



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS
DE HIDALGO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

“DISEÑO DEL EMISOR DE AGUAS RESIDUALES
PARA LA LOCALIDAD DE CAPÁCUARO
MUNICIPIO DE URUAPAN”

T E S I S

PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIATURA EN INGENIERÍA CIVIL

PRESENTA:
HUGO ALBERTO ALVAREZ MENDOZA

DIRECTOR :
MAESTRO EN CIENCIAS
JOAQUÍN CONTRERAS LÓPEZ

ASESOR:
MAESTRO EN CIENCIAS
HUGO ALEJANDRO TZINTZÚN FLORES

Morelia, Michoacán, Abril 2015





AGRADECIMIENTOS:

Mi agradecimiento se dirige a quien ha forjado mi camino y me ha dirigido por el sendero correcto, a Dios, el que en todo momento esta conmigo.

A mis padres por el apoyo, paciencia y fe que me tuvieron durante el proceso de la culminación de mis estudios y sin los cuales no hubiera podido seguir adelante en este gran reto, Gracias por esos regaños y ánimos alentadores que me ayudaron a levantarme cada vez que tropezaba y de los cuales aprendí mucho no solo como persona si no de la vida.

A mis hermanos por la paciencia que me tuvieron durante el tiempo que estuve estudiando porque sabían bien que no iba a ser fácil, y a pesar de todo con enojos y alegrías me ayudaron y me enseñaron que en esta vida ahí que sufrirle para poder triunfar.

A mis profesores que fueron los que me guiaron sobre el camino de la enseñanza y de los cuales aprendí mucho de la profesión y sobre todo de la vida laboral.

A mi asesor, maestro y amigo que me brindo parte de su tiempo para poder hacer realidad la culminación de la tesis que no fue fácil más sin embargo con su orientación y experiencia se pudo terminar este gran logro.

A mis sobrinos que me han enseñado que no importa la edad para ser un gran guerrero y un gran héroe y es el ejemplo que me dan día a día.

A todos aquellos amigos que creyeron en mí y que al final me dieron su confianza y aliento para seguir adelante.

Gracias a todos y que Dios los bendiga

Alvarez Mendoza Hugo Alberto



ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	3
CAPÍTULO 1 EL AGUA RESIDUAL EN MÉXICO.....	4
1.1.- NÚCLEO DE POBLACIÓN.	5
1.2.- REGIONES HIDROLÓGICAS-ADMINISTRATIVAS (RHA) PARA LA GESTIÓN DEL AGUA.....	6
1.3.- RESUMEN DE DATOS POR RHA Y POR ENTIDAD FEDERATIVA.	7
1.4.-LAS CUENCAS Y ACUÍFEROS DEL PAÍS.	8
1.5.-AGUA RENOVABLE.....	11
1.6.- PRECIPITACIÓN PLUVIAL.	12
1.7.- AGUAS SUPERFICIALES.	15
1.8.-PRINCIPALES LAGO DE MÉXICO.	18
1.9.- AGUAS SUBTERRÁNEAS.	19
1.10.-CALIDAD DEL AGUA.	21
1.11.- CLASIFICACIÓN DE LOS USOS DEL AGUA	25
1.12.- USO AGRUPADO ABASTECIMIENTO PÚBLICO.	26
1.13.- USO ENERGÍA ELÉCTRICA EXCLUYENDO HIDROELECTRICIDAD... 27	
1.14.- USO EN HIDROELÉCTRICAS.	28
1.15.- AGUA VIRTUAL EN MÉXICO.....	29
1.16.-INFRESTRUCTURA HIDRÁULICA DEL PAÍS.	30
1.17.- INFRAESTRUCTURA HIDROAGRÍCOLA.....	32
1.18.-INFRAESTRUCTURA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO	37
1.19.- TRATAMIENTO DEL AGUA	42
1.20.- MARCO JURÍDICO PARA EL USO DE LAS AGUAS NACIONALES.....	44
1.21.-HUMEDALES.....	45
CAPÍTULO 2 SISTEMA DEALCANTARILLADO.....	47
2.1.- SISTEMAS DE ALCANTARILLADO.....	48
2.2.- RED DE ATARJEA.	52
2.3.- COLECTORES E INTERCEPTORES.	55



2.4.-EMISORES.....	55
2.5.- MODELOS DE CONFIGURACIÓN PARA COLECTORES, INTERCEPTORES Y EMISORES.	56
2.6.-COMPONENTES DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO.	59
2.7.-TUBERIAS.....	60
2.8.- CONCRETO SIMPLE (CS) Y CONCRETO REFORZADO (CR).	66
2.9.- OBRAS ACCESORIAS.....	73
2.10.- POZOS DE VISITA.....	86
2.11.-DISEÑO HIDRÁULICO.	103
2.12.-PLANOS.	103
2.13.-GASTOS DE DISEÑO.	105
2.14. VARIABLE HIDRÁULICA.....	109
2.15.- PROFUNDIDADES DE ZANJAS.	110
2.16.- OBRAS ACCESORIAS.....	113
2.17.- CONEXIONES.....	115
2.18.-DISEÑO HIDRÁULICO.	117
2.19.- METODOLOGÍA PARA EL DISEÑO HIDRÁULICO.	118
2.20.-RED DE ATARJEAS.....	119
2.21.-COLECTORES E INTERCEPTORES.	120
2.22.-EMISOR.....	121
2.23.- EMISORES A PRESIÓN.....	122
2.24.-ESTRUCTURAS DE DESCARGA.....	122
2.25.-ASPECTOS POR CONSIDERAR EN EL PROYECTO.	123
2.26.-SITIOS DE VERTIDO PREVIO TRATAMIENTO.	123
CAPITULO 3 DISEÑO DE EMISORES O COLECTORES.....	127
CAPÍTULO 4.- EMISOR DE AGUAS RESIDUALES DE LA LOCALIDAD DE CAPÁCUARO MUNICIPIO DE URUAPAN.	135
3.1.- PRESUPUESTO Y GENERADORES.....	145
CAPÍTULO 5.-CONCLUSIONES.....	153



Resumen

Existe mucha problemática en las comunidades sobre las redes de aguas residuales debido a que la población va en crecimiento y entre mayor sea la población más necesidades tienen los habitantes, por lo cual se optó, por el diseño de un emisor para solucionar esta misma problemática. Para esto se requiere un estudio a fondo sobre la localidad en cual interviene la necesidad de los habitantes, el número de habitantes beneficiados por la obra y grandes rasgos es información relevante sobre la comunidad entrando de lleno al diseño del emisor se requiere un cálculo hidráulico para poder determinar que opción es la más viable para el emisor y cubra necesidades de la localidad en este cálculo también es importante determinar el gasto que va a llevar la tubería ya que si es muy alto puede que ocasiona problemas a corto o a largo plazo y si es muy bajo puede que no cumpla con normas adecuadas todo esto también depende mucho del tipo de tubería a emplear ya que si se utiliza un material muy simple puede que se requiera dar mantenimiento más seguido y eso requiere mayor inversión en obra por otro lado si se utiliza un material extremadamente caro eso implica que el costo de la obra sea de igual manera cara por lo tanto se debe utilizar un material adecuado para un buen funcionamiento del emisor cabe mencionar que para que la obra se acepte debe cumplir con normas de la SEMARNAT el cual establece los límites máximos permisibles de los contaminantes de descargas de aguas residuales los cuales son provenientes de las mismas industrias. Cabe resaltar que un sistema de alcantarilla consiste en una red de tuberías y obras complementarias necesarias para conducir y evacuar las aguas residuales y escurrimientos superficiales producidos por las lluvias.

Palabras claves.

- 1.-Tubería
- 2.- Gasto
- 3.- velocidades
- 4.- Alcantarillado
- 5.- Precipitación



Resumen (abstract)

There are many problems in communities about water networks waste because the population is growing and among higher the population's needs of the inhabitants, so we opted for the design of an issuer to facilitate this same problem. For this it requires a depth study of the locality in which intervenes the need of the inhabitants, the number of people benefiting from the work and is roughly information relevant on entering fully into the design of community issuer is required a hydraulic calculation to determine what is the most viable option for issuer and covers needs of the locality in this calculation is also important determine spending that will take the pipe because if it is too high may Sometimes problems in the short or long term and if too low may not meets appropriate standards this also depends on the type of pipe to be used because if a single material is used it may be requires servicing more often and that requires greater investment in work on the other hand if an extremely expensive material is used this implies that the cost of the work is equally expensive therefore you should use a suitable material for proper operation of the issuer should be mentioned that for the work must meet accepted standards of SEMARNAT which establishes the maximum permissible limits of pollutants in wastewater discharges which are from the same industries. Significantly, a sewer system consists of a network of pipelines and ancillary works necessary to drive and evacuate wastewater and surface runoff caused by rainfall.

Keywords.

- 1.- pipeline
2. expenditure
3. speeds
4. sewerage
5. Precipitation



INTRODUCCIÓN

En el desarrollo de las localidades urbanas, sus servicios en general de inician con un precario abastecimiento de agua potable y van satisfaciendo sus necesidades con base en obras escalonadas en bien de su economía. Como consecuencia se presenta el problema del desalojo de las aguas servidas o aguas residuales. Que produce una población, incluyendo el comercio, los servicios y la industria a su destino final. Un sistema de alcantarillado sanitario está integrado por todos o algunos de los siguientes elementos: atarjeas, colectores, interceptores, emisores, plantas de tratamiento, estaciones de bombeo, descarga final y obras accesorias. El destino final de las aguas servidas podrá ser, previo tratamiento, desde un cuerpo receptor hasta el reusó o la recarga de acuíferos, dependiendo del tratamiento que se realice y de las condiciones particulares de la zona de estudio. Los desechos líquidos de un núcleo urbano, están constituidos, fundamentalmente, por las aguas de abastecimiento después de haber pasado por las diversas actividades de una población. Estos desechos líquidos, se componen esencialmente de agua, mas solidos orgánicos e inorgánicos disueltos y en suspensión mismo que deben cumplir con la norma oficial mexicana NOM-022-SEMARNAT vigente, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales provenientes de la industria, actividades agroindustriales, de servicios y del tratamiento de aguas residuales a los sistemas de drenaje y alcantarillado urbano o municipal.

Como en todo proyecto de ingeniería, para el sistema de alcantarillado sanitario, se deben plantear las alternativas necesarias, definiendo a nivel de esquema las obras principales que requieran cada una de ellas, se deben considerar los aspectos constructivos y los costos de la versión para cada una de ellas con el propósito de seleccionar la alternativa que asegure el funcionamiento y la durabilidad adecuada con el mínimo costo integral en el horizonte del proyecto. En el periodo de diseño para un sistema de alcantarillado sanitario debe definirse de acuerdo a los lineamientos establecidos para cada proyecto por las autoridades locales correspondientes. En el dimensionamiento de los diferentes componentes de un sistema de alcantarillado, se debe analizar la convivencia de programar las obras por etapas, existiendo congruencia entre los elementos que integran y entre las etapas que se propagan para este sistema, considerando en todo momento que la etapa construida pueda entrar en operación, y la cobertura del sistema de distribución del agua potable. El diseño hidráulico debe realizarse para la condición de proyecto, pero siempre considerando las diferentes etapas de construcción que se tengan definidas.



CAPÍTULO 1

EL AGUA RESIDUAL EN MÉXICO.

1.1.- NÚCLEO DE POBLACIÓN.

En el 2010 se definieron 59 Zonas Metropolitanas (ZM), para que el Consejo Nacional de Población (Conapo) estimó al 2012 una población de 63.8 millones de habitantes, que constituyen el 56.9% de la población proyectada al 2012. Adicionalmente se tienen 32 localidades mayores de 100,000 habitantes en municipios no conurbados. (CNA, Estadísticas del Agua en México, 2013)

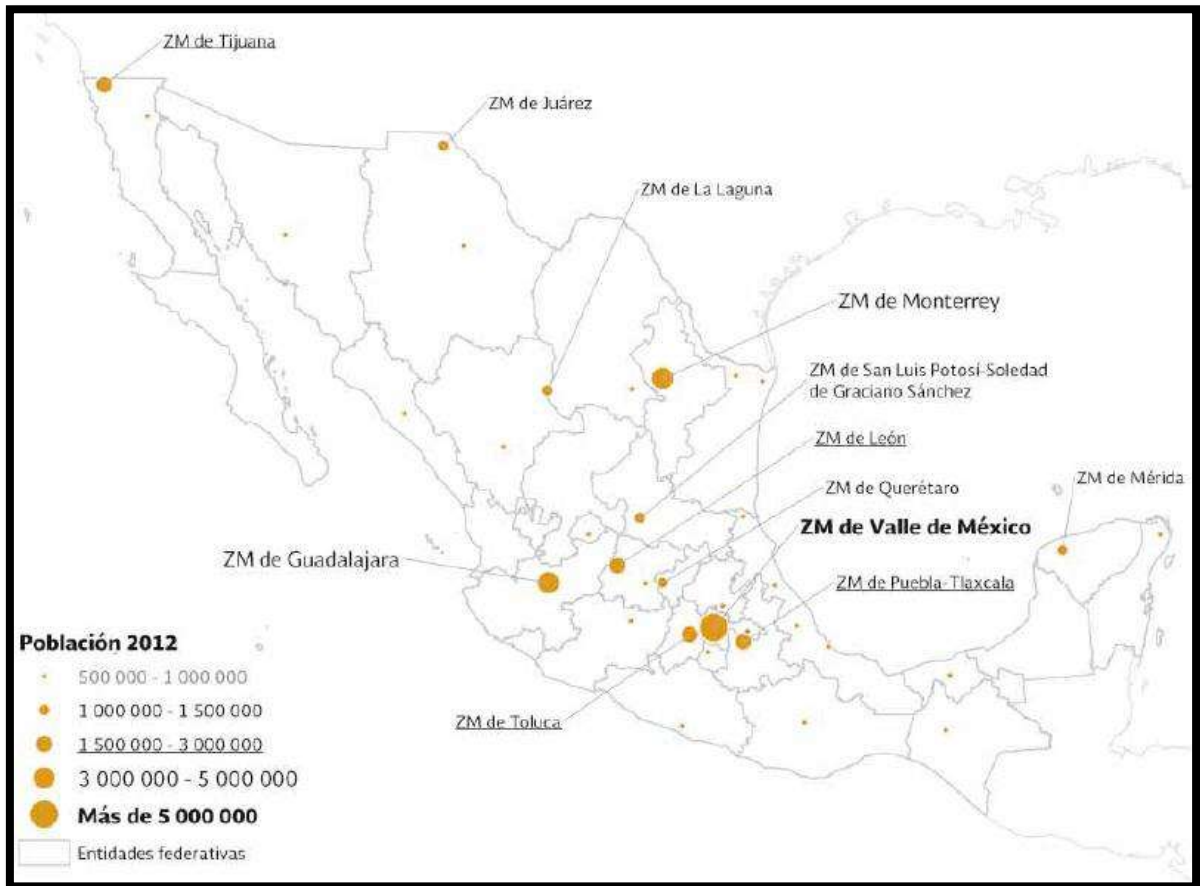


Imagen 1 Principales núcleos de población (CNA, Estadísticas del Agua en México, 2013)

La concentración y el crecimiento acelerado de la población en las localidades urbanas han implicado fuertes presiones sobre el medio ambiente y las instituciones derivadas de la demanda incrementada de servicios. Un claro ejemplo es el crecimiento de la zona Metropolitana de Guadalajara en el periodo de 1940-2005 y su proyección al 2010, comparado al del resto del Estado de Jalisco. Se estima que en el año 2010 la ZM de Guadalajara representa el 59.6% de la población total del estado. (CNA, Estadísticas del Agua en México, 2013)

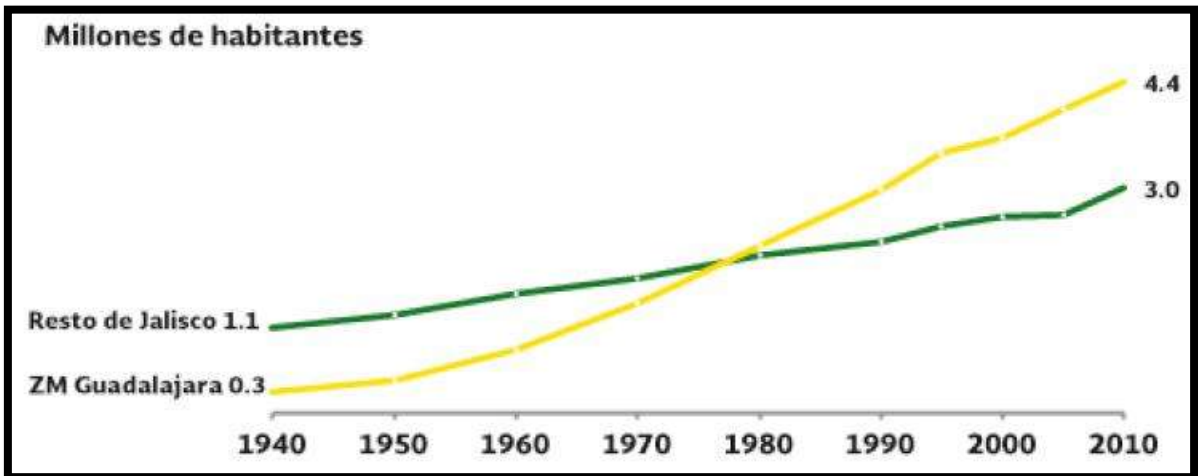


Imagen 2 Evolución de la población de la ZM Guadalajara (CNA, Estadísticas del Agua en México, 2013)

1.2.- REGIONES HIDROLÓGICAS-ADMINISTRATIVAS (RHA) PARA LA GESTIÓN DEL AGUA.

Para fines de administración y preservación de las aguas nacionales, a partir de 1997 el país se ha dividido en trece RHA, las cuales están formadas por agrupaciones de cuencas, consideradas las unidades básicas de gestión de los recursos hídricos, pero por sus límites respetan los municipales para facilitar la integración de la información socioeconómica. (CNA, Estadísticas del Agua en México, 2013)

La CONAGUA, órgano administrativo, normativo, técnico y consultivo encargado de la gestión del agua en México, desempeña sus funciones a través de trece órganos de cuenca, cuyo ámbito de competencia son las RHA. (CNA, Estadísticas del Agua en México, 2013)

Los municipios que conforman cada una de esas RHA se indican en el acuerdo de circunscripción territorial de los órganos de cuenca publicado en el Diario Oficial de la Federación el 1 de abril de 2010. (CNA, Estadísticas del Agua en México, 2013)

1.3.- RESUMEN DE DATOS POR RHA Y POR ENTIDAD FEDERATIVA.

Los principales datos demográficos, socioeconómicos y de agua renovable.

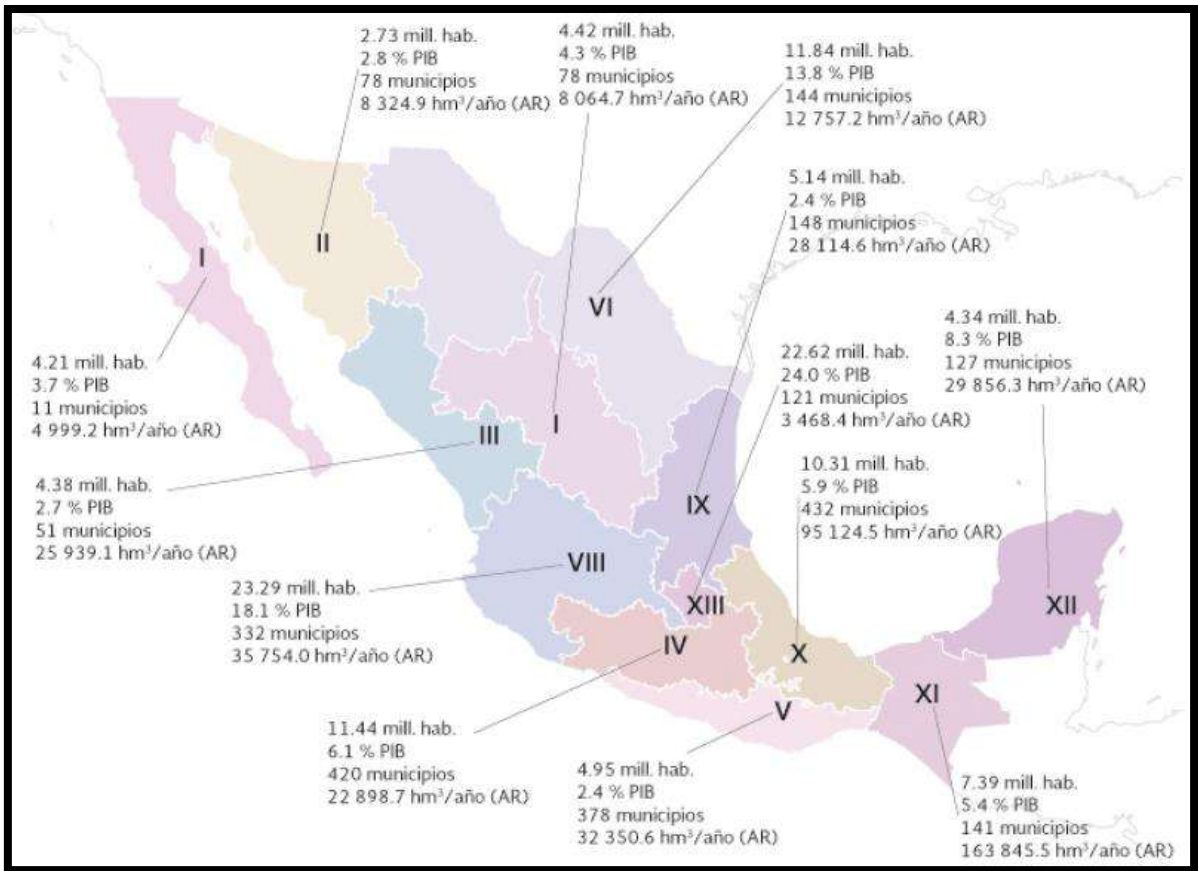


Imagen 3 Resumen de datos por RHA y por entidad federativa (CNA, Estadísticas del Agua en Mexico, 2013)

Referente a las entidades federativas se presentan datos sobre la población y su densidad, superficie continental, aportación al PIB entre otros. (CNA, Estadísticas del Agua en Mexico, 2013)

Datos geográficos y socioeconómicos por entidad federativas						
No	Entidad Federativa	Población a mediados de 2012 (habitantes)	Superficie continental (Km ²)	Densidad de población 2012 (hab/Km ²)	PIB (%)	Municipio o delegaciones del D.F. (número)
1	Aguascalientes	1,233,921	5,618	219.6	1.07	11
2	Baja California	3,328,623	71,446	46.6	2.85	5
3	Baja California Sur	695,409	73,922	9.4	0.76	5
4	Campeche	866,375	57,924	15.0	5.44	11



5	Coahuila de Zaragoza	2,854,334	151,563	18.8	3.30	38
6	Colima	685,394	5,625	121.8	0.58	10
7	Chiapas	5,050,568	73,289	68.9	1.83	122
8	Chihuahua	3,598,792	247,455	14.5	2.63	67
9	Distrito Federal	8,911,665	2,486	5,999.1	16.56	16
10	Durango	1,709,741	123,451	13.8	1.23	39
11	Guanajuato	5,668,181	30,608	185.2	3.81	46
12	Guerrero	3,499,507	63,621	55.0	1.47	81
13	Hidalgo	2,768,973	20,846	132.8	1.62	84
14	Jalisco	7,644,152	78,599	97.3	6.23	125
15	México	16,106,485	22,357	720.4	9.18	125
16	Michoacán	4,494,730	58,643	76.6	2.38	113
17	Morelos	1,850,812	4,893	378.3	1.16	33
18	Nayarit	1,155,448	27,815	41.5	0.66	20
19	Nuevo León	4,868,844	64,220	75.8	7.10	51
20	Oaxaca	3,930,833	93,793	41.9	1.57	570
21	Puebla	6,002,161	34,290	175.0	3.17	217
22	Querétaro	1,912,803	11,684	163.7	1.97	18
23	Quintana Roo	1,440,115	42,361	34.0	1.45	10
24	San Luis Potosí	2,675,311	60,983	43.9	1.93	58
25	Sinaloa	2,905,750	57,377	50.6	2.03	18
26	Sonora	2,809,806	179,503	15.7	2.90	72
27	Tabasco	2,309,071	24,738	93.3	3.57	17
28	Tamaulipas	3,419,338	80,175	42.6	3.03	43
29	Tlaxcala	1,224,637	3,991	306.8	0.55	60
30	Veracruz de Ignacio	7,858,604	71,820	109.4	5.27	212
31	Yucatán	2,036,694	39,612	51.4	1.45	106
32	Zacatecas	1,536,674	75,539	20.3	1.23	58
	TOTAL	117,053,750	1,959,2498	59,7	100	2,461

Tabla 1 (CNA, Estadísticas del Agua en Mexico, 2013)

1.4.-LAS CUENCAS Y ACUÍFEROS DEL PAÍS.

En el ciclo hidrológico, una proporción importante de la precipitación pluvial regresa a la atmosfera en forma de evapotranspiración, mientras que el resto escurre por los ríos y arroyos delimitados por las cuencas, o bien se infiltra en los acuíferos. (CNA, Estadísticas del Agua en Mexico, 2013)

Las cuencas son unidades naturales del terreno definidas por la existencia de una división de las aguas debidas a la conformación del relieve. Para propósitos de administración de las aguas nacionales especialmente de la publicación de la disponibilidad de la CONAGUA ha definido 731 cuencas hidrológicas. (CNA, Estadísticas del Agua en Mexico, 2013)



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

Las cuencas del país se encuentran organizadas en 37 regiones hidrológicas y a su vez se agrupan en las 13 regiones hidrológico-administrativas (RHA). (CNA, Estadísticas del Agua en Mexico, 2013)



Imagen 4 Regiones hidrológicas (CNA, Estadísticas del Agua en Mexico, 2013)

Regiones hidrológicas		
1.-B.C. Noroeste	14.-Rio Ameca	27.-Norte de Veracruz (Tuxpan-Nautla)
2.-B.C. Centro-Oeste	15.-Costa de Jalisco	28.-Papaloapan
3.-B.C. Suroeste	16.-Armeria-Coahuayana	29.-Coatzacoalcos
4.-B.C. Noreste	17.-Costa de Michoacán	30.-Grijalva-usumacinta
5.-B.C. Centro-este	18.-Balsas	31.-Yucatán Oeste
6.-B.C. Sureste	19.-Costa Grande de Guerrero	32.-Yucatán Norte
7.- Rio Colorado	20.-Costa Chica de Guerrero	33.-Yucatán Este
8.-Sonora Norte	21.-Costa de Oaxaca	34.-Cuencas Cerradas del Norte
9.-Sonora Sur	22.-Tehantepec	35.-Mapimí
10.-Sinaloa	23.-Costa de Chiapas	36.-Nazas-aguanaval
11.-Presidio-San Pedro	24.-Bravo-Conchos	37.-El Salado
12.-Lerma-Santiago	25.-San Fernando-Soto la Marina	
13.-Rio Huicicila	26.-pánuco	

Tabla 2 (CNA, Estadísticas del Agua en Mexico, 2013)

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

En lo que se refiere a las aguas subterráneas, el país está dividido en 653 acuíferos. En el periodo 2003-2009 se publicaron sus delimitaciones geográficas, en tanto que la publicación de las disponibilidades, y sus actualizaciones se ha llevado a cabo en el 2003 a la fecha. (CNA, Estadísticas del Agua en Mexico, 2013)



Imagen 5 Delimitación de acuíferos por región hidrológica - administrativa, 2012 (CNA, Estadísticas del Agua en Mexico, 2013)

La CONAGUA cuenta con 3,332 estaciones en operación para medir las variables climatológicas. Estas estaciones climatológicas miden la temperatura, precipitación pluvial, evaporación, velocidad, y dirección del viento. Las 717 estaciones hidrométricas miden el caudal del agua de los ríos, así como la extracción por obra de toma de las presas. Las estaciones hidroclimatológicas miden algunos parámetros climatológicos e hidrométricos. (CNA, Estadísticas del Agua en Mexico, 2013)

Cabe mencionar que existen 1,064 estaciones climatológicas de referencia, empleadas para el cálculo de la precipitación normal. (CNA, Estadísticas del Agua en Mexico, 2013)



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

Número de estaciones climatológicas e hidrométricas en México	
Tipo de estación	Número de estaciones
Climatológica	3,332
Hidrométrica	717
Total	4,049

Tabla 3 (CNA, Estadísticas del Agua en Mexico, 2013)

1.5.-AGUA RENOVABLE

Anualmente México recibe de 1,489 millones de metros cúbicos de agua en forma de precipitación. De esta agua, se estima que el 71.6% se evapotranspira y regresa a la atmosfera, el 22.2% escurre por los ríos o arroyos, y el 6.2% restantes se infiltran al subsuelo de forma natural y recarga los acuíferos. Tomando en cuenta las exportaciones e importantes de agua con los países vecinos, el país anualmente cuenta con 471.5 millones de metros cúbicos de agua dulce renovable. *(CNA, Estadísticas del Agua en Mexico, 2013)*

Cabe aclarar que el agua renovable se debe analizar desde tres perspectivas:

- Distribución temporal. Ya sea que en México existen grandes variaciones del agua renovable a lo largo del año. La mayor parte de la lluvia ocurre en el verano, mientras que el resto del año es relativamente seco.
- Distribución espacial. Por qué en algunas regiones del país ocurre precipitación abundante existe una baja densidad de población, mientras que en otras sucede el efecto contrario.
- Área de análisis. Por qué la problemática del agua y su atención es predominante de tipo local. Los indicadores calculados a gran escala esconden las fuertes variaciones que existen a largo y ancho del país.



Agua renovable per cápita. Por región hidrológico-administrativa						
Región		Agua renovable (hm ³ /año) 2011-2018	Población 2012 medio año (mill.hab)	Agua renovable per cápita al 2012 (m ³ /hab/año)	Escorrentamiento o natural medio superficial total(hm ³ /año) 2011-2018	Recarga media total de acuíferos (hm ³ /año) 2011-2018
I	Península de baja california	4,999	4.21	1,187	3,341	1,658
II	Noroeste	8,325	2.73	3,055	5,073	3,251
III	Pacífico Norte	25,939	4.38	5,921	22,650	3,290
IV	Balsas	22,899	11.44	2,002	17,057	5,842
V	Pacífico Sur	32,351	4.95	6,541	30,800	1,551
VI	Río Bravo	12,757	11.84	1,077	6,857	5,900
VII	Cuencas Centrales del Norte	8,065	4.42	1,826	5,745	2,320
VII I	Lerma-Santiago-Pacífico	35,754	23.29	1,535	26,005	9,749
IX	Golfo Norte	28,115	5.14	5,470	24,146	3,969
X	Golfo Centro	95,124	10.31	9,226	90,419	4,705
XI	Frontera Sur	163,845	7.39	22,185	141,128	22,718
XII	Península de Yucatán	29,856	4.34	6,874	4,541	25,316
XII I	Aguas del Valle de México	3,468	22.62	153	1,112	2,357
Total Nacional		471,498	117.05	4,028	378,873	92,625

Tabla 4 (CNA, Estadísticas del Agua en México, 2013)

1.6.- PRECIPITACIÓN PLUVIAL.

La precipitación normal del país en el periodo de 1971-2000 fue de 760 milímetro. Los valores normales, de acuerdo con la Organización Meteorológica Mundial (OMM) corresponden a los promedios calculados para un periodo uniforme y relativamente largo, el cual debe tener como mínimo 30 años de recabar información, lo cual se considera como un periodo climatológico mínimo representativo. (CNA, Estadísticas del Agua en México, 2013)



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

Precipitación pluvial normal mensual por región hidrológico-administrativa. (mm)														
Región	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual	
I	Península de Baja California	23	22	17	4	1	1	9	23	24	12	12	21	169
II	Noroeste	25	23	13	5	5	18	111	107	56	28	20	33	445
III	Pacífico Norte	27	12	5	5	8	62	188	193	136	54	29	28	747
IV	Balsas	15	5	6	14	52	186	198	192	189	83	16	7	963
V	Pacífico Sur	9	8	8	20	78	244	205	225	249	111	21	9	1187
VI	Río Bravo	16	12	12	16	31	50	75	81	81	36	15	17	438
VII	Cuencas Centrales del Norte	16	6	6	12	27	59	87	86	72	32	13	15	430
VIII	Lerma-Santiago-Pacífico	22	6	6	6	23	131	201	185	150	59	18	12	816
IX	Golfo Norte	27	17	17	40	76	142	145	130	176	82	30	29	914
X	Golfo Centro	45	34	34	41	85	226	255	253	281	161	88	61	1558
XI	Frontera Sur	60	52	52	52	135	278	219	266	332	222	114	77	1846
XII	Península de Yucatán	48	31	31	38	83	172	158	173	212	147	76	52	1218
XIII	Aguas del Valle de México	10	8	8	28	56	105	115	104	98	50	13	77	606
Total		25	17	17	18	41	105	136	140	136	70	31	27	760

Tabla 5 (CNA, Estadísticas del Agua en México, 2013)

En la tabla anterior presenta la precisión normal por región hidrológico-administrativa en el periodo de 1971 a 2000. En la mayor parte de nuestro país, la precipitación ocurre predominantemente entre junio y septiembre, con excepción de la Península de Baja California, donde se presenta principalmente en el invierno. (CNA, Estadísticas del Agua en México, 2013)

No queda de mas señalar que la distribución mensual de la precipitación acentúa a los problemas relacionados del recurso, debido a que el 68% de la precipitación normal mensual ocurre entre meses de junio y septiembre. (CNA, Estadísticas del Agua en México, 2013)

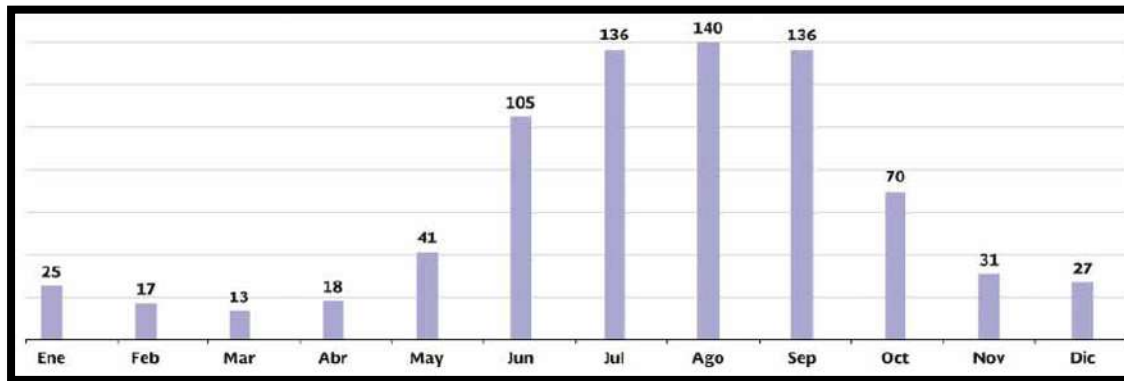


Imagen 6 : Precipitación pluvial mensual normal en México (mm) (CNA, Estadísticas del Agua en Mexico, 2013)

Esta variación regional de la precipitación normal es evidente como se muestra en la siguiente imagen.

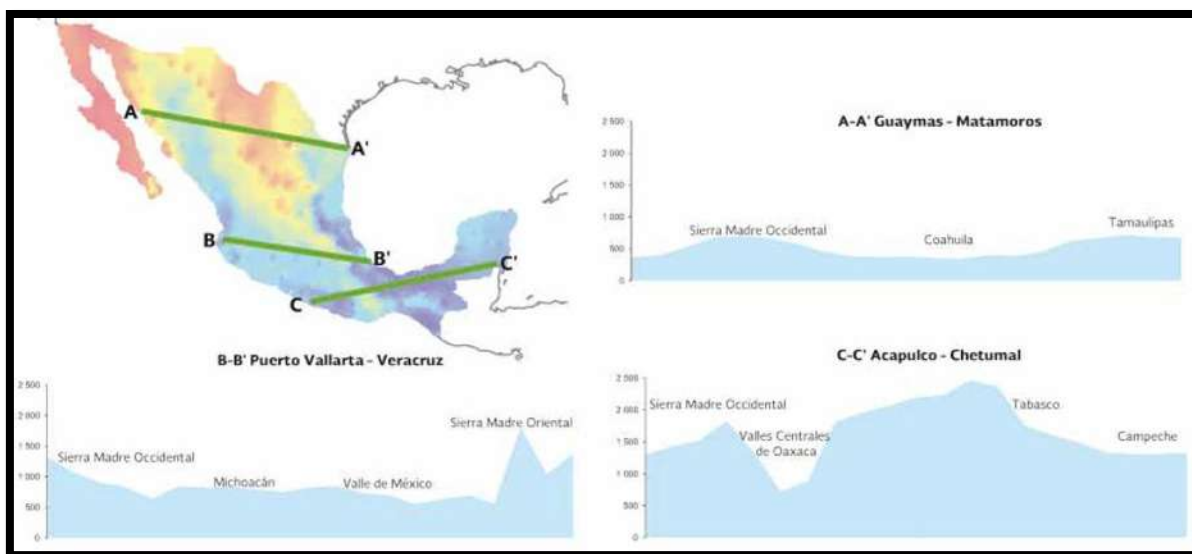


Imagen 7 Perfiles de precipitación (milímetros) (CNA, Estadísticas del Agua en Mexico, 2013)

Para mostrar más a detalle e ilustrar la variación regional de la lluvia en la imagen se muestra tres líneas de corte que permiten mostrar los perfiles de precipitación Guaymas-Matamoros (A-A´). Puerto Vallarta- Veracruz (B-B´) y Acapulco-Chetumal (C-C´), estos muestra en azul el perfil de la variación de la precipitación pluvial normal en el periodo 1971-2000 a lo largo de las líneas de corte. La precipitación acumulada ocurrida en la República Mexicana del 1º de enero al 31 de diciembre del 2012 alcanzo una lámina de 742 mm, lo cual fue 2.3% inferior a la normal del periodo de 1971 a 2000 (760 mm). (CNA, Estadísticas del Agua en Mexico, 2013)



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

Por su superficie destacan las cuencas de los ríos Bravo y Balsas, y por longitud destacan los ríos Bravo y Grinjalva-Usumacinta. Los ríos Lerma y Nazas-Agua naval pertenecen a la vertiente interior. (CNA, Estadísticas del Agua en Mexico, 2013)

En la siguiente tabla se presentan los datos más relevantes de los ríos principales del país, según la vertiente a que pertenecen. (CNA, Estadísticas del Agua en Mexico, 2013)

Características de los ríos principales de la vertiente del Pacífico y Golfo de California, jerarquizados por escurrimiento natural medio superficial							
No.	Río	Región hidrológico-administrativa		Escurrimiento natural medio superior (millones de m ³ /año)	Área de la cuenca (km ²)	Longitud del río (km)	Orden máximo
1	Balsas	IV	Balsas	16,587	16,587	770	7
2	Santiago	VIII	Lerma-Santiago-Pacífico	7,423	7,423	562	7
3	Verde	V	Pacífico Sur	5,937	5,937	342	6
4	Ometepec	V	Pacífico Sur	5,779	5,779	115	4
5	El Fuente	III	Pacífico Norte	5,024	33,590	540	6
6	Papagayo	V	Pacífico Sur	4,237	7,410	140	6
7	San Pedro	III	Pacífico Norte	3,417	26,480	255	6
8	Yaqui	II	Noroeste	3,163	72,540	410	6
9	Culiacán	III	Pacífico Norte	3,122	15,731	875	5
10	Ameca	VIII	Lerma-Santiago-Pacífico	2,236	12,214	205	5
11	Sinaloa	VIII	Pacífico Norte	2,100	12,260	400	5
12	América	VIII	Lerma-Santiago-Pacífico	2,043	9,795	240	5
13	Coahuayana	VIII	Lerma-Santiago-Pacífico	1,943	7,114	203	5
14	Colorado	I	Península De Baja California	1,928	3,840	160	6
15	Baluart	III	Pacífico Norte	1,838	5,094	142	5
16	San Lorenzo	III	Pacífico Norte	1,680	8,919	315	5
17	Suchiate	XI	Frontera Sur	1,584	203	75	2
18	Acaponeta	III	Pacífico Norte	1,438	5,092	233	5
19	Piaxtla	III	Pacífico Norte	1,415	11,473	220	5
20	Presidio	III	Pacífico Norte	1,250	6,479	ND	4
21	Tomatal	VIII	Lerma-Santiago-Pacífico	1,220	2,118	ND	4
22	Mayo	II	Noroeste	1,212	15,113	386	5
23	Tehuantepec	V	Pacífico Sur	950	10,090	240	5
24	Coatán	XI	Frontera Sur	934	605	75	2
25	Marabasco	VIII	Lerma-Santiago-Pacífico	507	2,526	ND	5
26	San Nicolás	VIII	Lerma-Santiago-Pacífico	491	2,330	ND	5
27	Elota	III	Pacífico Norte	469	2,324	ND	4
28	Sonora	II	Noroeste	439	27,740	421	5
29	Concepción	II	Noroeste	113	25,808	335	2
30	Tijuana	I	Península de Baja California	95	3m231	186	4
31	Matape	II	Noroeste	90	6,606	205	4
32	Sonoyta	II	Noroeste	20	7,653	311	5
			32	80,684	563,934		

Tabla 6 (CNA, Estadísticas del Agua en Mexico, 2013)



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

Características de los ríos principales de la vertiente de Golfo de México y Mar Caribe, jerarquizados por escurrimientos naturales medio superficiales.

No.	Río	Región hidrológico-administrativa		Escurrimiento natural medio superior (millones de m ³ /año)	Área de la cuenca (km ²)	Longitud del río (km)	Orden máximo
1	Lerma	VIII	Lerma—Santiago-Pacífico	4,742	47,116	708	6
2	Nazas-Aguanaval	VII	Cuencas Centrales del Norte	1,912	89,239	1,081	7
				6,654	136,355		

Tabla 7 (CNA, Estadísticas del Agua en Mexico, 2013)

Características de los ríos principales de la vertiente de Golfo de México y Mar Caribe, jerarquizados por escurrimientos naturales medio superficiales.

No.	Río	Región hidrológico-administrativa		Escurrimiento natural medio superior (millones de m ³ /año)	Área de la cuenca (km ²)	Longitud del río (km)	Orden máximo
1	Grijalva-Usumacinta	XI	Frontera Sur	115,535	83,553	1,521	7
2	Papaloapan	X	Golfo Centro	42,887	46,517	354	6
3	Coatzacoalcos	X	Golfo Centro	28,679	17,369	325	5
4	Pánuco	IX	Golfo Norte	19,673	84,956	510	7
5	Tonalá	X	Golfo Centro	11,389	5,679	82	5
6	Tecolutla	X	Golfo Centro	6,098	7,903	375	5
7	Bravo	VI	Rio Bravo	5,588	225,242	ND	7
8	Nautla	X	Golfo Centro	2,218	2,785	124	4
9	La Antigua	X	Golfo Centro	2,139	2,827	139	5
10	Soto La Marina	IX	Golfo Norte	2,086	21,183	416	6
11	Tuxpan	X	Golfo Centro	2,072	5,899	150	4
12	Jamapa	X	Golfo Centro	2,066	4,061	368	4
13	Candelaria	X	Península de Yucatán	1,861	13,790	150	4
14	Cazones	X	Golfo Centro	1,712	2,688	145	4
15	San Fernando	X	Golfo Norte	1,545	17,744	400	5
16	Hondo	VII	Península de Yucatán	533	7,614	115	4
			16	246,081	549,810		

Tabla 8 (CNA, Estadísticas del Agua en Mexico, 2013)

1.8.-PRINCIPALES LAGO DE MÉXICO.

El lago de Chapala es el más grande de lagos interiores de México y cuenta con una profundidad que oscila entre los cuatro y seis metros. El comportamiento de sus volúmenes almacenados anualmente. *(CNA, Estadísticas del Agua en Mexico, 2013)*

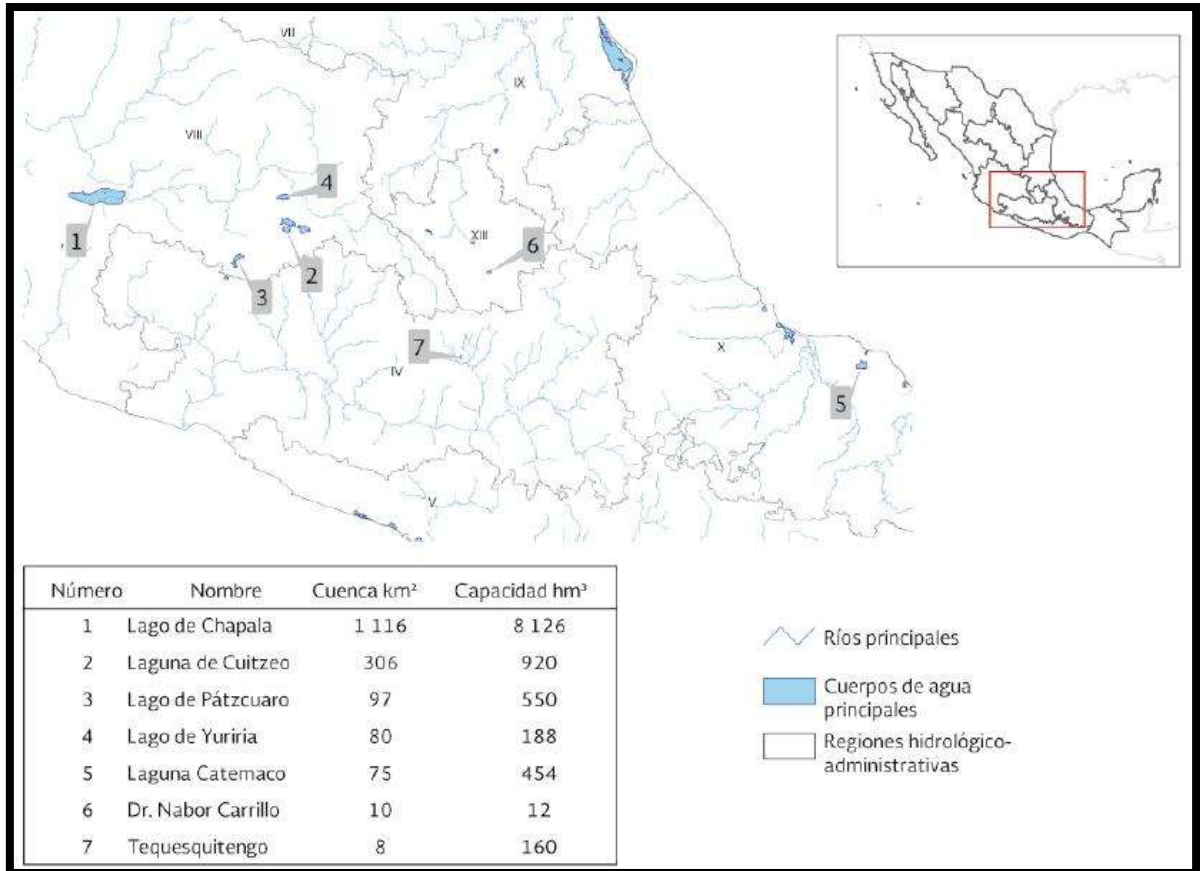


Imagen 10 Principales lagos en México (CNA, Estadísticas del Agua en Mexico, 2013)

En la siguiente grafica se muestra el control de los volúmenes del lago de Chapala desde 1940 hasta el 2012, como bien se muestra en el año de 1949 se tuvo un volumen muy por debajo al promedio pero, pero en 1976 se tuvo un volumen a la alza. *(CNA, Estadísticas del Agua en Mexico, 2013)*

**1.9.- AGUAS SUBTERRÁNEAS.**

Las aguas subterráneas desempeñan un papel de creciente importancia en el crecimiento socioeconómico del país, gracias a sus características físicas que les permiten ser aprovechadas de manera versátil, pues funcionan como presas de almacenamiento y red de distribución, siendo posible extraer agua en cualquier época del año de prácticamente cualquier punto de la superficie del acuífero. Funcionan además como filtros purificadores, preservando la calidad del agua. Alrededor del 38% del volumen total concesionado para uso consuntivos (31.8 mil millones de metros cúbicos por año del 2012), procede del agua subterránea. Como ya se ha mencionado, para fines de administración del agua subterránea, el país se ha dividido en 653 acuíferos

- **SOBRE EXPLOTACIÓN DE ACUÍFEROS.**

El número de acuíferos sobreexplotados ha oscilado anualmente entre 100 y 106. Al 31 de diciembre de 2012 se reportan 106 acuíferos sobreexplotados. De los acuíferos sobreexplotados se extraen el 54.72% del agua subterránea para todos los usos. *(CNA, Estadísticas del Agua en Mexico, 2013)*

Acuífero del país, por región hidrológico-administrativa						
Región		Numero de acuíferos				Recarga media (hm ³) 2012
		Total	Sobreexplotado	Con intrusión marina	Bajo el fenómeno de salinización de suelos y aguas subterráneas salobres	
I	Península de Baja California	88	15	10	5	1,633
II	Noroeste	62	10	5		3,235
III	Pacífico Norte	24	2			3,263
IV	Balsas	45	1			5,793
V	Pacífico Sur	36				1,569
VI	Rio Bravo	102	18		8	5,728
VII	Cuencas Centrales del Norte	65	23		18	2,404
VIII	Lerma-Santiago-Pacífico	128	32			9,706
IX	Golfo Norte	39	1			3,532
X	Golfo Centro	22				4,730
XI	Frontera Sur	23				22,718
XII	Península de Yucatán	4			1	25,316
XIII	Aguas del Valle de México	15	4			2,403
Total nacional		653	106	15	32	92,030

Tabla 9 (CNA, Estadísticas del Agua en Mexico, 2013)

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

- ACUÍFEROS CON INTRUSIÓN MARINA Y/O BAJO EL FENÓMENO DE SALINIZACIÓN DE SUELOS Y AGUAS SUBTERRÁNEAS SALOBRES.

La salinización de suelos y presencia de aguas subterráneas salobres se producen como resultado de altos índices de evaporación en zonas de niveles someros de agua subterránea, disolución de minerales evaporíticos y presencia de agua congénita de elevada salinidad, las aguas salobres se presentan específicamente en aquellos acuíferos localizados en provincias geológicas caracterizadas por formaciones sedimentarias antiguas, someras, de origen marino y evaporíticos, en las interacciones del agua subterránea con el material geológico produce su enriquecimiento en sales. (CNA, Estadísticas del Agua en Mexico, 2013)

A finales del 2012 se habían identificados 32 acuíferos con presencia de suelos salino y aguas salobres, localizados principalmente en la península de Baja California y el altiplano mexicano. Donde convergen condiciones de poca precipitación pluvial, altos índices de radiación solar y por tanto de evaporación, así como la presencia de aguas congénitas y minerales evaporíticos de fácil disolución. También en ese año se presentó intrusión marina de 15 acuíferos costeros a nivel nacional.

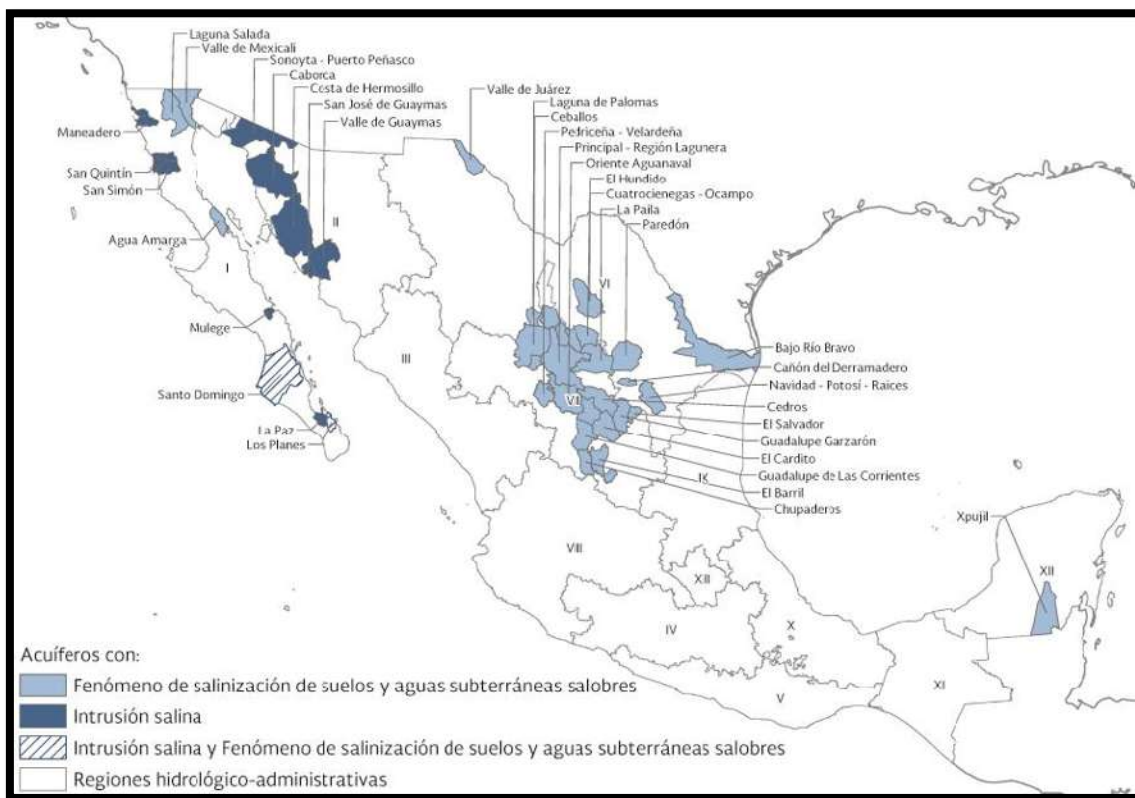


Imagen 11 Acuífero con intrusión salina y/o salinización de suelos y aguas subterráneas salobres



1.10.-CALIDAD DEL AGUA.

- MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA.

En el 2012, la red Nacional de Monitoreo contaba con 5,150 sitios, distribuidos a lo largo y ancho del país. (CNA, Estadísticas del Agua en Mexico, 2013)

Sitios de la red Nacional de Monitoreo		
Red	Área	Sitios (Número)
Superficial	Cuerpos de agua superficiales	2,517
Subterránea	Cuerpos de agua subterráneos	1,108
	Cuerpos de agua superficiales	102
Estudio Especiales	Cuerpos de agua subterráneos	71
Costeros	Zonas costeras	1,045
Descargas superficiales		293
Descargas subterráneas		14
Total		5,150

Tabla 10 (CNA, Estadísticas del Agua en Mexico, 2013)

A partir del 2005 se han realizado monitoreo biológicos en algunas regiones del país, los cuales permiten evaluar la calidad del agua, utilizando métodos sencillos y de bajo costo, tales como el índice de diversidad con organismos bentónicos. (CNA, Estadísticas del Agua en Mexico, 2013)

Muestreo para monitorio biológico por región hidrológica-administrativa		
Región hidrológico-administrativa		No. De muestreos
IV	Balsas	18
VI	Río Bravo	19
VII	Cuencas Centrales del Norte	2
IX	Golfo Norte	3
X	Golfo Centro	3
Total		45

Tabla 11 (CNA, Estadísticas del Agua en Mexico, 2013)

- EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA

La evaluación de la calidad del agua se lleva a cabo utilizando tres indicadores: la demanda bioquímica de Oxígeno, la demanda Química de Oxígeno y los Solidos Suspendidos Totales estos se utilizan para determinar la cantidad de materia orgánica presente de las descargas de aguas residuales tanto de origen municipal como de municipal. (CNA, Estadísticas del Agua en Mexico, 2013)

La DBO determina la cantidad de materia orgánica biodegradable en tanto que la DQO mide la cantidad total de material orgánica. Por otro lado, el aumento de la DQO indica presencia de sustancias provenientes de descarga no municipales. (CNA, Estadísticas del Agua en Mexico, 2013)



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

Los SST tienen su origen en las aguas residuales y la erosión del suelo. El incremento de los niveles de SST hace que un cuerpo de agua pierda la capacidad de soportar la diversidad de la vida acuática. Estos parámetros permiten reconocer gradientes que van desde una condición relativamente natural o sin influencia de la actividad humana, hasta e agua que muestra indicios o aportaciones importantes de descarga de aguas residuales municipales y no municipales, así como áreas con deforestación severa.

La evaluación para los indicadores de la calidad del agua se realizó conforme a lo establecido en la siguiente tabla. (CNA, Estadísticas del Agua en Mexico, 2013)

Número de sitios de monitoreo con datos para cada indicador de calidad del agua	
Indicador de calidad del agua	Número de sitios de monitoreo
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	2,588
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	2,601
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	3,617

Tabla 12 (CNA, Estadísticas del Agua en Mexico, 2013)

De acuerdo con los resultado de las evaluaciones de la calidad del agua para los tres indicadores de la misma (DBO, DQO, SST) aplicadas a los sitios de monitoreo se determinó que 208 sitios estas clasificados como fuertemente contaminado en algún indicador, en dos de ellos o en todos. (CNA, Estadísticas del Agua en Mexico, 2013)

Distribución porcentual de sitios de monitoreo en cuerpos de agua superficiales por región hidrológico-administrativo de acuerdo al indicador DBO						
Región		Excelente	Buena calidad	Aceptable	Contaminada	Fuertemente contaminada
I	Península de Baja California	18.8	22.4	35.3	18.8	4.7
II	Noroeste	15.5	70.4	12.7	1.4	0.0
III	Pacífico Norte	32.3	57.9	8.7	1.0	0.0
IV	Balsas	31.3	16.9	32.6	15.7	3.6
V	Pacífico Sur	36.2	43.1	16.4	3.4	0.9
VI	Río Bravo	63.8	19.0	14.5	2.3	0.5
VII	Cuencas Centrales del Norte	41.9	51.2	7.0	0.0	0.0
VIII	Lerma-Santiago-Pacífico	22.3	24.3	32.7	17.7	3.0
IX	Golfo Norte	66.8	17.4	10.6	3.4	1.7
X	Golfo Centro	36.6	27.7	20.2	13.9	1.7
XI	Frontera Sur	71.1	19.8	7.1	1.2	0.8
XII	Península de Yucatán	95.5	1.5	3.0	0.0	0.0
XIII	Aguas del Valle de México	32.7	5.5	34.5	9.1	18.2
Total nacional		40.7	26.2	21.3	9.6	2.2

Tabla 13 (CNA, Estadísticas del Agua en Mexico, 2013)



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

Distribución porcentual de sitios de monitoreo en cuerpos de agua superficiales por región hidrológico-administrativo de acuerdo al indicador DQO						
Región		Excelente	Buena calidad	Aceptable	Contaminada	Fuertemente contaminada
I	Península de Baja California	9.4	11.8	9.4	55.3	14.1
II	Noroeste	28.2	39.4	21.1	11.3	0.0
III	Pacífico Norte	21.2	34.8	31.5	10.3	2.2
IV	Balsas	30.8	13.9	19.8	27.2	8.3
V	Pacífico Sur	19.0	25.4	38.0	15.5	2.1
VI	Río Bravo	45.9	19.4	20.7	12.6	1.4
VII	Cuencas Centrales del Norte	25.6	34.9	20.9	18.6	0.0
VIII	Lerma-Santiago-Pacífico	16.1	8.5	22.8	44.9	7.7
IX	Golfo Norte	57.4	3.8	7.7	27.7	3.4
X	Golfo Centro	22.4	19.0	29.3	24.1	5.2
XI	Frontera Sur	64.8	13.3	12.9	7.8	1.2
XII	Península de Yucatán	79.1	9.0	10.4	1.5	0.0
XIII	Aguas del Valle de México	20.0	3.6	16.4	27.3	32.7
Total nacional		32.1	15.2	21.0	26.2	5.5

Tabla 14 (CNA, Estadísticas del Agua en Mexico, 2013)

Distribución porcentual de sitios de monitoreo en cuerpos de agua superficiales por región hidrológico-administrativo de acuerdo al indicador SST						
Región		Excelente	Buena calidad	Aceptable	Contaminada	Fuertemente contaminada
I	Península de Baja California	54.8	36.8	6.7	1.7	0.0
II	Noroeste	52.6	35.3	7.8	3.4	0.9
III	Pacífico Norte	61.0	30.1	7.8	0.7	0.4
IV	Balsas	56.7	27.8	9.7	4.3	1.4
V	Pacífico Sur	51.5	18.8	7.0	12.6	10.2
VI	Río Bravo	60.5	32.6	5.6	1.3	0.0
VII	Cuencas Centrales del Norte	72.7	15.9	6.8	4.5	0.0
VIII	Lerma-Santiago-Pacífico	48.1	37.9	7.8	4.5	1.7
IX	Golfo Norte	60.8	32.4	4.2	2.3	0.3
X	Golfo Centro	63.5	28.1	6.7	1.4	0.4
XI	Frontera Sur	65.7	20.9	3.1	8.3	2.0
XII	Península de Yucatán	71.1	19.6	1.8	6.7	0.9
XIII	Aguas del Valle de México	63.6	16.4	12.7	7.3	0.0
Total nacional		57.6	29.3	6.5	4.7	1.9

Tabla 15 (CNA, Estadísticas del Agua en Mexico, 2013)



- CALIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA

Uno de los parámetros que permite evaluar la salinización de aguas subterráneas son los sólidos disueltos totales. De acuerdo a su concentración las aguas subterráneas se clasifican en dulces, ligeramente salobres, salobres y salinas. (CNA, Estadísticas del Agua en Mexico, 2013)

El límite entre al agua dulce y ligeramente salobre coincide con la concentración máxima señalada por la modificación de la Norma Oficial Mexicana NOM-197-SSA1-1994, que establece los límites máximos permisibles que deben cumplir el agua para para el consumo humano y tratamiento de materia de calidad de agua para consumo humano. (CNA, Estadísticas del Agua en Mexico, 2013)

- CALIDAD DEL AGUA EN PLAYAS

En el marco del Programa Playas Limpias, se promueve el saneamiento de las playas y las cuencas y acuíferos asociados a las mismas. (CNA, Estadísticas del Agua en Mexico, 2013)

Para el desarrollo del programa se han instalado comités de playas limpias, los acules están encabezados por el presidente del municipio y que cuenta con la presencia de representantes de SEMARNAT, PROFEPA, SEMAR, SECTUR, COFEPRIS y la CONAGUA, así como la de representantes de asociaciones y la iniciativa privada. (CNA, Estadísticas del Agua en Mexico, 2013)

Para evaluar la calidad del agua en las playas, utiliza el indicador bacteriológico de entero cocos fecales, el cual se considera el más eficiente para evaluar la calidad del agua de mar para uso recreativo primario (CNA, Estadísticas del Agua en Mexico, 2013).

- CRITERIO DE CALIFICACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA EN LAS PLAYAS:

- 0-200 NMP/100ml, se considera la playa APTA para uso recreativo.
- Mayor de 200NMP/100 ml, se considera la playa NO APTA para uso recreativo

Conforme a lo reportado por el Sistema Nacional de Información sobre la Calidad del Agua en Playas Mexicanas, el monitoreo bacteriológico en las playas, realizado por la Secretaria de Salud a través de su representación estatal, se tiene que en los años del 2003 al 2012, la calidad del agua en las playas tiende a mejorar. (CNA, Estadísticas del Agua en Mexico, 2013)



1.11.- CLASIFICACIÓN DE LOS USOS DEL AGUA

El agua se emplea de diversas formas en todas las actividades humanas, ya sea para subsistir o producir e intercambiar bienes y servicios. (CNA, Estadísticas del Agua en Mexico, 2013)

En el Registro Público de Derechos de Agua (REPGA), se registran los volúmenes concesionados o asignados a los usuarios de aguas nacionales. El REPGA tiene clasificados los usos del agua en doce rubros. (CNA, Estadísticas del Agua en Mexico, 2013)

Agrupación de usos de la clasificación de la REPGA		
Uso agrupado	Consuntivo/no consuntivo	Rubros de clasificación del REPGA
Agrícola	Consuntivo	Agrícola, acuacultura, pecuario, usos múltiples, otros usos.
Abastecimiento público	Consuntivo	Doméstico, público urbano
Industria autoabastecida	Consuntivo	Agroindustrial, servicios, industrial, comercio.
Energía eléctrica excluyendo hidroelectricidad	Consuntivo	Industrial
Hidroeléctrico	No Consuntivo	Hidroeléctricas

Tabla 16 (CNA, Estadísticas del Agua en Mexico, 2013)

Cabe señalar que la evolución del volumen de concesionado para el uso consultivo del predio 2001 a 2012.como se muestra, el 61.6% del agua utilizada para el uso consuntivo proveniente de fuentes superficiales (ríos, arroyos y lagos), mientras que el 38.4% restantes corresponden a fuentes subterráneas (acuíferos). Dentro del periodo reportado, el agua superficie concesionada creció 15.7% en tanto que la subterránea se incrementó en 28.2%. (CNA, Estadísticas del Agua en Mexico, 2013)

En el mayor volumen concesionado para uso consuntivo lo representa el uso agrupado agrícola, principalmente riego.

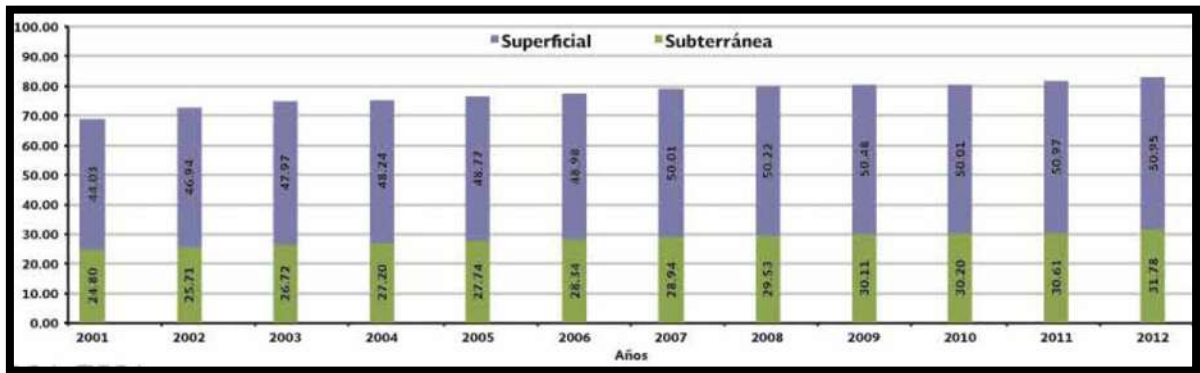


Imagen 12 Volumen concesionado para usos consultivos por tipo de fuente, 2001-2012 (CNA, Estadísticas del Agua en Mexico, 2013)

También cabe destacar que en México es uno de los países con mayor infraestructura de riego en el mundo, en lo que se refiere a las centrales hidroeléctricas, que representan un uso no consultivo del recurso, se utilizó en el país 155.7 mil millones de metros cúbicos de agua, debe aclararse que para este uso la misma se turбина y se contabiliza varias veces, en todas las centrales del país. (CNA, *Estadísticas del Agua en Mexico, 2013*)

Usos agrupados consuntivos, según origen del tipo de fuente.				
Uso agrupado	Origen		Volumen total (mil millones de m3)	Porcentaje de extracción
	Superficial (mil millones de m3)	Subterráneo (mil millones de m3)		
Agrícola	41.2	22.2	63.3	76.6
Abastecimiento público	4.7	7.3	12.0	14.5
Industria autoabastecida	1.4	1.9	3.3	4.0
Energía eléctrica excluyendo hidroelectricidad	3.6	0.4	4.1	4.9
Total	51.0	31.8	82.7	100.0

Tabla 17 (CNA, Estadísticas del Agua en Mexico, 2013)

1.12.- USO AGRUPADO ABASTECIMIENTO PÚBLICO.

El uso agrupado para el abastecimiento público consiste en el agua entregada por las redes de agua potable, las cuales abastecen a los usuarios domésticos (domicilios), así como a diversas industrias y servicios. (CNA, *Estadísticas del Agua en Mexico, 2013*)

Disponer de agua en cantidad y calidad suficiente para el consumo humano es de las demandas básicas de la población, pues incide directamente en su salud y bienestar en general. Esta característica es el Plan Nacional de Desarrollo 2013-

2018 y el Programa Nacional Hídrico 2013-2018. (CNA, Estadísticas del Agua en Mexico, 2013)

En el uso agrupado abastecimiento público la fuente predominantes es la subterránea con el 60.7% del volumen. Cabe destacar que el 2001 al 2012 el agua superficial asignada para este uso creció un 42.2%. (CNA, Estadísticas del Agua en Mexico, 2013)

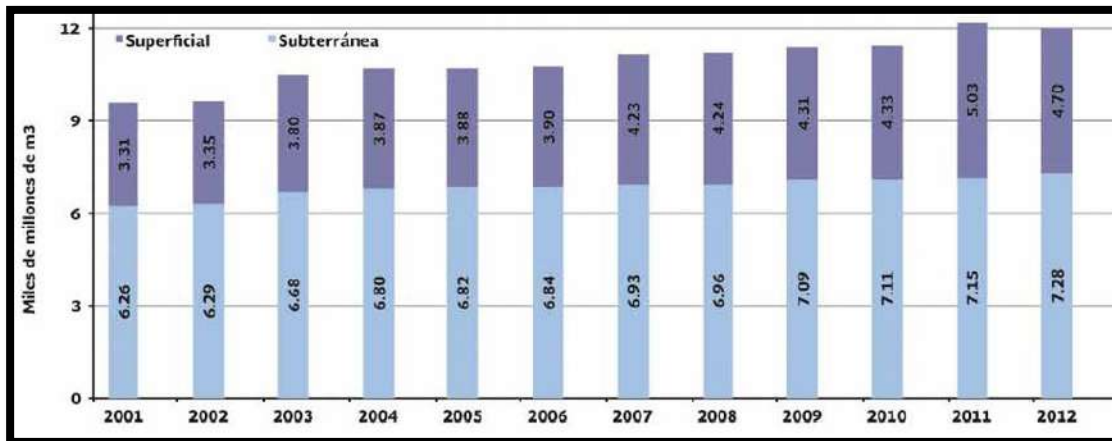


Imagen 13 : Evolución del volumen concesionado para uso agrupado abastecimiento público por tipo de fuente, 2001- 2012 (CNA, Estadísticas del Agua en Mexico, 2013)

1.13.- USO ENERGÍA ELÉCTRICA EXCLUYENDO HIDROELECTRICIDAD.

El agua incluida en este rubro se refiere a la utilizada en centrales de vapor duales, carboeléctricas, de ciclo combinado, de turbogas y de combustión interna. De acuerdo con el reportado por la Secretaría de Energía (SENER), en el 2012, las centrales de Comisión Federal de Electricidad (CFE) consideradas en este uso, incluyendo productores externos de energía (PEE) para el servicio público, generaron 229.2 Twh. Lo que represento el 88% de la energía eléctrica producida en el país. En las plantas correspondientes existe una capacidad instalada de 41,570 MW o el 78.2% del total del país. Cabe aclarar que el 77.2% del agua concesionada a este uso corresponde a la planta carboeléctrica de Petacalco, ubicada en las costas de Guerrero, cerca de las desembocadura del río Balsas.



1.14.- USO EN HIDROELÉCTRICAS.

A nivel nacional, las RHA XI Frontera Sur y IV Balsas tienen la concesión de agua más importante en este uso, ya que en ellas se localizan los ríos más caudalosos y las centrales hidroeléctricas más grandes del país. El volumen concesionado para este uso a nivel nacional es de 166 mil millones de metros cúbicos, de los cuales se emplean anualmente cantidades variables. (CNA, Estadísticas del Agua en Mexico, 2013)

En el 2012 las plantas hidroeléctricas emplearon un volumen de agua de 155.7 mil millones de metro cúbicos, lo que permitió generar 31.3 Twh de energía eléctrica que corresponde al 12% de la generación del país. La capacidad instalada en las centrales hidroeléctricas es de 11.544 MW, que corresponde al 21.7% de la instalada en el país. (CNA, Estadísticas del Agua en Mexico, 2013)

Parámetro/año	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Generación bruta de energía hidroeléctrica (TWh)	28.4	24.9	19.8	25.1	27.6	30.3	27.0	38.9	26.4	36.7	35.8	31.3
Generación bruta total de energía eléctrica (TWh)	197.1	200.4	202.6	207.0	217.2	223.6	230.9	234.1	233.5	241.5	257.9	260.5
Porcentaje respecto a la generación bruta total	14.4%	12.4%	9.80%	12.1%	12.7%	13.6%	11.7%	16.6%	11.3%	15.2%	13.9%	12.0%
Capacidad efectiva de generación hidroeléctrica (Mw)	9619	9615	9615	10530	10536	10566	11343	11343	11383	11503	11499	11544
Capacidad efectiva total de generación instalada (Mw)	38519	4184	44561	46552	46534	48769	51029	51105	51686	52945	52512	53114
Porcentaje respecto a la capacidad efectiva	25.0%	23.3%	21.6%	22.6%	22.6%	21.7%	22.2%	22.2%	22.0%	21.7%	21.9%	21.7%

Tabla 18 (CNA, Estadísticas del Agua en Mexico, 2013)



1.15.- AGUA VIRTUAL EN MÉXICO.

El agua virtual se define como la cantidad de agua que se utiliza o integra a un producto, bien o servicio. Por ejemplo: un Kilogramo de trigo en México requiere en promedio mil litros de agua, mientras que un Kilogramo de carne de res requiere 13,500 litros; estos valores varían según el país. (CNA, Estadísticas del Agua en Mexico, 2013)

Debido a los intercambios comerciales de México con otros países del mundo, en México exporto 9,334.8 millones de metros cúbicos de aguas virtuales, e importo 34,958.3, es decir, tuvo una importación neta de aguas virtuales de 25,623.5 millones de metros cúbicos de agua. (CNA, Estadísticas del Agua en Mexico, 2013)

De la importación neta de agua virtual resultante, el 37.9% correspondió a productos agrícolas, el 35.6% a productos animales y el 26.5% restantes a productos animales y el 26.5% restantes a productos industriales, la evolución anual en el periodo 2000-2012 donde cabe destacar el incremento en la importación de productos industriales (+362.2% respecto a 2011) y el decremento en productos agrícolas (-46.0% respecto al año previo). (CNA, Estadísticas del Agua en Mexico, 2013)

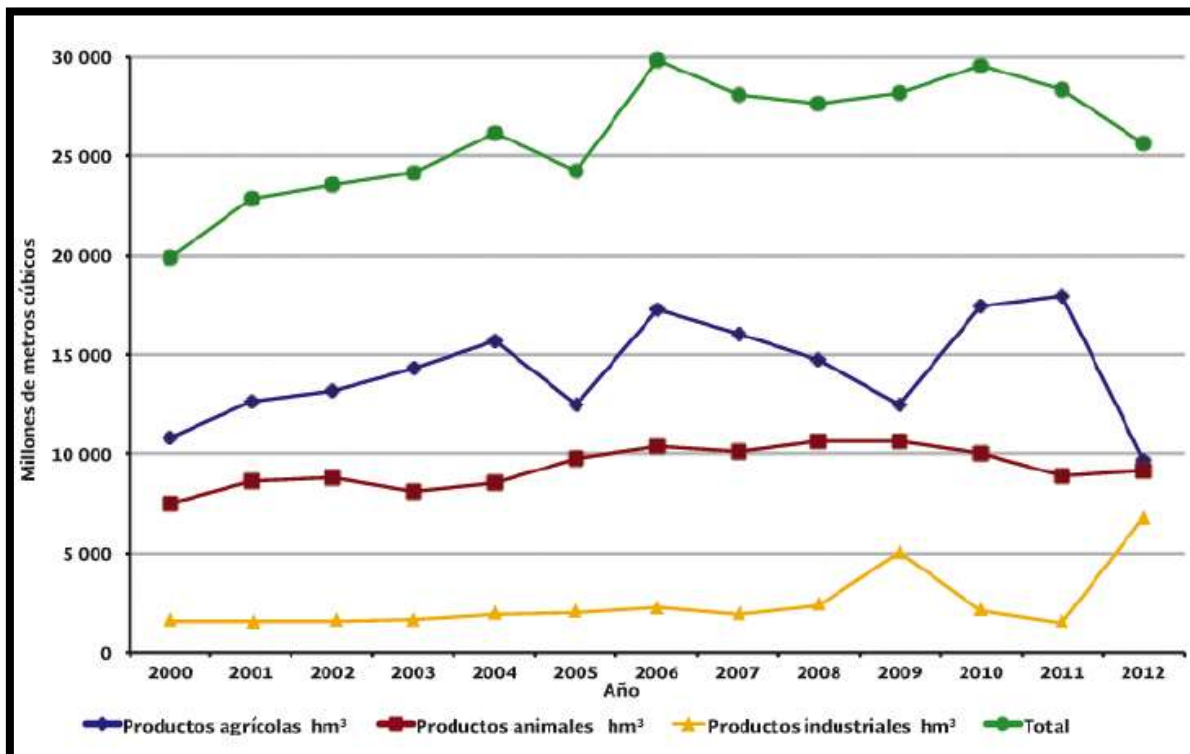


Imagen 14 Importaciones netas de aguas virtuales, 2000-2012 (CNA, Estadísticas del Agua en Mexico, 2013)



1.16.-INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA DEL PAÍS.

Dentro de la infraestructura hidráulica con la que cuenta el país para proporcionar el agua requerida a los diferentes usuarios nacionales, se tiene:

- 5,163 presas y bordos de almacenamiento
- 6.4 millones de hectáreas con riego.
- 2.9 millones de hectáreas con temporal tecnificado.
- 699 plantas potabilizadoras en operación
- 2,342 plantas de tratamiento de aguas residuales municipales en operación.
- 2,530 plantas de tratamiento de aguas residuales industriales en operación.
- 3,000 km de acueductos.

(CNA, Estadísticas del Agua en Mexico, 2013)

- PRESAS Y BORDOS.

Existen más de 5,163 presas y bordos en México, de las cuales 667 se clasifican como grandes presas, de acuerdo con la definición de la Comisión Internacional de Grandes Presas. (CNA, Estadísticas del Agua en Mexico, 2013)

Se tiene un registro incompleto de los bordos. A la fecha se realizan esfuerzos para registrar estas pequeñas obras de almacenamiento, en su mayoría de terracerías. La capacidad de almacenamiento de las presas del país es de aproximadamente 150 mil millones de metros cúbicos. Se tiene la estadística de 172 presas que representan el 80% de almacenamiento nacional. El volumen anual almacenado en el periodo de 1990 a 2012. (CNA, Estadísticas del Agua en Mexico, 2013)

Este volumen que se ilustra en la gráfica depende de la precipitación y los escurrimientos en las distintas regiones del país, así como de las políticas de operación de las presas, determinados por sus objetivos en el abastecimiento a los diversos usos el control de avenidas. (CNA, Estadísticas del Agua en Mexico, 2013)

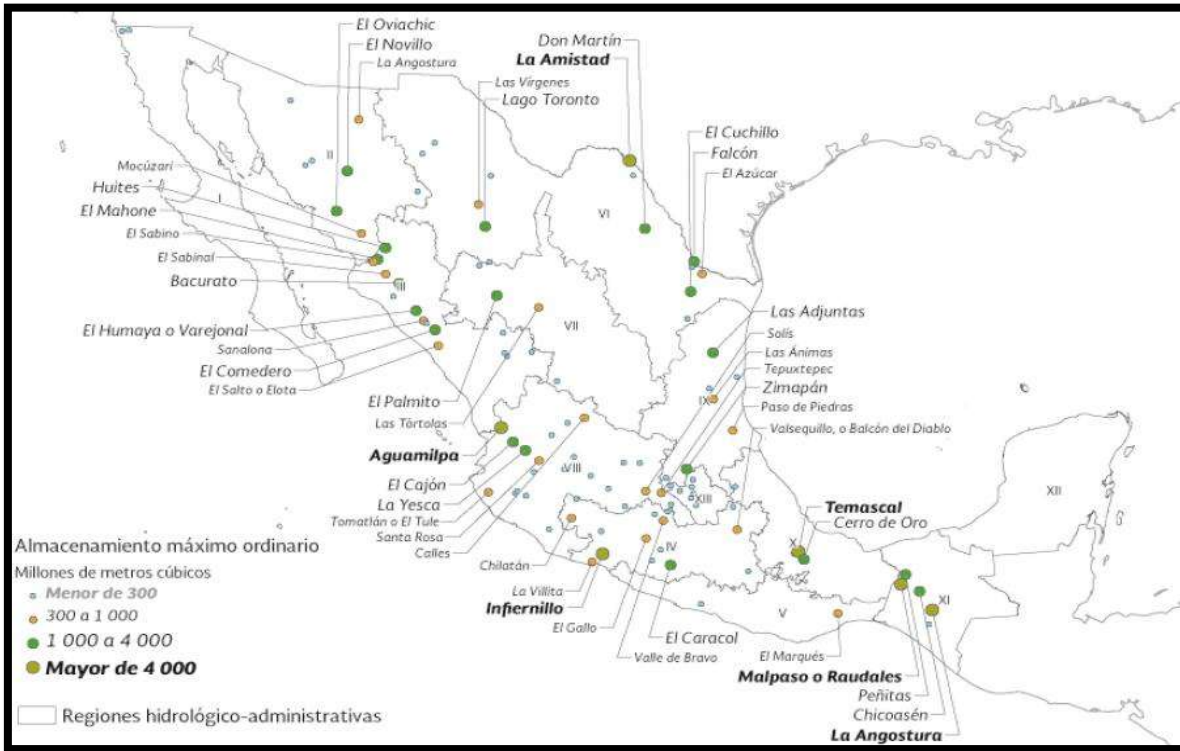


Imagen 15 Presas 2012 (CNA, Estadísticas del Agua en Mexico, 2013)

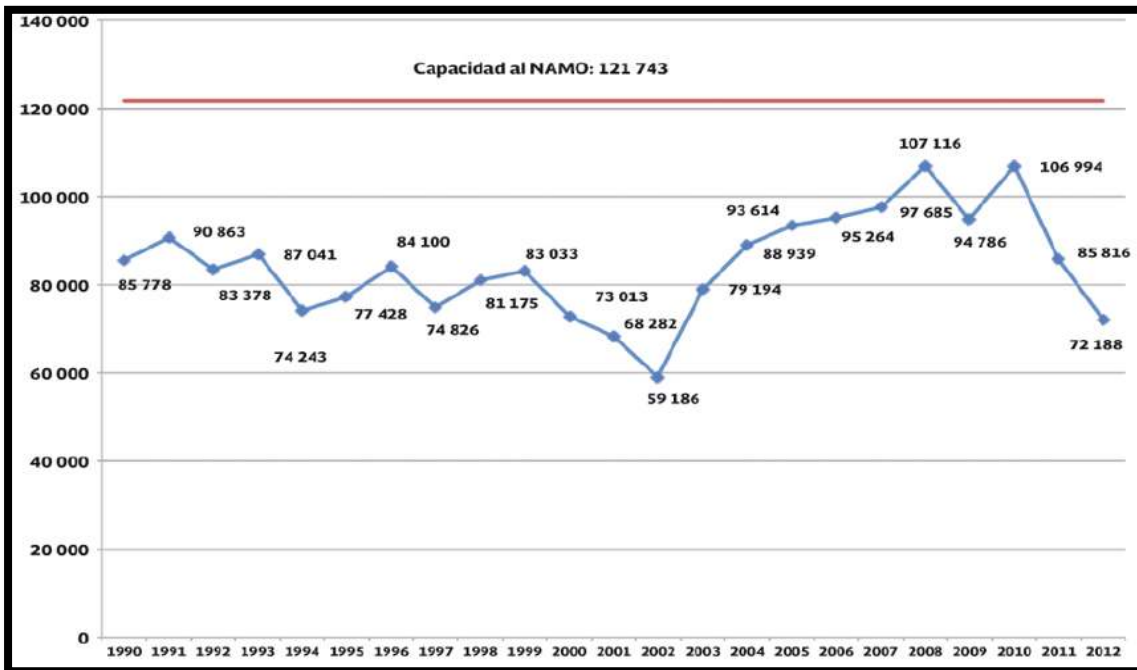


Imagen 16 : Volumen en las 172 presas (hm3) (CNA, Estadísticas del Agua en Mexico, 2013)



1.17.- INFRAESTRUCTURA HIDROAGRÍCOLA

En México el área con infraestructura que permite el riego es de aproximadamente 6.4 millones de hectáreas, de las cuales 3.4 millones corresponden a 85 distritos de riego (DR) y los tres millones restantes a más de 39 mil unidades de riego (UR). En muchos casos solo se construyeron las redes de canales y drenes principales, quedando las obras parcelarias a cargo de los usuarios. Esto, sumado a varias décadas por la insuficiencia de recursos económicos para su conservación y mejoramiento, propicio una baja en la eficiencia global del manejo del agua. (CNA, Estadísticas del Agua en Mexico, 2013)

Cabe destacar que el rendimiento de la superficie bajo régimen de irrigación es superior al correspondiente a la agricultura de temporal, para los principales cultivos por superficie cosechada, el maíz grano, sorgo grano y frijol, el rendimiento de los cultivos de riego, medido en ton/ha, fue de 2.2 a 3.3 veces mayor que el de los cultivos de temporal. (CNA, Estadísticas del Agua en Mexico, 2013)

- DISTRITOS DE RIEGO (DR)

Son proyectos de irrigación desarrollados por el Gobierno Federal desde 1926, año de creación de la Comisión Nacional de irrigación, e incluyen diversas obras, tales como vasos de almacenamiento, derivaciones directas, platas de bombeo, pozos, canales y caminos, entre otros. (CNA, Estadísticas del Agua en Mexico, 2013)

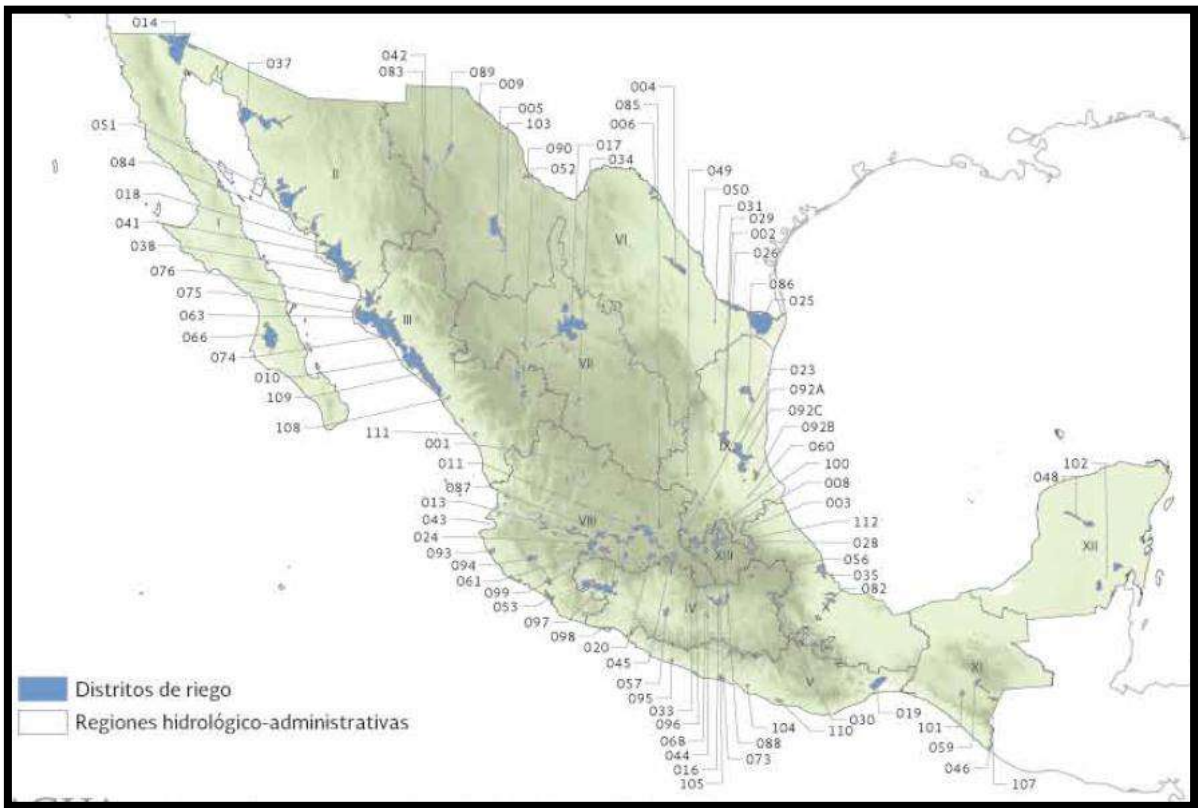


Imagen 17 Distritos de riego (CNA, Estadísticas del Agua en Mexico, 2013)

Distritos de riego hidrológico-administrativo					
Región	Número de Distritos de Riego.	Superficie Total (ha)	Usuarios	Superficie Física Regada, año agrícola 2011/12 (ha)	Volumen Distribuido (hm3)
I Península de Baja California	2	245,685	18,333	212, 473	2,536,805
II Noroeste	7	551,296	37,575	388,167	3,782,110
III Pacifico Norte	9	788,069	84,459	684,420	5,335,633
IV Balsas	9	205,161	56,782	152,222	2,350,416
V Pacifico Sur	5	69,741	11,203	32,007	616,812
VI Rio Bravo	12	468,395	30,675	359,395	3,137,856
VII Cuencas Centrales del Norte	1	116,549	33,371	57,654	956,546
VIII Lerma-Santiago-	14	488,414	88,787	317,386	3,346,261



Pacífico					
IX Golfo Norte	13	259,640	26,122	132,600	1,091,034
X Golfo centro	2	40,982	6,692	32,331	638,216
XI Frontera Sur	4	35,822	6,636	28,320	350,154
XII Península de Yucatán	2	14,356	4,956	13,538	71,534
XIII Aguas del Valle de México	5	97,908	66,016	88,504	1,462,947
Total	85	3,382,020	471,607	2,499,018	25,676,323

Tabla 19 (CNA, Estadísticas del Agua en Mexico, 2013)

El agua empleada den los distritos de riego se aprovecha por gravedad o por bombeo. A su vez, la fuente superficial puede ser una presa, derivación o bombeo directo de la corriente; en tanto que la fuente subterránea se aprovecha necesariamente a través del bombeo de pozos. (CNA, Estadísticas del Agua en Mexico, 2013)

La productividad del agua de los distritos de riego es un indicador clave para evaluar la eficiencia con la que se utiliza el agua para la producción de alimentos, que dependen de la conducción desde la fuente de abastecimiento hasta las parcelas y su utilización. (CNA, Estadísticas del Agua en Mexico, 2013)

Cabe aclarar que la productividad del agua puede tener una gran variación en función de las condiciones meteorológicas, así como de las características fenológicas de cada cultivo. Los principales cultivos por superficie cosechada dieron maíz grano y sorgo grano, que representaron juntos el 38.1% de la superficie. Con la creación de la CONAGUA en 1989 y la promulgación de la nueva Ley de Aguas Nacionales en 1992, se dio inicio la trasferencia de los distritos de riego a los usuarios, apoyada en un programa de rehabilitación parcial de la infraestructura que se concesiona en módulos de riego a las asociaciones de usuario. (CNA, Estadísticas del Agua en Mexico, 2013)

- UNIDADES DE RIEGO (UR)

También llamadas Urderales, son operadas por ejidatarios y pequeños propietarios, que en algunos casos se encuentran organizados en las unidades. A partir del ciclo 2004-2005 se comenzó a generar estadística anual. (CNA, Estadísticas del Agua en Mexico, 2013)



Superficie Cosechada, producción y Rendimiento de unidades de riego por región hidrológico-administrativa, año agrícola 2011-2012				
Región.		Superficie Cosechada (ha)	Producción(ton)	Rendimiento(ton/ha)
I	Península de Baja california	212,425	3,738,168	17.60%
II	Noroeste	406,820	3,509,066	8.63%
III	Pacífico Norte	692,127	8,427,865	12.18%
IV	Balsas	153,846	3,591,730	23.53%
V	Pacífico Sur	38,156	559,967	14.68%
VI	Río Bravo	376,449	4,139,960	11.00%
VII	Cuencas Centrales del Norte.	57,654	1,894,332	32.86%
VIII	Lerma-Santiago-Pacífico	425,244	7,513,477	17.67%
IX	Golfo Norte	220,798	4,935,963	22.36%
X	Golfo centro	33,097	2,442,607	73.80%
XI	Frontera Sur	40,017	1,592,079	39.79%
XII	Península de Yucatán	13,538	651,322	48.11
XIII	Aguas del valle de México.	93,638	4,660,817	49.77%
Total		2,763,809	47,657,353	17.24%

Tabla 20 (CNA, Estadísticas del Agua en Mexico, 2013)

- DISTRITOS DE TEMPORAL TECNIFICADO (DTT)

En las planicies tropicales y subtropicales del país en donde existe un exceso de humedad y constantes inundaciones, el Gobierno Federal construyo los Distritos de temporal tecnificado (DTT), en los que se construyeron obras hidráulicas para el desalojo de los excedentes de agua. (CNA, Estadísticas del Agua en Mexico, 2013)

Se ilustra a continuación las principales características de los distritos de temporal tecnificado (DTT). Al igual que los distritos de riego, los DTT se han transferido paulatinamente a los usuarios organizados. (CNA, Estadísticas del Agua en Mexico, 2013)



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

Características de los distritos de temporal tecnificado						
No.	Clave	Nombre	Región Hidrológica-Administrativa	Entidad Federativa	Superficie (miles de Ha)	Usuarios (número)
1	1	La Sierra	XI Frontera Sur	Tabasco	32.1	1,178
2	2	Zanapa Tonalá	XI frontera Sur	Tabasco	106.9	6,919
3	3	Tesechoacán	X Golfo Centro	Veracruz de Ignacio de la Llave	18.0	1,139
4	5	Pujal Coy II	IX Golfo Norte	San Luis Potosí y Tamaulipas	220.0	9,987
5	6	Acapetagua	XI Frontera Sur	Chiapas	103.9	5,050
6	7	Centro de Veracruz	X Golfo Centro	Veracruz de Ignacio de la Llave	75.0	6,367
7	8	Oriente de Yucatán	XII Península de Yucatán	Yucatán	667.0	25.021
8	9	El Bejuco	III Pacífico Norte	Nayarit	25.4	2,261
9	10	San Fernando	IX Golfo Norte	Tamaulipas	505.0	13,975
10	11	Margaritas-Comitán	XI Frontera Sur	Chiapas	48.0	5,397
11	12	Chontalpa	XI Frontera Sur	Tabasco	91.0	5,000
12	13	Balacán-Tenosique	XI Frontera Sur	Tabasco	115.3	4,289

Tabla 21 (CNA, Estadísticas del Agua en Mexico, 2013)

Características de los distritos de temporal tecnificado						
N.	Clave	Nombre	Región hidrológico Administrativa	Entidad federativa	Superficie (miles de ha)	Usuarios (número)
13	15	Ezná-yohaltun	XII Península de Yucatán	Campeche	85.1	1 120
14	16	Sanes Huasteca	XI Frontera Sur	Tabasco	26.4	1 321
15	17	Tapachula	XI Frontera Sur	Chiapas	94.3	5 852
16	18	Huixtla	XI Frontera Sur	Chiapas	107.6	6 010
17	20	Margaritas-Pijjapan	XI Frontera Sur	Chiapas	68.0	4 712
18	23	Isla Rodríguez-clara	X Golfo Centro	Veracruz de Ignacio de la Llave	13.7	627
19	24	Zona sur de Yucatán	XII Península de Yucatán	Yucatán	67.3	880
20	25	Río verde	XII Península de Yucatán	Campeche	134.9	1 984
21	26	Valle de Ucum	XII Península de Yucatán	Quintana Roo	104.8	1 739
22	27	Frailesca	XI Frontera Sur	Chiapas	56.8	3 083



23	35	Los Naranjos	X Golfo Centro	Veracruz de Ignacio de la Llave	92.6	6 045
Total					2859.1	119 956

Tabla 22 (CNA, Estadísticas del Agua en Mexico, 2013)

1.18.-INFRAESTRUCTURA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO

- COBERTURA DE AGUA POTABLE.

La CONAGUA considera que la cobertura de agua potable incluye a las personas que tienen agua entubada dentro de la vivienda, fuera de la vivienda, pero dentro del terreno; de la llave pública, o bien de otra vivienda, el 90.9% de la población tenía cobertura de agua potable. La CONAGUA estimada que al cierre del 2012, la cobertura de agua potable fue de 92%, desglosándose en 95.5% de cobertura en zonas urbanas y 80.3% en zonas rurales. (CNA, Estadísticas del Agua en Mexico, 2013)

La cobertura para la población en localidades grandes, mayores de 100 mil habitantes, se incrementa más rápidamente que en localidades más pequeñas.

- COBERTURA DE ALCANTARILLADO

Por otro lado, la CONAGUA considera que la cobertura de alcantarillado incluye a las personas que tienen conexión a la red de alcantarillado o una fosa séptica, o bien a un desagüe, barranca, grieta, lago o mar. La CONAGUA estima que la cobertura de alcantarillado fue de 90.5%, compuesta de 96.5% de cobertura en zona urbanas y 70.1% en zonas rurales. (CNA, Estadísticas del Agua en Mexico, 2013)

Como en el caso del agua potable. La evolución de la población con cobertura de alcantarillado es también diferencial respecto del rango de población de localidad. En este caso la población con cobertura de alcantarillado en localidades rurales se incrementó significativamente a partir del 2000. (CNA, Estadísticas del Agua en Mexico, 2013)

En la imagen se explica gráficamente la evolución de la población con cobertura de alcantarillado y la población total considerado en ambos casos su componentes tanto rural como urbana.

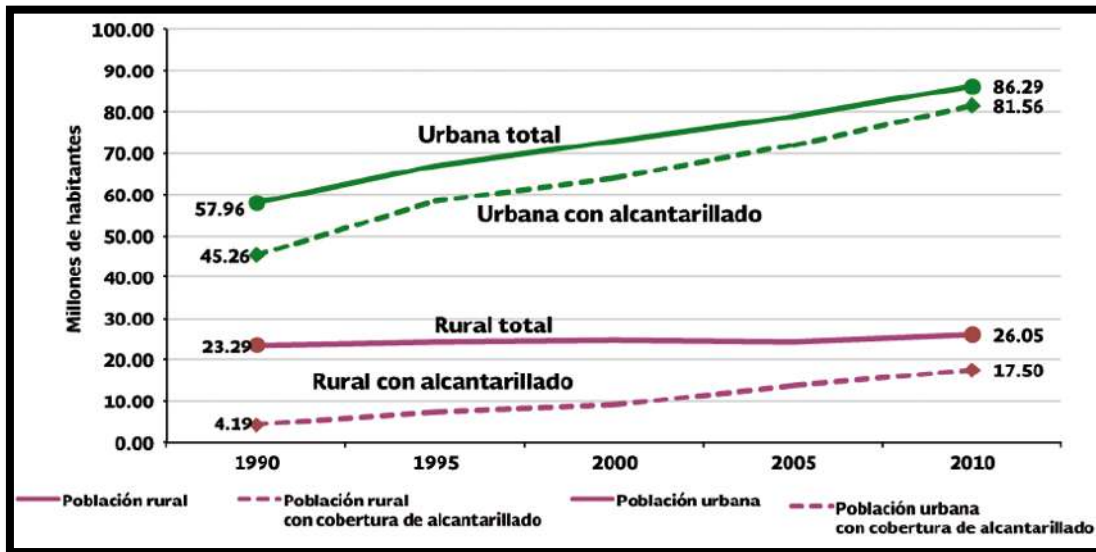


Imagen 18 Evolución de población rural y urbana con cobertura de agua potable (millones de habitantes) (CNA, Estadísticas del Agua en Mexico, 2013)

La evolución de las coberturas tanto en agua potable como en alcantarillado, considerado los ámbitos urbanos y rurales como se muestra en la tabla siguiente. (CNA, Estadísticas del Agua en Mexico, 2013)

Cobertura de la población nacional con agua potable y alcantarillado, según ámbito urbano y rural en México, serie de años censales de 1990 a 2010					
Población	Censo 1990 (%)	Conteo 1995 (%)	Censo 2000 (%)	Censo 2005 (%)	Censo 2010 (%)
	12/mar/90	5/nov/95	14/mar/00	17/oct/05	25/jun/10
Agua potable					
Urbana	89.36	92.94	94.60	95.03	95.59
Rural	51.22	61.39	67.95	70.61	75.69
Total	78.39	84.58	87.80	89.20	90.94
Alcantarillado					
Urbana	79.01	87.79	89.62	94.47	96.28
Rural	18.09	29.71	36.71	57.48	67.74
Total	61.48	72.40	76.18	85.62	89.61

Tabla 23 (CNA, Estadísticas del Agua en Mexico, 2013)

En la siguiente tabla se muestra las coberturas de agua potable y alcantarillado por región hidrológico-administrativa (RHA). Se observa que los mayores rezagos en agua potable se presentan en las regiones V Pacífico Sur, IX Golfo Norte, X Golfo Centro y XI Frontera Sur; en tanto que para alcantarillado los rezagos se concentran en las regiones V Pacífico Sur, IX Golfo Norte, X Golfo Centro y XII Península de Yucatán. (CNA, Estadísticas del Agua en Mexico, 2013)



por región hidrológico-administrativa, serie de años censales de 1990 a 2010 (porcentaje)											
No	Región	Agua potable					Alcantarillado				
		12/May/90	05/Nov/95	14/Feb/00	17/Oct/05	25/Jun/10	12/May/90	05/Nov/95	14/Feb/00	17/Oct/05	25/Jun/10
I	Península de Baja California	81.30	87.37	92.03	92.87	95.46	65.24	75.80	80.61	89.04	93.08
II	Noroeste	89.73	93.25	95.25	94.78	96.28	62.57	71.48	76.47	84.60	88.08
III	Pacífico Norte	78.68	85.58	88.82	89.04	91.29	51.65	63.94	69.89	82.65	87.45
IV	Balsas	72.84	81.08	83.23	84.45	85.76	48.84	63.00	67.52	81.35	86.87
V	Pacífico Sur	59.16	69.02	73.24	73.48	75.60	33.31	46.48	47.36	63.28	72.55
VI	Rio Bravo	91.78	94.42	96.09	96.12	97.00	73.93	83.96	88.24	93.76	95.42
VII	Cuencas Centrales del Norte	83.20	87.93	90.87	93.30	95.04	55.44	65.28	73.31	85.60	90.72
VIII	Lerma-Santiago-Pacífico	84.16	90.29	92.21	93.36	94.86	67.98	79.78	82.51	90.08	93.05
IX	Golfo Norte	57.65	67.76	75.49	80.86	84.94	33.94	42.16	49.98	65.26	72.98
X	Golfo Centro	58.80	64.60	71.94	77.20	81.24	45.89	55.93	60.11	74.82	81.60
XI	Frontera Sur	56.68	65.43	73.26	74.41	78.51	45.49	62.27	67.67	80.75	85.61
XII	Península de Yucatan	73.98	84.85	91.89	94.10	94.22	45.06	57.54	63.17	76.34	84.48
XIII	Aguas del Valle de México	92.52	96.26	96.86	96.53	96.79	85.86	93.14	94.40	97.21	97.82
Nacional		78.39	84.58	87.83	89.20	90.94	61.48	72.40	76.18	85.62	89.61

Tabla 24 (CNA, Estadísticas del Agua en México, 2013)

- ACUEDUCTOS

Existen más de tres mil Kilómetros de acueductos en México que llevan agua a diversas ciudades y comunidades rurales del país, con una capacidad total de más de 112 metros cúbicos por segundo. (CNA, Estadísticas del Agua en México, 2013)

- SISTEMA CUTZAMALA

El Sistema Cutzamala, el cual abastece a once delegaciones del Estado de México, es uno de los sistemas de abastecimiento de agua potable más grande del mundo, no solo por la cantidad de agua que suministra (aproximadamente 485 millones de metros cúbicos anualmente), si no por el desnivel (1,100 m) que se vece. Apotrar el 17% del abastecimiento por todos los usos de la Cuenca del Valle de México, calculando en 88 m3/s, que se complementa con el Sistema Lerma

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

(5%), con ríos y manantiales (3%) y reusó del agua (7%). (CNA, Estadísticas del Agua en Mexico, 2013)

El bombeo del sistema, necesario para vencer el desnivel, ocasiona un significativo consumo de electricidad de 1.37 Twh. El Sistema Cutzamala está integrado por siete presas derivadas y almacenamiento, seis estaciones de bombeo y una planta potabilizadora. (CNA, Estadísticas del Agua en Mexico, 2013)

La ubicación del sistema y el desnivel que se tiene que vencer desde la parte más baja en la Planta de Boleo No1 para conducir el agua a la planta potabilizadora “Los Berros” y de ahí, mediante la Planta de Bombeo No.5, transferir el volumen a la Torre de Oscilación No.5 y posteriormente conducir por gravedad a la Zona Metropolitana del Valle de México. (CNA, Estadísticas del Agua en Mexico, 2013)



Imagen 19 Sistema Cutzamala (CNA, Estadísticas del Agua en Mexico, 2013)

Cabe comentar que el Sistema Cutzamala está sujeto a las variaciones en el régimen hidrológico de sus elementos. En los últimos años se han presentado disminuciones en el volumen de las presas de almacenamiento del sistema. (CNA, Estadísticas del Agua en Mexico, 2013)



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

Volúmenes y caudales suministrados por el Sistema Cutzamala			
Año	Volumen hm ³ /año		
	Entrega al Distrito Federal	Entrega al Estado de México	Total
1991	238.92	78.11	317.03
1992	224.89	89.66	314.55
1993	251.79	90.44	342.23
1994	304.34	106.31	410.65
1995	309.12	121.39	430.51
1996	305.63	145.66	451.29
1997	320.71	159.17	479.88
1998	313.07	141.64	454.72
1999	319.30	159.45	478.75
2000	306.70	176.55	483.25
2001	303.14	173.35	476.49
2002	303.66	175.99	479.65
2003	310.70	185.23	495.93
2004	310.67	177.73	488.40
2005	310.39	182.80	493.19
2006	303.53	177.26	480.79
2007	303.90	174.56	478.46
2008	306.25	179.47	485.72
2009	244.60	155.38	399.97
2010	266.85	165.84	432.69
2011	296.46	182.17	478.63
2012	272.54	190.96	463.50

Tabla 25 (CNA, Estadísticas del Agua en Mexico, 2013)

- PLANTAS POTABILIZADORAS

Las plantas potabilizadoras municipales condicionan la calidad del agua de las fuentes superficiales y/o subterráneas al uso público urbano, durante el último registro en el 2012 se potabilizaron 96.4 m³/s en las 699 plantas en operación del país. *(CNA, Estadísticas del Agua en Mexico, 2013)*

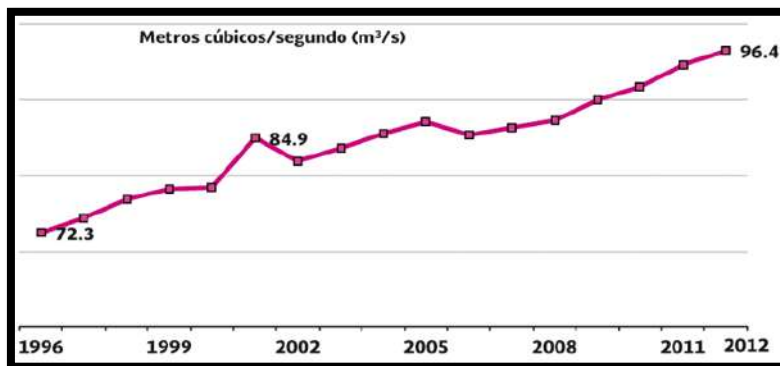


Imagen 20 Caudal potabilizado municipal



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

La distribución de las plantas potabilizadoras es en base a las regiones hidrológico-administrativa. *(CNA, Estadísticas del Agua en Mexico, 2013)*

Plantas potabilizadoras en operación por región hidrológico-administrativo				
Región		Número de plantas en operación	Capacidad instalada (m3/s)	Caudal potabilizado (m3/s)
I	Península de Baja California	48	12.37	6.85
II	Noroeste	23	4.03	1.99
III	Pacífico Norte	158	9.64	8.37
IV	Balsas	23	22.89	17.25
V	Pacífico Sur	9	3.23	2.61
VI	Río Bravo	59	26.44	16.42
VII	Cuencas Centrales del Norte	87	0.56	0.40
VII	Lerma-Santiago-Pacífico	128	20.04	15.05
IX	Golfo Norte	44	8.16	7.24
X	Golfo Sur	11	6.84	4.34
XI	Frontera Sur	46	14.64	11.07
XII	Península de Yucatán	1	0.01	0.01
XII	Aguas del Valle de México	62	6.27	4.86
TOTAL		699	135.13	96.45

Tabla 26 (CNA, Estadísticas del Agua en Mexico, 2013)

1.19.- TRATAMIENTO DEL AGUA

- DESCARGA DE AGUA RESIDUAL.

Las descargas de aguas residuales se clasifican en municipales e industriales. Las municipales corresponden a las que son manejadas en los sistemas de alcantarillado urbano y rural, en tanto que las segundas son aquellas descargas directamente a los cuerpos receptores de propiedad nacional, como es el caso de la industria autoabastecida. *(CNA, Estadísticas del Agua en Mexico, 2013)*

Descargas de aguas residuales municipales y no municipales		
Centros Urbanos (Descargas municipales)		
Aguas residuales	7.24	Miles de hm ³ /año (229.7 m ³ /s)
Se recolectan en alcantarillado	6.63	Miles de hm ³ /año (210.2 m ³ /s)
Se trata	3.15	Miles de hm ³ /año (99.8 m ³ /s)
Se genera	1.96	Millones de toneladas de DBOs al año
Se recolectan en alcantarillado	1.79	Millones de toneladas de DBOs al año
Se remueven en los sistemas de tratamiento	0.69	Millones de toneladas de DBOs al año
Usos no municipales, incluyendo a la industria		
Aguas residuales	6.61	Miles de hm ³ /año (209.84 m ³ /s)
Se trata	1.91	Miles de hm ³ /año (60.53 m ³ /s)
Se generan	9.92	Millones de toneladas de DBOs al año
Se remueven en los sistemas de tratamiento	1.30	Millones de toneladas de DBOs al año

Tabla 27 (CNA, Estadísticas del Agua en Mexico, 2013)



- PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES MUNICIPALES.

Durante el año 2012 las 2,342 planta en operación en el país trataron 99.8 m³/s, es decir el 47.5% de los 210.2 m³/s recolectores en los sistemas de alcantarillado. Cabe destacar que las plantas de tratamiento de aguas residuales en operación por región hidrológico-administrativa como se muestra a continuación. (CNA, Estadísticas del Agua en Mexico, 2013)

Plantas de tratamientos de aguas residuales en operación por región hidrológica-administrativa				
Región		Número de plantas en operación	Capacidad instalada (m ³ /s)	Caudal tratado (m ³ /s)
I	Península de Baja California	62	9.2	6.4
II	Noroeste	101	5.2	3.3
III	Pacífico Norte	342	10.1	7.8
IV	Balsas	207	9.8	7.3
V	Pacífico Sur	87	4.6	3.5
VI	Río Bravo	227	33.4	22.1
VII	Cuencas Centrales del Norte	138	6.0	4.8
VII	Lerma-Santiago-Pacífico	588	29.7	23.0
IX	Golfo Norte	117	5.7	4.3
X	Golfo Sur	145	7.3	5.6
XI	Frontera Sur	119	3.7	2.6
XII	Península de Yucatán	89	3.0	2.0
XII	Aguas del Valle de México	120	12.2	7.9
TOTAL		2342	140.1	99.8

Tabla 28 (CNA, Estadísticas del Agua en Mexico, 2013)

- PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES.

Durante el años 2012, la industria trato 60.5 m³/s de aguas residuales, en 2,530 plantas en operación a nivel nacional. En la siguiente grafica se muestra el proceso de tratamiento industrial. (CNA, Estadísticas del Agua en Mexico, 2013)

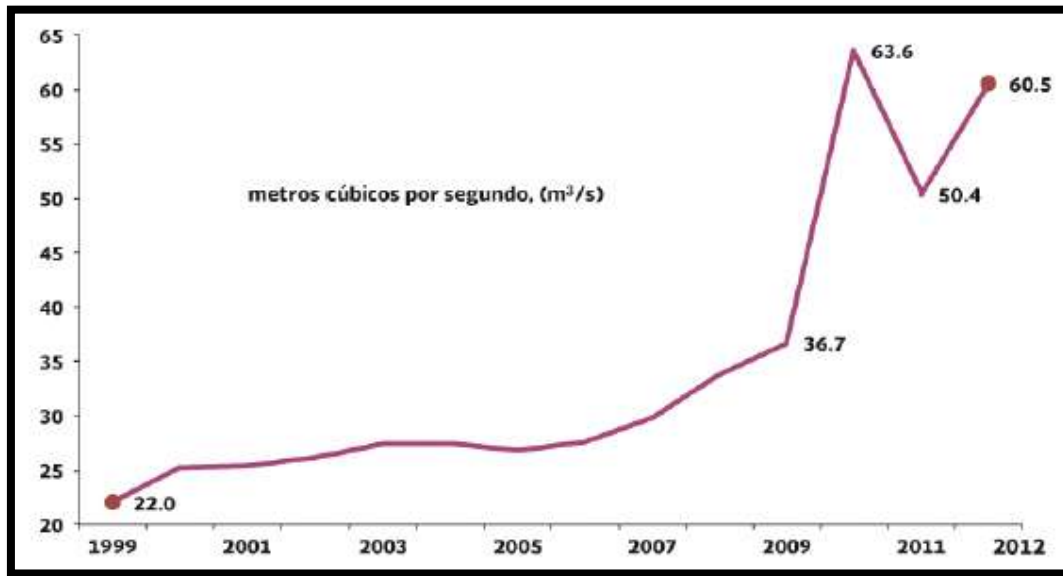


Imagen 21 : Caudal de aguas residuales tratadas, serie anual 1999 a 2012 (CNA, Estadísticas del Agua en Mexico, 2013)

Tipos de tratamientos de aguas residuales industriales				
Tipo de tratamiento	Propósito	Número de plantas	Gastos de operación	Porcentaje
Primario	Ajustar el pH y remover materiales orgánicos y/o inorgánicos en suspensión con tamaño igual o mayor a 0.1 mm	796	21691	31.46
Secundario	Remover materiales orgánicos coloidales y disueltos	1518	34741	60.00
Terciario	Remover materiales disueltos que incluyen gases, sustancias orgánicas naturales y sintéticas, iones, bacterias y virus	74	1171	2.92
No especifica		142	2928	5.61
TOTAL		2530	60532	100.00

Tabla 29 (CNA, Estadísticas del Agua en Mexico, 2013)

1.20.- MARCO JURÍDICO PARA EL USO DE LAS AGUAS NACIONALES.

La ley de Aguas Nacionales (LAN) establece que la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales se realiza mediante títulos de concesión o asignación otorgando por el Ejecutivo Federal a través de la CONAGUA, por medio de los OC o directamente por esta cuando así le competa, de acuerdo con las reglas y condiciones que dispone la LAN y su reglamento. De manera similar, para la descarga de aguas residuales, es necesario contar con un permiso de



descarga expedido por esta misma institución. (CNA, Estadísticas del Agua en Mexico, 2013)

- DERECHOS POR EXPLOTACIÓN USO O APROVECHAMIENTO DE AGUAS NACIONALES.

Las personas físicas y morales están obligadas al pago del derecho sobre las aguas nacionales que use, exploten o aprovechen, bien sea de hecho o al amparo de título de asignación, concesión, autorización o permiso otorgados por el Gobierno Federal. También aquella que descarguen en forma permanente, intenten o fortuita aguas residuales en ríos, cuencas, vasos, aguas marinas y demás depósitos o corrientes de agua, así como en los sueños o las infiltren en terrenos que sean bienes nacionales o que puedan contaminar el subsuelo o los acuíferos. Asimismo están las que usen, gocen o aprovechen bienes del dominio público de la federación en los puestos, terminales e instalaciones portuarias, la zona federal marítima, los discos, causes, vasos, zonas de corrientes y depósitos de propiedad nacional. (CNA, Estadísticas del Agua en Mexico, 2013)

Para el cobro de los derechos por explotación, uso o aprovechamiento de aguas, la república mexicana se encuentra dividida en nueve zonas de disponibilidad. La lista de municipios que presenten a cada zona de disponibilidad se encuentra en el artículo 231 de la ley Federal de Derechos (LFD), actualizada anualmente. (CNA, Estadísticas del Agua en Mexico, 2013)

1.21.-HUMEDALES.

Los humedales constituyen un eslabón básico e insustituible del ciclo del agua. Su conservación y manejo sustentable puedan asegurar la riqueza biológica y los servicios ambientales, que estos prestan, tales como el almacenamiento del agua, la conservación de los acuíferos, la purificación del agua mediante la retención de nutrientes, sedimentos y contaminantes, la protección contra tormentas y mitigación de inundaciones, la estabilización de los litorales y el control de la erosión. (CNA, Estadísticas del Agua en Mexico, 2013)

Estos ecosistemas han sufrido procesos de transformación con diversos fines, y su desconocimiento y manejo inadecuado constituyen algunos de los principales problemas que atentan contra su conservación en México. (CNA, Estadísticas del Agua en Mexico, 2013)

A finales del 2013 se habían inscrito 138 humedales mexicanos en la Convención Ramsar, llevado la superficie total del país inscrita a nueve millones de hectáreas, con incremento de siete humedales. (CNA, Estadísticas del Agua en Mexico, 2013)



Imagen 22 (CNA, Estadísticas del Agua en Mexico, 2013)



CAPÍTULO 2

SISTEMA DEALCANTARILLADO.



2.1.- SISTEMAS DE ALCANTARILLADO.

Los sistemas de alcantarillado pueden ser de dos tipos: convencionales o no convencionales. Los sistemas de alcantarillado sanitario han sido ampliamente utilizados, estudiados y estandarizados. Don sistemas con tuberías de grandes diámetros que permiten una gran flexibilidad en operación del sistema, debida en muchos casos a la incertidumbre en los parámetros que definen el caudal: densidad poblacional y su estimación futura, mantenimiento inadecuado o nulo. Los sistemas de alcantarillado no convencionales surgen como una respuesta de saneamiento básico de poblaciones de bajo recursos económicos, son sistemas poco flexibles, que requieren de mayor definición y control, mantenimiento intensivo y, en gran medida, de la cultura en la comunidad que acepte y controle el sistema dentro de las limitaciones que estos pueden tener. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

1.- los sistemas convencionales de alcantarillado se clasifican en:

Alcantarillados sanitario: es aquel en el cual se independiza la evaluación de aguas residuales y lluvia.

- A. Alcantarillado sanitario: sistema diseñado para recolectar exclusivamente las aguas residuales domestica e industriales.
- B. Alcantarillado pluvial: sistema de evaluación de la escorrentía superficial producida por la precipitación.

Alcantarillado combinado: conduce simultáneamente las aguas residuales, domesticas e industriales, y las aguas de lluvia.

2.-los sistemas de alcantarillados no convencionales se clasifican según el tipo de tecnología aplicada y en general se limita a la evaluación de las aguas residuales.

- A. Alcantarillado simplificado:** un sistema de alcantarillado sanitario simplificado se diseña con los mismos alineamientos de un alcantarillado convencional, pero teniendo en cuenta la posibilidad de reducir diámetros y disminuir distancias entre pozos al disponer de mejores equipos de mantenimiento.
- B. Alcantarillado condominiales:** son los alcantarillados que recogen las aguas residuales de pequeño grupo de viviendas, menores a una hectárea, y las conduce a un sistema de alcantarillado convencional.
- C. Alcantarillado sin arrastre de sólidos.** Conociendo también como alcantarillados a presión, son sistemas en los cuales se eliminan los sólidos de los efluentes de la vivienda por medio de un tanque interceptor. El agua es trasportada luego a una planta de tratamiento o



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

sistema de alcantarillado convencional a través de tuberías de diámetro de energía uniforme y que, por tanto, pueden trabajar a presión en algunas secciones.

El tipo de alcantarillado que se use depende de las características del tamaño, topografía y condiciones económicas del proyecto. Por ejemplo, en algunas localidades pequeñas, con determinadas condiciones topográficas, se podrían pensar en un sistema de alcantarillado sanitario inicial, dejando correr las aguas de lluvia por las calles, lo que permite aplazar las construcciones de sistema de alcantarillado pluvial hasta que sea una necesidad. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

Unir las aguas residuales con las de lluvia, alcantarillado combinado, es una solución económica inicial desde el punto de vista de la recolección, pero no será tanto cuando se piense en la solución global de saneamiento que incluye la planta de tratamiento de aguas residuales, por las variación de los caudales, lo que genera perjuicios en el sistema de tratamiento de aguas. Por tanto hasta donde sea posible se recomienda la separación de los sistemas de alcantarillado de aguas residuales y pluviales. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

Un sistema de alcantarillado por vacío consiste en un sistema de tubería, herméticas, que trabajan con una presión negativa, vacío, que conducen aguas de desecho a una estación de vacío, de donde don conducidas a un colector que las llevara a una planta de tratamiento o a un vertedor. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

Un sistema de alcantarillado por vacío consta de cuatro componentes principales:

- Las líneas de gravedad de las casas a la caja de válvulas
- La válvula de vacío y líneas de servicio.
- Las líneas de vacío.
- La estación de vacío.

Las líneas de gravedad que se instalan comúnmente como parte de un sistema convencional por gravedad son adecuadas para su uso como parte del sistema de alcantarillado por vacío. Las líneas de gravedad de 4" o 6" se instalan generalmente con una pendiente del 2% del edificio hacia la línea colectora, las cuales deberán contar con una línea de aire. Las líneas por gravedad deberán construirse con tuberías PVC-21, las cuales descargan en un tanque de colectores, donde se encuentra la caja de la válvula de vacío. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

Las válvulas de vacío deben operar sin electricidad. A medida que el nivel de las aguas negras en el tanque se eleva, presuriza el aire contenido en la manguera del sensor. El aire a presión opera la unidad controlador/ sensor a través de una válvula de tres fases que aplica vacíos de línea al operador de la válvula. Este abre la válvula y activa un temporizador ajustable en el controlador. Después de un periodo de tiempo preestableció la válvula se cierra. Una vez que las aguas negras han sido evacuadas, a través de las líneas colectoras, una cantidad preestablecida de aire se admita para proveer la fuerza de propulsión para las aguas negras. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

Las líneas colectoras de PVC de 3", 4", 6", 8" y 10" se instalan en un perfil en forma de dientes de sierra. Las líneas colectoras principales conectan las cajas de válvula a la estación colectora. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

En este último caso se recomienda un sella de hule tipo Doble-Reiber y solicitar del fabricante que el sello y tubería hayan sido diseñadas para el uso en sistema por vacío. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

La estación colectora central es el corazón del sistema de drenaje por vacío. La maquinaria instalada es similar a la de una estación convencional de rebombeo. El equipo principal comprende un tanque colector, bombas de vacío y bombas de descarga. Las bombas de descarga transfieren las aguas residuales del tanque colector, a través de un emisor, a la planta de tratamiento. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

El tanque colector se fabrica con placa de acero o fibra de vidrio. Las bombas de descarga de aguas negras-normalmente bombas centrifugas horizontales de cárcamo seco deben diseñarse para manejar el flujo máximo de diseño. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

Las bombas de vacío-normalmente bombas de paletas deslizantes y sello de aceite deben poder proporcionar un rango ultimo de vacío cercano de 29" Hg. La potencia de los motores está en función del gasto total pero se encuentra regularmente en el rango de 10 a 25 H.P. bajo condiciones de operación estas bombas deben trabajar de 2 a 3 horas diarias. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

Para el área con gastos inusualmente altos se instala un tanque de reserva de vacío entre el tanque colector y las bombas de vacío-normalmente con un volumen de 400 galones que realiza las siguientes funciones:

- Reduce la posibilidad de que las bombas de vacío reciban agua en condiciones críticas de operación.
- Actúa como una reserva de emergencia.
- Reduce la frecuencia de arranque de las bombas de vacío.

Las bombas de vacío deben diseñarse para manejar el flujo de las válvulas de vacío ajustadas a proporción aire-liquido. Deberá aumentarse un factor que toma en cuenta la expansión del aire en la tubería. Se recomienda un tamaño mínimo de 150 CFM a fin de mantener las velocidades altas del sistema y permitir una más fácil operación del sistema en caso de algún mal funcionamiento del mismo. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

Las bombas de descarga deben diseñarse para manejar el gasto máximo extraordinario. El tamaño de las bombas a descarga debe calcularse conforme a los procedimientos normales de diseño para líneas a presión. Sin embargo debe considerarse una carga adicional de 23 pies para vencer la presión negativa de 20" Hg en el tanque colector. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

Las bombas deben contar con sistemas de doble sello presurizado y lubricado conforme a las especificaciones normales del fabricante y deberán ser del tipo centrifugas horizontales con impulsor inatascable aunque pueden utilizarse bombas sumergidas. Las bombas de descarga deberán contar con válvulas check y válvulas de cierre que les permitan ser aisladas para operaciones de mantenimiento. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

El volumen de operación del tanque colector es la acumulación de aguas negras requerido para el arranque de la bombas de descarga. Normalmente su tamaño se calcula para que el flujo mínimo, la bomba opere cada 15 min. El volumen de tanque colector es de (tres) veces el volumen de operación con un tamaño mínimo de 1,000 galones. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)



2.2.- RED DE ATARJEA.

La red de atarjea tiene por objeto recolectar y trasportar las aportaciones de las descargas de aguas residuales domésticas, comerciales e industriales, hacia los colectores interceptores. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

La red constituida por un conjunto de tuberías por las que son conducidas las aguas residuales captadas. El ingreso del agua a las tuberías es paulatino a lo largo de la red, acumulándose los caudales, lo que da lugar a aplicaciones sucesivas de la sección de los conductos en la medida en que se incrementan los caudales. De esta manera se obtiene en el diseño las mayores secciones en el tramo finales de la red. No es admisible diseñar reducciones en los diámetros en el sentido del flujo cuando se mantiene la pendiente se incrementa podrá diseñarse un diámetro menor siempre cubiendo el gasto de diseño y los límites de velocidad. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

La red se inicia con la descarga domiciliaria o albañal, a partir del parámetro exterior de las edificaciones. El diámetro del albañal en la mayoría de los casos es de 15 cm, siendo este mínimo recomendable, sin embargo, esta dimensión puede variar en función de las disposiciones de las autoridades locales. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

Debe tener una pendiente mínima del 1%. En caso de que el diámetro del albañal sea de 10 cm, se debe considerar una pendiente 2%. Se tiene las atarjeas, localizadas generalmente al centro de las calles, las cuales van recolectando las aportaciones de los albañales. El diámetro mínimo que se utiliza en la red de atarjeas de un sistema de drenaje separado es de 20cm, y su diseño, en general debe seguir la pendiente natural del terreno, siempre y cuando con límites máximos y mínimos de velocidades y la condición mínima de tirante. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

Los pozos de visita deben localizarse en todos los cruceros, cambios de dirección, pendiente y diámetro y para dividir tramos que exceden la máxima longitud recomendada para las maniobras de limpieza y ventilación. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

Con objeto de aprovechar al máximo la capacidad de los tubos, en el diseño de las atarjeas se debe dimensionar cada tramo con el diámetro mínimo, que cumpla las condiciones hidráulicas definidas por el proyecto. Para realizar un análisis adecuado de la red de atarjeas, se requiere considerar, en forma simultánea, las



posibles alternativas de trazo y funcionamiento de colectores, emisores y descarga final. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

En el trazo de atarjeas generalmente se realiza coincidiendo con el eje longitudinal de cada calle y de la ubicación de los frentes de los lotes. Los trazos más usuales se pueden agrupar en forma general en los siguientes tipos:

A. TRAZO EN BAYONETA

Se denomina así al trazo que iniciando en una cabeza de atarjea tiene un desarrollo en zigzag o en escalera.

Características técnicas

Reducir el número de cabeza de atarjeas y permiten un mayor desarrollo de las atarjeas, con lo que los conductos adquieren un régimen hidráulico establecido, logrando con ello aprovechar adecuadamente la capacidad de cada uno de los conductos. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

Requiere de terrenos con pendientes suaves más o menos estables y definidas.

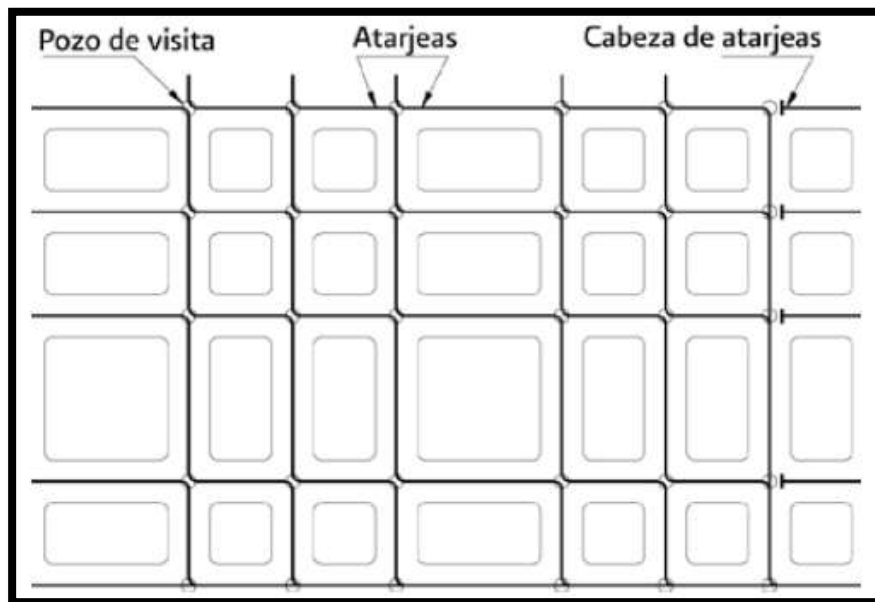


Imagen 23 Trazo de la red de atarjeas en bayoneta. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

B. TRAZO EN PEINE

Se forman cuando existen varias atarjeas con tendencia al paralelismo, empiezan su desarrollo en una cabeza de atarjea, descargando su contenido en una tubería común de mayor diámetro, perpendicular a ella.

Características técnicas

Garantiza aportaciones rápidas y directas de las cabezas de atarjea a la tubería común cada peine, y de estas a los colectores, propiciando rápidamente en un régimen hidráulico establecido. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

Tienen una amplia gama de valores para las pendientes de las cabezas de atarjeas, lo cual resulta útil en el diseño cuando la topografía es muy accidentada.



Imagen 24 Trazo de la red de atarjea en peine (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

C. TRAZO COMBINADO.

Corresponde a una combinación de los dos trazos anteriores y a trazos particulares obligados por los accidentes topográficos de la zona. Aun que cada tipo de trazo tiene características particulares respecto a su uso, el modelo de bayoneta tiene cierta ventaja sobre otros modelos, en lo que se refiere al aprovechamiento de la capacidad de las tuberías. Sin embargo este no es el único punto que se considera en la elección del tipo trazo, pues depende fundamentalmente de las condiciones topográficas del sitio en estudio. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

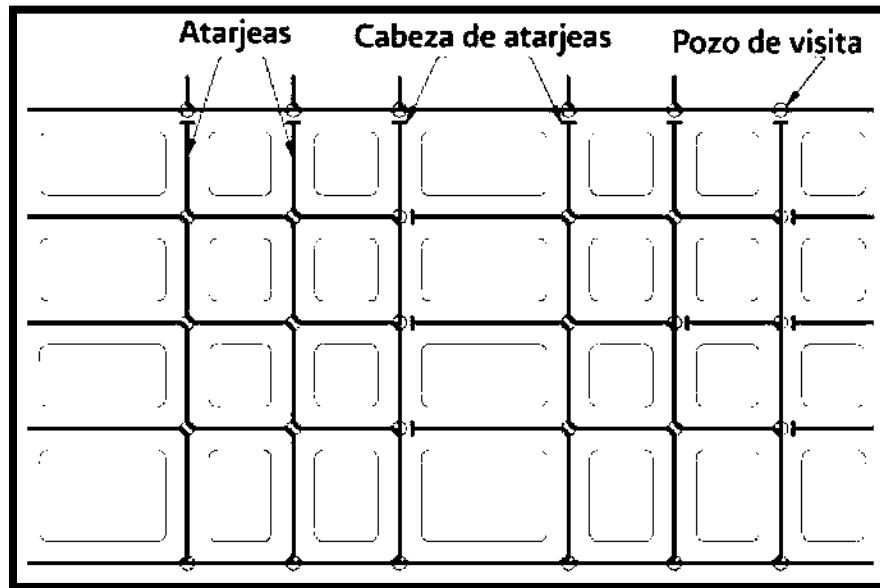


Imagen 25 Trazo combinado en la red de atarjea (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

2.3.- COLECTORES E INTERCEPTORES.

Son las tuberías que tienen aportación de los colectores y terminan en un emisor, en la planta de tratamiento o en un sistema de reusó.

Por razón de economía, los colectores e interceptores deben ser en lo posible una réplica subterránea del drenaje superficial natural. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

2.4.-EMISORES.

Son el conducto que recibe las aguas de uno o varios colectores o interceptores. No recibe ninguna aportación adicional (atarjeas o descargas domiciliarias) en su trayecto y su función es conducir las aguas residuales a la planta de tratamiento o a un sistema de reusó. También se le denomina emisor al conducto que lleva las aguas tratadas (efluente) de la planta de tratamiento al sitio de descarga. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

El escurrimiento debe ser por gravedad, excepto en donde requiere el bombeo para las siguientes condiciones:

- Elevar las aguas residuales de un conducto profundo a otro más superficial, cuando contractivamente no es económico continuar con las profundidades resultantes.
- Conducir las aguas residuales de una cuenca a otra.



- Entregar las aguas residuales a una planta de tratamiento o a una estructura determinada de acuerdo a condiciones específicas que así lo requieran.

EMISORES A GRAVEDAD.

Las aguas residuales de los emisores que trabajan a gravedad generalmente se conducen por ductos cerrados, o bien por estructuras diseñadas especialmente cuando las condiciones de proyecto (gasto, profundidad, etc.) lo ameriten. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

EMISORES A PRESION.

Cuando la topografía no permite que el emisor sea a gravedad, en parte o en su totalidad, será necesario recurrir a un emisor a presión. También la localización de la planta de tratamiento o del sitio de vertido, puede obligar a tener un tramo de emisor a bombeo. En estos casos es necesario construir una estación de bombeo para elevar el caudal de un tramo de emisor a gravedad, a otro tramo que requiera situarse a mayor elevación o bien alcanzar el nivel de aguas máximas extraordinarias del cuerpo receptor, en cuyo caso el tramo de emisor a presión puede ser desde un tramo corto hasta la totalidad del emisor.

El tramo a presión debe ser diseñado hidráulicamente debiendo estudiarse las alternativas necesarias para establecer su localización más adecuada, tipo y clases de tubería, así como las características de la planta de bombeo y la estructura de descarga.

En casos particulares, en los que exista en la localidad zonas sin drenaje natural, se puede utilizar un emisor a presión para transportar el agua residual del punto más bajo de esta zona, a zonas donde existan colectores que drenen por gravedad. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

2.5.- MODELOS DE CONFIGURACIÓN PARA COLECTORES, INTERCEPTORES Y EMISORES.

Para recolectar las aguas residuales de una localidad, se debe seguir un modelo de configuración para el trazo de los colectores, interceptores y emisores el cual fundamentalmente depende de:

- La topografía predominante
- El trazo de las calles
- El o los sitios de vertidos

- La disponibilidad de terreno para ubicar la planta o plantas de tratamiento

En todos los casos deben de realizarse los análisis de alternativas que se requieran, tanto para definir los sitios y números de bombeo a proyectar, como el número de plantas de tratamiento y sitios de vertido, con objeto de asegurar el proyecto de la alternativa técnico-económica más adecuada, con lo cual se elaboran los planos generales y de alternativas. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

MODELO PERPENDICULAR.

En el caso de una comunidad paralela a una corriente, con terreno con una suave pendiente hacia esta, la mejor forma de colectar las aguas residuales se logra colocando tuberías perpendiculares a la corriente. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

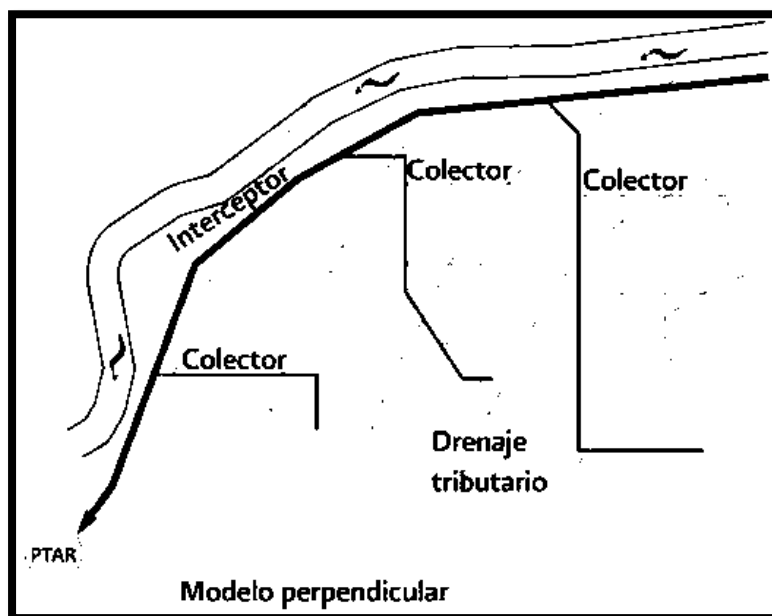


Imagen 26 Modelo perpendicular (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

Adicionalmente debe analizarse la conveniencia de conectar los colectores, con un interceptor paralelo a la corriente, para tener el menor número de descargas.

MODELO RADIAL.

En este modelo las aguas residuales fluyen hacia el exterior de la localidad, en forma radial a través de colectores.

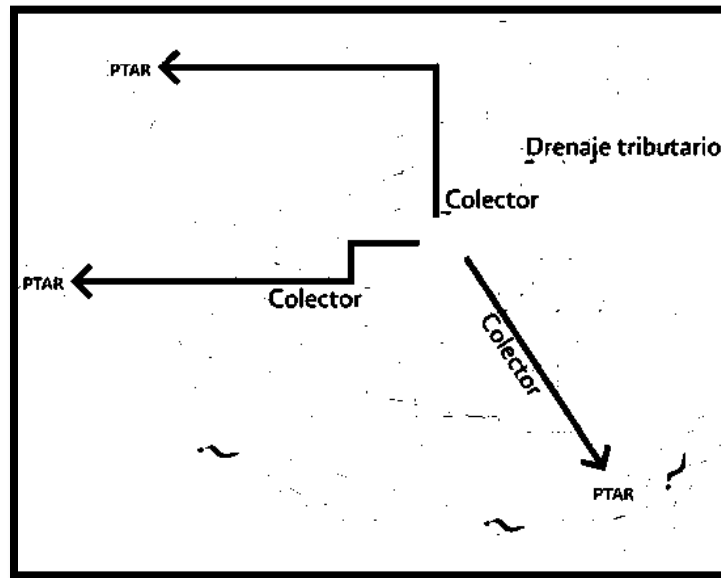


Imagen 27 Modelo radial. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

MODELO DE INTERCEPTORES.

En este tipo de modelo se emplea para recolectar aguas residuales en zonas con curvas de niveles más o menos paralelas, sin grandes desniveles y cuyas tuberías principales (colectores) se conectan a una tubería mayor (interceptor) que en la encargada a transportar las aguas residuales hasta un emisor o una planta de tratamiento. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

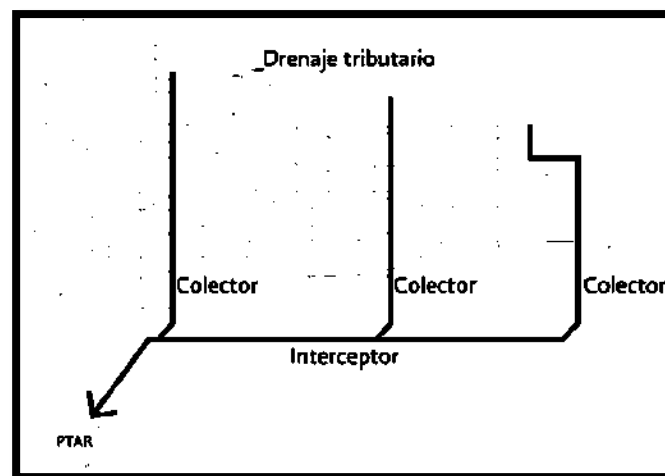


Imagen 28 Modelo de interceptores. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)



MODELO DE ABANICO.

Cuando la localidad se encuentra ubicada en un valle, se puede utilizar las líneas convergentes hacia una tubería principal (colector) localizada en el interior de la localidad, originando una sola tubería de descarga. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

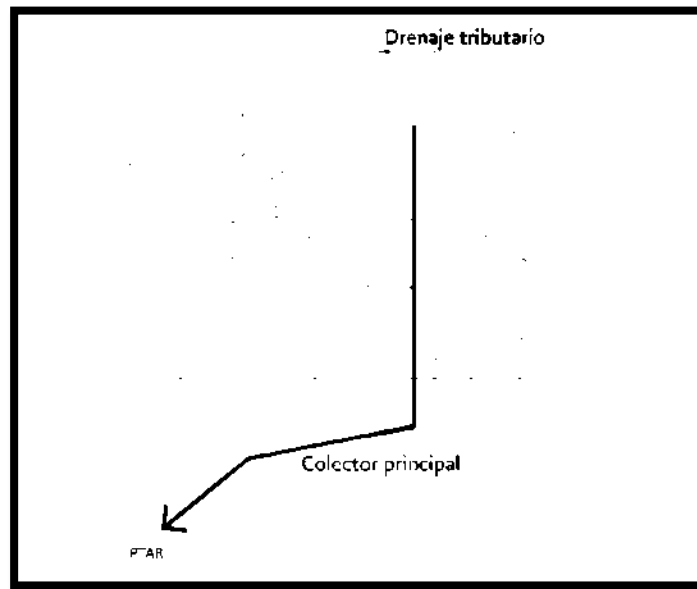


Imagen 29 Modelo de abanicos. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

2.6.-COMPONENTES DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO.

Una red de alcantarillado sanitario se compone de varios elementos certificados, tales como de tuberías, conexiones, anillos y obras accesorias: descarga domiciliaria pozos de visitas, estructuras de caída, sifones y cruzamientos especiales. Por otra parte en los sistemas a presión se utilizan estaciones de bombeo para el desalojo de las aguas residuales. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

La expectativa de vida útil de los elementos que conforman una red de alcantarillado sanitario debe ser de al menos 50 años. Todos los elementos que conforman la red de alcantarillado sanitario y su instalación deben cumplir con la norma oficial mexicana NOM-001-CONGUA-1995 sistema de alcantarillado sanitario-especificaciones de hermeticidad. Cuando alguno de los elementos que conforman la red de alcantarillado sanitario carezca de norma mexicana para regular su calidad se debe asegurar que estos cumplan con las especificaciones internacionales en su defecto con las del país de origen. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)



2.7.-TUBERIAS.

La tubería de alcantarillado se compone de tubos y conexiones acoplados mediante un sistema de unión hermético, el cual permite la conducción de las aguas residuales. En la selección del material de la tubería de alcantarillado, interviene diversas características tales como: resistencia mecánica, resistencia estructural del material, durabilidad, capacidad de conducción, características de los suelos y agua, economía, facilidad de manejo, colocación e instalación, flexibilidad en su diseño y facilidad de mantenimiento y reparación. Las tuberías para alcantarillado sanitario se fabrican de diversos materiales, tales como:

- Acero
- Concreto simple (CS) y concreto reforzado (CR)
- Concreto reforzado con revestimiento interior
- Poliéster reforzado con fibra de vidrio
- Poli (cloruro de vinilo) (PVC) (pared sólida y estructurada)
- Fibrocemento
- Polietileno de alta densidad (pared solida corrugada y estructurada)

En los sistemas de alcantarillados sanitarios a presión se puede utilizar diversos tipos de tuberías para conducción de agua potable, siempre y cuando reúnan las características para conducir aguas residuales. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

Información general de la tubería de acero					
Material	Tipo de tubo	Norma aplicable	Diámetro nominal (mm)	Sistema de unión	Longitud total (m)
Acero	Sin costura	NMX-B-177 ASTM A 53/A	603 mm a 508mm	Soldadura	145m máx.
	Con costura recta (longitudinal)	NMX-B-177 NMX-B-184 ISO 3183 (API 5L) Grado BX42 HASTA X60 ASTM A 53/A Y B AWWA C 200	50mm a 600mm	Soldadura bridas coples o ranuras (moldeadas o talladas) con juntas mecánicas)	615 a 1230m
	Costura helicoidal	NMX-B-177 NMX-B-182 ISO 3183 (API 5L) ASTM A53/A ASTM A 134 AWWA C 200	219mm a 3048mm	Soldadura bridas coples o ranuras(moldeada s o talladas) con juntas mecánicas	6 a 13m

Tabla 30 (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

Propiedades de la tubería de acero al carbón	
Módulo de elasticidad de Young	
Relación de poisson	
Momento de inercia sección circular	
Rigidez de la tubería	
Momento de inercia de la sección transversal de la pared de la tubería por unidad de longitud	
Módulo de sección	

Tabla 31 (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

Información específica de la tubería de acero.									
Tamaño normal	Diámetro exterior	Espesor	Diámetro interior	Peso teórico	Área de metal	Área transversal interna	Momento de inercia	Modulo elástico de la sección	Rigidez de la tubería
	mm	mm	mm	Kg/m	Cm2	Cm2	Cm4	Cm3	Mpa
50	60.30	3.91	52.48	5.44	6.927	21.631	27.665	9.18	307.93
		4.78	50.74	6.54	8.337	20.220	32.363	10.73	589.48
		5.54	49.22	7.48	9.531	19.027	36.090	11.97	957.00
		6.35	47.60	8.45	10.763	17.795	39.699	13.17	1506.19
		7.14	46.02	9.36	11.924	16.636	42.882	14.28	2238.07
65	73.00	3.96	65.08	6.74	8.589	33.265	51.343	14.07	174.31
		4.37	64.26	7.40	9.422	32.432	55.698	15.26	238.47
		4.78	63.44	8.04	10.384	31.609	59.890	16.41	317.75
		5.16	62.68	8.63	10.997	30.857	63.632	17.43	406.47
		5.49	62.02	9.14	11.644	30.210	66.773	18.29	496.76
		6.35	60.30	10.44	13.296	28.558	74.501	20.41	798.83
		7.01	58.98	11.41	14.533	27.321	79.999	21.92	1107.27
80	88.9	4.78	79.34	9.92	12.632	49.440	112.095	25.22	169.48
		5.49	77.92	11.29	14.386	47.686	125.651	28.27	263.39
		6.35	76.20	12.93	16.468	45.604	141.107	31.75	420.44
		7.14	74.62	14.4	18.340	43.732	154.41	34.74	615.19



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

				0			2		
		7.62	73.66	15.2 7	19.458	42.614	162.09 4	36.47	761.11
10 0	114. 3	4.78	104.7 4	12.9 1	16.446	86.162	247.06	43.23	76.80
		5.56	103.1 8	14.9 1	18.994	83.615	281.47	49.25	123.48
		6.02	102.2 6	16.0 7	20.478	82.130	301.05	52.68	158.74
		6.35	101.6 0	16.9 0	21.535	81.073	314.78	55.08	188.01
		7.14	100.0 2	18.8 7	24.037	78.587	346.56	59.21	273.23
		7.92	98.46	20.7 8	26.469	76.140	376.50	65.88	381.18
		8.56	97.18	22.3 2	28.436	74.173	400.03	70.00	490.05
12 5	139. 7	4.78	130.1 4	16.0 9	20.261	133.01 9	461.60	66.08	41.08
		5.56	128.5 8	18.6 1	23.431	129.84 9	527.91	75.58	65.78
		6.55	126.6 0	21.7 7	27.399	125.88 0	608.66	87.14	107.46
		7.14	125.4 2	23.6 2	29.735	123.54 5	655.02	93.78	144.34
		7.92	123.8 6	26.0 5	32.789	120.49 1	714.33	102.2 7	200.52
		8.74	122.2 2	28.5 7	35.958	117.32 1	774.32	110.8 5	274.57
		9.52	120.6 6	30.9 4	38.934	114.34 5	829.18	118.7 1	361.25
15 0	168. 3	4.78	158.7 4	19.2 7	24.555	197.90 8	821.43	97.62	23.07
		5.56	157.1 8	22.3 1	28.426	194.03 7	942.16	111.9 6	36.84
		6.35	155.6 0	25.3 6	32.308	190.15 6	1060.8 3	126.0 6	55.68
		7.11	154.0 8	28.2 6	36.005	186.45 9	1171.6 3	139.2 3	79.27
		7.92	152.4 6	31.3 2	39.905	182.55 9	1286.1 6	152.8 4	111.24
		8.74	150.8	34.3	43.811	178.65	1398.4	166.1	151.81



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

			2	9		2	5	8	
		9.52	149.2	37.2	47.488	174.97	1501.9	178.4	199.09
			6	8		6	1	8	
20 0	219. 1	4.78	209.5	25.2	32.184	344.84	1848.8	168.7	10.25
			4	6		6	1	6	
		5.16	208.7	27.2	34.681	342.34	2006.0	181.2	12.96
			8	2		9	3	3	
		5.56	207.9	29.2	37.300	339.73	2127.4	194.2	16.31
			8	8		0	9	0	
		6.35	206.4	33.3	42.442	334.58	2403.4	219.3	24.56
			0	1		8	2	9	
		7.04	205.0	36.3	46.901	330.12	2639.3	240.9	33.80
			2	1		9	0	2	
		7.92	203.2	41.4	52.545	324.48	2933.2	267.6	48.72
	6	2		5	9	4			
8.18	202.7	42.5	54.203	322.82	3018.7	275.5	53.88		
	4	5		7	0	5			
8.74	201.6	45.3	57.760	319.27	3221.1	292.1	66.25		
	2	4		0	1	5			
9.52	200.0	49.2	62.681	314.34	3448.6	314.8	86.58		
	6	0		9	0	0			
10.3	198.4	53.0	67.627	309.40	3694.0	337.2	111.22		
	1	8		3	8	0			
11.1	196.8	57.0	72.719	304.31	3942.7	359.9	141.59		
	3	8		1	6	0			
12.7	193.7	64.6	82.350	294.68	4401.8	401.8	215.19		
	0	4		0	5	1			
25 0	273. 0	4.78	263.4	31.6	40.278	545.07	3623.2	265.4	5.23
			4	2		3	7	4	
		5.16	262.6	34.0	43.419	541.93	3894.9	285.3	6.60
			8	8		2	2	4	
		5.56	261.8	36.6	46.715	538.63	4178.3	306.1	8.30
			8	7		6	3	0	
		6.35	260.3	41.7	53.194	532.15	4730.4	346.5	12.47
			0	5		6	8	6	
7.09	258.8	46.4	59.229	526.12	5238.6	383.7	17.51		
	2	9		2	5	8			
7.80	257.4	51.0	64.986	520.36	5718.1	418.9	23.50		
	0	1		5	0	1			
8.74	255.5	56.9	72.559	512.79	6340.7	464.5	33.42		
	2	6		1	6	2			
9.27	254.4	60.2	76.805	508.54	6685.8	489.8	40.11		
	6	9		6	3	0			



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

		11.1 3	250.7 4	71.8 7	91.565	493.78 5	7863.1 6	576.0 6	70.92
		12.7 0	247.6 0	81.5 2	103.85 5	481.49 5	8816.9 8	645.9 3	107.28
35 0	355. 6	4.78	314.2 4	37.6 2	47.907	775.55 7	6095.9 3	376.5 2	3.11
		5.16	313.4 8	40.5 5	51.654	770.33 4	6557.3 0	405.0 2	3.92
		5.56	312.6 8	43.6 3	55.588	767.87 6	7039.3 5	434.8 0	4.93
		6.35	311.1 0	49.7 1	63.329	760.13 5	7980.5 8	492.9 3	7.39
		7.14	309.5 2	55.7 5	71.030	752.43 4	8907.5 7	550.1 9	10.59
		7.92	307.9 6	61.6 9	78.596	744.86 8	9809.0 2	605.8 7	14.56
		8.38	307.0 4	65.1 8	83.039	740.42 5	10334. 2	638.3 1	17.32
		8.74	306.3 2	67.9 0	86.508	736.95 6	10742. 0	663.5 0	19.72
		9.52	304.7 6	73.7 8	93.995	729.46 9	11615. 7	717.4 6	25.67
		10.3 1	303.1 8	79.7 0	101.53 9	721.92 5	12487. 0	771.2 8	32.86
		11.1 3	301.5 4	85.8 2	109.32 8	714.13 6	13377. 1	826.2 6	41.66
		12.7 0	298.4 0	97.4 3	124.12 4	699.34 0	15041. 3	929.0 5	62.84
40 0	406. 4	5.56	395.28	54.96	70.016	1227.15	14064.7	692.16	2.47
		6.35	393.70	62.64	79.807	1217.36	15969.3	785.89	3.69
		7.14	392.12	70.30	89.558	1207.61	17851.1	878.50	5.28
		7.92	390.56	77.83	99.148	1198.02	19686.8	968.84	7.25
		8.74	388.92	85.71	109.188	1187.98	21593.2	1062.6	9.81
		9.52	387.36	93.17	118.699	1178.47	23384.3	1150.8	12.75
		11.13	384.14	108.4	138.210	1158.96	27013.5	1329.4	20.62
		11.91	382.58	115.8	147.604	1149.57	28739.3	1414.3	25.42
		12.70	381.00	123.3	157.080	1140.09	30465.8	1499.3	31.01
45	457	6.35	444.30	70.60	89.901	1550.40	22826.4	998.97	2.58
		7.14	442.72	79.24	100.908	1539.39	25532.9	1117.4	3.69
		7.92	441.16	87.75	111.738	1528.56	28176.8	1233.1	5.07
		8.74	439.52	96.66	123.814	1517.22	30926.2	1353.4	6.85
		9.52	437.96	105.1	133.832	1506.47	33513.1	1466.6	8.89
		10.31	436.38	113.6	144.682	1495.62	36105.1	1580.1	11.36



0		11.13	434.74	122.4	155.903	1484.40	38766.0	1696.5	14.3
		11.91	433.18	130.7	166.537	1473.76	41269.2	1806.1	17.70
		12.70	431.60	139.2	177.268	1463.03	43777.2	1915.8	21.57
50 0	508	5.56	496.88	68.89	87.763	1939.07	27697.5	1090.4	1.25
		6.35	495.30	78.55	100.075	1926.76	31485.2	1239.5	1.87
		7.14	493.72	88.19	112.348	1914.49	35236.8	1387.2	2.68
		7.92	492.16	97.67	124.427	1902.41	38905.7	1531.7	3.67
		8.74	490.52	107.6	137.085	1889.75	42725.3	1682.1	4.96
		9.52	488.96	117.0	149.086	1877.75	46323.2	1823.7	6.43
		10.31	487.38	126.5	161.201	1865.63	49932.4	1971.2	8.21
		11.13	485.74	136.3	173.736	1853.10	53641.6	2111.8	10.38
		11.91	484.18	145.7	185.619	1841.22	57135.2	2249.4	12.78
12.70	482.60	155.1	197.616	1829.22	60639.4	2387.3	15.57		

Tabla 32 (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

PROTECCION DE SUPERFICIE INTERIOR Y EXTERIOR DE TUBERÍA DE ACERO.

*Recubrimiento exterior

Recubrimiento anticorrosivo exterior a base de resina epoxica adherida por fusión.

Recubrimiento anticorrosivo exterior tricapa a base de polietileno.

*Protección interior y exterior

Galvanizado de tubería de acero por inmersión en caliente.

Recubrimiento interior y exterior de tubería de acero a base de resina epoxica adherida por fusión. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

*Integridad de ductos de acero a largo plazo

Para asegurar la integridad y funcionamiento continuo durante largos periodos de tiempo, de los ductos de tubería de acero enterrados en el subsuelo, es necesario del uso de los recubrimientos que funcionan como protección pasiva, el uso de la protección catódica o activa. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

*Protección catódica



Los sistemas de protección catódica invierten la fuerza electroquímica corrosiva creando un circuito externo entre el ducto a ser protegido y a un ánodo auxiliar (metal de sacrificio) inmerso en agua o enterrado en el suelo a una distancia predeterminada de la tubería. La corriente directa aplicada al circuito de descarga desde la superficie del ánodo y viaja a través del electrolito circulante a la superficie de la tubería (cátodo). (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

2.8.- CONCRETO SIMPLE (CS) Y CONCRETO REFORZADO (CR).

La tubería de concreto se compone principalmente de un aglutinante de cemento, agregados y agua, a continuación se mostraran las características principales de cada uno. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

CEMENTO.

El cemento tipo RS es un tipo especial de cemento destinado para las estructuras expuestas a la severa acción del sulfato. Posee una tasa menor de evolución de resistencia que la del cemento portland normal. El tipo RS es un cemento con un contenido máximo permitido de C3A del 5 por ciento, lo que les proporciona una mejor resistencia al sulfato que el cemento tipo portland. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

REFUERZO (ARMAZÓN).

El tubo de concreto se fabrica con o sin armazón de acero conforme a los requerimientos y especificaciones aplicables del proyecto en cuestión. La mayor parte del tubo de concreto se fabrica con el refuerzo de acero. La cantidad de refuerzo de acero es sugerida en las normas NMX-C-402-ONNCEE-2004 o se determina por medio de un diseño especial. El tipo de armazón empleado depende de los procesos de producción y la disponibilidad. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

AGREGADOS.

Los agregados son material granular de composición mineral, tal como arena, grava o piedra triturada. Los agregados se combinan con un medio de cementación para formar el concreto. Los agregados deberán tener la suficiente resistencia para desarrollar la fuerza completa de la matriz de cementación y de las características adecuadas para que el material de enlace adhiera a la superficie. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

Los agregados se clasifican en términos generales en finos y gruesos. El agregado fino consiste de material que varían desde un tamaño que pasa en las cribas de 9.5 mm hasta un material que pasa por una criba de 150mm. El agregado grueso varía desde el máximo tamaño para la arena a un límite superior variable, determinado por el grueso varían desde el máximo tamaño para la arena a un límite superior variable, determinado por el grueso de la pared del tubo y por consideración de la producción. El tamaño máximo normalmente empleado en la fabricación del tubo es de 19-25mm.

Información general de la tubería de concreto simple (CS) y concreto reforzado (CR)						
Material	Tipo	Norma	Diámetro nominal (cm)	Coefficiente de Manning	Sistema de unión	Longitud máxima (mm)
Concreto simple	Junta hermética	NMX-401-ONNCCE	15	0.012	Anillo de hule espiga-campana	125
			20			
			25			
			30			250
			38			
			45			
Concreto reforzado	Junta hermética	NMX-402-ONNCCE	61	0.012	Anillo de hule espiga-campana	250
			30			
			38			
			45			
			61		Anillo de hule Esp. Caja	250
			76			
			91			
			107			
			122			
			152			
			183			
			213			
244						
305						

Tabla 33 (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)



AGUA.

El agua que se añade al cemento produce una reacción química conocida como hidratación. La característica física de esta reacción es la formación de un gel en el momento en que el cemento se expone al agua. Este gel se forma por la penetración del agua en las partículas de cemento lo cual causa un ablandamiento, y establece una suspensión coloidal. La absorción del agua por los gripos de partículas del cemento es la verdadera hidratación. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

Solo una pequeña cantidad de agua se requiere para la hidratación, pero como se requiere agua adicional para producir una mezcla funcional. Existe, sin embargo, una relación entre la cantidad de agua utilizada y la deberá estar limitada a aquella que producirá el concreto con la cantidad requerida. Este no es comúnmente un factor del concreto que se une con el tubo de concreto prefabricado ya que la mayoría del proceso de fabricación utiliza mezcla relativamente seca. El agua que se utiliza para mezclar el concreto deberá estar libre de ácido, álcalis y aceite, a menos que las pruebas o por experiencia se indique que el agua que se considere para el uso y que contiene algunos de estos materiales, es satisfactoria. Se deberá evitar el empleo del agua que contenga material orgánico ya que podría intervenir con hidratación del cemento. La mayoría de las especificaciones requieren que el agua para la mezcla sea también potable. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

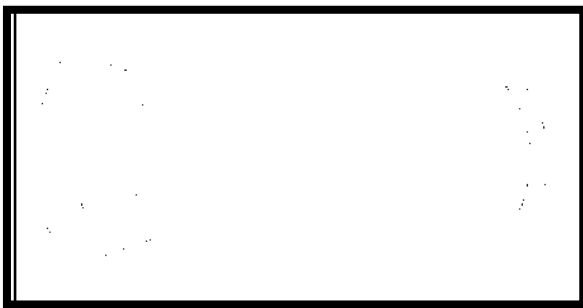


Imagen 31 Tubo con espiga- campana (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

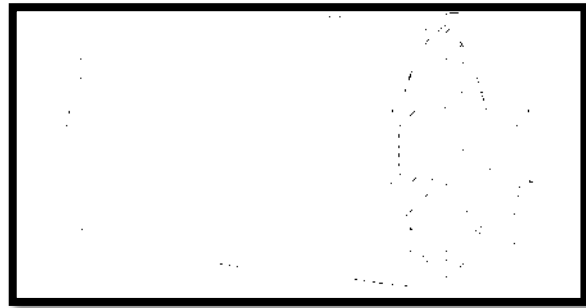


Imagen 30 Tubo con espiga-caja (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)



Clasificación de la tubería de concreto simple (CS)						
Diámetro		Espesor recomendado de pared (mm)	Carga mínima de ruptura			
Nominal (Dn) (mm)	Real (Dr)(mm)		Grado 1 resistencia mínima del concreto 276 Mpa(280 kgf/cm2)		Grado 2 resistencia mínima del concreto 345 Mpa(350 kgf/cm2)	
			kN/m	Kgf/cm2		
100	101	23	14.7	(1490)	20.6	(2100)
150	152	27	16.2	(1640)	20.6	(2100)
200	203	29	19.0	(1930)	21.9	(2235)
250	254	33	20.5	(2080)	22.7	(2310)
300	305	47	21.5	(2230)	24.8	(2530)
380	381	53	25.6	(2600)	28.9	(2950)
450	457	61	29.4	(2980)	34.1	(3480)
600	610	75	35.2	(3570)	43.8	(4470)

Tabla 34 (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

CONCRETO REFORZADO CON REVESTIMIENTO INTERIOR.

La tubería de concreto reforzado con revestimiento interior (CRRi) se fabrica bajo las mismas especificaciones a las tablas de tubo de concreto reforzado, y bajo la norma NMX-C-402-2004-ONNCCE. Este puede ser de revestimiento interior de PVC (poli cloruro de vinilo) o PEAD (polietileno de alta densidad). El espesor mínimo del revestimiento deberá ser de 1.5mm para ambos materiales y tubo deberá ser unido entre sus extremidades interiores con una banda de unión y soldadura por ambos extremos de la banda, ya sea por termo fusión en caso del PVC o extrusión para el PEAD. El recubrimiento le da al concreto una protección adicional y permanente contra el desgaste en ambientes altamente corrosivo, además de lograr un menor coeficiente de fricción de hasta 0.009. este revestimiento se ancla mecánicamente al concreto al momento de su fabricación mediante unas anclas adheridas a la lámina plástica y el concreto queda ahogado en dicho anclaje, cuya forma puede variar dependiendo del fabricante. Se puede especificar este recubrimiento a 360 grados o menos, pudiendo dejar al descubierto la parte interna inferior si es requerido cuando los métodos de limpieza y desazolve así se requiera. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

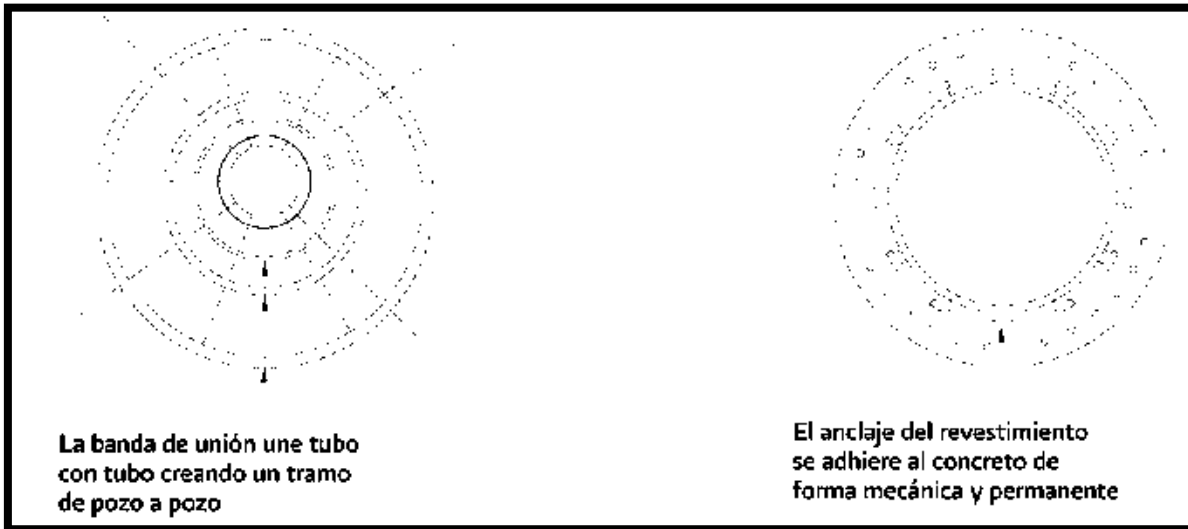


Imagen 32 Tubería de concreto reforzado con revestimiento interior (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

Información general de la tubería de (PRFV)					
Material	Tipo	Norma	Diámetro nominal	Sistema de unión	Longitud total
PRFV	Tubos de Poliéster reforzado con fibra de vidrio para sistemas a presión de alcantarillado e industrial	NMX-E-254/1-CNCP	DN 300 – DN 3000	Se tienen cuatro sistemas de unión: Sistema de acoplamiento (Unión mediante cople de doble empaque tipo reka), Sistemas de unión rígida (Bridas, juntas mecánicas Viking Johnson, Dresser), Sistemas de unión flexible (Juntas mecánicas Straub, Teekay, Arpol) y finalmente se tiene el sistema de unión por laminación directa.	La longitud puede ser la requerida de acuerdo al proyecto pero también se tienen medidas comerciales de 3.0 m, 6.0 m y 12.0 m
	Tubos de poliéster reforzado con	NMX-E-254/2-CNCP	DN 300 – DN 3000	Sistema de	La longitud puede ser la requerida de

	<p>fibra de vidrio para uso en sistemas de alcantarillado a gravedad (flujo libre)</p>		<p>acoplamiento (Unión mediante cople de doble empaque tipo reka), Sistemas de unión rígida (Bridas, juntas mecánicas Viking Johnson, Dresser), Sistemas de unión flexible (Juntas mecánicas Straub, Teekay, Arpol) y finalmente se tiene el sistema de unión por Laminación directa.</p>	<p>acuerdo al proyecto pero también se tienen medidas comerciales de 3.0 m, 6.0 m y 12.0 m</p>
--	--	--	---	--

Tabla 35 (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

POLI (CLORURO DE VINILO) (PVC) (PARED SÓLIDA Y ESTRUCTURADA).

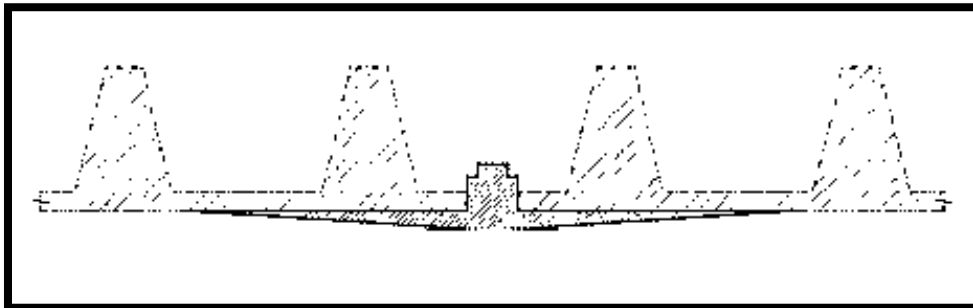


Imagen 33 Tubería de pared estructurada corrugada de doble pared (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

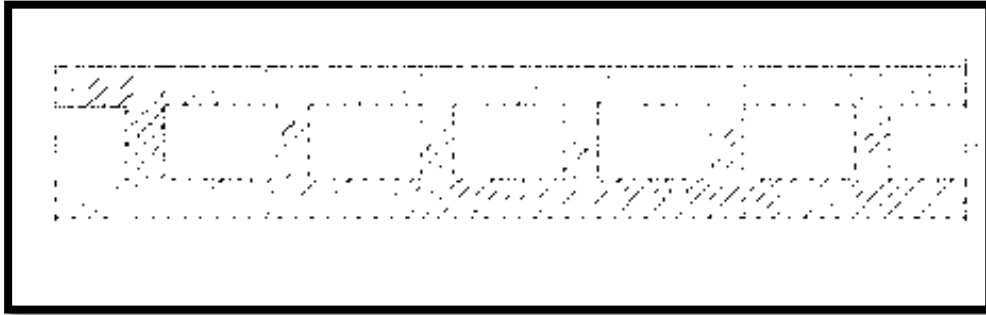


Imagen 34 Tubería de pared estructurada de perfil abierto. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)



Imagen 35 Tubería de pared estructurada de perfil cerrado (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

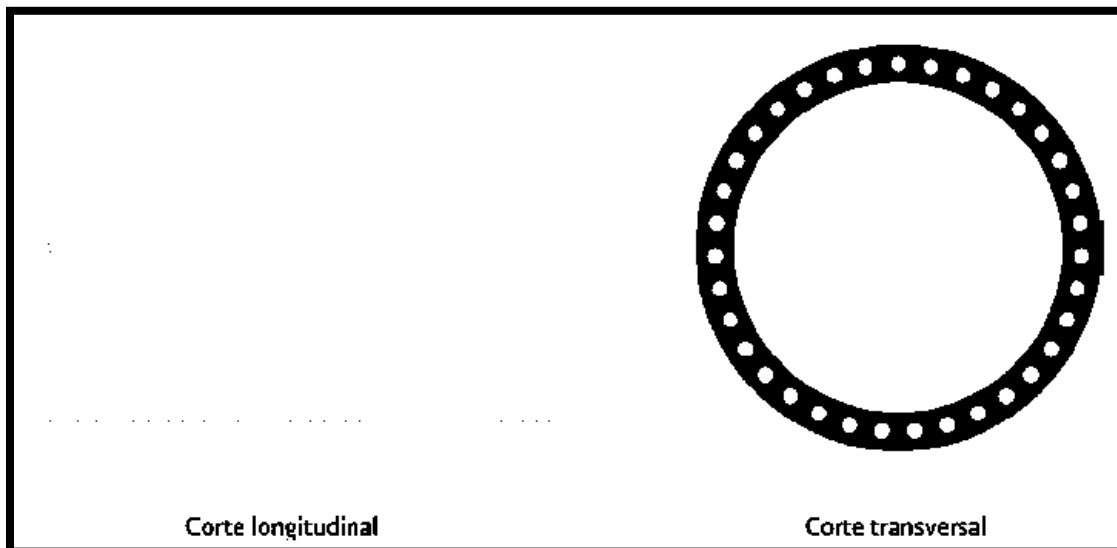


Imagen 36 Perfil de estructuración longitudinalmente (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)



2.9.- OBRAS ACCESORIAS.

Comúnmente usada para mantenimiento y operación del sistema de alcantarillado son: (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

- Descarga domiciliaria
- Pozos de visita
- Estructuras de caída
- Sifones invertidos
- Cruces elevados
- Cruces subterráneos con carretera y vías de ferrocarril
- Cruces subterráneos con ríos, arroyos o canales

DESCARGA DOMICILIARIA.

La descarga domiciliaria o albañales exteriores, es una tubería que permite el destajo de las aguas servidas, del registro domiciliario a la atarjea.

El diámetro del albañal en la mayoría de los casos es de 15 cm, siendo este el mínimo recomendable, sin embargo, esta dimensión puede variar en función de las disposiciones de las autoridades locales. La conexión entre albañal y atarjea debe ser hermética y la tubería de la interconexión debe tener una pendiente mínima de 1%. En caso de que el diámetro del albañal sea de 10 cm, se debe considerar una pendiente de 2%. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

Dependiendo del tipo de material de la atarjea o colector, se debe de seleccionar de preferencia el mismo material en la tubería de albañal y en las piezas especiales, así como el procedimiento de conexión correspondiente. A continuación se describe los procedimientos de instalación y las piezas usadas en las diferentes conexiones domiciliarias según el tipo de material. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

- **TUBERÍAS DE CONCRETO**

en la tubería de concreto para efectuar la conexión del albañal con la atarjea existe la norma mexicana NMX-C417-ONNCCE vigente que establece las especificaciones que deben cumplir los elementos que componen a las descargas domiciliarias prefabricadas de concreto simple que cuenta con juntas herméticas y que se destinen a los sistemas de alcantarillado sanitario. Contando con dos piezas principales que son: el codo hermético y la descarga domiciliaria. (CNA,



Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

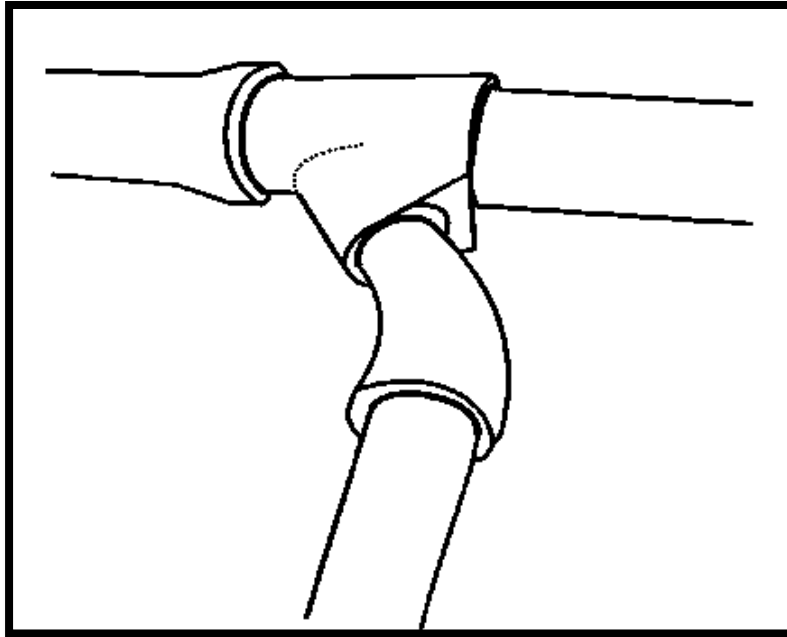


Imagen 37 Codo hermético (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

Estas piezas prefabricadas permiten la descarga del albañal a la atarjea manteniendo la hermeticidad, ya que no hay necesidad de romper la tubería como se usa anteriormente. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

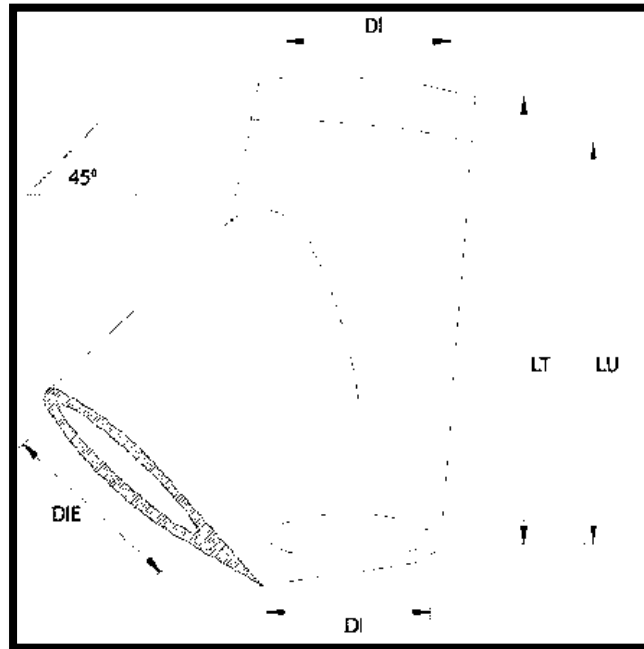


Imagen 38 Descarga Domiciliaria de Yee o Silleta de concreto (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

Medidas de descarga domiciliaria de Tee o sillete de concreto					
	Medidas (cm)	20 X 15	25 X 15	30 X 15	30 x 20
LU	Longitud útil (cm)	50.0	60.0	60.0	60.0
LT	Longitud total (cm)	57.0	67.0	67.0	67.0
DIS	Diámetro interior superior (cm)	20.0	25.0	30.0	30.0
DII	Diámetro interior inferior (cm)	20.0	25.0	30.0	30.0
DIE	Diámetro interior entrada (cm)	15.0	15.0	15.0	20.0

Tabla 36 (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

Medidas de codos de concreto con junta hermética			
	Medidas (cm)	15	20
	Grados indicados	45.0	45.0
H	Altura total	70.0	76.0
DIE	Diámetro interior espiga (cms)	15.0	20.0
DEE	Diámetro exterior espiga (cms)	19.8	25.8
DIE	Diámetro interior campana (cms)	21.4	28.0
DEC	Diámetro exterior campana (cms)	27.0	34.7

Tabla 37 (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

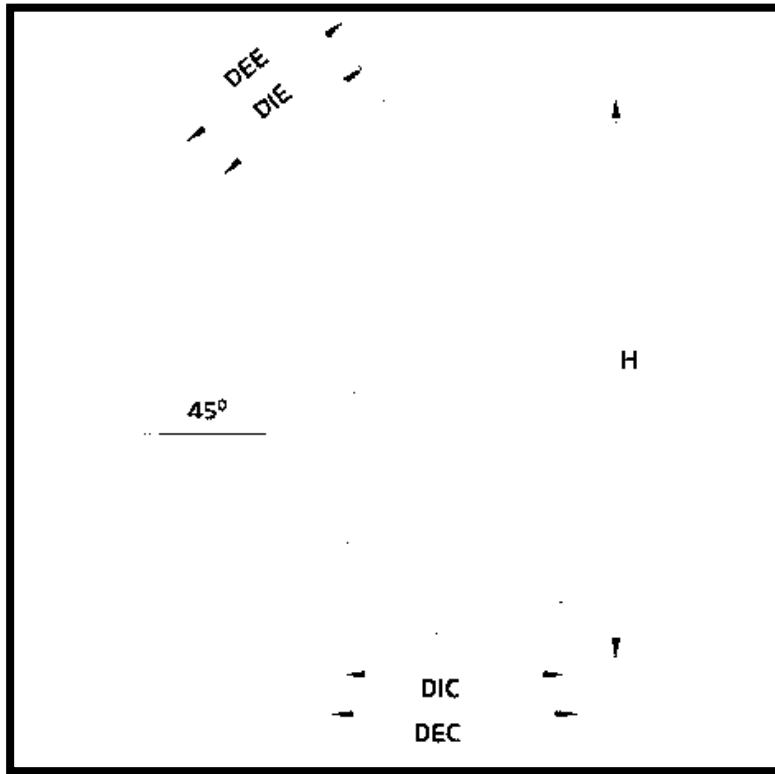


Imagen 39 Codo de concreto con junta hermética (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

- **EN TUBERÍA DE FIBROCEMENTO**

Para conexión domiciliaria en tubería de fibrocemento, se emplean; el “stlant” a 45 grados con campana (para unir con anillo) y extremo de apoyo para unir a la atarjea o colector con pasta epoxica; y el codo de 45 grados con espiga y campana para su acoplamiento al albañal con anillo de hule. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

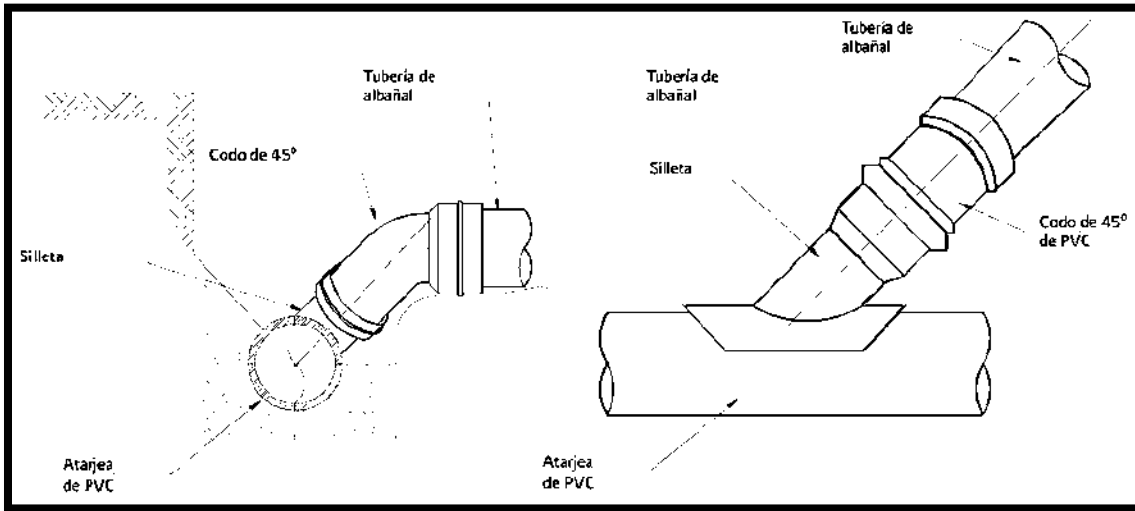


Imagen 41 Descarga domiciliaria con tubería de PVC. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

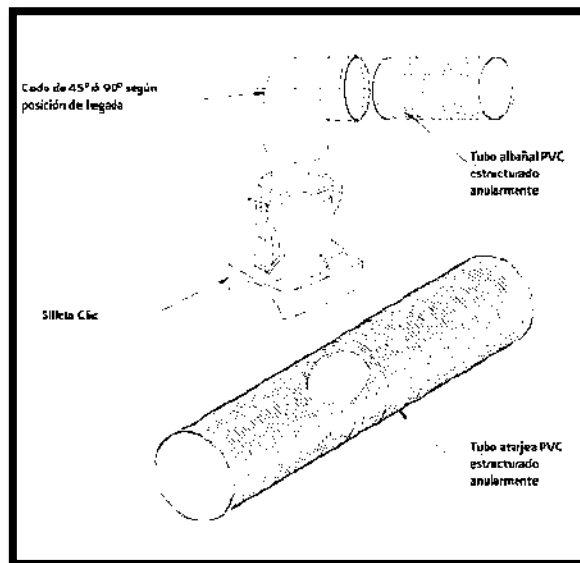


Imagen 42 Descarga de silleta Clic y tubo (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

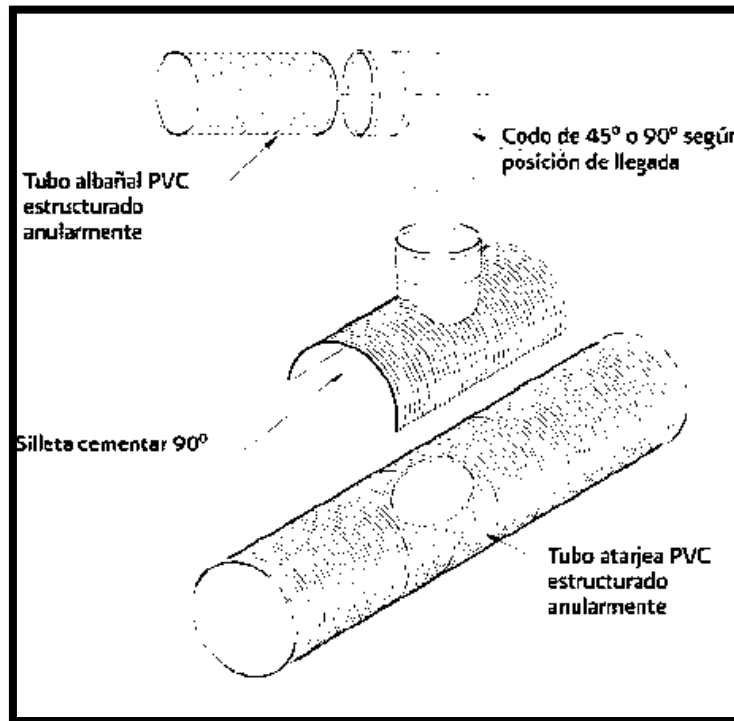


Imagen 43 Descarga con sileta Cementar 90° (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

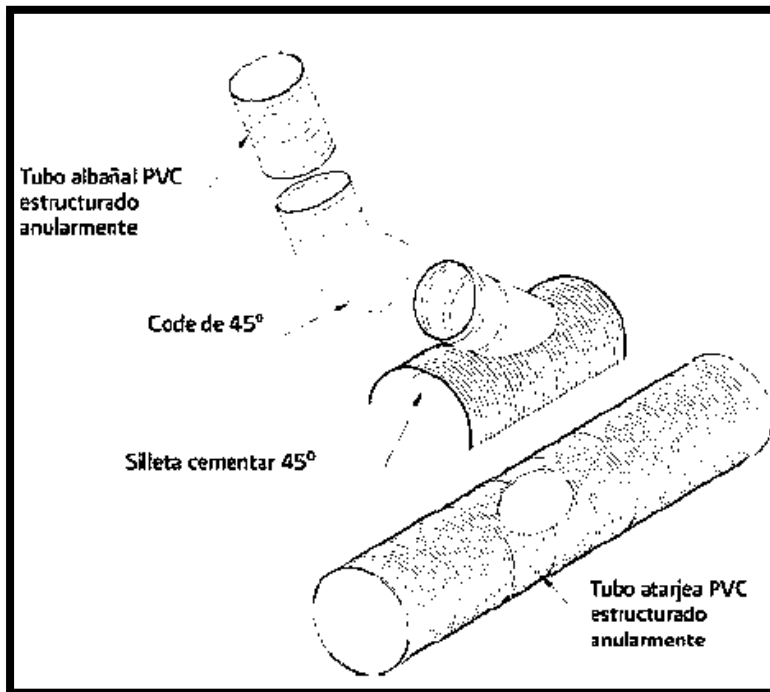


Imagen 44 Descarga con sileta Cementar 45° (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

- EN TUBERÍA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD.

Existen diferentes métodos para realizar las descargas domiciliarias están varían dependiendo el tipo de tubería, su método de instalación es principalmente mecánico y en alguno casos se puede utilizar termo fusión o soldadura de aporte, a continuación se enlistan dependiendo el tipo de tubería. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

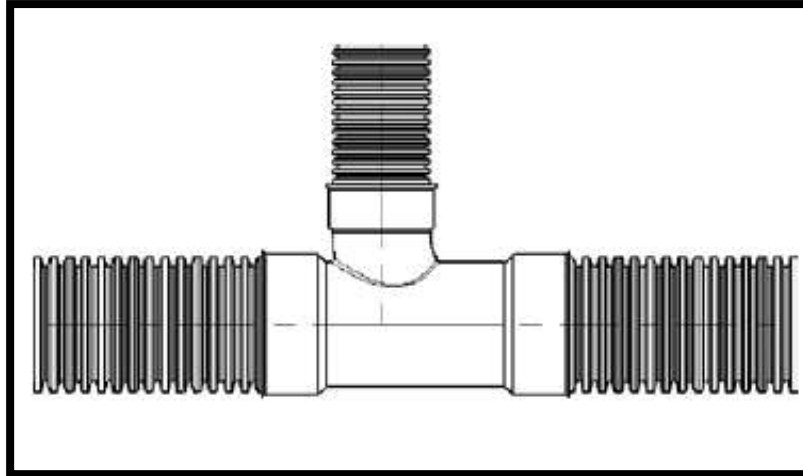


Imagen 45 Descarga domiciliar con tubería de polietileno con tubería corrugada (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

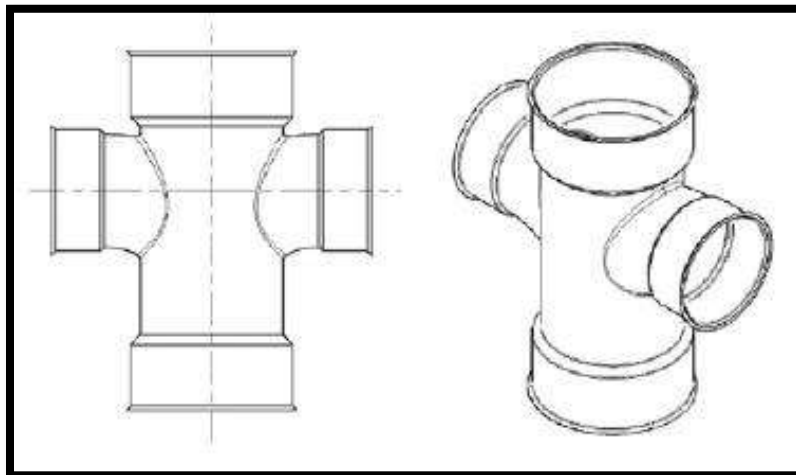


Imagen 46 Descarga domiciliar con yee doble (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

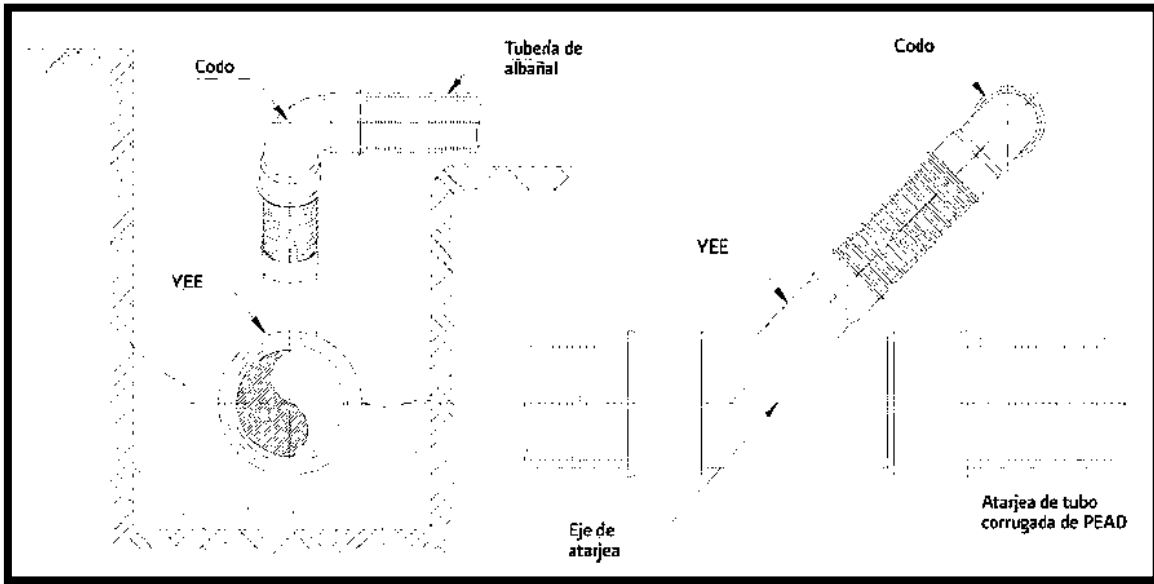


Imagen 47 Descarga domiciliaria tee en yee (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

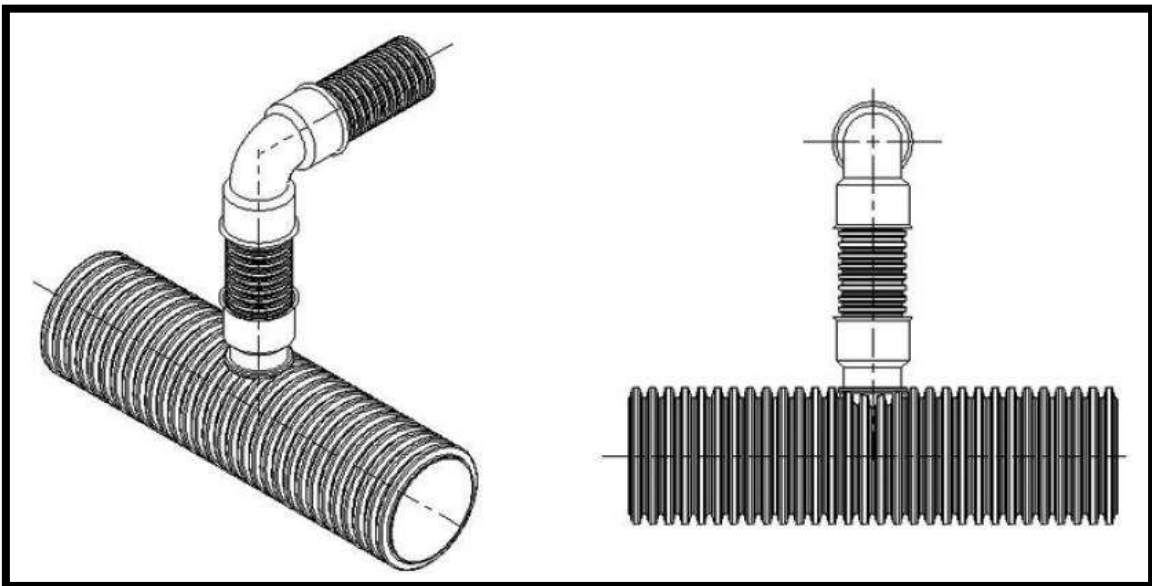


Imagen 48 Descarga domiciliaria con bota de inserción (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

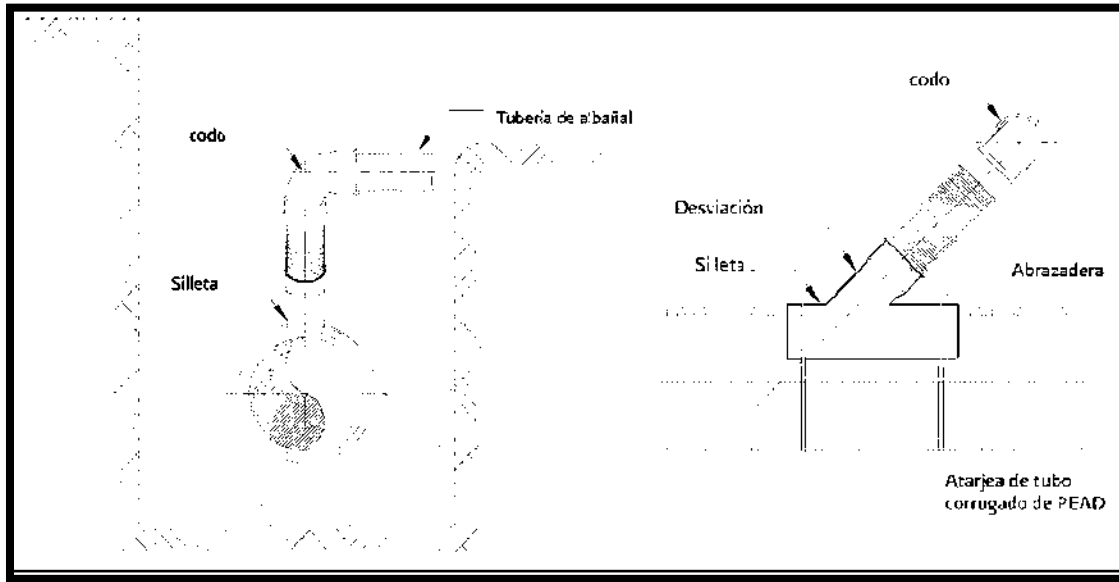


Imagen 49 Descarga domiciliaria con silleta (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

TUBERÍA ESTRUCTURADA

Generalmente este tipo se instala en colectores de donde no se te el tipo de tubería no requiere de inserciones a línea, pero si fuera necesario se instala una bota de inserción o con tubería y soldadura de aporte. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

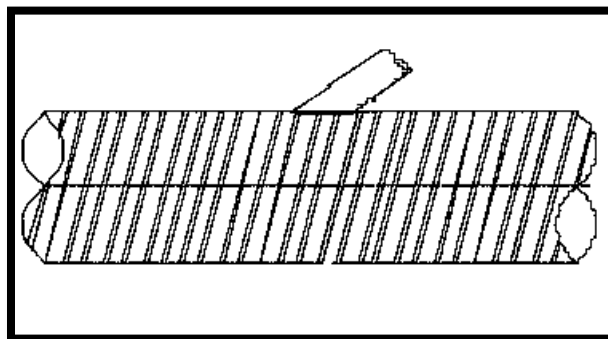


Imagen 50 Descarga con tubería de aporte (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

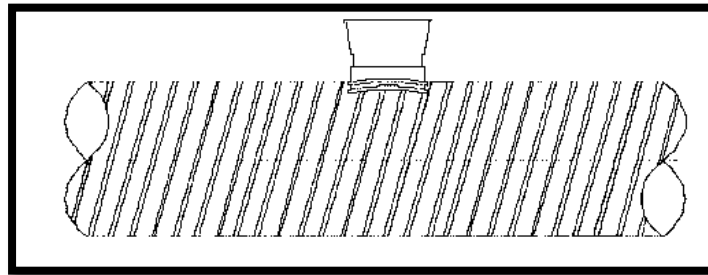


Imagen 51 Descarga con bota de inserción (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

TUBERÍA DE PARED SÓLIDA.

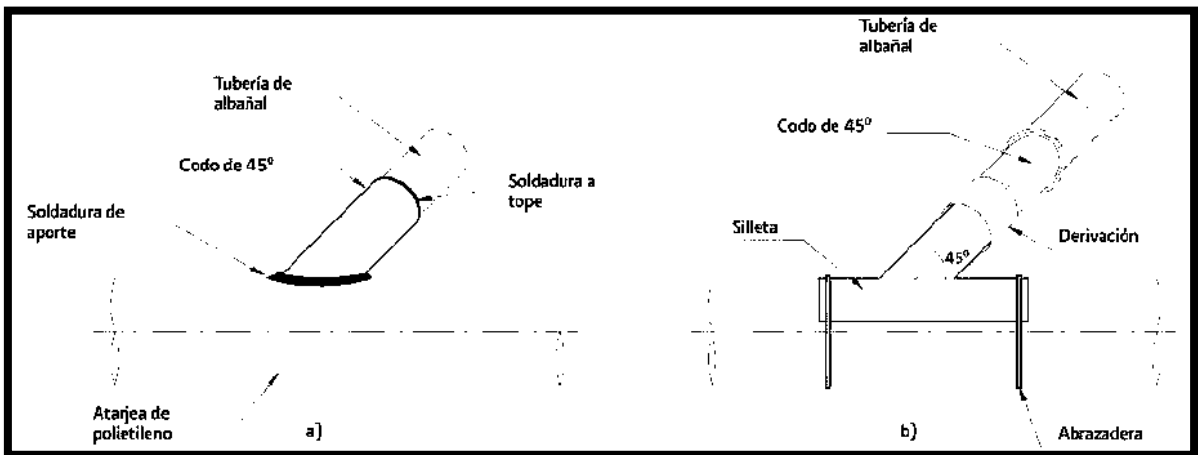


Imagen 52 Silleta slan (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

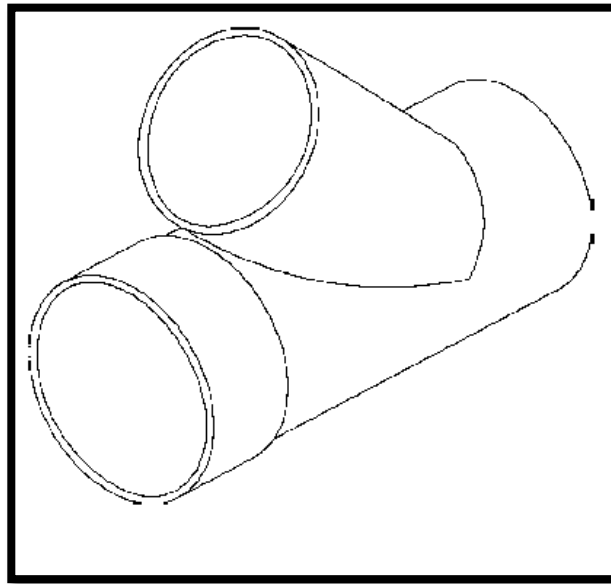
- EN TUBERÍA DE POLIÉSTER REFORZADO CON FIBRA DE VIDRIO (PRFV)

1.-YEE PRFV 45°

En este accesorio realiza la conexión a la línea de drenaje mediante el sistema de cople y junta de tipo REKA. Con este se garantiza una conexión segura y planificada de los sistemas de alcantarillado, además permite tener una descarga construida con materiales homogéneos (tubería y accesorios de PRFV) en toda la estructura de descarga sanitaria. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)



DN	dn	DN	n
300	100	400	250
300	150	400	300
300	200	450	100
300	250	450	150
350	100	450	200
350	150	450	250
350	200	450	300
350	250	500	100
350	300	500	150
400	100	500	200
400	150	500	250
400	200	500	300



2.- otra forma de conexión para la descarga sanitaria sobre la tubería PRFV es utilizado una silleta cuyo asiento es de PRFV y ramal de PVC con extremo campana para unir el albañal. Los diámetros de esta silleta puede ser desde 10 cm hasta 30 cm, la inclinación de este ramal puede ser a diferentes grados y no necesariamente a 45°, permitiendo con esto mayor facilidad para el instalador. La hermeticidad de la silleta con la tubería de PRFV se da mediante el uso de tornillos y sellos. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

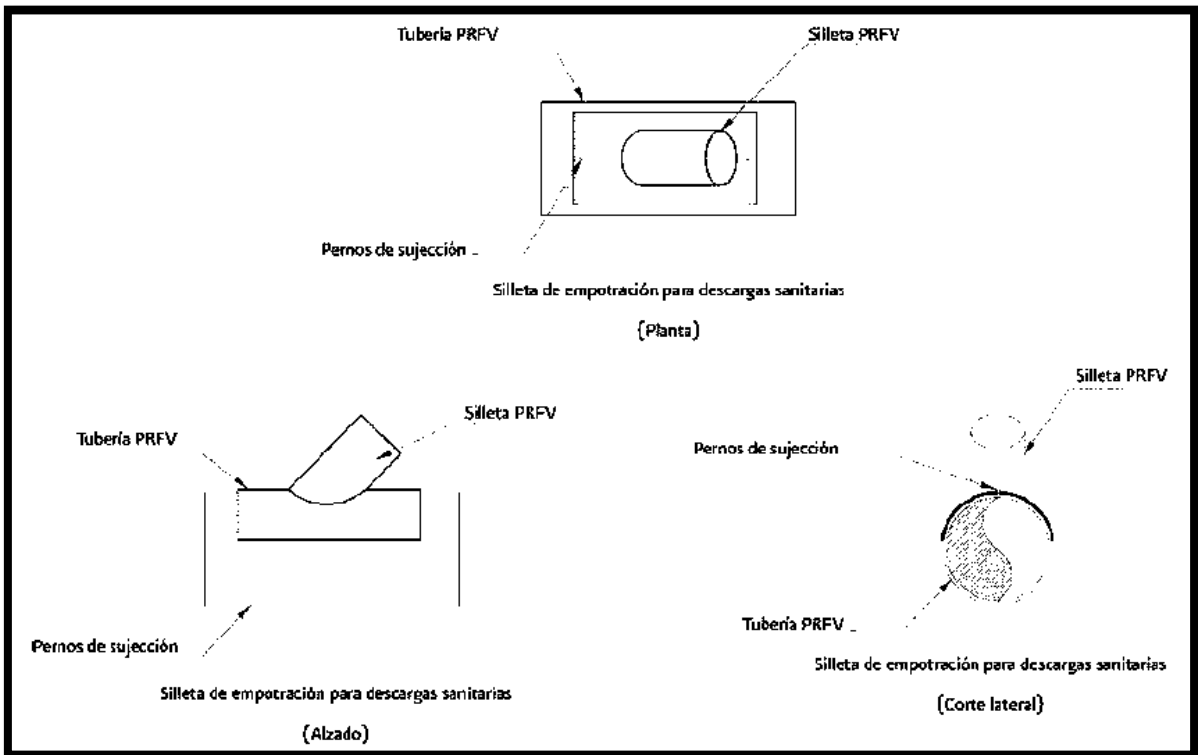


Imagen 53 Silleta PRFV para descarga sanitaria (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

- DESCARGAS DOMICILIARIAS CONECTADAS A DIFERENTES MATERIALES.

En los programas de desarrollo social y de mejoramiento de imagen urbana es común la unión de descarga domiciliarias plásticas (nuevas) a atarjea existentes de concreto; la unión de descarga domiciliarias existentes de concreto o barro (a nivel de la guarnición de la banquetta o al paramento del predio). (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

Para estos casos, existen conexiones de poliuretano rígido que permiten realizar estas uniones herméticas a través de un procedimiento. Este caso se presenta cuando la unión se realiza antes o al llegar al parámetro del predio. Se utiliza un accesorio conocido como interconexión de PUR, de 10 o 152 cm según del diámetro de la descarga. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

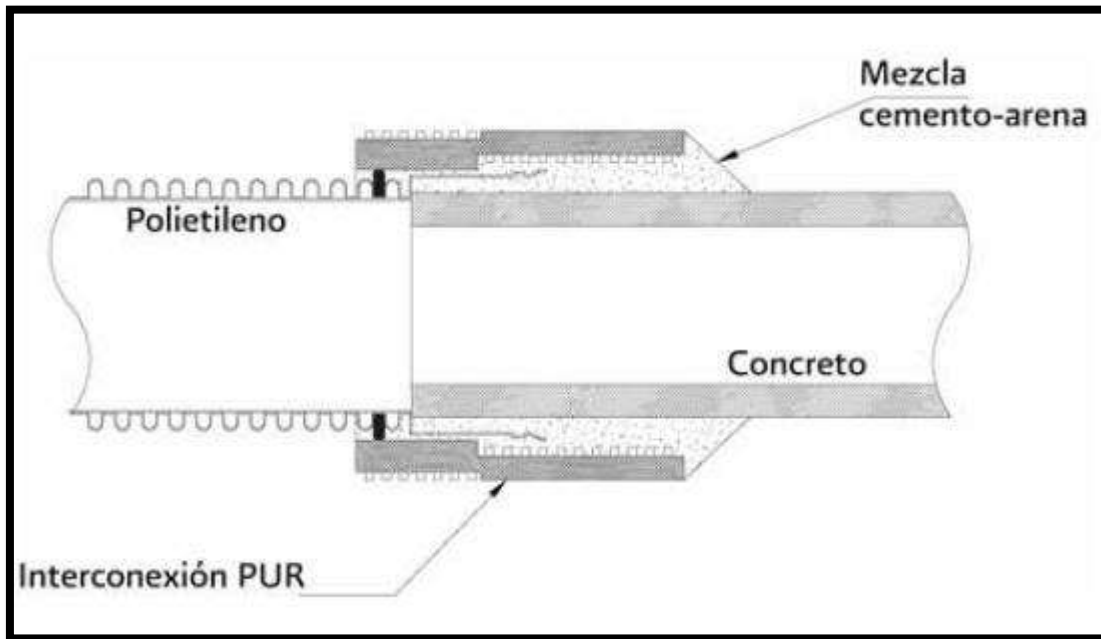


Imagen 54 Interconexión de PUR (tubería de plástico y concreto) (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

2.10.- POZOS DE VISITA

Los pozos de visita son estructuras que permiten la inspección, ventilación y limpieza de la red de alcantarillado, se utilizan para la unión de dos o más tuberías y en todos los cambios de diámetro, dirección y pendiente, así como para las ampliaciones o reparaciones de las tuberías incidentes (de diferente material o tecnología.). (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

Los pozos de visita pueden ser prefabricados construidos en sitio de la obra, los pozos construidos en sitio de la obra se clasifican en:

- a. Pozos de visita tipo común.
- b. Pozos de visita tipo especial.
- c. Pozos tipo caja.
- d. Pozos comunes.
- e. Pozos tipo caja de flexión.
- f. Pozos con caída.
- g. Pozos con caída libre.
- h. Pozos con caída adosada.
- i. Pozos con caída escalonada.

Los componentes esenciales de los pozos de visita pueden ser:

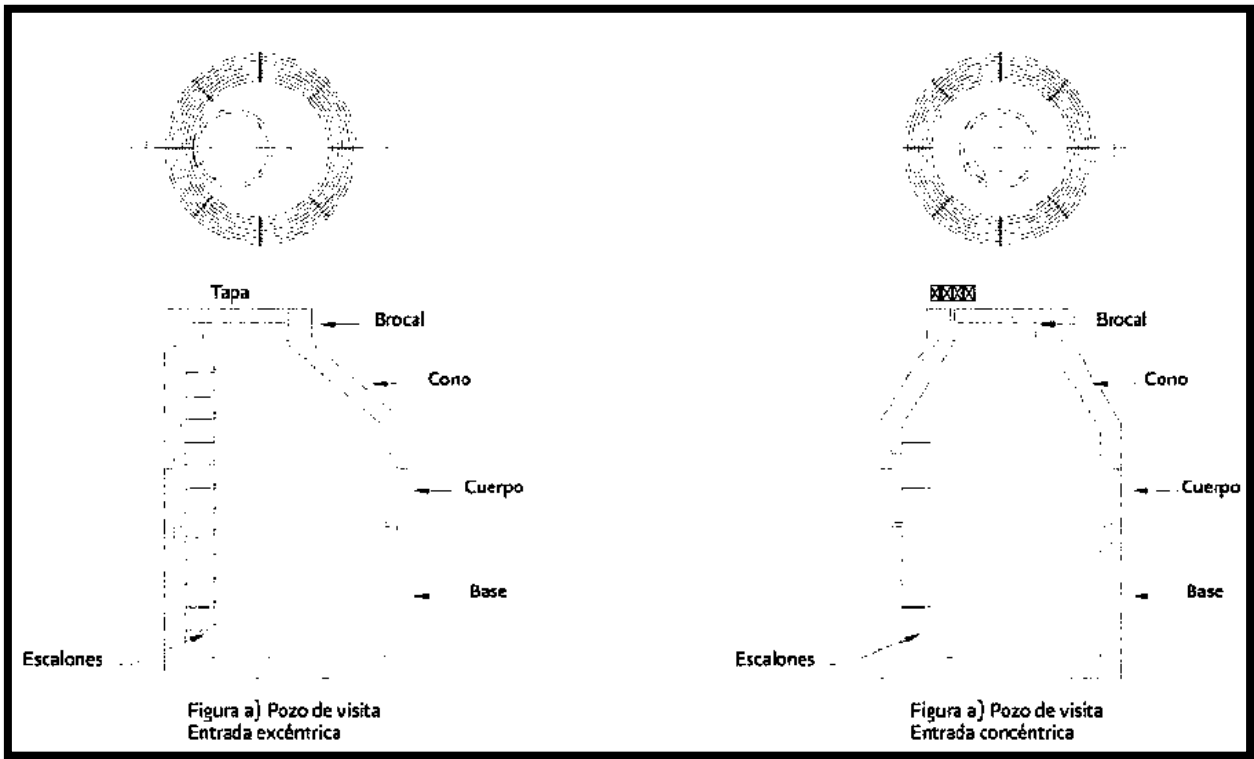


Imagen 55 Componentes de los pozos de visita (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

- Base, que incluye campanas de entrada de tubería, espiga de salida de tubería, medias cañas, y banquetas.
- Cuerpo, el cual puede ser monolítico o contar con extensiones para alcanzar la profundidad deseada mediante escalones.
- Cono de acceso (concreto o excéntrico).
- Brocal.
- Tapa.

POZOS DE VISITA PREFABRICADOS.

Los materiales utilizados en la construcción de los pozos de visita prefabricados son varios, se encuentran los prefabricados de polietileno, concreto, poliéster reforzado con fibra de vidrio, concreto polimérico (poyconcreto), etc.; sin embargo e independiente del material de fabricación de estos, se debe asegurar la hermeticidad de la estructura y de la(s) uniones con la tubería.

Estos pozos se entregan en obra como una unidad completa o en sección (para ser ensamblados en obra), pero deben quedar instalados como una sola unidad

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

completa o en secciones (para ser ensamblados en obra), pero deben quedar instalados como una sola unidad (por las características de los materiales con los que se fabrican los pozos prefabricados, se asegura una fácil maniobra instalación).

Los pozos de visita prefabricados (fabricados) de concreto deben cumplir las especificaciones establecida en la norma mexicana NMX-C-413-ONNCCE y los pozos de visita prefabricados de cualquier otro material deben de cumplir las especificaciones establecida en un documento normativo, conforme a lo establecido en la ley federal sobre Metrología y Normalización. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

Es importante elemento se fabrica con las preparaciones necesarias para poder concentrarse a las tuberías de la red de alcantarillado, mediante el empleo de anillo de material elastomérico en las uniones. En los cas específicos de los pozos de concreto, las perforaciones incidentes de deben hacer en fabrica. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

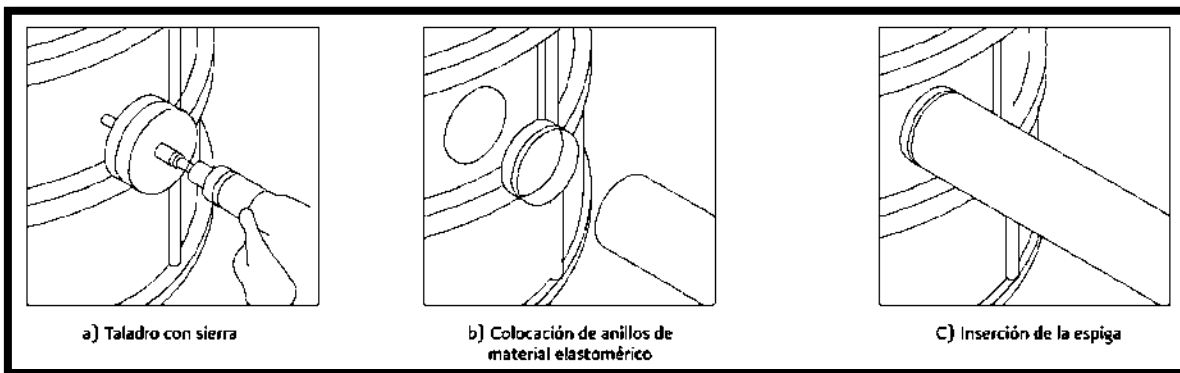


Imagen 56 instalación de acometida lateral "insitu" realizadas mediante taladro de las piezas del pozo prefabricado con una sierra (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

POZOS PREFABRICADOS DE MATERIALES PLÁSTICOS.

Los pozos de polietileno de alta densidad son integralmente "sellados" en su parte inferior con el cuerpo (base) del mismo material. El proceso del manufactura permite la flexibilidad de incorporar las "medidas cañas" de acuerdo a las necesidades de flujo hidráulico del proyecto siguiendo las guías de diseño hidráulico establecidas. Permite limpieza por medios mecánicos tradicionales o con mayor facilidad mediante "Jet Streamo" de baja y alta presión y/o "Vactor". (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

el diámetro interior de los pozos de visita prefabricados es de 1000 mm, permitiendo el acceso seguro de los operarios, mediante escaleras integrada desde la parte superior del cono hasta la base, en caso de profundidades menores a 2m se puede utilizar el pozo de visita con diámetro de 1000 mm, siempre y cuando la autoridades local así como autorice. *(CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)*

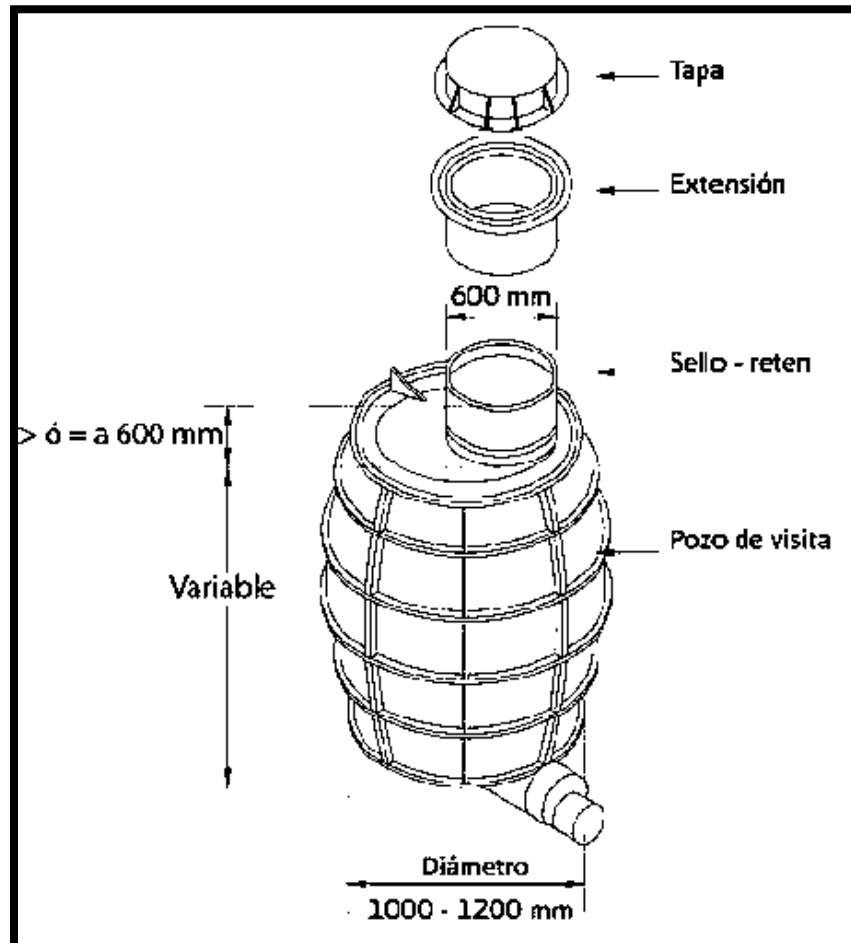


Imagen 57 Ensamble de un pozo de visita monolítico (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

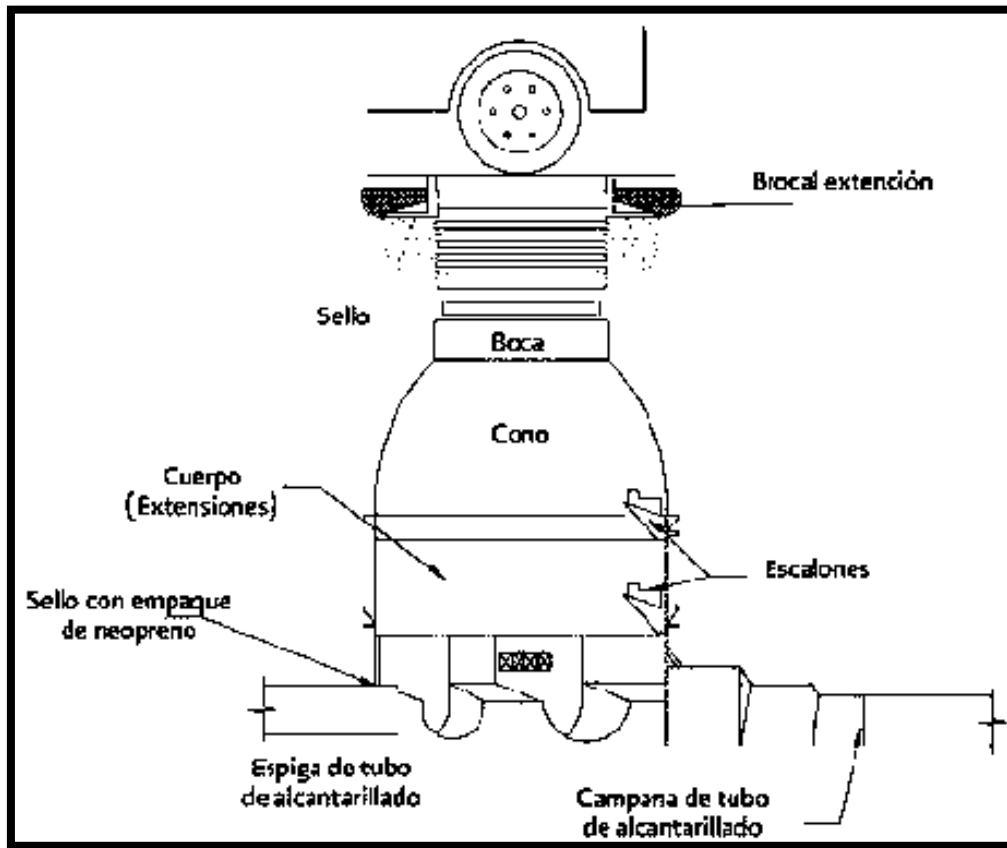


Imagen 58 Ensamble de un pozo de visita con extensiones. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

Dimensiones para pozos de visita de material plástico						
Dimensiones en m						
Altura (H)	Diámetro					
Diámetro del pozo (D)	1000	1000	1000 y 1200	1200	1200	1200
1100	200/250	250/300	450			
1600	200/250	250/300	450		500	800
2100	200/250	250/500	450		500	800
2600				400	500	800
3100				400	500	800
3600				400	500	800
4100				400	500	800
4600				400	500	800

Tabla 38 (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)



Los diámetros de tuberías a recibir pueden ir desde 200 mm hasta 450 mm en pozos de 1000 mm de diámetros. Y desde 200 mm hasta 800 mm en pozos de 1200 mm de diámetro. En cuanto a componentes cercanos a la superficie existe el elemento o arillo para ajuste de altura sobre el cono, estos deberán conectar el elevador-cono con la tapa de los pozos, que generalmente es prefabricada de diferentes materiales y para diferentes aplicaciones. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

POZOS PREFABRICADOS DE POLIÉSTER REFORZADO CON FIBRA DE VIDRIO (PRFV)

Los pozos de poliéster reforzado con fibra de vidrio están diseñados para trabajar sin presión (excepto la presión de columna de agua interior de fluido circulante que pueda alcanzar, con un máximo de 12 m.c.a.). Los pozos de visita de poliéster reforzado con fibra de vidrio pueden ser fabricados para que la tubería de conducción tome algunos de cualquier grado; también de la conducción tome ángulos de cualquier grado; también están disponibles en alturas totales desde 1.5 m hasta 12 m, según las necesidades de cada proyecto. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

Los pozos de poliéster reforzado con fibra de vidrio se clasifica en A y tipo B. los pozos de visita de PRFV tipo A son aquellos en donde el diámetro de la conducción es menor o igual a 1200 mm. El diámetro de acceso se suministra en DN 1200 mm permitiendo de acceso seguro de los operarios, mediante escalera integrada desde la parte superior hasta la base. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

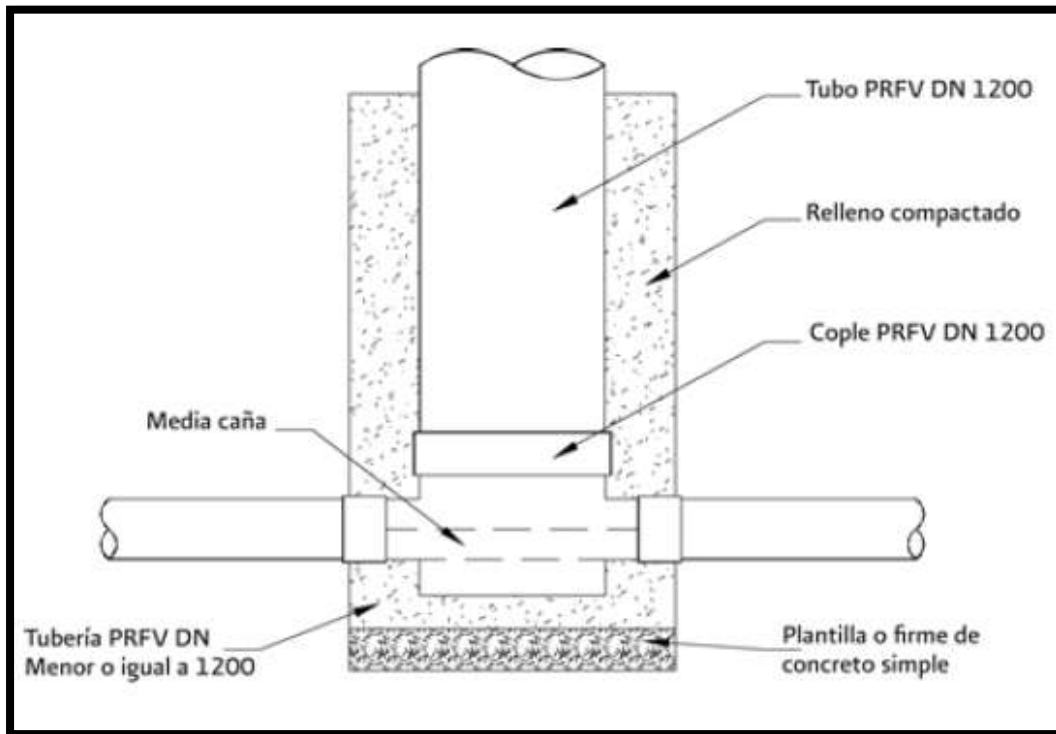


Imagen 59 Pozo de visita de PRFV tipo A (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

Los pozos de visita de PRFV tipo B son aquellos en donde el diámetro de la conducción superiores a 1200 mm de diámetro. El diámetro de acceso se suministra en 1200 mm permitiendo el acceso seguro de los operarios ya que el paso hombre es tangencial y con escalera integrada desde la parte superior del cono hasta la base. En caso de existir carga vehicular por encima de los pozos, de deberán disponer de losas de concreto armado para transmitir estas cargas al suelo que rodea al pozo. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

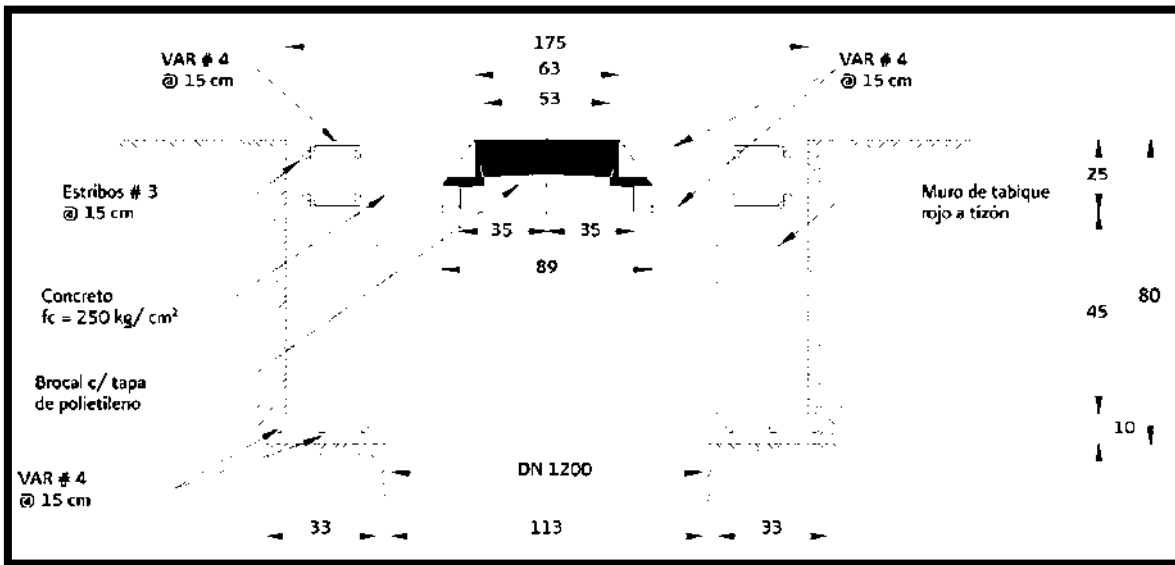


Imagen 60 Detalle losa tapa para pozo de visita de PRFV (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

POZOS CONSTRUIDOS EN SITIO.

Los pozos que se construyen en el lugar de la obra, comúnmente utilizan tabique, concreto reforzado o mampostería de piedra. Cuando se usa tabique de concreto o ladrillo, el espesor mínimo debe ser de 20 cm a cualquier profundidad. La base de los pozos de visita hechos en obra debe ser mínimo de 15 cm hasta una altura mínima a 50 cm sobre el lomo de los tubos incidente, armado con acero de refuerzo. Este tipo de pozos de visita se deben aplanar y pulir exteriores e interiormente con mezcla cemento-arena mezclado con aditivos epóxicos que garantiza la estanqueidad y así garantiza la hermeticidad de los agregados extremos. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

En el interior del pozo. Además se deben de garantizar la hermeticidad de la conexión del pozo con la tubería, empleando accesorios con mangas de poliuretano rígido, mangas de neopreno etc. U otros que aseguren la hermeticidad a largo plazo al reducir los esfuerzos cortantes ante la presencia de asentamientos diferenciales y movimientos producidos por las cargas vivas, sismos o cualquier otro fenómeno vibratorio, así como facilitar el reemplazo de tuberías unidas al pozo utilizando anillos de hule. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

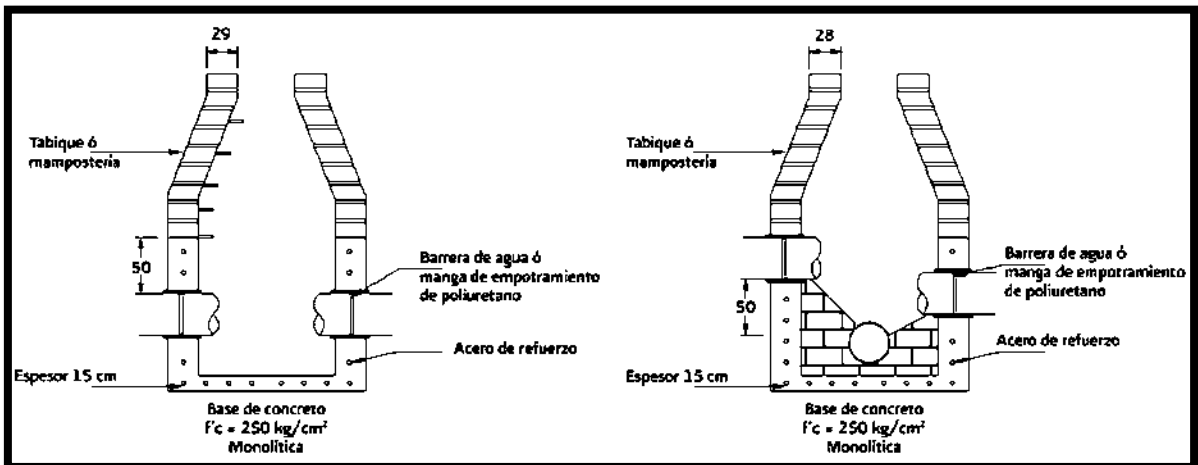


Imagen 61 Pozos de visita construidos en sitio (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

DESCRIPCIÓN DE LOS POZOS DE VISITA.

- **POZOS COMUNES**

Los pozos de visita comunes están formados por una chimenea de forma cilíndrica en la parte inferior y troncocónica en la parte superior, y son utilizados hasta 800mm.

Todos los pozos comunes deben asentarse sobre una plantilla de material base compactada a 95% proctor con espesor mínimo de 10 cm.

En cualquier caso, la media caña y las banquetas del pozo pueden ser aplanadas con mortero o con el mismo materia del pozo. La media caña de los pozos de visita comunes debe forma un conducto que continúe el flujo de las tuberías incidentes y cuyos lados formen las banquetas donde se paran las personas que entren a los pozos. Opcionalmente y en función del tamaño del pozo de la visita, pueden incorporarse escalones de material no corrosible, acero o de fierro fundido plastificado empotrados en las paredes del pozo, que permitan el descenso y ascenso seguro del personal encargado de la operación y mantenimiento del sistema de alcantarillado. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

Los pozos de visita comunes tiene un diámetro interior de 100m , se utilizan para unir tuberías de hasta 0.76m de diámetro, con entronque de hasta 0.45m de diámetro y permiten una deflexión máxima en la tubería de 90 grados. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)



• **POZOS ESPECIALES.**

Este tipo de pozos son de forma similar a los pozos de visita comunes, excepto que la base es de diámetro mayor para albergar tuberías incidentes mayores a 0.76m de diámetro, estos pozos se pueden reducir una vez pasando la parte superior de los tubos incidentes para terminar como los pozos comunes. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

Existen dos tipos de pozos especiales:

- 1) Tipo 1. De 1.50 m de diámetro interior, se utiliza con tuberías incidentes mayores de 0.76m hasta 1.07 m de diámetro nominal, y de 1.80m de diámetro interior, se utilizan para tuberías incidentes con diámetro para 1.22 m con entronques a 90 grados de tuberías de hasta 0.3 m permite una deflexión máxima en la tubería de 45 grados.
- 2) Tipo 2. De 2.0m de diámetro interior, se usa con tuberías incidentes de diámetro mayores de 1.50 m con entronques a 90 grados de tuberías de hasta 0.3 m y permite una deflexión máxima en la tubería de 45 grado

Dimensiones para pozo de visita especial	
Dimensiones en cm	
Diámetro del pozo	Diámetro máximo para tubería incidente
150	107
180	122
200	150

Tabla 39 (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

• **POZOS DE CAJA**

Están formados por el conjunto de una caja y una chimenea similar a la de los pozos comunes y especiales, la cual al nivel de la superficie, termina con un brocal con tapa. Su sección transversal horizontal tiene forma rectangular o de un polígono regular. Generalmente a los pozos cuya sección horizontal es rectangular, se les llama simplemente pozos caja unión. Estos pozos no permiten deflexiones en las tuberías. Sus uniones de tubería se dan a 180° (en la línea recta): (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

- Tipo 1, que se utiliza en tuberías de 0.75 a 1.10 m de diámetro con entronques a 45 grados hasta de 0.60 m de diámetro.

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

- Tipo 2, que se usan en tuberías de 0.76 a 1.22 m de diámetro con entronques a 45 grados hasta de 0.76 de diámetro
- Tipo 3, el cual se utiliza en diámetro de 1.50 a 2.44 m con entronques a 45 grados hasta de 0.76 m de diámetro.

Dimensiones para pozo caja			
Dimensiones en cm			
Dimensiones de la base	Diámetro máximo del tubo incidente	Anillo de ajuste	cono
240 X 240	122	50 X 1.20	120 / 60 X 100
292 X 242	152	50 X 1.20	120 / 60 X 100
344 X 240	122	50 X 1.20	120 / 60 X 100
	213	50 X 1.20	120 / 60 X 100

Tabla 40 (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

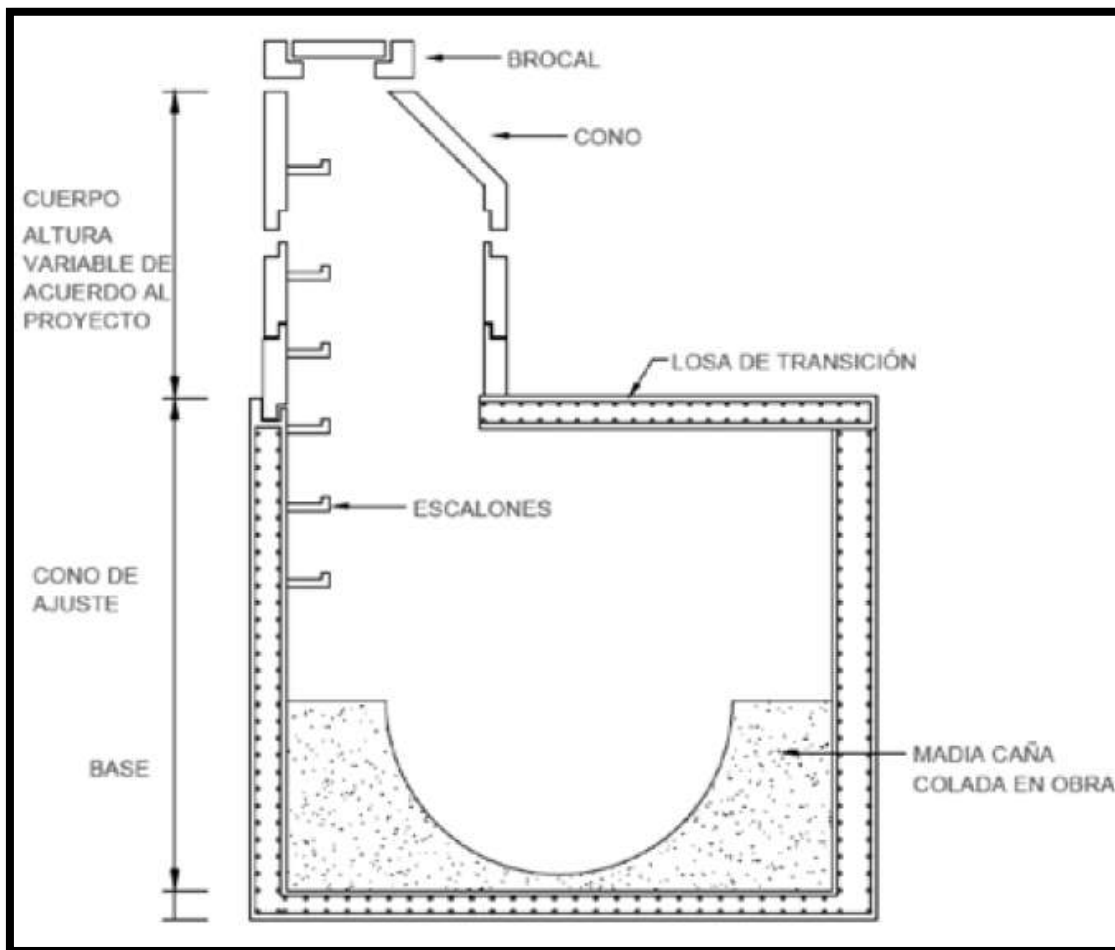


Imagen 62 Ejemplo de un pozo tipo caja (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)



• **POZOS TIPO CAJA DE DEFLEXION**

Se les denomina así a los pozos caja de sección horizontal en forma de polígono irregulares y generalmente son colados en sitio. Estos pozos permiten deflexiones en las tuberías. Existen tres tipos de pozos caja deflexión: (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

- 1) El tipo 1, se utiliza en tuberías de hasta 1.52 m de diámetro con entronques de 45 grados de tuberías hasta de 1.20 m de diámetro
- 2) Tipo 2, el cual se usa en diámetro de hasta 2m con entronques a 45 grados de tuberías hasta de 1.52m de diámetro generalmente colados en sitio.
- 3) El tipo 3, se le nombra de esta forma a los pozos caja en los que concurre una tubería de entrada y tienen solo una de salida con un Angulo de 45° como máximo. Se utilizan en tuberías de 1.50 a 3.05 de diámetro.

• **POZO TANGENCIAL**

Están formados por un tubo de diámetro igual al diámetro principal de la línea de drenaje y el diámetro de acceso son utilizados con tuberías de diámetro desde 90 cm hasta 305 cm, sus estructuras pueden tener una altura desde 1m hasta la altura requerida por el proyecto. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

Pozo tangencial		
Dimensiones en mm		
Diámetro del colector	Diámetro del pozo	Diámetro de la tapa o brocal
1200-3000	1200	600

Tabla 41 (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

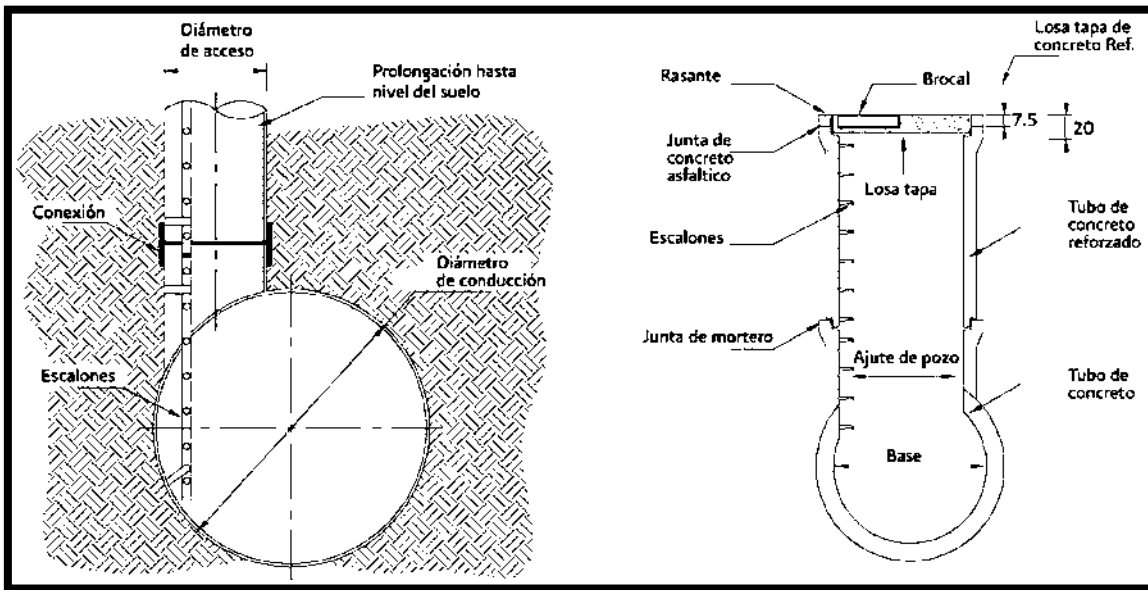


Imagen 63 Ejemplo de pozo lámpara (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

Seguridad al introducirse en espacios confinados

Para la introducción de personal dentro del sistema de alcantarillado sanitario se deben de tener ciertos cuidados ya que se trata de un espacio confinado donde existen ciertos riesgos que se pueden y deben prevenir para evitar accidentes. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

Se deben monitorear la atmosfera dentro del espacio confinados antes y durante la presencia de personal dentro del espacio confinado. El monitoreo de personal dentro del espacio confinado. El monitoreo debe realizarse con equipo calibrado y se deben verificar al menos cuatro parámetros y vigilar que todos se mantengan dentro de los rangos recomendados. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

Oxígeno- entre 19.5 y 21%

Monóxido de carbono-35 ppm máximo

Ácido sulfúrico-10 ppm máximo

Límite inferior de explosividad (metano)-menor al 10%

La ventilación puede hacerse ya sea mediante la extracción de aire en el pozo de visita inmediato anexo al pozo donde se va a accesar, o bien introduciendo aire



forzado al pozo de visita donde se va a accesar. La ventilación mediante la extracción de aire en el pozo de visita inmediatamente anexo es la opción normalmente recomendada.

Los trabajos que acceden a los pozos de visita deben estar adecuadamente vestidos, al menos con botas de trabajo, casco y arnés con argollas a la altura de los hombros, de manera que el trabajador pueda ser extraído de forma vertical a través de la boca del pozo de visita. El trabajador deberá tener en todo momento conectado el arnés al cable de extracción de emergencia. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

En todo momento debe existir comunicación via radio UHF entre el a los operadores dentro del espacio confinado y los trabajadores de apoyo fuera del espacio confinado. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

ESTRUCTURAS DE CAÍDA.

Por razones de carácter topográfico o por tener elevaciones obligadas para las plantillas de algunas tuberías, suele presentarse la necesidad de construir estructuras que permitan efectuar en su interior los cambios bruscos de nivel. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

Las estructuras de caída que se utilizan son:

- Caída libre.- Se permiten caídas hasta de 0,50 m dentro del pozo sin la necesidad de utilizar alguna estructura especial.
- Pozos con caída adosada.- Son pozos de visita comunes, a los cuales lateralmente se les construye una estructura que permite la caída en tuberías de 0.20 y 0.25 m de diámetro con un desnivel hasta de 2m.
- Pozos con caída.- Son pozos construidos también por una caja y una chimenea, a los cuales en su interior se les construye una plantilla que funciona como deflector del caudal que cae. Se construye para tuberías de 0.30 a 0.76 m de diámetro y con un desnivel hasta de 1.50m
- Estructuras de caída escalonada.- Son estructuras con caída escalonada cuya variación es de 0.50 en 0.50 m hasta llegar a 2,50 m (cinco tramos) como máximo, que están provistas de dos pozos de visita en los extremos, entre los cuales se construyen la caída escalonada, en el primer pozo, se localiza la plantilla de entrada de la tubería, mientras que en segundo pozo se ubica la plantilla de salida. Este tipo de estructura se emplea en tuberías con diámetros desde 0,90 hasta de 2.50.

SIFONES INVERTIDOS.

Cuando se tiene cruces con alguna corriente de agua, depresión del terreno, estructura, tubería o viaductos subterráneos, que se encuentren al mismo nivel en que se deben de instalar la tubería, generalmente se utilizan sifones invertidos.

La topografía local puede existir la ejecución de obras especiales dada la necesidad de superar obstáculos como, quebradas, ríos, canalizaciones de agua pluviales, aductoras, cruce de túneles subterráneos (metros), cruces con alguna corriente de agua, depresión del terreno, estructura, tubería o viaducto subterráneos, que se encuentren al mismo nivel en que debe instalarse la tubería, generalmente se utilizan sifones invertidos. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

Los principales tipos de sifones son los que se indican a continuación.

- Ramas oblicuas
- Pozo vertical
- Ramas verticales
- Con cámara de limpieza

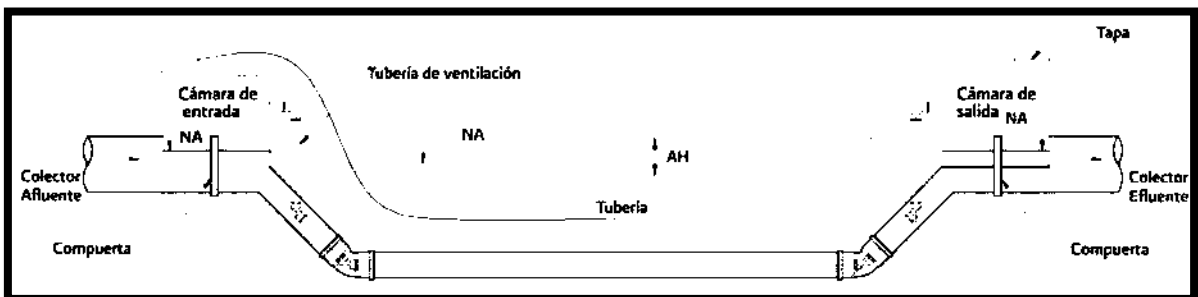


Imagen 64 Sifón de Ramas Oblicuas (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

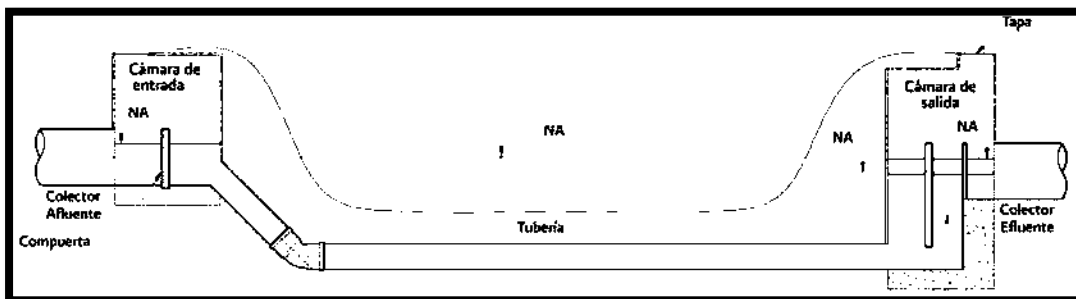


Imagen 65 Sifón con pozo vertical (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

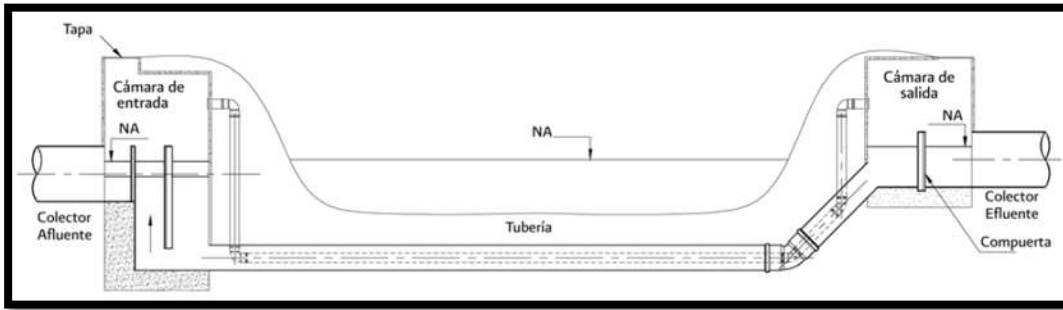


Imagen 66 Sifón con pozo vertical (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

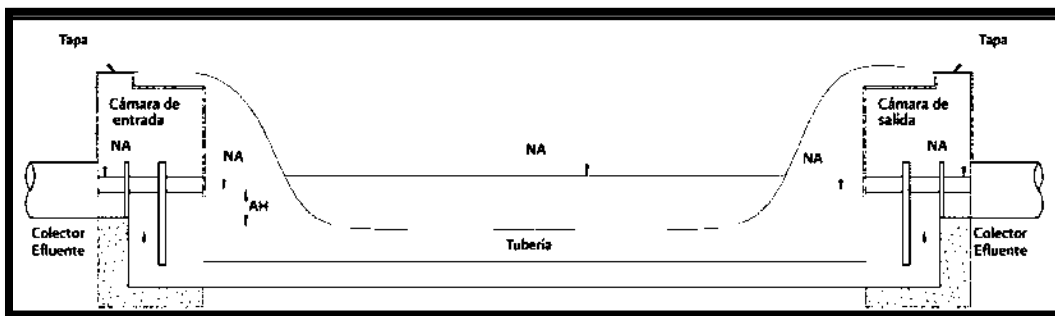


Imagen 67 Sifón con ramal vertical (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

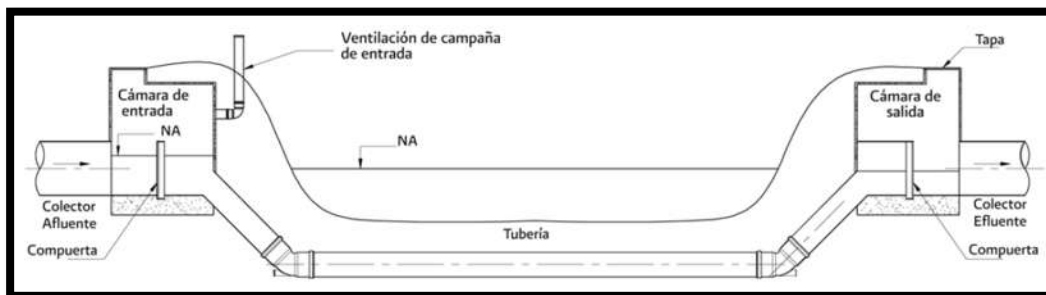


Imagen 68 Sifón con cámara de limpieza (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

Tipo a) se emplea para cruces de obstáculos para lo que se cuenta con suficiente desarrollo, y en terrenos que no presentan grandes dificultades de ejecución.

Tipo b y c) con una o dos ramas verticales son preferidos para emplazamientos de poco desarrollo o en caso de grandes dificultades constructivas sus características de fácil limpieza y reducido espacio, los hacen muy aconsejables

Tipo d) con cámara de limpieza, tiene su aplicación en obra de cruces de vías subterráneas.



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

Es una obra de costo relativamente elevado y presenta dificultades de limpieza y desobstrucción, razón por la cual deben ser utilizado por solamente después de una estudio comparativo con otras alternativas. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

En su diseño, se debe tomar en cuenta lo siguiente:

- Velocidad mínima de escurrimiento de 1.20 m/s para evitar sedimentos
- Analizar la conveniencia de emplear varias tuberías a diferentes niveles, para que, de acuerdo a los caudales por manejar, se obtengan siempre velocidades adecuadas. La primera tubería tendrá capacidad para conducir el gasto mínimo de proyecto.
- En el caso de que el gasto requiera una sola tubería de diámetro mínimo de 20cm, se acepta como velocidades mínima de escurrimiento la de 60 cm/s.
- Se debe proyectar estructuras adecuadas (cajas), tanto a la entrada como a la salida del sifón, que permitan separar y encauzar los caudales de diseño asignados a cada tubería.

Se deben colocar rejillas en una estructura adecuada, aguas arriba del sifón, para detener objetos flotantes que puedan obstruir las tuberías. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

CRUCES ELEVADOS.

Cuando por necesidad del trazo, se tiene que cruzar una depresión profunda como es el caso de algunas cañadas o barrancas de poca longitud, generalmente se logra por medio de una estructura que soporte la tubería. La tubería pueda ser de acero o polietileno, la estructura por construir puede ser un puente ligero de acero, de concreto o de madera, según el caso. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

La tubería para el paso por un puente vial, ferroviario o peatonal, debe ser de acero y estar suspendida del piso del puente por medio de soporte que eviten la transición de las vibraciones a la tubería, la que deben colocarse en un sitio que permitan su protección y su fácil inspección o reparación. A la entrada y a la salida del puente, se deben construir cajas de inspección o pozos de visita. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)



CRUCES SUBTERRÁNEOS CON CARRETERAS Y VÍAS DE FERROCARRIL.

Para este tipo de estos cruces, la práctica común es usar tubería de concreto o tubería de acero con un revestimiento de concreto. En algunos casos el revestimiento se coloca únicamente para proteger a la tubería de acero del medio que la rodea, en otros casos, se presenta la solución en que la tubería de acero es solo una camisa de espesor mínimo y la carga exterior la absorbe el revestimiento de concreto reforzado, en forma de conducto rectangular. Para la tubería de concreto, lo más recomendable para su instalación es atreves del método hincado, ya que permite su instalación sin abrir zanja. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

2.11.-DISEÑO HIDRÁULICO. TOPOGRAFIA.

El diseño de la red de atarjea debe adecuarse a la topografía de la localidad. La conducción dentro de la tubería deberá analizar bajo un sistema a superficie libre y las tuberías seguirán en lo posible la pendiente del terreno. En el caso de que existan en la localidad zonas sin drenaje natural, se emplearan las pendientes de diseño mínima, que cumplan con las condiciones de tirante mínimo y máximo dentro de una tubería, así como las de velocidades máximas y mínimas en la conducción del flujo. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

2.12.-PLANOS. PLANOS TOPOGRÁFICOS.

Planos topográficos actualizados, escala 1:1000 o 1:2000, dependiendo del tamaño de la localidad, con información producto de la nivelación directa. El plano debe tener curvas de nivel equidistantes a un metro y elevaciones de terreno en cruceros y puntos notables entre cruceros, como puntos bajos, puntos altos cambios de dirección o pendiente. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

PLANOS DE PAVIMENTOS Y BANQUETAS.

Se debe anotar su tipo, estado y conservación, además con la ayuda de estudio de mecanismo de suelos, identificar si existe nivel freático a la profundidad que ubiquemos la tubería, clasificación del tipo de terreno a excavar de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos conforme a sondeos verticales estándar mismos que deberán ser localizados en planos. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)



PLANOS ACTUALIZADOS DE LA RED.

En el caso que se vaya a desarrollar una ampliación o una rehabilitación de una red existente, se debe indicar la longitud de los tramos de tuberías, sus diámetros, el material de que están construidas, estado de conservación, elevación de los brocales y plantillas de entrada y salida de las tuberías en los pozos de visita, identificar las obras accesorias de la red, las estructuras de descarga actual, los sitios de vertidos previos tramos y el uso final de las aguas residuales. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

PLANOS DE AGUA POTABLE.

Información de las áreas con servicio actual de agua potable y de las futuras ampliaciones, con sus programas de construcción, así como las densidades de población y dotaciones para cada una de las etapas. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

PLANOS DE USO ACTUAL DEL SUELO.

Se debe cada zona habitacional existente con la densidad de población correspondiente, adicionalmente, las zonas comerciales, las zonas industriales, las zonas publicadas y las áreas verdes. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

PLANOS PREDIAL.

Se debe a definir el número de lotes, su forma y calidad donde pueden descargar las aguas residuales. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

PLANO DE USO DEL SUELO.

Es necesario prever las zonas de desarrollo de la localidad. Para esto ubican en el plano las zonas de crecimiento junto con un estimado del crecimiento de la misma, indicando adicionalmente el tipo de desarrollo que será (comercial, industrial, zona publica o áreas verdes). En el plano deberá localizarse las áreas que ocuparan en el futuro las diferentes zonas habitacionales con sus nuevas densidades de población, las zonas comerciales, las zonas industriales, las zonas públicas, y las áreas verdes. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)



PLANOS DE INFRAESTRUCTURA ADICIONAL EXISTENTE.

Además de los planos de agua potable, se deberán considerar los planos de infraestructura pluvial, sanitario, agua tratada, de comunicaciones (telefonía, fibra óptica, etc.), oleoductos y gasoductos, electricidad, etc. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

2.13.-GASTOS DE DISEÑO.

Se establece el criterio de valorar el gasto de dotación de drenaje sanitario como un porcentaje del gasto de consumo de agua potable.

Para los fraccionamientos industriales y comerciales, el desarrollo deberá de analizar el porcentaje de la dotación que se verterá al drenaje sanitario, considerado que parte del agua de consumo debe de emplearse en el reusó del proceso industrial y áreas verdes. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

Los gastos de diseño que se emplean en los proyectos de alcantarillado sanitario son:

- Gasto medio
- Gasto mínimo
- Gasto máximo instantáneo
- Gasto máximo extraordinario

El sistema de alcantarillado sanitario, debe construirse herméticamente por lo que no se adicionara al caudal de aguas residuales el volumen por infiltraciones.

GASTO MEDIO.

El gasto medio es el valor del caudal de aguas residuales en un día de aportación promedio al año. Para calcular el gasto medio de aguas residuales, se requiere definir la aportación de aguas residuales de las dientes zonas identificadas en los planos de uso de sueño. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

La aportación es el volumen diario de aguas residual entregado a la red de alcantarillado, la cual es un porcentaje del valor de la dotación de aguas potables.

En zonas habitacionales, se adopta como aportación de aguas residuales el 75% de la dotación de aguas potables, considerado que el 25% restante se consume antes de llegar a las atarjeas. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

En función de la población y de la aportación, el gasto medio de aguas residuales en cada tramo de la red de calcula con:

$$Q_{med} = \frac{A_p * A}{86400}$$

Dónde:

Q_{med}: gasto medio de aguas residuales

A_p: es la aportación en litros por metros cuadrados al día o litros por hectáreas al día.

A: es el área de la zona industrial, comercial o pública.

86400: son el número de segundo al día.

GASTOS MÍNIMOS.

El gasto mínimo es el mayor de los valores de escurrimiento que normalmente se presentan en una tubería. Este valor es igual a la media del gasto medio.

El gasto mínimo Q_{MIN} y se calcula con la siguiente formula:

$$Q_{min}=0.5*Q_{med}$$

Dónde:

Q_{min}: gasto mínimo

Q_{med}: gasto medio de las aguas residuales

En la siguiente tabla se muestran para las diferentes tuberías que existen en el mercado, valores del gasto mínimo que deben ser usados en el diseño de atarjeas. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

Gasto mínimo de aguas residuales con inodoros de 6 litros para distinto diámetro			
Diam. (cm)	No de descargas simultaneas	Aportación por descarga (l/s)	Gastos min (l/s)
10-25	1	1.0	1
30-40	2	1.0	2
45-46	3	1.0	3
50-55	4	1.0	4
60-63	5	1.0	5
65	6	1.0	6
70	7	1.0	7
75-76	8	1.0	8
80	9	1.0	9
85	10	1.0	10
90-91	12	1.0	12
100	15	1.0	15
107-110	17	1.0	17
120-122	23	1.0	23
130	25	1.0	25
140	28	1.0	28
150-152	30	1.0	30
160	32	1.0	32
170	35	1.0	35
180-183	38	1.0	38
190	41	1.0	41
200	44	1.0	44
213	47	1.0	47
244	57	1.0	57
305	74	1.0	74

Tabla 42 (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

GASTO MÁXIMO INSTANTÁNEO.

El gasto máximo instantáneo es el valor máximo de escurrimiento que se puede presentar en un instante dado. Su valor, es el producto de multiplicar el gasto medio de aguas residuales por un coeficiente M, que en el caso de la zona habitacional es el coeficiente de armon.

$$Q_{max.inst} = M * Q_{med}$$

En el caso de zonas habitacionales el coeficiente M está dado por la siguiente formula:

$$M = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{P}}$$



Dónde:

P es la población servida acumulada hasta el punto final (aguas abajo) del tramo de tubería considerada, en miles de habitaciones.

En tramos con una población acumulada menor de 1000 habitantes, el coeficiente M es constante e igual a 3.8.

Para una población acumulada mayor que 63,454 habitantes, el coeficiente M se considera constante e igual a 2,17, es decir, se acepta que si valor a partir de esta cantidad, no sigue la ley de variación establecida por Harmon. El coeficiente M en zonas industriales, comerciales o publicas presenta otra ley de variación. Siempre que sea posible, debe hacerse un aforo del caudal de agua residual en las tuberías existentes para determinar sus variaciones reales. De no disponer de esta información, el coeficiente M podrá ser de 1.5 en zonas comerciales e industriales. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

GASTOS MÁXIMOS EXTRAORDINARIO.

El gasto máximos extraordinario es el caudal de aguas residuales que considera aportaciones de agua que no forman parte de las descargas normales, como bajadas de aguas pluviales de azotea, patios, o las provocadas por un crecimiento demográfico explosivo no considerado.

En función de este gasto se determina el diámetro adecuado de las tuberías, ya que se tienen un margen de seguridad para prever los caudales adicionales en las aportaciones que puedan recibir la red.

Para el cálculo del gasto máximo extraordinario se tiene:

$$Q_{\text{max.ext.}} = C_s \cdot Q_{\text{max.inst.}}$$

En caso de aportaciones normales el coeficientes C_s será de 1,0; para condiciones diferentes, este C_s puede definirse mayor a 1 y como máximo 1.5 bajo aprobación de la autoridad local de agua y dependiendo de las condiciones particulares de la localidad. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)



2.14. VARIABLE HIDRÁULICA. VELOCIDADES.

a) Velocidad mínima

La velocidad mínima se considera aquella con la cual no se permite depósito de sólidos en las atarjeas que provoquen azolves y taponamientos. La velocidad mínima permisible es de 0.3 m/s, para el gasto mínimo de 1 lt/seg, considerando el gasto mínimo y para comportamiento a tubo lleno mediante el gasto máximo extraordinario de 0.6 m/s. Adicionalmente, debe asegurarse que el tirante calculado bajo éstas condiciones, tenga un valor mínimo de 1.0 cm, en casos de pendientes fuertes y de 1.5 cm en casos normales. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

b) Velocidad máxima

La velocidad máxima es el límite superior de diseño, con el cual se trata de evitar la erosión de las paredes de las tuberías y estructuras de drenaje sanitario. La velocidad máxima permisible para los diferentes tipos de material.

Velocidades máximas y mínimas permisibles		
Material	Velocidad máxima (m/s)	Velocidad mínima (m/s)
Acero (sin revestimiento, revestido y galvanizado)	3	0.3
Concreto reforzado	5	
Concreto simple		
Fibrocemento		
Polietileno alta densidad (PEAD)		
Poli (cloruro de vinilo) (PVC)		
Poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV)	3	

Tabla 43 (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

PENDIENTES.

El objeto de limitar los valores de pendientes es evitar, hasta donde sea posible, el azolve y la erosión de las tuberías.

Para el caso de pendientes pronunciadas, donde no se pueda seguir la pendiente del terreno, será necesario hacer escalonamiento en el perfil de la línea de drenaje, utilizando para este caso tuberías que no sean afectadas por



el sulfuro de hidrogeno que se produce en las caídas libres. Las pendientes deberán seguir hasta donde sea posible el perfil del terreno, con objeto de tener excavaciones mínimas, pero tomando en cuenta las restricciones de velocidad y de tirantes mínimos del apartado anterior y la ubicación y topografía de los lotes a los que se darán servicio. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

En casos especiales donde la pendiente del terreno sea muy fuerte, es conveniente considerar en el diseño tuberías que permitan velocidades altas, y se debe hacer un estudio técnico económico de tal forma que se pueda tener sólo en casos extraordinarios y en tramos cortos velocidades de hasta 8 m/s. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

DIÁMETROS.

- Diámetro mínimo

La experiencia en la conservación y operación de los sistemas de alcantarillado a través de los años, ha demostrado que para evitar obstrucciones, el diámetro mínimo en las tuberías debe ser de 20 cm (8 in) para casos especiales previamente justificados podrá emplearse un diámetro mínimo de 15 cm (6in). (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

2.15.- PROFUNDIDADES DE ZANJAS.

Las tuberías se instalan superficialmente, enterradas o una combinación de ambas, dependiendo de la topografía, tipo de tubería y características del terreno. Normalmente las tuberías para drenaje pluvial se instalan enterradas. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

Para obtener la máxima protección de las tuberías se recomienda colocarlas en zanjas, de acuerdo a lo señalado en las especificaciones de construcción del fabricante a lo que se menciona a continuación. La profundidad de las excavaciones de la zanja para las tuberías queda definida por los factores siguientes: (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

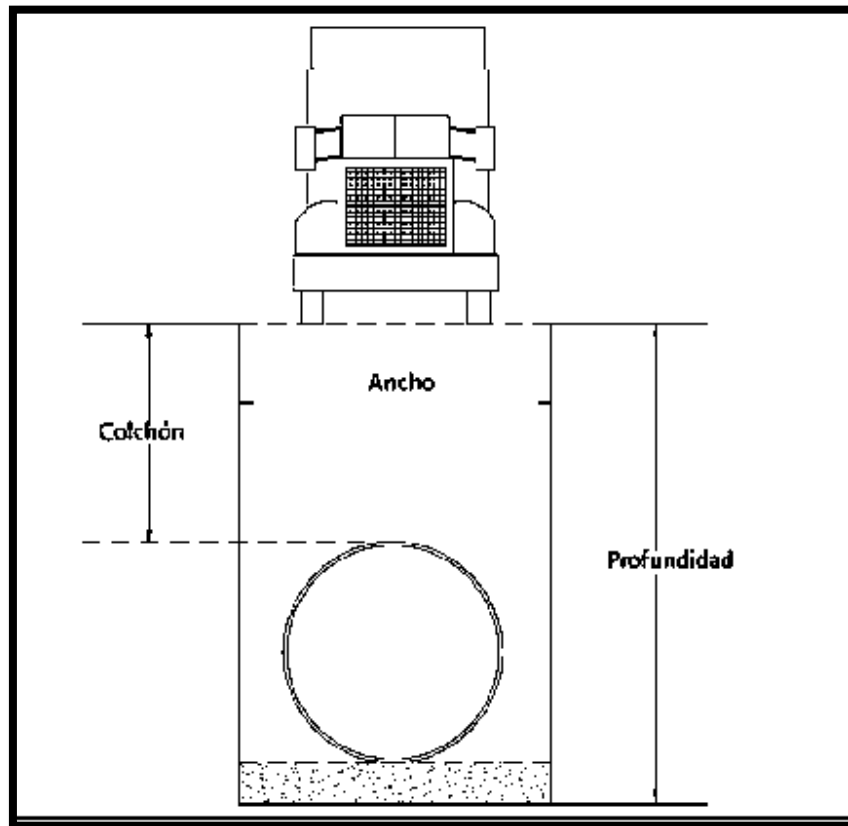


Imagen 69 Características de una zanja (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

Profundidad mínima o colchón mínimo. Depende de la resistencia de la tubería a las cargas exteriores.

Topografía y trazo. Influyen en la profundidad máxima que se le da a la tubería.

Velocidades máximas y mínimas. Están relacionadas con las pendientes de proyecto.

Existencia de conductos de otros servicios.

Economía en las excavaciones.

Los factores principales que intervienen para el colchón son el tipo de tubería a utilizar, el tipo de terreno en la zona de estudio y las cargas vivas que puedan presentarse. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

PROFUNDIDAD MÍNIMA.

La profundidad mínima de la zanja debe ser adecuada para:

- Evitar rupturas del conducto ocasionadas por cargas vivas, mediante un colchón mínimo que es función de la resistencia del tubo. Para definir el colchón mínimo deberá realizarse un análisis de cada caso en particular. Los principales factores que intervienen para definir el colchón mínimo son:



- Material de tubería
- Tipo de terreno
- Las cargas vivas probables.
- Permitir la correcta conexión del 100% de las descargas domiciliarias al sistema de alcantarillado, con la consideración de que el albañal exterior, tendrá como mínimo una pendiente geométrica de 10 milésimas (1 %) y el registro interior más próximo al paramento del predio, tenga una profundidad mínima de 60 cm.
- Los manuales de instalación de cada material

PROFUNDIDAD MÁXIMA.

La profundidad máxima es función de la topografía del lugar, evitando excavar demasiado.

La profundidad máxima será aquella que no ofrezca dificultades constructivas mayores durante la excavación, de acuerdo con la estabilidad del terreno en que quedará alojada la tubería, variando en función de las características particulares de la resistencia a la compresión o rigidez de las tuberías, haciendo el análisis respectivo en el que se tomará en cuenta el material de relleno, grado de compactación, las posibles cargas vivas y el factor de carga proporcionado por la plantilla a usar. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

En el caso de atarjeas se debe determinar con un estudio económico comparativo entre el costo de instalación del conducto principal con sus albañales correspondientes, y el de la atarjea o atarjeas laterales, “madrinas”, incluyendo los albañales respectivos; no obstante, la experiencia ha demostrado que entre 3.00 y 4.00 metros de profundidad, el conducto principal puede recibir directamente los albañales de las descargas y que a profundidades mayores, resulta más económico el empleo de atarjeas laterales.

Si la topografía tiene pendientes fuertes, se debe hacer un estudio económico comparativo entre el costo de excavación contra el número de pozos de visita. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

Plantilla o cama

Con el fin de satisfacer las condiciones de estabilidad y asiento de la tubería es necesaria la construcción de un encamado en toda la longitud de la misma.

Deberá excavar cuidadosamente las cavidades o conchas para alojar la campana o cople de las juntas de los tubos, con el fin de permitir que la tubería se apoye en toda su longitud sobre el fondo de la zanja o la plantilla apisonada.



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

El espesor de la plantilla o cama será de 10 cm siendo el espesor mínimo sobre el eje vertical de la tubería de 5cm (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

**2.16.- OBRAS ACCESORIAS.
POZOS DE VISITA.**

a) Clasificación de los pozos de visita fabricados en obra.

Se indica que tipo de pozo de visita debe construirse, dependiendo del diámetro de la tubería de salida y del tipo y diámetro de las tuberías que entroncan a 45 ó 90 grados en el pozo.

El número máximo de tuberías que pueden descargar en un pozo de visita son tres y debe existir una tubería de salida.

b) Separación entre pozos de visita.

La separación máxima entre los pozos de visita debe ser la adecuada para facilitar las operaciones de inspección y limpieza. Se recomiendan las siguientes distancias de acuerdo con el diámetro.

- En tramos de 20 hasta 61 cm de diámetro, 125 m.
- En tramos de diámetro mayor a 61 cm y menor ó igual a 122 cm, 150 m.
- En tramos de diámetro mayor a 122 cm y menor ó igual a 305 cm, 175 m.

Estas separaciones pueden incrementarse de acuerdo con las distancias de los cruceros de las calles, como máximo un 10%. Para el caso específico del Distrito Federal, según el Reglamento de Construcciones, se establecen las separaciones según el diámetro de la tubería. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

Separación entre pozos de visita.	
Diámetro, en m	Separación, en m
0.20-0.76	125-135
0.90-1.22	175-190
Mayores de 1.22	250-275

Tabla 44 (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

Se recomienda que las conexiones a ejes y plantillas se utilicen únicamente cuando sea indispensable y con las limitaciones que para los diámetros más usuales.

c) Cambios de dirección.



Para los cambios de dirección, las deflexiones necesarias en los diferentes tramos de tubería se efectúan como se indica a continuación:

Si el diámetro de la tubería es de 61 cm o menor, los cambios de dirección son hasta de 90 grados, y deben hacerse con un solo pozo común. Si el diámetro es mayor de 61 cm y menor o igual que 122 cm, los cambios de dirección son hasta 45 grados, y deben hacerse con un pozo especial. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

ESTRUCTURAS DE CAÍDA.

a) Caídas libres

En pozos de visita común, especial 1 o especial 2, la caída libre es hasta de 50 cm para tuberías hasta de 25 cm de diámetro. En éste caso, la caída libre se mide de la plantilla del tubo de llegada a la clave del tubo de salida.

En pozos común o especial 1, con tuberías de entrada y salida de 30 a 76 cm de diámetro, la caída libre es de hasta un diámetro (el mayor). En éste caso la caída libre se mide de la plantilla del tubo de entrada a la plantilla del tubo de salida. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

b) Caídas adosadas (CA)

Esta estructura se construye sobre tuberías de entrada hasta de 25 cm de diámetro, con caídas hasta 200 cm, y se adosa a pozo común, especial 1 o especial 2. En éste caso, la caída se mide de la clave del tubo de entrada a la clave del tubo de salida. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

c) Pozos con caída (CP)

Se construyen sobre tuberías de entrada y salida de 30 a 76 cm de diámetro; no admiten entronques y la caída es hasta de 300 cm. En éste caso, la caída se mide de la plantilla del tubo de entrada a la plantilla del tubo de salida. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

d) Caída escalonada (CE)

Se construyen sobre tuberías de entrada y salida mayores de 76 cm de diámetro; no admiten entronques y la caída es hasta de 250 cm. En éste caso, la caída se mide de la plantilla del tubo de entrada a la plantilla del tubo de salida.

Se indica que tipo de caída debe construirse dependiendo del diámetro de la tubería y cuál es la altura máxima que debe tener dicha caída. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

Tipos de estructuras de caída.		
Tipos de caída	Diámetros (cm)	Altura de caída (cm)
Libre en pozo común, especial 1 o especial 2	Diámetro de entrada 20 a 25	50
Caída adosada a pozos común, especial 1 o especial 2	Diámetro de entrada de 10 a 25	200
Libre en pozo común o especial 1	Diámetro de entrada y salida 30 a 76	Un diámetro (el mayor)
Pozo con caída	Diámetro de entrada de 30 a 76	300
Estructura de caída escalonada	Diámetro de entrada y salida mayor de 76	250

Tabla 45 (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

2.17.- CONEXIONES.

Debido a los cambios de diámetro que existen en una red de tuberías, resulta conveniente definir la forma correcta de conectar las tuberías en los pozos de visita. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

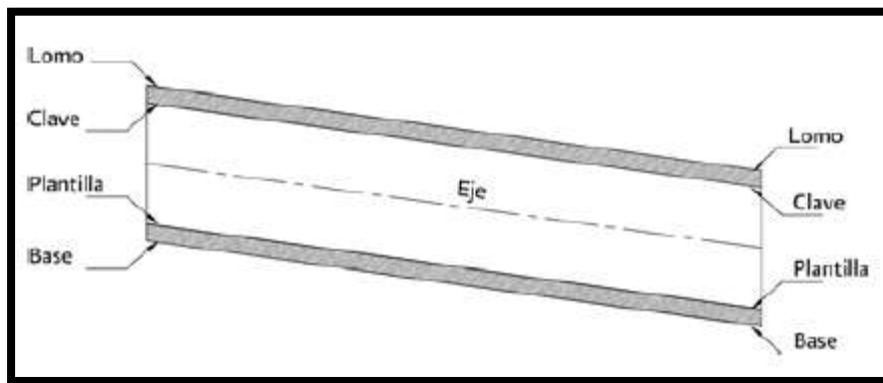


Imagen 70 Elementos de tubería (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

Desde el punto de vista hidráulico se recomienda que las conexiones, se igualen en los niveles de claves. Con este tipo de conexión, se evita el efecto del remanso aguas arriba.

Atendiendo a las características del proyecto, se pueden efectuar las conexiones de las tuberías, haciendo coincidir las claves, los ejes o las plantillas de los tramos de diámetro diferente. Además para facilitar los trabajos de inspección y mantenimiento se han establecido separaciones máximas entre los pozos de visita. Desde el punto de vista hidráulico es conveniente que en las conexiones se

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

igualen los niveles de las claves de los conductos por unir. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

Asimismo, se recomienda que las conexiones a ejes y plantillas se utilicen únicamente cuando sea indispensable con las imitaciones para los diámetros mas usuales. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

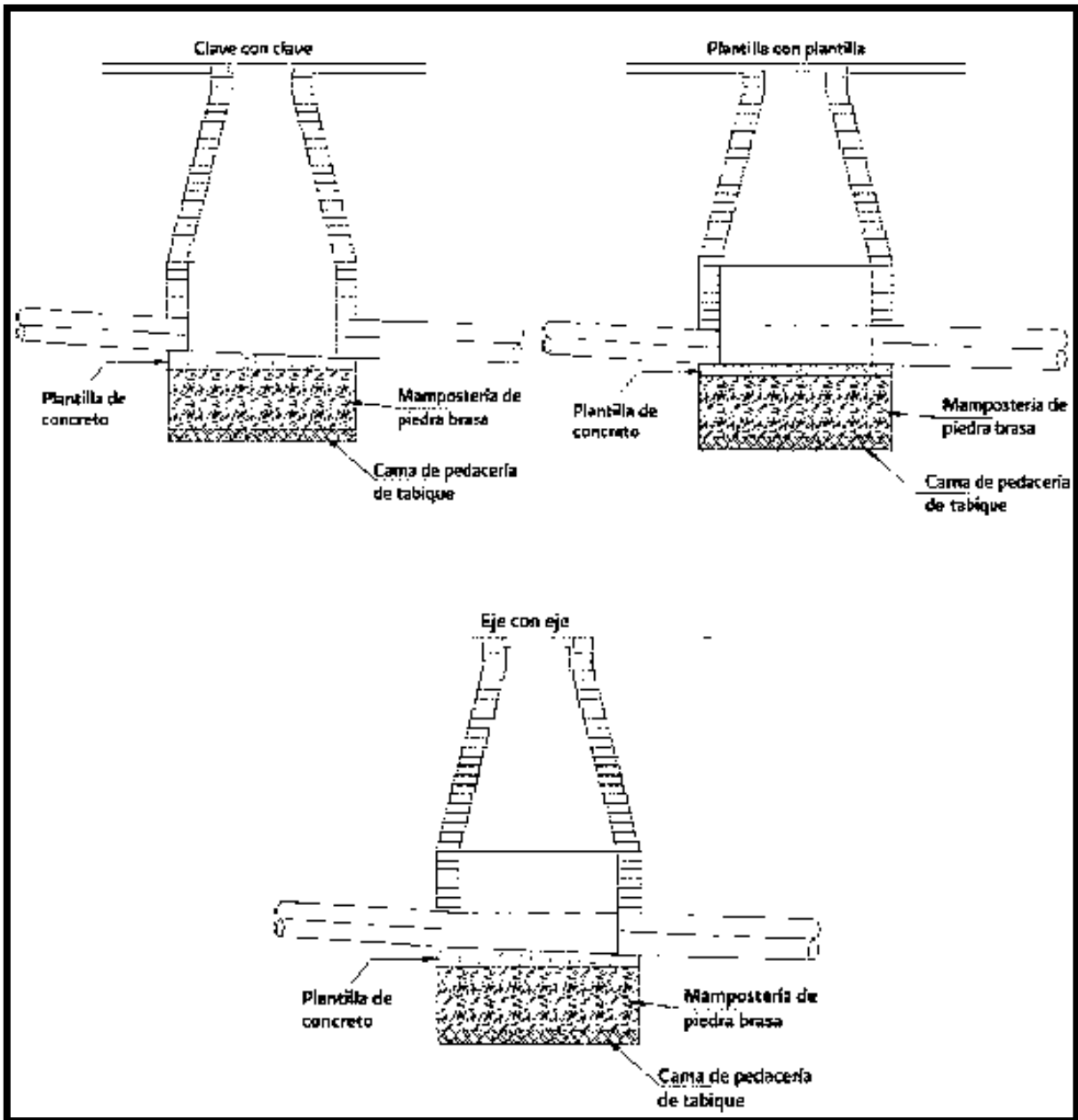


Imagen 71 Conexiones. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)



2.18.-DISEÑO HIDRÁULICO. FÓRMULAS PARA EL DISEÑO.

En la red de atarjeas, en las tuberías, solo debe presentarse la condición de flujo a superficie libre. Para simplificar el diseño, se consideran condiciones de flujo establecido. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

La fórmula de continuidad para un escurrimiento continuo permanente es:

$$Q = V * A$$

Dónde:

- Q es el gasto en m³/s.
- V es la velocidad en m/s.
- A es el área transversal del flujo en m².

Para el cálculo hidráulico del alcantarillado se utiliza la fórmula de Manning.

$$V = 1/n * Rh^{2/3} * S^{1/2}$$

Dónde:

- V es la velocidad en m/s.
- Rh es el radio hidráulico, en m.
- S es la pendiente del gradiente hidráulico de la tubería adimensional.
- n es el coeficiente de fricción.

El radio hidráulico se calcula con la siguiente fórmula:

$$Rh = \frac{A}{P_m}$$

Dónde:

- A es el área transversal del flujo, en m².
- P_m Perímetro mojado, en m.



Coeficiente de fricción n (Manning)	
Material	Coeficiente n
Concreto	0.012
Concreto con revestimiento de PVC/PEAD	0.009
Acero soldado con recubrimiento interior (pinturas)	0.011
Acero sin revestimiento	0.014
Fibrocemento	0.010
Polietileno pared solida	0.009
Polietileno corrugado/estructurado	0.012
PVC pared solida	0.009
PVC pared corrugado/estructurado	0.009
Poliéster reforzado con fibra de vidrio	0.009

Tabla 46 (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

El coeficiente de fricción n, representa las características internas de la superficie de la tubería, su valor depende del tipo de material, calidad del acabado y el estado de conservación de la tubería, en la Tabla se dan los valores de n para ser usados en la fórmula de Manning. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

2.19.- METODOLOGÍA PARA EL DISEÑO HIDRÁULICO. PLANEACION GENERAL.

El primer paso consiste en realizar la planeación general del proyecto y definir las mejores rutas de trazo de los colectores, interceptores y emisores, considerando la conveniencia técnico - económica de contar con uno o varios sitios de vertido previo tratamiento, con sus correspondientes plantas de tratamiento, siendo lo más recomendable el tener un solo sitio de vertido previo tratamiento; es aconsejable realizar estos trabajos en planos escala 1:10,000. Con base en los ingresos y egresos incrementales producto de la realización de cada una de las alternativas de proyecto, deberá evaluar se el nivel de rentabilidad de cada una de ellas, seleccionando la alternativa que resulte técnica y económicamente más rentable. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

La circulación del agua en la red de atarjeas, colectores e interceptores debe ser por gravedad, sin presión. En el caso en que existan en la localidad zonas con topografía plana, la circulación en los colectores e interceptores también deberá ser por gravedad; el agua tendrá que colectarse en un cárcamo de bombeo localizado en el punto más bajo de esta zona, para después enviarla mediante un emisor a presión, a colectores o interceptores que drenen naturalmente. En ésta etapa del proyecto es necesario calcular de forma general los gastos de proyecto de la red de alcantarillado, y contar con una visión general del drenaje natural que



tiene el área de proyecto basándose en el plano topográfico. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

DEFINICIÓN DE ÁREAS DE PROYECTO.

Con los planos topográficos, de uso del suelo y de agua potable, se procede a definir las áreas de la población que requieren proyecto y las etapas de construcción, inmediata y futura, basándose en el proyecto de la red de distribución de agua potable y los requerimientos propios del proyecto de la red de alcantarillado sanitario. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

SISTEMA DE ALCANTARILLADO EXISTENTE.

En los casos en que se cuente con tubería existente, se hace una revisión detallada eligiendo los tramos aprovechables por su buen estado de conservación y capacidad necesaria, los que se toman en cuenta en el proyecto total como parte de él, modificando ó reforzando la tubería que lo requiera. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

REVISIÓN HIDRÁULICA DE LA RED EXISTENTE.

Los resultados anteriores se utilizan para analizar la red de atarjeas y en caso necesario se modifica o adiciona otra alternativa hasta que el conjunto red de atarjeas - colectores, interceptores y emisores - tratamiento presente la mejor solución técnica y económica. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

PROYECTO.

Se analizan las alternativas de trazo y combinaciones que sean necesarias, de acuerdo a las condiciones particulares de la zona que se estudie, con objeto de seleccionar la alternativa de la mejor combinación técnica y económica.

Una vez definido el trazo más conveniente, se localizan los pozos de visita de proyecto, respetando la separación entre pozos.

Deben colocarse pozos de visita en todos los entronques y en donde haya cambio de dirección o de pendiente de la tubería, en el caso de tramos con longitudes muy grandes, se colocan pozos intermedios. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

2.20.-RED DE ATARJEAS.

El diseño hidráulico de una red de atarjeas se realiza tramo por tramo, iniciando en las cabezas de atarjeas y finalizando en el entronque con los colectores.

Para determinar los gastos de diseño de un tramo de la red, se deben ejecutar los siguientes pasos:



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

- Obtener el área total de la zona de influencia del tramo que se analiza, dividida en los diferentes usos del suelo que se presenten. En general los usos del suelo se dividen en comercial, industrial, público y habitacional; este último también se diferencia en popular, medio y residencial.
- Para cada uno de los usos del suelo se obtiene la densidad de proyecto y la dotación de agua potable. Estos datos se pueden obtener del proyecto de agua potable (en caso de que exista) o del estudio de factibilidad correspondiente.
- Para cada uno de los usos del suelo se obtienen los gastos de diseño siguiendo el procedimiento descrito anteriormente.
- Los gastos de diseño, estarán dados por la suma de los gastos de diseño de los diferentes usos de suelo del área de influencia y los propios del tramo que se analiza.

Una vez calculados los gastos de diseño de la red de atarjeas, se selecciona el material, clase, diámetro, pendiente y elevaciones de plantilla de las tuberías, tramo por tramo, revisando el funcionamiento hidráulico del tramo bajo dos condiciones: a gasto mínimo y a gasto máximo extraordinario.

Para el cálculo de las variables hidráulicas permisibles a tubo lleno parcialmente lleno, la metodología es la siguiente:

Una vez seleccionado el material, clase, diámetro y pendiente del tramo, se calcula la velocidad y el gasto a tubo lleno.

- Con el gasto mínimo y el gasto máximo previsto se calculan las variables hidráulicas a tubo parcialmente lleno. El procedimiento es el siguiente:
- Con la relación de gasto mínimo entre gasto a tubo lleno se obtiene la relación del tirante al diámetro.
- Con la relación de gasto máximo extraordinario entre gasto a tubo lleno se obtiene la relación del tirante al diámetro.
- La relación del tirante al diámetro se multiplica por el diámetro y se obtiene el tirante hidráulico d para cada caso.

(CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

COLECTORES E INTERCEPTORES.

Los colectores son los conductos de mayor tamaño en la red y representan la parte medular del sistema de alcantarillado. También se les llama interceptores, dependiendo de su acomodo en la red. Su función es reunir el agua recolectada por los subcolectores y llevarla hasta el punto de salida de la red e inicio del emisor.

Se obtienen los gastos de diseño de cada tramo de los colectores e interceptores,



y se calculan los diámetros, pendientes y elevaciones de plantilla de las tuberías tramo por tramo. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

2.22.-EMISOR.

El emisor conduce las aguas hasta el punto de descarga o tratamiento. Una red puede tener más de un emisor dependiendo del tamaño de la localidad. Se le distingue de los colectores porque no recibe conexiones adicionales en su recorrido. Los emisores pueden trabajar a gravedad sin presión ó a presión dependiendo de las condiciones particulares del proyecto. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

EMISORES A GRAVEDAD.

Los emisores que trabajan a gravedad pueden ser tuberías ó canales.

Los canales a cielo abierto solo se pueden utilizar para transportar caudales de aguas residuales con un tratamiento primario, secundario o terciario, y deberán cumplir lo señalado en la NOM-003-SEMARNAT vigente. En el caso de que el espejo del agua del cuerpo receptor tenga variaciones tales que su nivel máximo tienda a producir un remanso en el emisor, se debe revisar la longitud de influencia de éste para que no se vean afectadas las estructuras aguas arriba. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

GASTOS DE DISEÑO.

Los cálculos de los gastos de diseño para emisores a gravedad, tienen dos modalidades:

- a) Cuando el emisor conduce el caudal de aguas residuales, de la red de atarjeas a la planta de tratamiento. El gasto de diseño del emisor será el gasto mínimo y el gasto máximo extraordinario de su área de influencia,
- b) Cuando el emisor conduce el caudal de aguas tratadas de la planta de tratamiento a la descarga.

El gasto de diseño del emisor será el gasto mínimo y el gasto máximo instantáneo, del área de influencia que drene a la planta de tratamiento, calculado según se indica

En el caso, que la capacidad de la planta de tratamiento de aguas residuales no esté diseñada con el gasto máximo instantáneo, deberá investigarse el gasto de diseño, y con éste, deberá diseñarse el emisor que conducirá el efluente de la planta a la descarga. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)



2.23.- EMISORES A PRESIÓN.

DISEÑO DE INSTALACIONES MECÁNICAS Y ELÉCTRICAS.

Los dos primeros volúmenes cubren los criterios y normas actuales aplicables para obtener en los diseños de las instalaciones mecánicas y eléctricas una mayor eficiencia y el tercer volumen sirve de apoyo para la selección de equipos en las instalaciones electromecánicas en sistemas de abastecimiento de agua potable, alcantarillado y saneamiento. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

DISEÑO DE LA TUBERÍA A PRESIÓN.

Para el diseño de la tubería a presión, se recomienda utilizar la fórmula de Darcy-Weisbach y se pueden consultar los libros Datos Básicos y Conducción, del MAPAS. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

- d = Tirante hidráulico, m
- D = Diámetro interior del tubo, m
- A = Área de la sección transversal del flujo, m²
- P_m = Perímetro mojado, m
- R_h = Radio hidráulico, m
- H = Ángulo en grados

2.24.-ESTRUCTURAS DE DESCARGA.

Aquella obra final del sistema de alcantarillado que asegura una descarga continua a una corriente receptora. Tales estructuras pueden verter las aguas de emisores consistentes en conductos cerrados o de canales, por lo cual se consideran dos tipos de estructuras para las descargas. Para la disposición final o vertido de las aguas residuales, se requiere de una estructura de descarga cuyas características dependen del lugar elegido para el vertido, del gasto de descarga, del tipo de emisor (tubería o canal), entre otros.

Siempre se debe procurar que las estructuras de descarga viertan las aguas a presión atmosférica y en casos muy específicos en forma sumergida; podrá hacerse a ríos, lagos, al mar, a pozos de absorción, a riego, etc.

En todos los casos, previo a la estructura de descarga, es obligatorio el tratamiento de las aguas residuales, aun cuando su construcción se programe en etapas posteriores.

El nivel de tratamiento necesario de las aguas residuales deberá adecuarse a las normas técnicas ecológicas vigentes y de acuerdo al estudio de impacto ambiental de la localidad. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)



2.25.-ASPECTOS POR CONSIDERAR EN EL PROYECTO.

El vertido final del caudal del alcantarillado sanitario, debe efectuarse previo tratamiento, por lo que el dimensionamiento de la estructura de descarga se hará para el gasto de producción de la planta de tratamiento. En caso de que la construcción de la planta se difiera, el diseño se hará para el gasto máximo extraordinario considerado para el emisor.

Se debe investigar el uso posterior que se dará al agua para definir el tipo de tratamiento que será necesario realizar, considerando las normas vigentes de calidad del agua existentes al respecto.

Para el diseño de la o las estructuras de descarga de un sistema de alcantarillado, es recomendable considerar lo siguiente:

Localización adecuada del sitio de vertido previo tratamiento, procurando que quede lo más alejado posible de la zona urbana, considerando las zonas de crecimiento futuro, y la dirección de los vientos dominantes para la mejor ubicación de la planta de tratamiento.

Para el caso de descarga en una corriente de agua superficial que fluctúe notablemente en su tirante, se puede diseñar una estructura con dos descargas a diferente nivel, una para escurrimiento en época de secas y otra para la época de avenidas. En todos los casos se deben evitar los remansos en el emisor de descarga, o asegurar que su funcionamiento sea adecuado en cualquier condición de operación.

Protección a la desembocadura de la tubería contra corrientes violentas, tráfico acuático, residuos flotantes, oleaje y otras causas que pudieran dañar la estructura de descarga según las características del sitio de vertido.

En general no es recomendable localizar vertidos en: Masas de agua en reposo; vasos de presas, lagos, estuarios o bahías pequeñas.

Aguas arriba de una cascada o caída de agua. Terrenos bajos que estén alternativamente expuestos a inundación y secado. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

2.26.-SITIOS DE VERTIDO PREVIO TRATAMIENTO.

La disposición final de las aguas residuales tratadas se puede llevar a cabo en diversas formas, que complementan por medio de los procesos naturales, el trabajo que efectúan las plantas de tratamiento. A continuación se describen los sitios más comunes de disposición de éstas aguas: (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

VERTIDO EN CORRIENTES SUPERFICIALES.

Los ríos se han utilizado indiscriminadamente en nuestro medio como sitio de vertido previo tratamiento, aun cuando el agua residual no se halla sometido a tratamiento (caso común), causando la contaminación de las corrientes



superficiales. Para evitar el problema anterior es importante investigar los usos que se hagan aguas abajo del vertido, ya que pueden ser para el abastecimiento de agua para consumo humano, riego, etc.; lo cual determina el tipo de tratamiento. La NOM-001-SEMARNAT vigente o la que la sustituya, establece los límites máximos permisibles de los parámetros de los contaminantes en las aguas residuales de origen urbano o municipal dependiendo el tipo de disposición que se le de al efluente.

Para descargar el efluente de una planta de tratamiento en una corriente receptora se debe utilizar una estructura de descarga que permita encauzarlo debidamente en la corriente. La construcción de la estructura de descarga se debe hacer preferentemente en un tramo recto del río, debiendo tomar en cuenta las características de socavación de la corriente en la sección de vertido.

Para el diseño de la estructura de descarga se deberá disponer de la siguiente información:

- a) Gasto mínimo y máximo de aguas residuales tratadas que entrega el emisor.
- b) Sección o secciones topográficas en la zona de vertido, procurando que sea un tramo recto y estable de la corriente, indicando los niveles de aguas mínimas (NAMIN), aguas máximas normales (NAMO) y aguas máximas extraordinarias (NAME).
- c) Características geotécnicas del cauce.
- d) Elevación de la plantilla del emisor en la descarga, la cual deberá estar por encima del nivel de aguas mínimas del cuerpo receptor.

(CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

VERTIDO EN TERRENOS.

Se lleva a cabo generalmente para utilizar las aguas residuales tratadas para riego de terrenos agrícolas, con fines recreativos o para recarga de acuíferos.

La información que se requiere para el proyecto y que es determinante para elegir el sitio de vertido previo tratamiento es la siguiente:

- a) Cuál es el tipo de cultivos que se van a regar.
- b) Sistema de riego que se implantará.
- c) Gasto mínimo y máximo de aguas residuales tratadas que entrega el emisor.
- d) Tipo de suelo.
- e) Permeabilidad del terreno y factibilidad para drenarlo.
- f) Elevación del nivel freático.
- g) Topografía del terreno ligada a la del emisor del efluente.



Cuando el emisor corresponda a tubería, su plantilla debe ser lo más superficial que sea posible en la descarga, garantizando un colchón mínimo recomendado por el fabricante o diseñador, dependiendo si el sitio de la obra está sujeto a cargas vivas o no. La elevación de la descarga debe ser tal que permita el vertido a terrenos por gravedad.

En el caso que no se pueda respetar el colchón mínimo recomendado por el fabricante de la tubería, deberá protegerse la tubería proyectada mediante estructuras de refuerzo que consideren las cargas vivas (si existen), muertas y de impacto.

La disposición del agua residual tratada para irrigación o inundación es muy útil en zonas áridas. Pueden regarse pasturas, huertos de naranjos, limoneros, nogales y los jardines de parques públicos. Si la disposición final se hace para riego, se debe tener especial cuidado cuando se destine a cultivo de hortalizas, ya que las aguas residuales tratadas deberán contar con el tratamiento adecuado. (CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

VERTIDO EN EL MAR.

En este caso es conveniente que el emisor se prolongue a cierta distancia de la ribera hasta alcanzar aguas profundas, o hasta donde las corrientes produzcan una mezcla de los líquidos residuales con el agua de mar, con objeto de evitar contaminación en las playas próximas.

En las descargas al mar, es conveniente instalar el emisor submarino a profundidades mayores que el nivel promedio de las mareas bajas, con una longitud que puede variar entre 50 y 100 m. Para su orientación es necesario considerar la dirección de las corrientes marinas superficiales.

La descarga es submarina y en la tubería se pueden colocar difusores; puede haber bifurcaciones o simplemente tenerse una tubería con orificios. Conviene que la sección transversal de los difusores sea perpendicular a las corrientes dominantes.

En caso de utilizar tuberías perforadas, las perforaciones se alternan a un lado y otro del tubo para evitar interferencias de los chorros. Las perforaciones usuales son de 6 a 23 cm. de diámetro. Se recomienda que en las tuberías de descarga la velocidad del agua sea de 0.60 a 0.90 m/s.

Los tubos que se utilicen deben ser protegidos contra la acción de las olas.

En los vertidos al mar hay una gran tendencia a formarse bancos de cieno, por lo que la localización del vertido debe hacerse en sitios tales que las corrientes marinas y las mareas arrastren las aguas tratadas hacia puntos lejanos de playas, evitando así los malos olores y peligros de infección que pueda originar el agua residual tratada.



Si la localidad tiene muy poca altura sobre el nivel de mar y hay grandes variaciones de mareas, para aprovechar al máximo las pendientes para desaguar por gravedad, se recurre a establecer depósitos compensadores de marea con capacidad mínima igual al volumen de aguas servidas en 12 horas, así se llenan estos depósitos durante la marea alta y se vacían durante la marea baja.

En bahías pueden establecerse desagües múltiples colocando ramas abiertas en "T" ó en "Y", en el conducto de salida. Si las bahías son muy cerradas no es recomendable el vertido al mar.

Para el diseño de una descarga en el mar es necesaria la siguiente información:

- a) Gasto mínimo y máximo de aguas residuales tratada que entrega el emisor.
- b) Estudio de las corrientes en la zona de vertido, su dirección en las diferentes estaciones del año.
- c) Topografía de la zona de descarga y perfil en el eje del emisor (batimetría).
- d) La batimetría debe cubrir una superficie aproximada de 30 000 m², de no más de 150 m a lo largo del eje del conducto con un ancho de 200 m, teniendo como eje al emisor.

(CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

VERTIDO EN LAGOS Y LAGUNAS.

En general no es aconsejable el vertido de las aguas residuales tratadas en lagos y lagunas, pues los procesos de tratamiento son muy costosos. En los casos estrictamente necesarios, las aguas residuales deberán ser sometidas a un tratamiento adecuado y la descarga deberá ser ahogada.

Para elaborar el proyecto se requiere lo siguiente:

- a) Gasto mínimo y máximo de aguas residuales que entrega el emisor.
- b) Características físicas, químicas y biológicas de las aguas residuales y del lago.
- c) Datos topográficos de la zona de descarga.

(CNA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009)

RECARGA DE AGUAS SUBTERRÁNEAS POR MEDIO DE POZOS DE ABSORCIÓN.

Las aguas residuales tratadas también se utilizan para recarga de aguas subterráneas. Puede hacerse mediante pozos de absorción o depósitos de repartición, que permitan a las aguas infiltrarse y llegar a los mantos subterráneos, o bombearse hasta los estratos acuíferos que alimentan los pozos. Los estudios de geohidrología del lugar definirán la posibilidad de proyectar este tipo de descarga, además de considerar el adecuado tratamiento de las aguas residuales.



CAPITULO 3 DISEÑO DE EMISORES O COLECTORES.



SIGNIFICADO DE PRESUPUESTO DE OBRA

El presupuesto de una obra o proyecto, se entiende por la determinación previa de la cantidad en dinero necesaria para realizarla.

DEFINICIÓN DE COSTOS INDIRECTOS.

Se denominan costos indirectos a toda erogación necesaria para la ejecución de un proceso constructivo del cual se derive un producto; pero en el cual no se incluya mano de obra, materiales ni maquinaria. Todo gasto no utilizable en la elaboración del producto es un costo indirecto, generalmente está representado por los gastos para dirección técnica, administración, organización, vigilancia, supervisión, fletes, acarreos y prestaciones sociales correspondientes al personal técnico, directivo y administrativo. Es necesario hacer notar que el costo indirecto está considerado en dos partes:

1. El costo indirecto por administración central
2. El costo indirecto por administración de campo.

Sin embargo, una omisión u error en caso del costo indirecto afectará a todos los costos directos de los conceptos de un contrato.

Cuando el costo indirecto se refiere a la administración de campo, cualquier error y omisión afectará únicamente a la obra en particular. En cambio, cuando el costo indirecto se refiere a la administración central, el efecto cubrirá a todos los contratos de la empresa constructora.

DEFINICIÓN DE COSTOS DIRECTOS.

El costo directo se define como: "la suma de los costos de materiales, mano de obra y equipo necesario para la realización de un proceso productivo".

La secuencia para la elaboración del costo directo es como sigue:

Planos y especificaciones.- Es el punto de partida para la elaboración del costo directo, para llegar al Precio Unitario y finalmente al presupuesto, se deben estudiar perfectamente todos los planos de cortes, isométricos, equipos, estructurales, instalaciones y de fachadas, así como las especificaciones que en ellos se proponen. Entre más detallados estén los planos, se tiene una mayor oportunidad de obtener el costo directo más preciso y, por ende, un presupuesto



acertado. Determinación de los conceptos de obra.- Del estudio anterior se deduce el tipo de obra de que se trata para hacer una apreciación de las partidas y conceptos que en ella puedan intervenir. También el estudio anterior sirve para determinar el alcance de cada uno de los conceptos de obra, es decir, de acuerdo al procedimiento constructivo, es posible delimitar el alcance del concepto de obra, esto es, que incluye y que no se incluye. Por otra parte, el establecimiento de estos conceptos permiten realizar las correcciones necesarias, tanto a las especificaciones como a los mismos alcances de éstas para adaptarse correctamente a la obra en cuestión, entre más clara sea la especificación y más definidos sus alcances, se tendrá una mejor herramienta para efectuar los análisis correspondientes.

Lista de materiales.- Del estudio de los planos se obtiene la lista de materiales fijos, es decir, aquellos materiales que serán instalados y quedaran permanentes en la obra; del estudio de las especificaciones se obtiene la clase de material requerido; también este estudio permite determinar el volumen de materiales de consumo necesario para realizar la instalación de los materiales permanentes. Cuantificación de conceptos.- Para la realización de esta actividad es necesario seguir un método que permita cuantificar los conceptos en una forma ordenada y precisa, así como verificar en forma directa las cantidades de obra obtenidas.

Maquinaria y equipo.- El análisis de los planos y especificaciones también permiten determinar el procedimiento constructivo a seguir y, por lo tanto, se puede determinar la maquinaria y equipo necesario para el desarrollo de la obra en cuestión, esto obliga a determinar los costos horarios de la maquinaria y equipo que intervendrán en la obra y que formarán parte del costo directo.

SIGNIFICADO DE GENERADORES DE OBRA.

Los generadores de obra son el conjunto de operaciones aritméticas referentes al cálculo de volúmenes de obra de cada uno de los conceptos que se encuentran definidos en el catálogo, el cual forma parte del presupuesto y que están llevándose a cabo en el proceso de construcción de la obra. Se pueden calcular en base a los planos, y ratificando en obra. El generador siempre estará referido a los ejes marcados en el proyecto y se enumerarán según la clave del concepto; así también se harán en unidades de medida que están definidas en el catálogo. Para poder hacer estos generadores, deberás saber interpretar planos, dibujos de armado.

PROGRAMA DE OBRA.



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

Es la representación gráfica en la cual se muestra el tiempo y el proceso constructivo de la obra, en el gráfico se divide en meses como en obras de mayor complejidad o cuando se quiera llevar un control más exacto se hacen divisiones semanales o diarias.



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CALCULO HIDRAULICO

Table with 2 columns: OBSERVACIONES, and 2 rows: CALCULO, REVISO, APROBO.

Table with 2 columns: POBLACION PROYECTO, POBLACION Y EMISOR, and 2 rows: LOCALIDAD CAPACUARO, MUNICIPIO UJAMPAN MICHOACAN.

Main data table with columns: CRUCERO, LONGITUD, SERVICIO, COEF. DE HERRON, GASTO DE INFL, GASTO DE AGUAS NEGRAS, etc. Includes a 'COLECTOR 1' section and a 'SUMA' row at the bottom.



EXPLICACIÓN DEL CÁLCULO HIDRÁULICO DE COLECTORES Y EMISORES.

En el presente cálculo se explicara cada una de la columna.

Columna 1.-Esta indica el tramo y el número y orden de pozos existentes

Columnas 2, 3,4.- Se indica las longitudes de los trazos en la cual en la longitud propia es la distancia del tramo correspondiente mientras que la acumulada es la suma correspondientes a los tramos.

Columna 5.-Es la población de habitantes total en la cual será beneficiada por la misma obra.

Columna 6.- Es el cálculo del coeficiente de armon el cual es el gasto máximo instantáneo en cual se calcula por medio de formula si la población es mayor que 182,500 va a tomar valor de 1.8 de lo contrario si es menos se aplicara la formula siguiente.

$$M = \frac{1 + 14}{\sqrt{4 + \left(\frac{Pm}{1000}\right)}}$$

Columna 7.-En esta columna es algo importante ya que va referida al tipo de tubería que sea impermeable ya que hoy en dia es la mas adecuada para este tipo de obras.

Columna 8, 9, 10, 11,12.- En estas columnas es la determinación de los diferentes gastos.

Gasto mínimo: es el menor volumen de escurrimiento que se presenta. Es el resultado de la ecuación.

$$Q_{min} = 0.5 * Q_{med}$$

Gasto medio: es el valor del caudal de aguas residuales en un día de aportación promedio al año y se determina con la siguiente ecuación.

$$Q_{med} = \frac{AP * P}{86,400}$$

Gasto máximo instantáneo: se determina con la siguiente ecuación.

$$Q_{minst} = M * Q_{med}$$



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

Gasto máximo extraordinario: es el caudal de aguas residuales que considera aportaciones de agua que o forman parte de las descargas normales, como por ejemplo: escurrimientos de aguas pluviales de bajadas de azotea, patios o las provocadas por un crecimiento demográfico explosivo no considerado.

$$Q_{mext}=1.5*Q_{minst}$$

Columna 13.- Es la pendiente en la cual se colocara la plantilla o encamado.

Columna 14.- Es el diámetro comercial de la tubería que se va a emplear en la obra y uno de los factores importantes para el cálculo hidráulico.

Columna 15.- Clave para revisión existente en el proyecto.

Columna 16.- Es el cálculo a tubo lleno de la tubería el cual nos indica si es necesario aumentar de diámetro o aumentar o reducir la pendiente.

Columna 17.-La velocidad en las tuberías llenas, se calculan con la siguiente formula de Manning

$$V = (rh^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}})/n$$

Dónde:

V- Velocidad media del flujo en m/seg.

r- Radio hidráulico de la tubería.

S- Pendiente

n- Coeficiente de fricción

Columna 18.- Es el cálculo de la velocidad máxima que pasa en la tubería cabe mencionar que se utiliza una velocidad de 3 m/s si sobre pasa esta velocidad es signo de advertencia y disminuye su vida útil.

Columna 19.- Es el cálculo de la velocidad mínima que puede pasar en la tubería pero lo indicado es mantener una velocidad adecuada.

Columna 20.- Es el cálculo de la velocidad máxima extraordinaria la cual se determina con la fórmula de Manning

Columna 21.- Es el tirante mínimo manejado en la cual en pendientes mistas el tirante mínimo es de 1cm y para pendientes mínimas el tirante mínimo es de 1.5cm.



Columna 22.- Es la elevación del terreno natural en metros sobre el nivel del mar.

Columna 23.- Es la elevación sobre el nivel del mar de la plantilla de entrada el cual tiene como factor dependiente la longitud propia de tramo, la pendiente de plantilla y la elevación de la plantilla anterior.

Columna 24.- Es la elevación en metros sobre el nivel del mar de la plantilla de salida.

Columna 25.- Es la altura de caída del pozo en cual indica el desnivel topográfico.

Columna 26.- En esta parte del cálculo hidráulico es la diferencia de la elevación sobre el nivel del mar del terreno natural menos la elevación sobre el nivel del mar de la plantilla de salida.

Columna 27.- Es la determinación de la caída de pozo el cual depende mucho de la pendiente y se le añade una caja de no menor a 50 cm que lo mas indicado es una caída aproximadamente de 1.20 mts

Columna 28.- Es el promedio de las profundidades del pozo real.



CAPÍTULO 4.- EMISOR DE AGUAS RESIDUALES DE LA LOCALIDAD DE CAPÁCUARO MUNICIPIO DE URUAPAN.



El agua es un recurso cada vez más escaso, su uso desmedido ha originado la necesidad de su tratamiento para un posible reúso. El agua después de haber sido aprovechada por la industria y por el uso doméstico puede ser aplicada para recarga de acuíferos e inclusive descargar en cuerpos receptores sin contaminarlos. Este reúso será posible después de un proceso de tratamiento que tendrá la finalidad de eliminar la mayor cantidad de contaminantes que puedan ser perjudiciales.

OBJETIVO

Realizar satisfactoriamente el proyecto ejecutivo de la planta de tratamiento de aguas residuales de la localidad de Capácuaro, municipio de Uruapan ubicando la zona de construcción en función de las características particulares de descarga, normatividad, criterios ecológicos para la ubicación de acuerdo a distancia mínima de zonas pobladas, condiciones de calidad para reúso en agricultura, tipos de suelo y riesgo de contaminación de acuíferos y riesgo de contaminación del mismo, malos olores, condiciones climáticas, estructuras sociales, tenencia de la tierra, potencialidad de reúso, intercambio de aguas, etc.

ALCANCES

Se brindara la mayor cobertura en los servicios de saneamiento, garantizando la seguridad de las estructuras y elevando el nivel de vida de los habitantes, así como el uso óptimo de los recursos materiales y humanos. Dentro de los alcances a obtener se encuentran los siguientes:

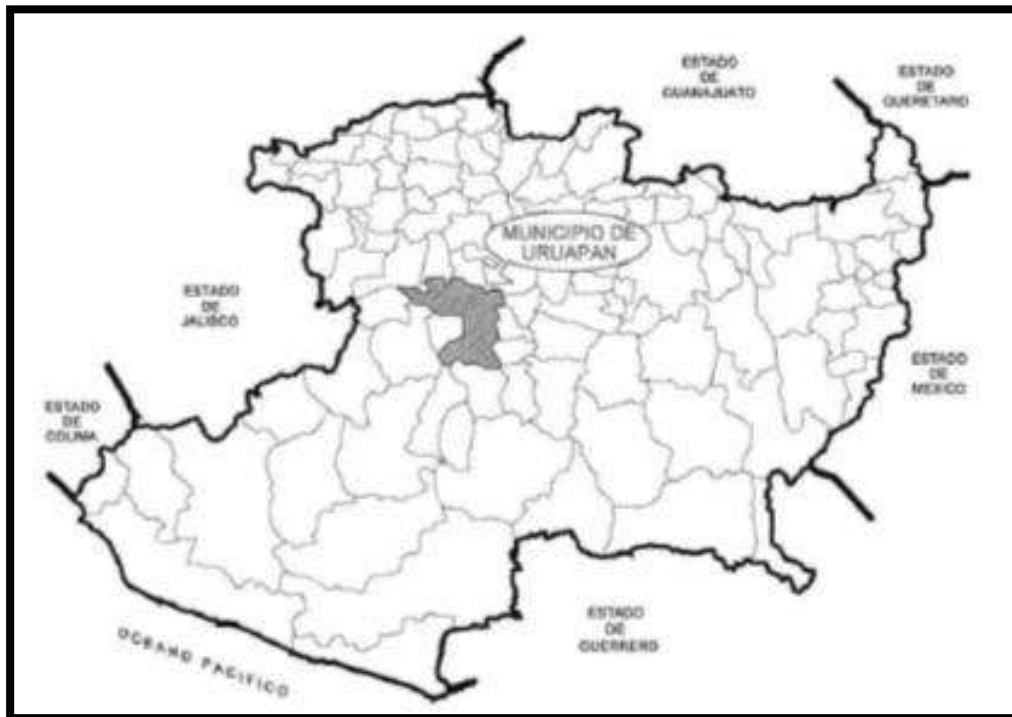
- Identificación y caracterización de las descargas más importantes de aguas residuales municipales.
- En función del desarrollo socioeconómico de la zona así como de los planes de crecimiento urbano y de la infraestructura hidráulica urbana así como de los servicios básicos definir la modulación de la planta de tratamiento así como su ubicación, teniendo en cuenta el potencial de reuso de las aguas tratadas en la agricultura.
- La alternativa seleccionada será desarrollada a nivel ejecutivo, con el sitio de ubicación ya seleccionado se procederá a llevar a cabo los trabajos de campo de topografía y geotecnia con los que se definirá el arreglo más adecuado para la planta así como el procedimiento más adecuada de construcción.
- Con los trabajos de campo desarrollados, se procederá a realizar el proyecto ejecutivo respectivo el que incluirá, entre otros, el proyecto funcional, hidráulico, arquitectónico, estructural, mecánico, eléctrico, manual de operación y mantenimiento así como los respectivos catálogos de obra, conceptos, especificaciones, planos y presupuesto base, además del respectivo documento de concurso, entre otros.



1.- MARCO FISICO

GENERALIDADES DE LA ZONA DE ESTUDIO

Capácuaro significa “sobre una llanura poco inclinada, terrosa, fértil, sana, húmeda y fría y sofocada de árboles que la circundan”, o “a la caída de un llano”. Ambos significados se pueden aplicar. La localidad de Capácuaro se localiza al Norte de Uruapan, comprendida dentro del municipio de esta ciudad. La localidad se ubica geográficamente a los $102^{\circ}03' 10''$ de Longitud Oeste al Meridiano de Greenwich y a los $19^{\circ} 32' 44''$ de Latitud Norte, al Norte hace referencia con Uruapan, se encuentra a una altitud de 2257 m. s. n. m., su población se dedica principalmente a la actividad forestal, agrícola y artesanal. Se llega por la carretera Uruapan-Carapan, delante de la desviación Uruapan-Los Reyes, estando a 25 minutos de camino de la ciudad de Uruapan.



Uruapan limita al norte con el municipio de Charapan, el municipio de Paracho y el municipio de Nahuatzen; al este con el municipio de Tingambato, al municipio de Ziracuaretiro y el municipio de Taretan; al sur con el municipio de Gabriel Zamora y el municipio de Parácuaro; al oeste con el municipio de Nuevo Parangaricutiro, con el municipio de Peribán, con el municipio de Tancítaro y con el municipio de Los Reyes.

CLIMA, VIENTOS, TEMPERATURAS Y LLUVIAS.



El clima del municipio de Uruapan es uno de los más variados del estado de Michoacán pues se ve influenciado por las diferencias de altitud en el terreno, existen cinco tipos diferentes de clima. La zona norte tiene un clima Templado subhúmedo con lluvias en verano, en la zona central del municipio, la más elevada, tiene un clima Templado húmedo con abundantes lluvias en verano, en la misma zona central otro sector tiene clima Semicálido húmedo con abundantes lluvias en verano, hacia el sur otra zona registra clima Semicálido subhúmedo con lluvias en verano y finalmente en el extremo sur del municipio el clima es clasificado como Cálido subhúmedo con lluvias en verano. La temperatura media anual del territorio también se encuentra dividida en tres zonas, la zona norte del municipio tiene un rango de 12 a 16 °C, la zona centro y sur tiene un promedio entre 16 y 24 °C, y finalmente dos porciones del extremo sur registran de 24 a 28 °C; el centro del municipio de Uruapan es una de las zonas que registran mayor promedio pluvial anual en el estado de Michoacán, superando los 1,500 mm al año, hacia el norte y sur de esta zona el promedio va de 1,200 a 1,500 mm, y hacia el sur se suceden dos zonas mas, donde el promedio es de 1,000 a 1,200 mm y de 800 a 1,000 mm.

HIDROLOGÍA

La principal corriente del municipio es el río Cupatitzio, que nace en el territorio y fluye en sentido norte a sur, existen además los embalses de Caltzontzin, Salto Escondido y Cupatitzio y una cascada conocida como La Tzaráracua. Todo el territorio del municipio con excepción de su extremo más occidental, forma parte de la Cuenca del río Tepalcatepec-Infiernillo y el extremo oeste a la Cuenca del río Tepalcatepec, ambas forman parte de la Región hidrológica Balsas.

2.- INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA

- **Agua Potable.**

El problema de agua potable se ha agudizado a raíz de que el pozo de agua potable no cuenta con la capacidad suficiente que demanda la población “abastece un promedio 10 litros por segundo, cuando la comunidad demanda un promedio de 25 litros por segundo”.

En 2009 se llevó a cabo un proceso de ampliación de la red de distribución del líquido y además se construyó un tanque de almacenamiento de 400 metros cúbicos “ahora el problema radica en que no hay agua”.



- **Alcantarillado.**

Pocas calles cuentan con alcantarillado sanitario en buen estado, debido al tiempo de uso y las condiciones generales en las que se encuentra (Azolvado o sin pendiente útil) cuya vida útil está pasando, además cuentan con Fosas Sépticas y Letrinas.

Se cuenta con drenaje sanitario en diferentes calles y en total son dos kilómetros de drenaje colocados en el poblado.

3.- OROGRAFÍA

El municipio de Uruapan se incluye dentro de la Sierra volcánica transversal, siendo el principal sistema montañoso del estado.

La orografía de este municipio está compuesta de terrenos accidentados con una topografía montañosa, lomas, mesetas y llanuras. Las principales elevaciones del municipio de Uruapan son:

- El brinco, con una altitud de 3000 m.
- Cerro de Angahuan, con una altitud de 3280 m.
- Cerro del Metate, con una altitud de 2900 m.
- Cerro del Horno, con una altitud de 2900 m.
- Cerro de la Cruz, con una altitud de 2300 m, colindando este en su ladera Sur con la Zona Urbana.

La Región está comprendida en la provincia denominada eje neo volcánico, en la subprovincia neovolcánica tarasca, con rasgos Geomorfológicos de Gran Sierra Volcánica compleja, con llanos, conformada en ésta zona por brecha volcánica básica.

Los suelos del municipio datando los periodos cenozoico, terciario, cuaternario y eoceno; corresponden principalmente a los del tipo podzólico. Su uso es principalmente forestal y en menor proporción Agrícola y ganadero, en estructura de la tenencia de la tierra, la superficie ejidal ocupa una extensión mayoritaria, la propiedad comunal representa el segundo lugar y finalmente la pequeña propiedad.

La zona de Capácuaro le corresponde estos rasgos en la orografía del lugar por formar parte de la Meseta Tarasca.



5.- OTROS SERVICIOS

– Pavimentación.

Se cuentan con calles pavimentadas de concreto hidráulico y en otras de asfalto, la carretera es de pavimento asfáltico, al cual se requiere tener en mantenimiento por los numerosos baches que se originan, a la par gran cantidad de calles (Incluyéndose las de esta revisión) se encuentran sin pavimento alguno, viéndose altamente afectadas en época de lluvias y generando a la par un núcleo de infecciones a la población en general.

– Iglesias.

Se cuenta con templos en la comunidad.

– Salud.

Se tiene una clínica de la Secretaría de Salubridad y Asistencia, y piden la construcción de una clínica que atiendan sus necesidades de acuerdo al tamaño de la población y de la zona cercana a la población, se cuenta además de médicos particulares y farmacias.

– Seguridad pública.

Se cuenta con seguridad pública para prevenir y evitar delitos menores, cuyo personal es proporcionado por la cabecera municipal.

– Medios de Comunicación.

Los medios de comunicación con los que se cuenta son impresos y electrónicos (Celulares, Caseta telefónica, Televisión y Radio). El sistema postal y paquetería se les proporciona de la cabecera municipal.

– Transportes.

Se cuenta con servicio de Taxis de la Ciudad de Uruapan a Capácuaro y el uso de los transportes foráneos.

ACTIVIDADES SOCIOECONOMICAS

- Agricultura. Predomina el cultivo de maíz, debido al tipo de suelo y a la falta de agua para riego.
- Ganadería. esta actividad es mínima, el aprovechamiento del ganado en su mayoría es domestica.
- Aprovechamiento forestal. En la localidad de Capácuaro el suelo es propicio para la plantación de pinos, sin embargo, debido a la sobre-explotación de este recurso por la población se deforesto la zona y no se ha renovado este



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

recurso, esto trae como consecuencia que en temporada de lluvias el suelo no se humedece y el agua se infiltra más fácilmente a las corrientes subterráneas.

- Comercio. La localidad cuenta con pequeñas tiendas de abarrotes

PLANEACIÓN DEL SISTEMA

Los resultados de los censos y conteos realizados por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) son los siguientes:

EVENTO CENSAL	TOTAL DE HABITANTES
1990	5172
1995	5658
2000	7095
2005	7674
2010	7424

Censos de la población de la localidad Capácuaro municipio de Uruapan

Con los datos de los últimos Censos, se calculó la población actual y la futura, para un periodo económico de 20 años. Los métodos empleados fueron: Aritmético, Geométrico, Mínimos cuadrados y Curva exponencial.

Los resultados de las proyecciones realizadas con cada uno de los métodos se muestran en el cuadro siguiente que presenta las tendencias de cada uno de los métodos de proyección utilizados.

CALCULO DE LA POBLACIÓN PROYECTO

METODOS UTILIZADOS	AÑO 2034
1.- METODO ARITMETICO	8866
2.- METODO GEOMETRICO:	8937
3.- METODO DEL MINIMO CUADRADO	9412
4.- METODO DE LA CURVA EXPONENCIAL.	10079
SUMA :	37293
PROMEDIO :	9323
POB. PROY.	9323



CALCULO DE LA POBLACIÓN FUTURA

METODO						
No.	AÑO	ARITMETICO	GEOMETRICO	MINIMO CUADRADO	CURVA EXPONENCIAL	PROMEDIO
	1995	-	-	-	-	5658
	2000	-	-	-	-	7095
	2005	-	-	-	-	7674
	2010	-	-	-	-	7424
	2013	-	-	-	-	7274
1	2014	7350	7363	7788	7854	7589
2	2015	7426	7452	7869	7953	7675
3	2016	7501	7543	7950	8053	7762
4	2017	7577	7635	8032	8154	7849
5	2018	7653	7728	8113	8256	7937
6	2019	7729	7822	8194	8360	8026
7	2020	7805	7918	8275	8464	8115
8	2021	7880	8014	8356	8571	8205
9	2022	7956	8112	8437	8678	8296
10	2023	8032	8210	8519	8787	8387
11	2024	8108	8310	8600	8897	8479
12	2025	8184	8412	8681	9009	8571
13	2026	8259	8514	8762	9122	8664
14	2027	8335	8618	8843	9236	8758
15	2028	8411	8723	8925	9352	8853
16	2029	8487	8829	9006	9470	8948
17	2030	8563	8937	9087	9588	9044
18	2031	8638	9046	9168	9709	9140
19	2032	8714	9156	9249	9830	9237
20	2033	8790	9267	9330	9954	9335
21	2034	8866	9380	9412	10079	9434

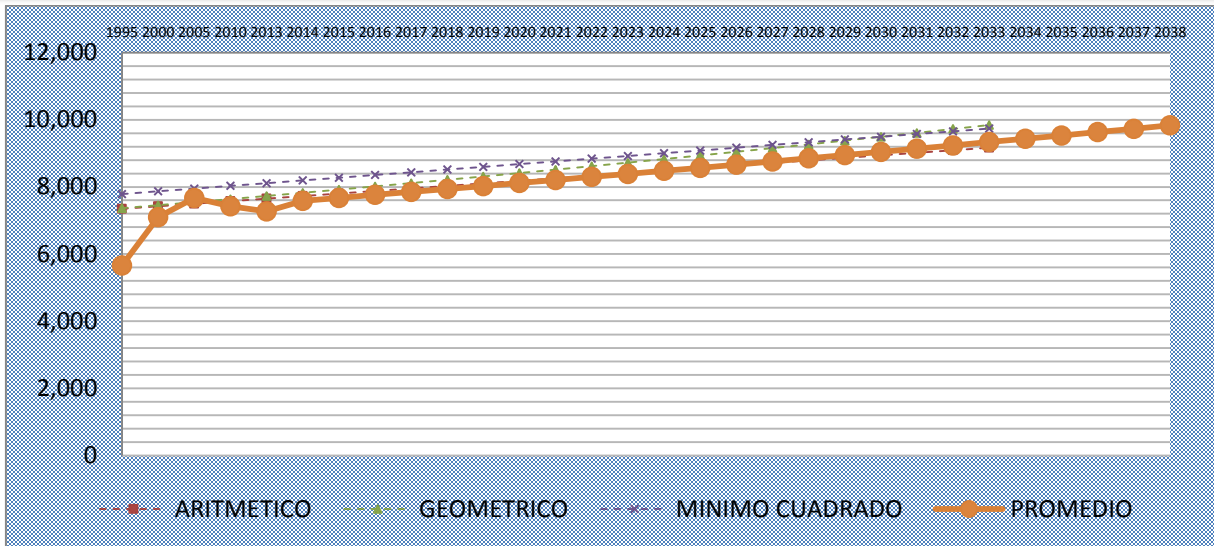
POBLACION
PROYECTO :

9,434

HABITANTES
PARA EL AÑO

2034

En la siguiente figura se muestra la gráfica en donde se presentan las tendencias de cada uno de los métodos de proyección utilizados, que como se puede observar en todos los métodos la población tiene una tendencia a subir.



CONSUMO Y DOTACIÓN DE AGUA POTABLE

Se consideran los consumos en relación a la clase socioeconómica y clima se determina la dotación que le corresponde a la Localidad de Capácuaro:

Consumo por clase socioeconómica:

Residencial = 250 l/hab/día

Media = 195 l/hab/día

Popular = 100 l/hab/día

El consumo que se da en la localidad de Capácuaro, Michoacán, además de estar dentro de los límites que se establecen en lineamientos de CNA, para las clases socio-económicas se tomó de Clase Popular.

DOTACION= 100 litros/Habitante al Día

CÁLCULO DE AGUAS RESIDUALES

Dentro del proyecto ejecutivo se llevó a cabo el aforo de las descargas de aguas residuales. Se presentan los resultados de los gastos de diseño tomando como elementos de cálculo los datos de población de proyecto (año 2034) y dotación, obteniéndose los siguientes valores:



Se calculan los diferentes gastos de diseño, aplicando las siguientes expresiones:

$$Q_{med}(hab) = \frac{P_p(hab) \cdot X \cdot \dot{l} / hab / día}{86,400(seg / día)}$$

Donde:

Q_{med} = Gasto Medio Diario.

P_p = Población de Proyecto.

\dot{l} = dotación.

Para gasto máximo diario y máximo horario, será:

Coefficientes para un clima templado en la zona popular

C_{VD} = 1.2

C_{VH} = 1.5

$$Q_{md} = Q_{med} \cdot C_{VD}$$

$$Q_{mh} = Q_{md} \cdot C_{VH}$$

Dónde:

Q_{md} = gasto máximo diario

Q_{mh} = gasto máximo horario

C_{VD} = coeficiente para una zona rural con clima templado

C_{VH} = coeficiente para una zona rural con clima templado



3.1.- PRESUPUESTO Y GENERADORES.

1	EMISOR (MANO DE OBRA)				
D040B	LIMPIEZA Y TRAZO DEL TERRENO EN LÍNEAS Y REDES DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO.	ML.	2,112.57	22.00	46,476.54
A110A	EXCAVACION CON MAQUINA EN MATERIAL "B" DE 0.00 A 5.00 M DE PROFUNDIDAD PARA ZANJAS EN SECO, INCLUYE AFLOJE Y EXTRACCION DEL MATERIAL, INCLUYE MATERIAL, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA P.U.O.T.	M3	6,669.07	86.60	577,541.46
A070C	EXCAVACION CON USO DE EXPLOSIVOS Y EXTRACCION DE REZAGA A MANO DE 2.00 A 4.00 M DE PROFUNDIDAD PARA DESPLANTE DE ESTRUCTURAS, EN MATERIAL "C", EN SECO, INCLUYE MATERIALES, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA P.U.O.T.	M3	1,667.27	211.01	351,802.31
A130A	PLANTILLA COMPACTADA CON MATERIAL DE BANCO (TEPETATE), EN ZANJAS, INCLUYE MATERIAL DE BANCO, COLOCACION DE LA PLANTILLA, CONSTRUCCION DE APOYO SEMICIRCULAR P/PERMITIR APOYO COMPLETO DEL TUBO. INCLUYE MATERIAL, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA P.U.O.T.	M3	371.81	185.32	68,903.83
A131E	RELLENO DE ZANJAS CON MATERIAL DE BANCO (TEPETATE) COMPACTADO CON EQUIPO MANUAL, CON AGUA, EN CAPAS DE 0.20 M. DE ESPESOR, AL 90% PRUEBA PROCTOR, INCLUYE SELECCION Y VOLTEO DEL MATERIAL, INCLUYE MATERIAL, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA P.U.O.T.	M3	7,628.54	192.22	1,466,357.96
C060B	POZO DE VISITA TIPO "COMUN" INCLUYE PLANTILLA DE PEDACERIA APISONADA MAMPOSTERIA DE 3a. CON MORTERO CEMENTO-ARENA 1:3 MUROS DE TABIQUE DE 28 CM. APLANADO, CONCRETO F´C=150 KG/CM2 Y ESCALONES DE FOFO DE 1.25 M DE PROFUNDIDAD	POZO	4.00	5,123.29	20,493.14



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

C060C	POZO DE VISITA TIPO "COMUN" INCLUYE PLANTILLA DE PEDACERIA APISONADA MAMPOSTERIA DE 3a. CON MORTERO CEMENTO-ARENA 1:3 MUROS DE TABIQUE DE 28 CM. APLANADO, CONCRETO F'C=150 KG/CM2 Y ESCALONES DE FOFO DE 1.50 M DE PROFUNDIDAD	POZO	2.00	6,065.37	12,130.73
C060E	POZO DE VISITA TIPO "COMUN" DE 2.00 M DE PROFUNDIDAD INCLUYE PLANTILLA DE PEDACERIA APISONADA MAMPOSTERIA DE 3a CON MORTERO CEMENTO ARENA 1:3, MUROS DE TABIQUE DE 28 CM., APLANADO, CONCRETO F'C= 150 KG/CM2 Y ESCALONES DE FOFO	POZO	3.00	8,465.37	25,396.12
C060F	POZO DE VISITA TIPO "COMUN" INCLUYE PLANTILLA DE PEDACERIA APISONADA MAMPOSTERIA DE 3a. CON MORTERO CEMENTO-ARENA 1:3 MUROS DE TABIQUE DE 28 CM. APLANADO, CONCRETO F'C=150 KG/CM2 Y ESCALONES DE FOFO DE 2.25 M DE PROFUNDIDAD	POZO	1.00	9,644.17	9,644.17
C060H	POZO DE VISITA TIPO "COMUN" INCLUYE PLANTILLA DE PEDACERIA APISONADA MAMPOSTERIA DE 3a. CON MORTERO CEMENTO-ARENA 1:3, MUROS DE TABIQUE DE 28 cms. APLANADOS, CONCRETO f'c= 150 kg/cm2 Y ESCALONES DE Fo.Fo., DE 2.75 m. DE PROFUNDIDAD	POZO	1.00	11,107.85	11,107.85
C060J	POZO DE VISITA TIPO "COMUN" INCLUYE PLANTILLA DE PEDACERIA APISONADA MAMPOSTERIA DE 3a. CON MORTERO CEMENTO-ARENA 1:3, MUROS DE TABIQUE DE 28 cms. APLANADOS, CONCRETO f'c= 150 kg/cm2 Y ESCALONES DE Fo.Fo., DE 3.00 m. DE PROFUNDIDAD	POZO	2.00	11,723.63	23,447.26
C060K	POZO DE VISITA TIPO "COMUN" INCLUYE PLANTILLA DE PEDACERIA APISONADA MAMPOSTERIA DE 3a. CON MORTERO CEMENTO-ARENA 1:3 MUROS DE TABIQUE DE 28 CM. APLANADO, CONCRETO F'C=150 KG/CM2 Y ESCALONES DE FOFO DE 3.25 M DE PROFUNDIDAD	POZO	1.00	13,437.40	13,437.40



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

C060L	POZO DE VISITA TIPO "COMUN" INCLUYE PLANTILLA DE PEDACERIA APISONADA MAMPOSTERIA DE 3a. CON MORTERO CEMENTO-ARENA 1:3 MUROS DE TABIQUE DE 28 CM. APLANADO, CONCRETO F'C=150 KG/CM2 Y ESCALONES DE FOFO DE 3.50 M DE PROFUNDIDAD	POZO	1.00	14,954.23	14,954.23
C060M	POZO DE VISITA TIPO "COMUN" INCLUYE PLANTILLA DE PEDACERIA APISONADA MAMPOSTERIA DE 3a. CON MORTERO CEMENTO-ARENA 1:3 MUROS DE TABIQUE DE 28 CM. APLANADO, CONCRETO F'C=150 KG/CM2 Y ESCALONES DE FOFO DE 3.75 M DE PROFUNDIDAD	POZO	1.00	15,354.07	15,354.07
C060N	POZO DE VISITA TIPO "COMUN" INCLUYE PLANTILLA DE PEDACERIA APISONADA MAMPOSTERIA DE 3a. CON MORTERO CEMENTO-ARENA 1:3 MUROS DE TABIQUE DE 28 CM. APLANADO, CONCRETO F'C=150 KG/CM2 Y ESCALONES DE FOFO DE 4.00 M DE PROFUNDIDAD	POZO	1.00	16,523.32	16,523.32
C060O	POZO DE VISITA TIPO "COMUN" INCLUYE PLANTILLA DE PEDACERIA APISONADA MAMPOSTERIA DE 3a. CON MORTERO CEMENTO-ARENA 1:3 MUROS DE TABIQUE DE 28 CM. APLANADO, CONCRETO F'C=150 KG/CM2 Y ESCALONES DE FOFO DE 4.25 M DE PROFUNDIDAD	POZO	1.00	18,315.00	18,315.00
C060P	POZO DE VISITA TIPO "COMUN" INCLUYE PLANTILLA DE PEDACERIA APISONADA MAMPOSTERIA DE 3a. CON MORTERO CEMENTO-ARENA 1:3 MUROS DE TABIQUE DE 28 CM. APLANADO, CONCRETO F'C=150 KG/CM2 Y ESCALONES DE FOFO DE 5.25 M DE PROFUNDIDAD	POZO	1.00	20,329.65	20,329.65
C060Q	POZO DE VISITA TIPO "COMUN" INCLUYE PLANTILLA DE PEDACERIA APISONADA MAMPOSTERIA DE 3a. CON MORTERO CEMENTO-ARENA 1:3 MUROS DE TABIQUE DE 28 CM. APLANADO, CONCRETO F'C=150 KG/CM2 Y ESCALONES DE FOFO DE 5.50 M DE PROFUNDIDAD	POZO	2.00	22,565.91	45,131.82



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

C060R	POZO DE VISITA TIPO "COMUN" INCLUYE PLANTILLA DE PEDACERIA APISONADA MAMPOSTERIA DE 3a. CON MORTERO CEMENTO-ARENA 1:3 MUROS DE TABIQUE DE 28 CM. APLANADO, CONCRETO F'C=150 KG/CM2 Y ESCALONES DE FOFO DE 5.75 M DE PROFUNDIDAD	POZO	1.00	25,048.16	25,048.16
C060S	POZO DE VISITA TIPO "COMUN" INCLUYE PLANTILLA DE PEDACERIA APISONADA MAMPOSTERIA DE 3a. CON MORTERO CEMENTO-ARENA 1:3 MUROS DE TABIQUE DE 28 CM. APLANADO, CONCRETO F'C=150 KG/CM2 Y ESCALONES DE FOFO DE 6.50 M DE PROFUNDIDAD	POZO	1.00	27,803.46	27,803.46
C060T	POZO DE VISITA TIPO "COMUN" INCLUYE PLANTILLA DE PEDACERIA APISONADA MAMPOSTERIA DE 3a. CON MORTERO CEMENTO-ARENA 1:3 MUROS DE TABIQUE DE 28 CM. APLANADO, CONCRETO F'C=150 KG/CM2 Y ESCALONES DE FOFO DE 6.75 M DE PROFUNDIDAD	POZO	1.00	30,861.84	30,861.84
C060U	POZO DE VISITA TIPO "COMUN" INCLUYE PLANTILLA DE PEDACERIA APISONADA MAMPOSTERIA DE 3a. CON MORTERO CEMENTO-ARENA 1:3 MUROS DE TABIQUE DE 28 CM. APLANADO, CONCRETO F'C=150 KG/CM2 Y ESCALONES DE FOFO DE 7.00 M DE PROFUNDIDAD	POZO	1.00	34,256.64	34,256.64
J000B	ACARREO PRIMER KM. DE MATERIALES PETREOS: ARENA, GRAVA, PIEDRA, CASCAJO, ETC. EN CAMION DE VOLTEO. INCLUYENDO CARGA A MANO Y DESCARGA A VOLTEO, EN CAMINO PLANO REVESTIDO Y LOMERIO SUAVE PAVIMENTADO	M3	436.79	21.20	9,259.95
J004B	ACARREO KMS SUBSECUENTES AL PRIMERO DE MATERIALES PETREOS EN CAMION VOLTEO EN CAMINO PLANO REVESTIDO, Y LOMERIO SUAVE PAVIMENTADO, DE ARENA, GRAVA, PIEDRA, CASCAJO, ETC.	M3-KM	1,310.37	12.55	16,445.14
				SUBTOTAL	2,901,022.04
				-	
2	EMISOR (MATERIALES)			-	



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

C1H031B	SUMINISTRO INSTALACION Y PRUEBA DE TUBERIA DE PVC SANITARIO SERIE 25 DE 45 cms DE DIAMETRO, INCLUYE: FLETES, ACARREOS, MANIOBRAS, ETC QUE CUMPLA CON LAS NORMAS OFICIALES VIGENTES.	ML	2,112.57	700.00	1,478,799.00
C112A	SUMINISTRO E INSTALACION DE BROCALES Y TAPAS DE CONCRETO ARMADO PARA POZOS DE VISITA. INCLUYE: ACARREO DE LOS MATERIALES HASTA EL SITIO DE SU COLOCACION, Y ALMACENAMIENTO DE LOS MATERIALES.	PZA	25.00	2,100.00	52,500.00
				SUBTOTAL	1,531,299.00
				SUBTOTAL	4,432,321.04
				IVA 15%	664,848.16
				TOTAL	5,097,169.20
	(CINCO MILLONES NOVENTA Y SIETE MIL CIENTO SESENTA Y NUEVE PESOS 20/100 M.N.)				

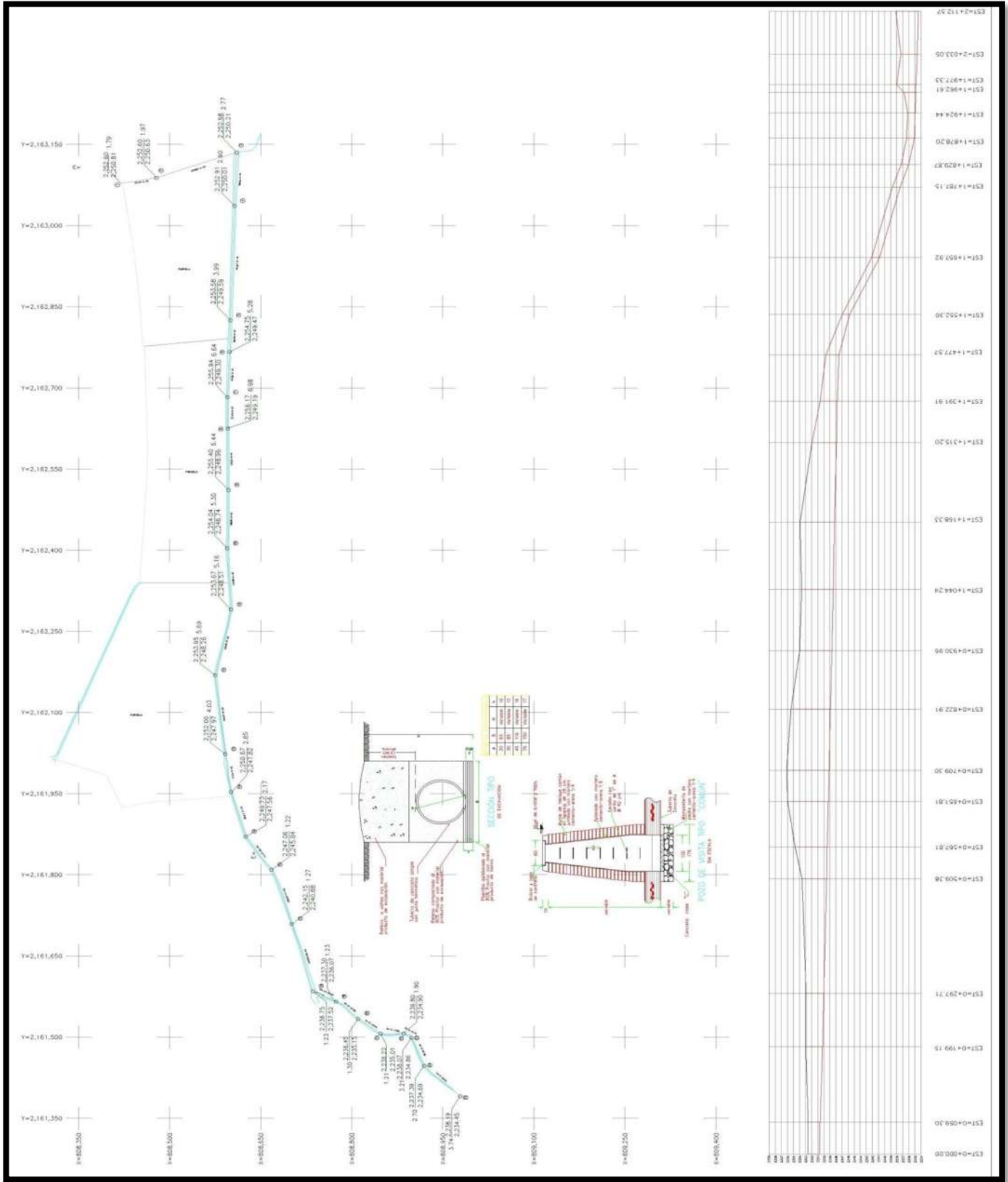


FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

	COMISION ESTATAL DEL AGUA Y GESTION DE CUENCAS	NUMEROS GENERADORES	Hoja 1/1
--	---	----------------------------	-------------

	OBRA : EMISOR LOCALIDAD: CAPACUARO MUNICIPIO: URUAPAN, MICH.
--	--

CADENAMIENTO	LONGITUD (M)	CEPA		CLASIFICACION			EXCAVACION			PLANTILLA			TUBO			RELLENOS			MAT. SOBRENTE PROD. EXC.
		ANCHO	PROF.	B	C	TOTAL	B	C	ESPAZOR (M)	VOLUMEN (M3)	DIAM CHS	TIPO DE MATERIAL	DIAM EXT (CM)	VOLUMEN (M3)	ESPAZOR (M)	VOLUMEN (M3)	ESPAZOR (M)	VOLUMEN (M3)	
1-2	56.30	1.10	1.88	80%	20%	122.63	98.11	24.53	0.16	10.44	25	PVC S25	45.00	9.43	0.75	39.49	0.97	63.27	12.26
2-3	139.85	1.10	2.37	80%	20%	364.59	291.67	72.92	0.16	24.61	25	PVC S25	45.00	22.24	0.75	83.13	1.46	224.60	28.91
3-4	98.56	1.10	2.83	80%	20%	307.36	245.99	61.47	0.16	17.35	25	PVC S25	45.00	15.68	0.75	65.64	1.92	208.70	20.38
4-5	211.67	1.10	3.44	80%	20%	802.12	641.70	160.42	0.16	37.25	25	PVC S25	45.00	33.86	0.75	140.96	2.53	590.24	43.76
5-6	58.43	1.10	4.63	80%	20%	297.91	238.32	59.58	0.16	10.28	25	PVC S25	45.00	9.29	0.75	38.91	3.72	239.42	12.08
6-7	84.00	1.10	5.98	80%	20%	550.70	440.56	110.14	0.16	14.78	25	PVC S25	45.00	13.36	0.75	55.94	5.05	466.62	17.37
7-8	57.49	1.10	6.81	80%	20%	430.66	344.53	86.13	0.16	10.12	25	PVC S25	45.00	9.14	0.75	38.29	5.90	373.11	11.88
8-9	113.61	1.10	6.71	80%	20%	833.56	670.84	162.71	0.16	20.00	25	PVC S25	45.00	18.07	0.75	75.66	5.80	724.83	23.49
9-10	108.05	1.10	5.87	80%	20%	697.68	558.14	139.54	0.16	19.02	25	PVC S25	45.00	17.18	0.75	71.96	4.96	589.52	22.94
10-11	113.28	1.10	5.23	80%	20%	651.70	521.36	130.34	0.16	19.94	25	PVC S25	45.00	18.02	0.75	75.44	4.32	539.31	23.42
11-12	124.09	1.10	5.42	80%	20%	740.51	592.41	148.10	0.16	21.84	25	PVC S25	45.00	19.74	0.75	82.64	4.51	616.29	25.66
12-13	146.87	1.10	4.86	80%	20%	765.17	628.13	157.03	0.16	25.85	25	PVC S25	45.00	23.36	0.75	97.81	3.95	638.15	30.37
13-14	76.70	1.10	3.44	80%	20%	299.23	232.19	58.05	0.16	13.50	25	PVC S25	45.00	12.20	0.75	51.08	2.53	213.46	15.88
14-15	85.67	1.10	2.51	80%	20%	295.53	189.23	47.31	0.16	15.08	25	PVC S25	45.00	13.63	0.75	57.05	1.60	150.78	17.71
15-16	74.73	1.10	1.89	80%	20%	139.33	111.47	27.87	0.16	13.15	25	PVC S25	45.00	11.89	0.75	49.77	0.78	64.53	15.45
16-17	105.62	1.10	1.24	80%	20%	144.65	115.72	28.93	0.16	18.59	25	PVC S25	45.00	16.80	0.75	70.34	0.33	38.92	21.84
17-18	129.23	1.10	1.25	80%	20%	177.69	142.15	35.54	0.16	22.74	25	PVC S25	45.00	20.55	0.75	86.06	0.34	48.33	26.72
18-19	42.72	1.10	1.23	80%	20%	57.80	46.24	11.56	0.16	7.52	25	PVC S25	45.00	6.79	0.75	28.45	0.32	15.04	8.83
19-20	48.33	1.10	1.26	80%	20%	67.25	53.80	13.45	0.16	8.51	25	PVC S25	45.00	7.89	0.75	32.19	0.35	18.87	9.99
20-21	46.24	1.10	1.25	80%	20%	63.83	51.07	12.77	0.16	8.14	25	PVC S25	45.00	7.35	0.75	30.79	0.34	17.55	9.56
21-22	38.17	1.10	1.55	80%	20%	65.29	52.23	13.06	0.16	6.72	25	PVC S25	45.00	6.07	0.75	25.42	0.64	27.09	7.88
22-23	14.72	1.10	2.56	80%	20%	41.37	33.10	8.27	0.16	2.99	25	PVC S25	45.00	2.34	0.75	9.80	1.65	26.64	3.04
23-24	55.72	1.10	2.95	80%	20%	181.12	144.89	36.22	0.16	9.81	25	PVC S25	45.00	8.86	0.75	37.11	2.04	125.34	11.52
24-25	79.52	1.10	3.22	80%	20%	281.66	225.33	56.33	0.16	14.00	25	PVC S25	45.00	12.65	0.75	52.96	2.31	202.06	16.44
ESTA HOJA	2,112.57					8,335.34	6,669.07	1,667.27		371.81				335.99		1,406.88		6,221.66	436.79





CAPÍTULO 5.-CONCLUSIONES



El crecimiento poblacional que experimentan las ciudades en México, han provocado en ocasiones, serios problemas para dotar en cantidad y calidad los principales servicios públicos que demanda las localidades, destacando por su vital importancia el abastecimiento de agua potable, el alcantarillado sanitario y el tratamiento de aguas residuales.

El crecimiento de las ciudades ha ocasionado que las soluciones que en su momento fueron las adecuadas, ahora resulten insuficientes, o bien, ahora sean focos de contaminación cuando no se tomó en cuenta los impactos negativos al ambiente.

En este caso particular, el sistema de desalojo de aguas residuales y la falta de un adecuado tratamiento han sido rebasados por las condiciones actuales, por tal motivo se requiere un sistema emisor y de tratamiento de aguas residuales municipales para dar pronta solución y evitar la contaminación a los cuerpos receptores de agua.

El sistema de alcantarillado consiste en una serie de redes de tuberías y obras complementarias necesarias para recibir, conducir y evacuar las aguas residuales y los escurrimientos superficiales producidos por las lluvias.