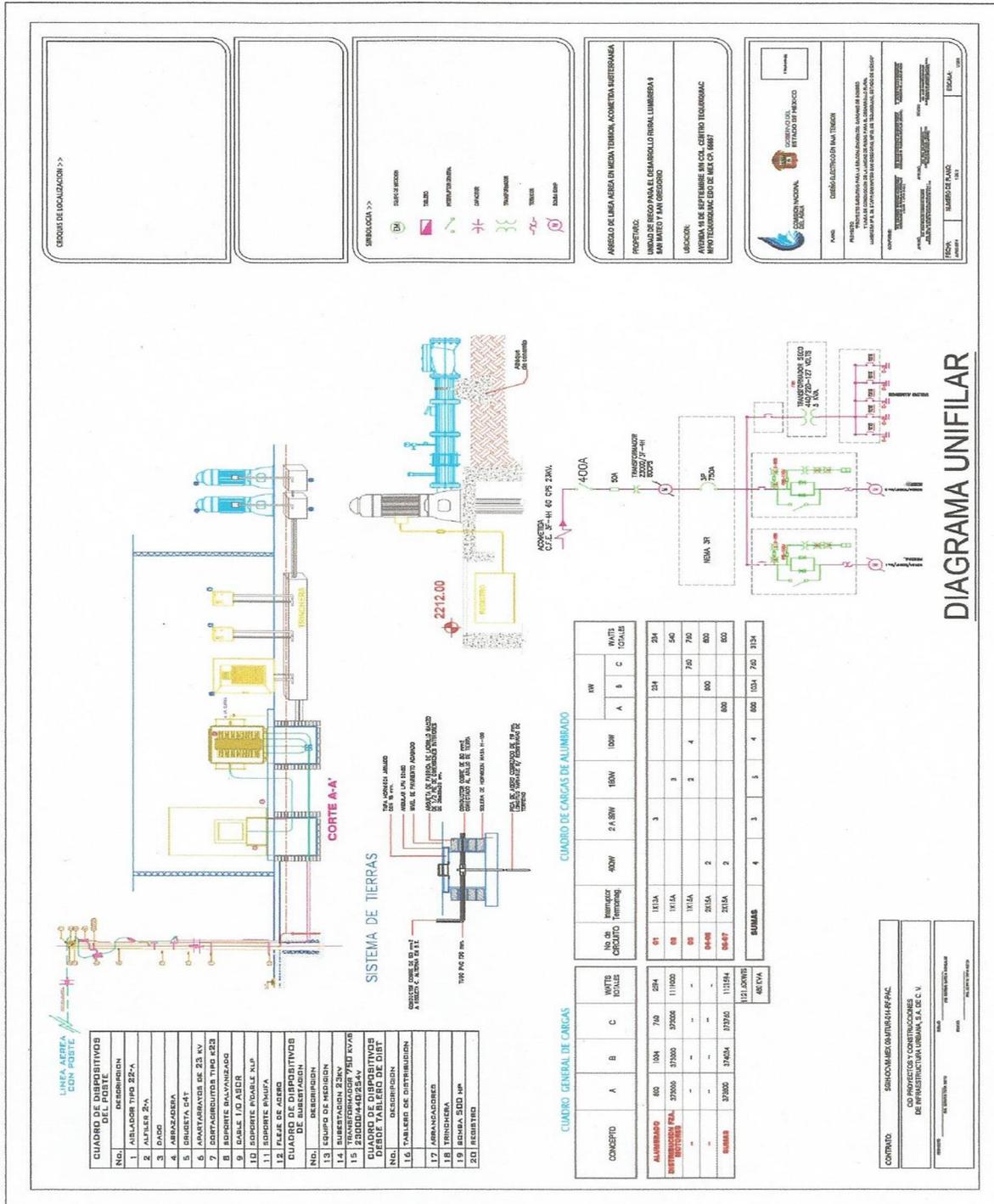


DIAGRAMA UNIFILAR

ABASTECIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA RIEGO DE CULTIVO EN LA COMUNIDAD DE SAN GREGORIO, TEQUIXQUIAC ESTADO DE MÉXICO

4.4 Plano de Ubicación



ABASTECIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA RIEGO DE CULTIVO EN LA COMUNIDAD DE SAN GREGORIO, TEQUIXQUIAC ESTADO DE MÉXICO

Capítulo 5:

Análisis y Evaluación Económica del Proyecto

5.1 Estimaciones de costo de construcción

5.1.1 Catálogo de Equipamiento de Bombeo

CATALOGO DE CONCEPTOS DE LA OBRA OBRA					
ABASTECIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA RIEGO DE CULTIVO EN LA COMUNIDAD DE SAN GREGORIO, TEQUIXQUIAC ESTADO DE MÉXICO					
MUNICIPIO: TEQUIXQUIAC			LOCALIDAD: SAN GREGORIO		
CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
I	EQUIPO DE BOMBEO				
1.1.1	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EQUIPO DE BOMBEO VERTICAL TIPO TURBINA, MARCA BNJ. REG. MODELO 14 DS DE 8 ETAPAS O SIMILAR, LUBRICACIÓN ACEITE, PARA UN GASTO DE 150 L.P.S. CON CARGA DINÁMICA TOTAL DE 180 MCA. COMPUESTO POR LO SIGUIENTE:				
	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CABEZAL DE DESCARGA TIPO LIGERO SOBRE SUPERFICIE MARCA BNJ. REG., MODELO 20 +X 12 +X 12 + LUBRICACIÓN ACEITE, FABRICADO EN PLACA DE ACERO TIPO LIGERO ASTM A-36, DESCARGA DE 12+ DE DIÁMETRO, ADECUADO PARA MOTOR ELÉCTRICO DE 500 H.P. INCLUYE FLECHA DE AJUSTE				
	SUMINISTRO Y INSTALACION DE COLUMNA DE 10.86 m.(35.62 ft) BRIDADA LUBRICACIÓN ACEITE DE (12 PULG.) FABRICADA EN ACERO AL CARBÓN ASTM A-53, GR. B, CON COSTURA, FLECHA DE TRANSMISION DE (2- 3/16+) DE DIÁMETRO FABRICADA EN ACERO AL CARBÓN SAE-1045, TUBO CUBREFLECHA DE 4+ FABRICADO EN ACERO AL CARBÓN ASTM A120, CÉDULA 80 . LOS TRAMOS DE COLUMNA SON EN LARGOS DE 3.05 m (10.0 ft) DE LONGITUD	LOTE	2.00	\$ 462,673.61	\$ 925,347.22
	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE CUERPO DE TAZONES TIPO TURBINA MODELO 14 DS DE 8 ETAPAS FABRICADO EN FIERRO FUNDIDO ASTM A-48 CL-30, IMPULSOR EN BRONCE SAE-40, LA FLECHA DE BOMBA ES EN ACERO INOXIDABLE ASTM A 582 T416. ZONA HÚMEDA DE TAZONES PORCELANIZADOS				
1.1.2	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE MOTOR ELECTRICO VERTICAL MARCA GENERAL ELECTRIC DE INDUCCIÓN TIPO JAULA DE ARDILLA, ABIERTO A PRUEBA DE GOTEO, DE 500 H.P. TRIFÁSICO 60 Hz, 440 VOLTS, 4 POLOS (1800 RPM), AISLAMIENTO CLASE " F ", F.S.: 1.15., FLECHA HUECA, CON TRINQUETE DE NO RETROCESO.	LOTE	2.00	\$ 816,519.51	\$ 1,633,039.02
1.1.3	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE BOMBA PARA LODOS MARCA ALTAMIRA SERIE APL-20 O SIMILAR, CON MOTOR SUMERGIBLE DE 2 HP. DE POTENCIA PARA TAMAÑOS DE SÓLIDOS BLANDOS DE HASTA 2" DE DIAMETRO, INCLUYE: SUMINISTRO, INSTALACION, PRUEBA, HERRAMIENTA, MANO DE OBRA.	LOTE	1.00	\$ 14,880.62	\$ 14,880.62
			SUB TOTAL		\$ 2,573,266.86

ABASTECIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA RIEGO DE CULTIVO EN LA COMUNIDAD DE SAN GREGORIO, TEQUIXQUIAC ESTADO DE MÉXICO

5.1.2 Catálogo de Equipamiento de la Línea de Conducción.

CATALOGO DE CONCEPTOS DE LA OBRA OBRA					
ABASTECIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA RIEGO DE CULTIVO EN LA COMUNIDAD DE SAN GREGORIO, TEQUIXQUIAC ESTADO DE MÉXICO					
MUNICIPIO: TEQUIXQUIAC			LOCALIDAD: SAN GREGORIO		
CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
II	TREN DE DESCARGA				
2.1	VALVULAS Y PIEZAS ESPECIALES EN TREN DE DESCARGA PARA PROTECCION DE EQUIPO DE BOMBEO Y TUBERÍA PARA OPERAR A UNA PRESION DE TRABAJO DE 20 KG/CM ² , INCLUYE: SUMINISTRO, COLOCACIÓN, TORNILLERÍA, EMPAQUES, PROTECCION CON PINTURA DE ESMALTE Y PRIMER ANTICORROSIVO, EQUIPO, HERRAMIENTA, MANO DE OBRA.				
2.1.1	EXTREMIDAD BRIDADO DE Fo.Fo. DE 12" Ø (30.48 CM) Ø x 50 CMS	PZA	4.00	\$ 3,876.66	\$ 15,506.64
2.1.2	VÁLVULA DE ADMISIÓN Y EXPULSIÓN DE AIRE DE FoFo, CON ASIENTO BUNAN, ROSCADA DE 2" (5.08 CM) Ø.	PZA	2.00	\$ 2,371.26	\$ 4,742.52
2.1.3	JUNTA MECÁNICA DE FoFo TIPO DRESSER DE 12" Ø, ESTILO 90.	PZA	2.00	\$ 5,334.73	\$ 10,669.46
2.1.4	MANÓMETRO PARA UNA PRESIÓN MÁXIMA DE 20 KG/CM ² , INCLUYE TRAMPA COLA DE COCHINO DE TUBO DE ACERO	PZA	2.00	\$ 3,063.10	\$ 6,126.20
2.1.5	MEDIDOR DE GASTO DE FoFo TIPO ELECTROMAGNÉTICO DE 12" (30.48 CM) Ø, CON BRIDAS INCLUYE CONEXIONES ELÉCTRICAS.	PZA	2.00	\$ 159,670.77	\$ 319,341.54
2.1.6	CARRETE LARGO DE FoFo DE 12" (30.48 CM) Ø x 50 CMS	PZA	4.00	\$ 5,985.45	\$ 23,941.80
2.1.7	VÁLVULA DE NO RETORNO TIPO CHECK DE FoFo DE 12" (30.48 CM) Ø, CON BRIDAS	PZA	2.00	\$ 39,265.35	\$ 78,530.70
2.1.8	VÁLVULA DE COMPUERTA DE FoFo DE 12" (30.48 CM) Ø, CON BRIDAS, VÁSTAGO FIJO.	PZA	2.00	\$ 25,075.08	\$ 50,150.16
2.1.9	MÚLTIPLE DE TUBO DE ACERO AL CARBÓN DE 20" Ø DE 1/4" DE ESPESOR SIN COSTURA, CONSTRUIDO CON DOS ENTRADAS/SALIDAS DE 12" Ø SEGÚN PROYECTO.	PZA	1.00	\$ 60,154.32	\$ 60,154.32
2.1.10	TUBO DE ACERO DE 10" (25.40 CM) Ø , CED-40, CON UNA BRIDA SOLDADA EN UN EXTREMO.	MT	15.00	\$ 3,242.49	\$ 48,637.35
2.1.11	CODO DE FoFo DE 10" Ø x 45°, CON BRIDAS	PZA	1.00	\$ 4,473.04	\$ 4,473.04
2.1.12	TUBO DE ACERO DE 10" (25.40 CM) Ø , CED-40, CON BRIDAS SOLDADAS EN LOS EXTREMOS	MT	7.00	\$ 3,250.21	\$ 22,751.47
2.1.13	VÁLVULA DE ALIVIO, CONTRA GOLPE DE ARIETE DE 10" Ø, CON BRIDAS	PZA	1.00	\$ 95,641.74	\$ 95,641.74
2.1.14	CARRETE LARGO DE FoFo DE 10" (25.40 CM) Ø x 50 CMS	PZA	1.00	\$ 4,495.18	\$ 4,495.18
2.1.15	CODO DE FoFo DE 10" Ø x 90°, CON BRIDAS	PZA	1.00	\$ 4,471.61	\$ 4,471.61
2.1.16	REDUCCIÓN DE FoFo DE 20"x 10" Ø, CON BRIDAS	PZA	1.00	\$ 10,551.79	\$ 10,551.79
2.2	TUBERÍA DE ACERO AL CARBÓN SIN COSTURA, PARA LA CONDUCCIÓN DE AGUA A PRESIÓN, INCLUYE: SUMINISTRO, COLOCACIÓN, CORTES, UNIÓN POR SOLDADURA DE PENETRACIÓN COMPLETA, PROTECCIÓN CON PRIMER ANTICORROSIVO Y DOS MANOS DE PINTURA DE ESMALTE, PRUEBAS HIDROSTÁTICAS, EQUIPO, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA.				
2.2.1	TUBO DE ACERO DE 20" (50.8 CM) Ø , CED-40, CON BRIDAS SOLDADAS EN LOS EXTREMOS	MT	60.00	\$ 5,105.67	\$ 306,340.20
2.2.2	CODO DE FoFo DE 20" Ø x 45°, CON BRIDAS PARA UNA PRESIÓN DE TRABAJO DE 20 KG/CM ²	PZA	1.00	\$ 15,117.49	\$ 15,117.49

ABASTECIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA RIEGO DE CULTIVO EN LA COMUNIDAD DE SAN GREGORIO, TEQUIXQUIAC ESTADO DE MÉXICO

CATALOGO DE CONCEPTOS DE LA OBRA OBRA					
ABASTECIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA RIEGO DE CULTIVO EN LA COMUNIDAD DE SAN GREGORIO, TEQUIXQUIAC ESTADO DE MÉXICO					
MUNICIPIO: TEQUIXQUIAC			LOCALIDAD: SAN GREGORIO		
CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
				UNITARIO	
II	TREN DE DESCARGA				
2.2.3	CARRETE LARGO DE FoFo DE 20" (50.8 CM) Ø x 50 CMS PRESIÓN DE TRABAJO DE 20 KG/CM²	PZA	1.00	\$ 15,060.94	\$ 15,060.94
2.2.4	REDUCCIÓN DE FoFo DE 20" x 18" , CON BRIDAS PARA UNA PRESIÓN DE 20 KG/CM²	PZA	1.00	\$ 14,264.28	\$ 14,264.28
2.2.5	CARRETE LARGO DE FoFo DE 18" (46.00 CM) Ø x 45 CMS PRESIÓN DE TRABAJO DE 20 KG/CM²	PZA	1.00	\$ 14,886.31	\$ 14,886.31
2.2.6	ATRAQUES DE CONCRETO DE F'c=200 KG/CM2 DE ACUERDO A PROYECTO	PZA	3.00	\$ 4,452.19	\$ 13,356.57
III	TUBERÍA Y PIEZAS ESPECIALES				
3.1	TUBERÍA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD, PARA LA CONDUCCIÓN DE AGUA A PRESIÓN, QUE CUMPLA CON LA NORMA MEXICANA NMXE-018-SCFI-2002, INCLUYE: SUMINISTRO, COLOCACIÓN, CORTES, UNIÓN POR TERMO FUSIÓN, PRUEBAS HIDROSTÁTICAS, EQUIPO, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA.				
3.1.1	TUBO DE POLIETILENO ALTA DENSIDAD DE 18" (460 MM) Ø RD-9	Mt	580.00	\$ 3,325.64	\$ 1,928,871.20
3.1.2	TUBO DE POLIETILENO ALTA DENSIDAD DE 18" (460 MM) Ø RD-11	Mt	800.00	\$ 2,853.63	\$ 2,282,904.00
3.1.3	TUBO DE POLIETILENO ALTA DENSIDAD DE 18" (460 MM) Ø RD-13.5	Mt	1,215.00	\$ 2,330.35	\$ 2,831,375.25
3.1.4	TUBO DE POLIETILENO ALTA DENSIDAD DE 18" (460 MM) Ø RD-21	Mt	1,321.00	\$ 1,655.23	\$ 2,186,558.83
3.2	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE PIEZAS ESPECIALES DE DIVERSOS MATERIALES PARA CONTROL DEL FLUJO, DERIVACIONES, CAMBIOS DE DIÁMETRO Y MATERIAL DE TUBO EN LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN, INCLUYE: EMPAQUES Y TORNILLOS SI SE REQUIEREN; PRUEBAS HIDROSTÁTICAS, EQUIPO, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA.				
3.2.1	BRIDA DE POLIETILENO (STUB ENT) DE ALTA DENSIDAD Y CONTRABRIDA DE ACERO DE 18" (460 MM) DE DIÁMETRO	PZA	19.00	\$ 6,403.21	\$ 121,660.99
3.2.2	TEE DE FoFo DE 18" x 4" Ø, CON BRIDAS, PARA UNA PRESIÓN DE TRABAJO DE 20 KG/CM²	PZA	3.00	\$ 18,235.85	\$ 54,707.55
3.2.3	TEE DE FoFo DE 18" x 12" Ø, CON BRIDAS, PARA UNA PRESIÓN DE TRABAJO DE 20 KG/CM²	PZA	5.00	\$ 20,182.77	\$ 100,913.85
3.2.4	CODO DE FoFo DE 18" x 45° CON BRIDAS, PARA UNA PRESIÓN DE 14 KG/CM²	PZA	3.00	\$ 15,630.55	\$ 46,891.65
3.2.5	CODO DE FoFo DE 18" x 90° CON BRIDAS, PARA UNA PRESIÓN DE 14 KG/CM²	PZA	3.00	\$ 15,630.55	\$ 46,891.65
3.2.6	CODO DE FoFo DE 12" x 45° CON BRIDAS, PARA UNA PRESIÓN DE 14 KG/CM²	PZA	9.00	\$ 5,454.06	\$ 49,086.54
3.2.7	CODO DE FoFo DE 12" x 90° CON BRIDAS, PARA UNA PRESIÓN DE 14 KG/CM²	PZA	8.00	\$ 6,208.67	\$ 49,669.36
3.2.8	CARRETE LARGO DE FoFo DE 18" Ø x 250 CMS, PARA UNA PRESIÓN DE 20 KG/CM²	PZA	2.00	\$ 11,159.26	\$ 22,318.52
3.2.9	CARRETE LARGO DE FoFo DE 18" Ø x 50 CMS, PARA UNA PRESIÓN DE 20 KG/CM²	PZA	2.00	\$ 8,035.28	\$ 16,070.56
3.2.10	CARRETE LARGO DE FoFo DE 12" Ø x 250 CMS, PARA UNA PRESIÓN DE 20 KG/CM²	PZA	5.00	\$ 5,986.34	\$ 29,931.70

ABASTECIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA RIEGO DE CULTIVO EN LA COMUNIDAD DE SAN GREGORIO, TEQUIXQUIAC ESTADO DE MÉXICO

CATALOGO DE CONCEPTOS DE LA OBRA OBRA					
ABASTECIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA RIEGO DE CULTIVO EN LA COMUNIDAD DE SAN GREGORIO, TEQUIXQUIAC ESTADO DE MÉXICO					
MUNICIPIO: TEQUIXQUIAC			LOCALIDAD: SAN GREGORIO		
CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
3.2.11	CARRETE CORTO DE FoFo DE 12" Ø x 50 CMS, PARA UNA PRESIÓN DE 20 KG/CM ²	PZA	5.00	\$ 4,365.97	\$ 21,829.85
3.2.12	CARRETE CORTO DE FoFo DE 4" Ø x 25 CMS, PARA UNA PRESIÓN DE 20 KG/CM ²	PZA	3.00	\$ 1,049.93	\$ 3,149.79
3.2.13	VÁLVULA DE ADMISIÓN Y EXPULSIÓN DE AIRE DE 4"Ø DE FoFo CON BRIDAS, PARA 125 PSI	PZA	3.00	\$ 6,048.05	\$ 18,144.15
3.2.14	VÁLVULA DE GLOBO DE FoFo DE 4" Ø, CON BRIDAS, PARA UNA PRESIÓN DE 20 KG/CM ²	PZA	3.00	\$ 7,734.76	\$ 23,204.28
3.2.15	VÁLVULA DE COMPUERTA VÁSTAGO FIJO DE FoFo DE 12" Ø, CON BRIDAS, PRESIÓN DE 14 KG/CM ²	PZA	5.00	\$ 25,074.59	\$ 125,372.95
3.2.16	VÁLVULA DE COMPUERTA VÁSTAGO FIJO DE FoFo DE 18" Ø, CON BRIDAS, PRESIÓN DE 14 KG/CM ²	PZA	2.00	\$ 96,247.29	\$ 192,494.58
			SUB. TOTAL		\$ 11,291,258.56

ABASTECIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA RIEGO DE CULTIVO EN LA COMUNIDAD DE SAN GREGORIO, TEQUIXQUIAC ESTADO DE MÉXICO

5.1.3 Catálogo de Equipamiento Eléctrico.

CATALOGO DE CONCEPTOS DE LA OBRA OBRA					
ABASTECIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA RIEGO DE CULTIVO EN LA COMUNIDAD DE SAN GREGORIO, TEQUIXQUIAC ESTADO DE MÉXICO					
MUNICIPIO: TEQUIXQUIAC			LOCALIDAD: SAN GREGORIO		
CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
IV	ELECTRIFICACIÓN				
4.1	MEDIA TENSIÓN				
4.1.1	SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y PRUEBA DE AMPLIACIÓN DE RED DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN POR MEDIO DE ACOMETIDA ELÉCTRICA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN 23 KV 3F-4H, PARA CONEXIÓN A SUBESTACIÓN TIPO PEDESTAL ELÉCTRICA PARTICULAR DE 500 KVA 23 KV-440/256 VCA Y ACOMETIDA SUBTERRÁNEA EN BAJA TENSIÓN 3+1 500 MCM, 1/0 AWG CON BASE PARA EQUIPO DE MEDICIÓN 13-20 E INTERRUPTOR TERMO MAGNÉTICO PRINCIPAL 3*750 A. 400 METROS LINEALES EN BAJA TENSIÓN, DE ACUERDO CON PREVIA AUTORIZACIÓN DE CFE.	LOTE	1.00	\$ 276,030.32	\$ 276,030.32
V	BAJA TENSIÓN				
5.1	SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE REGISTROS PARA PASO DE CABLE ELÉCTRICO DE 600 MCM DE 60*60*40. DE ACUERDO CON PROYECTO	LOTE	1.00	\$ 2,829.23	\$ 2,829.23
5.2	SUMINISTRO E INSTALACIÓN PARA ALIMENTACIÓN DE TRANSFORMADOR A INTERRUPTOR DE 750 AMPERES EN GABINETE NEMA 12, INCLUYE CABLE DE 500 MCM MARCA CONDUMEX.	LOTE	1.00	\$ 135,111.84	\$ 135,111.84
5.3	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE SUBESTACIÓN, TIPO PEDESTAL INCLUYE: TRANSFORMADOR DE 500 KVA, FUSIBLES EN MEDIA TENSIÓN Y BAJA TENSIÓN (VOLTAJE PRIMARIO 23000-SECUNDARIO 440/256 VOTS.) MARCA CONTINENTAL ELECTRIC O SIMILAR CONTAR CON PROTOCOLO Y NORMAS VIGENTES DE CFE.	PZA.	1.00	\$ 362,964.39	\$ 362,964.39
5.4	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE GABINETE CON VARIADORES DE FRECUENCIA SERIE ACUDRIVE EQ7 MARCA DANFUS O SIMILAR, TORQUE VARIABLE, 500 HP EN 440V Y 200% DE TORQUE DE ARRANQUE A 30 HA-60HZ CON TERMOMAGNÉTICO, ALAMBRADO DE CONTROL, PROTECCIONES, REACTOR DE LÍNEA, LÁMPARA DE SEÑALIZACIÓN, PANTALLA EN PUERTA, PROGRAMACIÓN, CAPACITACIÓN Y PUESTA EN MARCHA.	PZA.	2.00	\$ 609,548.18	\$ 1,219,096.36
VI	CASETA DE CONTROL				
6.1	SUMINISTRO, INSTALACIÓN, PRUEBAS Y PROGRAMACIÓN DE CONTROL DE VELOCIDAD Y ARRANQUE E DRIVER'S MARCA DANFFOS DE 500 HP, 440 VOLTS EN GABINETE NEMA 12, INCLUYE: MATERIAL Y HERRAMIENTA PARA SU CORRECTA INSTALACIÓN Y FUNCIONAMIENTO.	LOTE	2.00	\$ 9,376.91	\$ 18,753.82
6.2	PREPARACIÓN DE REGISTROS Y DUCTERIA PARA CONTROL Y SUMINISTRO DE ENERGÍA EN BAJA TENSIÓN DE MOTORES DE 500 HP INCLUYE HERRAMIENTA Y EQUIPO PARA SU CORRECTA INSTALACIÓN Y FUNCIONAMIENTO.	LOTE	3.00	\$ 1,712.08	\$ 5,136.24
6.3	SUMINISTRO E INSTALACIÓN PARA SISTEMA DE TIERRA EN SISTEMA DELTA EL CUAL DEBERÁ SER MENOR A 2 OHMS Y PARA DESCARGAS DE SISTEMAS ELECTRÓNICOS (CONTAR CON FILTROS).	LOTE	1.00	\$ 16,480.81	\$ 16,480.81
6.4	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE MATERIAL PARA ILUMINACIÓN Y ALIMENTACIÓN DE CONTACTOS PARA EL CORRECTO FUNCIONAMIENTO ELÉCTRICO DE CASETA.	LOTE	1.00	\$ 18,964.98	\$ 18,964.98
6.5	SUMINISTRO E INSTALACIÓN EN TREN DE DESCARGA DE SENSOR DE CAUDAL DE AGUA PARA VARIADOR DE VELOCIDAD MARCAS DANFFOS O SIMILAR Y CABLEADO DE CONTROL.	LOTE	1.00	\$ 90,055.42	\$ 90,055.42
6.6	CAPACITACIÓN A PERSONAL SOBRE VARIADORES DE VELOCIDAD (INCLUYE: MANUALES Y CAPACITACIÓN DE SEGURIDAD DEL PERSONAL).	LOTE	1.00	\$ 8,454.07	\$ 8,454.07
6.7	TRÁMITES ANTE CFE (INCLUYE: PROYECTO, UVIE) Y FACTIBILIDAD.	LOTE	1.00	\$ 238,881.38	\$ 238,881.38

ABASTECIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA RIEGO DE CULTIVO EN LA COMUNIDAD DE SAN GREGORIO, TEQUIXQUIAC ESTADO DE MÉXICO

CATALOGO DE CONCEPTOS DE LA OBRA OBRA					
ABASTECIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA RIEGO DE CULTIVO EN LA COMUNIDAD DE SAN GREGORIO, TEQUIXQUIAC ESTADO DE MÉXICO					
MUNICIPIO: TEQUIXQUIAC			LOCALIDAD: SAN GREGORIO		
CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
VII	ALUMBRADO EXTERIOR				
7.1	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE LÁMPARAS TIPO ELEMENTOS METÁLICOS DE 250 WATTS, 220 VOLTS CON CIRCUITOS INDEPENDIENTES Y POSTES DE 3 METROS FOGO, FIERRO PARA ALUMBRADO EXTERIOR CON SU RESPECTIVA PROTECCIÓN INCLUYE CABLEADO, DUCTERIA, POSTES DE 3 MTS EN FOGO., REGISTROS Y MATERIALES MISCELÁNEOS.	LOTE	4.00	\$ 31,756.74	\$ 127,026.96
		SUB. TOTAL			\$ 2,519,785.82
				TOTAL	\$ 16,384,311.24

Dentro de los programas que maneja el Gobierno del Estado de México en Conjunto con EL Gobierno Federal se pueden inscribir a un programa en el cual el Gobierno Federal los apoya hasta con un 50 % del costo Total de la obra y el Gobierno Estatal Hasta con un 25 % y el 25 % faltante lo pone el productor.

ABASTECIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA RIEGO DE CULTIVO EN LA COMUNIDAD DE SAN GREGORIO, TEQUIXQUIAC ESTADO DE MÉXICO

5.2 Determinación del Costo Beneficio

La técnica de análisis costo – beneficio tiene como objetivo fundamental proporcionar una medida de la rentabilidad de un proyecto, mediante la comparación de los costos previstos con los beneficios esperados en la relación del mismo.

Un análisis costo – beneficio por si solo no es una guía clara para tomar una buena decisión, por lo que este análisis, permite determinar la factibilidad de las alternativas planteadas o de un proyecto al ser desarrollado.

Los costos incluyen el equipo electromecánico, accesorios, infraestructura, hidráulica, mantenimiento general a los equipos y red de distribución, entre otros.

Los beneficios se ven reflejados en la productividad, reducción de costos de energía eléctrica para la Unidad de Riego, mayor recuperación por servicio de horas de riego, el 100 % de las productores actuales así como los que se integrarían hectáreas a riego nuevo obtendrían el agua necesaria para poder regar y poder sacar sus cosechas sin ningún problema, no estar esperanzados en el tiempo de lluvias.

Costo del Equipo	Precio	Beneficio
Equipo de Bombeo	\$ 2,573,266.86	Se obtendrá en agua necesaria para poder dar riego a todas y cada una de las parcelas así como ya no tener el riesgo de realizar limpieza cada ocho días y tener que realizar maniobras que son costosas.
Equipo Eléctrico	\$ 11,291,256.56	Se bajara en un precio considerable el pago de la energía eléctrica ya que con estos equipos ya no se forzaran los motores y se podrá realizar la calibración correspondiente.

ABASTECIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA RIEGO DE CULTIVO EN LA COMUNIDAD DE SAN GREGORIO, TEQUIXQUIAC ESTADO DE MÉXICO

Línea de Conducción	\$ 2,519,785.82	Abarato el costo y mantenimiento continuo ya que este tipo de tubería tiene una vida útil de 20 años a intemperie pero como en este caso es tubería enterrada la durabilidad por el tipo de aguas se tiene considerada a 40 años. Además de que se instalaran las piezas especiales para poder dar el mantenimiento adecuado.
	\$ 16,384,309.24	

5.3 Retorno de Inversión

Como Podemos Observar en la tabla siguiente se tiene un incremento considerable en la producción así como en las utilidades, por lo que podemos observar en la tabla superior que la utilidad anual sería alrededor de \$5,480,350 anuales por lo cual esta obra se estaría

DIAGNOSTICO AGROPECUARIO										
SAN GREGORIO, TEQUIXQUIAC										
RESUMEN DE PRODUCCION AGROPECUARIA										
A C T U A L						P R O Y E C C I O N				
CULTIVO	HECTAREAS	PRODUCCION TON.	COSTO POR UNIDAD (\$ (TON.))	COSTO ANUAL (\$) PRODUCCION	UTILIDAD ANUAL (\$)	HECTAREAS	PRODUCCION TON.	COSTO POR UNIDAD (\$ (TON.))	COSTO ANUAL (\$) PRODUCCION	UTILIDAD ANUAL (\$)
MAIZ	30	60	4,800.00	288,000.00	79,200.00	80	640	4,800.00	3,072,000.00	2,467,200.00
ALFALFA	100	200	7,000.00	1,400,000.00	264,000.00	210	15,120	7,000.00	105,840,000.00	7,278,180.00
AVENA	20	40	5,000.00	200,000.00	52,800.00	60	240	5,000.00	1,200,000.00	1,312,200.00
GRAN TOTAL	150	300		1,888,000.00	396,000.00	350	16,000.00		110,112,000.00	11,057,580.00

ABASTECIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA RIEGO DE CULTIVO EN LA COMUNIDAD DE SAN GREGORIO, TEQUIXQUIAC ESTADO DE MÉXICO

PAQUETE TECNOLÓGICO PARA PRODUCCIÓN DE MAÍZ CON UN RIEGO POR CICLO		
CONCEPTO	CANTIDAD	COSTO
BARBECHO	1	\$700.00
RASTREO	1	\$350.00
SURCADO	1	\$350.00
SEMILLA	20 KG.	\$1,100.00
SIEMBRA	1 JOR.	\$400.00
FERTILIZANTES	60-40-00	\$1,500.00
APLIC. FERTILIZANTES	1 JOR.	\$250.00
TRANSP. FERTILIZANTES	200 KG.	\$200.00
ESCARDA	2	\$700.00
RIEGOS	3	\$300.00
HERBICIDAS	1 LT. Y 1 KG.	\$460.00
APLIC. DE HERBICIDA	1 JOR.	\$250.00
INSECTICIDA	1 LT.	\$350.00
APLIC. DE INSECTICIDA	1	\$250.00
RECOLECCION	1	\$1,000.00
GASTOS DIRECTOS		\$8,160.00
APOYO GEM	POR HECTAREA	
SEMILLA		\$600.00
FERTILIZANTE		\$600.00
TOTAL GEM		\$1,200.00
COSTO DE INVERSION		\$6,960.00
RENDIMIENTO ESPERADO	2 TON/HA.	\$9,600.00
PRECIO MEDIO RURAL		\$4.80
VALOR DE LA PRODUCCION		\$9,600.00
UTILIDAD		\$2,640.00

Bibliografía:

1.- BOMBAS: TEORIA, DISEÑO Y APLICACIONES

Autor: Ing. Manuel Viejo Zubicaray

Editorial: LIMUSA.

Tercera Edición.

2.- INGENIERIA SANITARIA Y DE AGUAS RESIDUALES VOLUMEN 1

Autor: Ing. Salvador Ayanegui J

Editorial: Limusa

3.- Fundamentos de Diseño Mecanico

Cojinetes y Lubricacion

Autor: Joseph E. Shigley

Editorial: McGraw-Hill

4.- Manual ASPumps Bombas Sumergibles y Turbinas Verticales Curvas de Operación.

5.- Manual de Bombas centrífugas con soporte para motor diésel, Bombas centrífugas con soporte y eje libre, electrobombas centrífugas monobloc, electrobombas sumergidas.

6.- Atlas el agua en México 2012 Comisión Nacional del Agua

7.- Diagnostico Municipal del Municipio de Tequixquiac 2014

Anexo

ABASTECIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA RIEGO DE CULTIVO EN LA COMUNIDAD DE SAN GREGORIO, TEQUIXQUIAC ESTADO DE MÉXICO

Glosario:

- 1) La palabra sewer (alcantarilla), se deriva, en última instancia, del latín ex, fuera, y agua. En los siglos XVIII y principios del XIX, la forma común de la palabra fue shor.
- 2) Los sistemas de alcantarillado de Londres, Inglaterra; París, Francia; Nueva York, N. Y. y Boston, Mass, son ejemplos de esta evolución.
- 3) El tubo de barro vitificado de 4 de 36 pulg de diámetro (1.16 a 91.44cm) tiene, ordinariamente, una longitud de 3 a 6 pies (0.91 a 1.83 m). Las uniones preformadas de materiales plásticos elásticos aumentan la hermeticidad del sistema.

PEAD: Tubería de Polietileno de alta densidad

Casatenientes: Sustantivo masculino. Este vocablo de uso anticuado se refiere a una **persona** individuo que tenía casa o vivienda en una población, caserío o pueblo y era la cabeza de familia o el jefe del hogar que toma las responsabilidades y las riendas.

Microaspersión.: Así se denomina a una variante del riego por aspersión, del tipo de riego localizado, pues la lluvia va dirigida hacia la zona de suelo cercana a la planta, ocupada por las raíces. Utiliza tubos y aspersores con el mismo diseño hidráulico que el riego por goteo. Actualmente existen algunos equipos de éste tipo en montes citrfrcolas de nuestra provincia. El sistema se basa en el riego árbol por árbol, en forma de pequeña lluvia, formando un círculo mojado en la zona ocupada por las raíces.

En éste sistema de riego localizado los goteros han sido reemplazados por microaspersores, que se colocan en la tubería terciaria, junto a la planta.

Los aspersores se van cambiando a medida que cambian los requerimientos de los cultivos. Se pueden obtener áreas regadas o láminas diferentes aplicadas con el mismo equipo de tubos, el cambio se logra cambiando las boquillas de los microaspersores.

Por lo anterior este método es muy dinámico y se puede cambiar la aplicación de agua en

ABASTECIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA RIEGO DE CULTIVO EN LA COMUNIDAD DE SAN GREGORIO, TEQUIXQUIAC ESTADO DE MÉXICO

Eutrofización: Acumulación de residuos orgánicos en el litoral marino o en un lago, laguna, embalse, etc., que causa la proliferación de ciertas algas.

Ductería: La tubería o cañería es un conducto que cumple la función de transportar agua u otros fluidos. Se suele elaborar con materiales muy diversos. Cuando el líquido transportado es petróleo, se utiliza la denominación específica de oleoducto. Cuando el fluido transportado es gas, se utiliza la denominación específica de gasoducto. También es posible transportar mediante tubería o nada materiales que, si bien no son un fluido, se adecúan a este sistema: hormigón, cemento, cereales, documentos encapsulados, etcétera.

Reengrase: Operación periódica requerida por ciertos órganos del vehículo, que tiene la finalidad de reducir el rozamiento y, por consiguiente, el desgaste de las superficies en contacto.