

Sistema contra descargas atmosféricas

Se realizará a partir de un estudio previo, en el que se establecerán los criterios de protección, tomando como base el edificio y áreas a ser protegidas.

Sistema de energías renovables, generación por celdas fotovoltaicas

Se desarrollarán los alcances para lograr un sistema de generación de energía eléctrica por paneles fotovoltaicos, empleando la mejor tecnología.

De acuerdo a la operación de los sistemas de energía renovables, se considerarán las Normas de aplicación en los equipos del sistema (paneles fotovoltaicos, inversores, cajas de conexiones), cableado en sus diferentes tipos, accesorios (conectores, elementos de fijación, acomodo de los paneles).

Se obtendrá un ahorro mínimo aproximado de 25% anual del total de la energía consumida en el complejo, al generar energía eléctrica con tecnologías de sistemas renovables.

Sistema de alumbrado interior, exterior y de emergencia

Se usará un sistema que regulará la intensidad dependiendo de la cantidad de luz natural que se encuentre en el espacio y se realizarán los trabajos necesarios para llevar a cabo la instalación de accesorios necesarios para diseñar e instalar el sistema general de alumbrado de bajo consumo de energía.

Se tomará en cuenta la normatividad vigente y las especificaciones generales y particulares del proyecto, las cuales deberán cumplir con la Norma Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2008, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo y las Recomendaciones de la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la energía CONUEE.

Control de Iluminación

Control de iluminación ajustable a las necesidades individuales y sensibles a los cambios de luz natural.

Reducción de la Contaminación Lumínica

El objetivo es minimizar la cantidad de luz que sale del edificio y del sitio, reducir el resplandor del cielo nocturno, mejorar la visibilidad en la noche mediante la reducción del deslumbramiento y reducir el impacto lumínico del desarrollo en los ambientes nocturnos. Para el cumplimiento de este objetivo se emplearán estrategias de control de la iluminación interior y exterior.

En cuanto a la iluminación interior, se deberán reducir de forma automática la potencia de todos los luminarios interiores (exceptuando los de emergencia) que tengan línea visual directa a cualquier abertura en la envolvente (translúcida o transparente), al menos 50% entre las 23:00 y las 05:00 horas. Se podrá proveer "override" mediante dispositivo manual o con sensor de ocupación, por un tiempo máximo de 30 minutos.

Sistema de datos

Sistema de comunicación con la infraestructura necesaria que permita brindar los servicios de voz, video y transferencia de información en forma local y remota de manera segura.

Sistema telefónico

Equipos de conmutación con el propósito de proporcionar servicios telefónicos IP. Los cuales incluyen correo de voz y servicios de comunicaciones unificadas.

Sistema de Circuito Cerrado de Televisión

Debe ser capaz de interactuar con otros sistemas implementados en las instalaciones (control de acceso, detección de fuego, seguridad perimetral).

Sistema de Control de Acceso

Sistema electrónico que permite el monitoreo y registro continuo de las personas que entran y salen de la instalación, o en zonas restringidas según áreas de importancia.

Sistema de Sonorización y Música Ambiental

Cubre todas las áreas donde los habitantes tengan acceso, considerando áreas específicas que permitan seleccionar el tipo de servicio de sonorización, música ambiental y/o voice.

Sistema de Cableado Estructurado

Infraestructura Física mediante el cual se interconectarán los edificios del proyecto, a través de éste se llevarán los servicios de comunicación de las especialidades de CCTV, voiceo, control de acceso, transmisión de datos y telefonía.

Consideraciones de diseño

Las ingenierías se realizarán según los criterios que establecen las siguientes Normas y Reglamentos:

- RCDF-04. 2011. Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal.
- Normas Técnicas Complementarias para el Proyecto Arquitectónico.
- Reglamento de Construcción del Municipio del Centro Estado de Tabasco.
- Normas de Distribución, Construcción de Líneas Subterráneas, C. F. E. 2010
- Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012, relativa a instalaciones destinadas al suministro y uso de la energía eléctrica
- Norma Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2008, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo
- Recomendaciones de la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la energía CONUEE

6.4.5.1 Cálculo eléctrico preliminar

Los cálculos que a continuación se presentan, se denominan preliminares, ya que el estudio eléctrico a detalle se desarrolla en el proyecto ejecutivo.

6.4.5.1.1 Calibres del cableado para las bombas de agua

Para el desarrollo del diagrama unifilar preliminar del Anteproyecto del Parque Temático del Agua de Tabasco, se realizó el cálculo de los calibres del cableado de acuerdo con el caballaje de las bombas.

a) Bomba del modelo físico

- **Potencia calculada = 36.8 HP**
- **Potencia Comercial = 40 hp**

- **Voltaje (aprox) = 460** (trifásico) de acuerdo con los datos de bomba para agua de la marca "Grundfos" y de acuerdo a las tablas para bombas de alta presión del distribuidor "Bombas y Mantenimiento Industrial S.A. de C.V."
- **Amperaje = 52**
 De acuerdo con el cálculo del calibre de cableado a partir de la calculadora en línea de la empresa "Paige Electric" dedicada a la fabricación de conductores eléctricos <http://www.paigewire.com/pumpWireCalc.aspx>.

Induction Type Squirrel Cage and Wound Rotor (Amperes) (Amperes)						
Horsepower	115 Volts	200 Volts	208 Volts	230 Volts	460 Volts	575 Volts
½	4.4	2.5	2.4	2.2	1.1	0.9
¾	6.4	3.7	3.5	3.2	1.6	1.3
1	8.4	4.8	4.6	4.2	2.1	1.7
1½	12.0	6.9	6.6	6.0	3.0	2.4
2	13.6	7.8	7.5	6.8	3.4	2.7
3	-	11.0	10.6	9.6	4.8	3.9
5	-	17.5	16.7	15.2	7.6	6.1
7½	-	25.3	24.2	22	11	9
10	-	32.2	30.8	28	14	11
15	-	48.3	46.2	42	21	17
20	-	62.1	59.4	54	27	22
25	-	78.2	74.8	68	34	27
30	-	92	88	80	40	32
40	-	120	114	104	52	41
50	-	150	143	130	65	52
60	-	177	169	154	77	62
75	-	221	211	192	96	77
100	-	285	273	248	124	99
125	-	359	343	312	156	125
150	-	414	396	360	180	144

ESTUDIO PARA EL PROYECTO HIDROLÓGICO PARA PROTEGER A LA POBLACIÓN DE INUNDACIONES Y APROVECHAR MEJOR EL AGUA (PROHTAB)

Induction Type Squirrel Cage and Wound Rotor (Amperes) (Amperes)						
Horsepower	115 Volts	200 Volts	208 Volts	230 Volts	460 Volts	575 Volts
200	-	552	528	480	240	192
250	-	-	-	-	302	242
300	-	-	-	-	361	289
350	-	-	-	-	414	336
400	-	-	-	-	477	382
450	-	-	-	-	515	412
500	-	-	-	-	590	472

- **Calibre para el cableado (AWG)=** Cal. 6 de Cu o Cal. 4 de Al
De acuerdo con el cálculo del calibre de cableado a partir de la calculadora en línea de la empresa "Paige Electric" dedicada a la fabricación de conductores eléctricos <http://www.paigewire.com/pumpWireCalc.aspx>

WIRE SIZE CALCULATOR

	Input Values	Result
Source Voltage:	<input type="radio"/> 120 <input type="radio"/> 240 <input checked="" type="radio"/> 480	480
Number of Phases:	<input type="radio"/> Single-Phase <input checked="" type="radio"/> 3-Phase	3
*Amperes:	52	52
One Way Distance (feet):		
Allowable Voltage Drop:	<input checked="" type="radio"/> 3% of source <input type="radio"/> 5% of source <input type="radio"/> Volts	3%
<input type="button" value="Calculate"/>		
Wire Size:	Copper <input type="text" value="6 AWG"/>	Aluminum <input type="text" value="4 AWG"/>

b) Bomba para el sistema de riego

- **Potencia calculada = 1.73 HP**
- **Potencia Comercial = 2 hp**

UF

- **Voltaje (aprox) = 230** (trifásico) de acuerdo a las tablas para bombas de alta presión del distribuidor "Bombas y Mantenimiento Industrial S.A. de C.V."

- **Amperaje = 6.8**

De acuerdo con el cálculo del calibre de cableado a partir de la calculadora en línea de la empresa "Paige Electric" dedicada a la fabricación de conductores eléctricos <http://www.paigewire.com/pumpWireCalc.aspx>

Induction Type Squirrel Cage and Wound Rotor (Amperes) (Amperes)						
Horsepower	115 Volts	200 Volts	208 Volts	230 Volts	460 Volts	575 Volts
½	4.4	2.5	2.4	2.2	1.1	0.9
¾	6.4	3.7	3.5	3.2	1.6	1.3
1	8.4	4.8	4.6	4.2	2.1	1.7
1½	12.0	6.9	6.6	6.0	3.0	2.4
2	13.6	7.8	7.5	6.8	3.4	2.7
3	-	11.0	10.6	9.6	4.8	3.9
5	-	17.5	16.7	15.2	7.6	6.1
7½	-	25.3	24.2	22	11	9
10	-	32.2	30.8	28	14	11
15	-	48.3	46.2	42	21	17
20	-	62.1	59.4	54	27	22
25	-	78.2	74.8	68	34	27
30	-	92	88	80	40	32
40	-	120	114	104	52	41
50	-	150	143	130	65	52
60	-	177	169	154	77	62
75	-	221	211	192	96	77
100	-	285	273	248	124	99
125	-	359	343	312	156	125
150	-	414	396	360	180	144
200	-	552	528	480	240	192

ESTUDIO PARA EL PROYECTO HIDROLÓGICO PARA PROTEGER A LA
POBLACIÓN DE INUNDACIONES Y APROVECHAR MEJOR EL AGUA
(PROHTAB)

Induction Type Squirrel Cage and Wound Rotor (Amperes) (Amperes)						
Horsepower	115 Volts	200 Volts	208 Volts	230 Volts	460 Volts	575 Volts
250	-	-	-	-	302	242
300	-	-	-	-	361	289
350	-	-	-	-	414	336
400	-	-	-	-	477	382
450	-	-	-	-	515	412
500	-	-	-	-	590	472

- Calibre para el cableado (AWG)= Cal. 12 (de Al o bien de Cu)**
 De acuerdo con el cálculo del calibre de cableado a partir de la calculadora en línea de la empresa "Paige Electric" dedicada a la fabricación de conductores eléctricos <http://www.paigewire.com/pumpWireCalc.aspx>

Si se considera que la conductividad del cable de Al es de aprox. 61% la del Cu, puede considerarse que la resistencia de un calibre de cable de Al corresponde aproximadamente a la de dos calibres menores de cable de Cu, por lo tanto el calibre 12 de Al se corresponde con el 14 de Cu.

WIRE SIZE CALCULATOR

Input Values		Result
Source Voltage:	<input type="radio"/> 120 <input checked="" type="radio"/> 240 <input type="radio"/> 480	240
Number of Phases:	<input type="radio"/> Single-Phase <input checked="" type="radio"/> 3-Phase	3
*Amperes:	6.8	6.8
One Way Distance (feet):		
Allowable Voltage Drop:	<input checked="" type="radio"/> 3% of source <input type="radio"/> 5% of source <input type="radio"/> Volts	3%
<input type="button" value="Calculate"/>		
Wire Size	Copper undefined	Aluminum 12 AWG

c) Bomba para el sistema de agua potable

- **Potencia calculada = 1.29 HP**
- **Potencia Comercial = 1.5 hp**
- **Voltaje (aprox) = 230 (trifásico)** de acuerdo a las tablas para bombas de alta presión del distribuidor "Bombas y Mantenimiento Industrial S.A. de C.V."
- **Amperaje = 6**

De acuerdo con el cálculo del calibre de cableado a partir de la calculadora en línea de la empresa "Paige Electric" dedicada a la fabricación de conductores eléctricos <http://www.paigewire.com/pumpWireCalc.aspx>.

Induction Type Squirrel Cage and Wound Rotor (Amperes) (Amperes)						
Horsepower	115 Volts	200 Volts	208 Volts	230 Volts	460 Volts	575 Volts
½	4.4	2.5	2.4	2.2	1.1	0.9
¾	6.4	3.7	3.5	3.2	1.6	1.3
1	8.4	4.8	4.6	4.2	2.1	1.7
1½	12.0	6.9	6.6	6.0	3.0	2.4
2	13.6	7.8	7.5	6.8	3.4	2.7
3	-	11.0	10.6	9.6	4.8	3.9
5	-	17.5	16.7	15.2	7.6	6.1
7½	-	25.3	24.2	22	11	9
10	-	32.2	30.8	28	14	11
15	-	48.3	46.2	42	21	17
20	-	62.1	59.4	54	27	22
25	-	78.2	74.8	68	34	27
30	-	92	88	80	40	32
40	-	120	114	104	52	41
50	-	150	143	130	65	52
60	-	177	169	154	77	62
75	-	221	211	192	96	77
100	-	285	273	248	124	99

ESTUDIO PARA EL PROYECTO HIDROLÓGICO PARA PROTEGER A LA
POBLACIÓN DE INUNDACIONES Y APROVECHAR MEJOR EL AGUA
(PROHTAB)

Induction Type Squirrel Cage and Wound Rotor (Amperes) (Amperes)						
Horsepower	115 Volts	200 Volts	208 Volts	230 Volts	460 Volts	575 Volts
125	-	359	343	312	156	125
150	-	414	396	360	180	144
200	-	552	528	480	240	192
250	-	-	-	-	302	242
300	-	-	-	-	361	289
350	-	-	-	-	414	336
400	-	-	-	-	477	382
450	-	-	-	-	515	412
500	-	-	-	-	590	472

- Calibre para el cableado (AWG)= Cal. 12 (de Al o bien de Cu)**
 De acuerdo con el cálculo del calibre de cableado a partir de la calculadora en línea de la empresa "Paige Electric" dedicada a la fabricación de conductores eléctricos <http://www.paigewire.com/pumpWireCalc.aspx>

Si se considera que la conductividad del cable de Al es de aprox. 61% la del Cu, puede considerarse que la resistencia de un calibre de cable de Al corresponde aproximadamente a la de dos calibres menores de cable de Cu, por lo tanto el calibre 12 de Al se corresponde con el 14 de Cu.

WIRE SIZE CALCULATOR

	Input Values	Result
Source Voltage:	<input type="radio"/> 120 <input checked="" type="radio"/> 240 <input type="radio"/> 480	240
Number of Phases:	<input type="radio"/> Single-Phase <input checked="" type="radio"/> 3-Phase	3
*Amperes:	6	6
One Way Distance (feet):		
Allowable Voltage Drop:	<input checked="" type="radio"/> 3% of source <input type="radio"/> 5% of source <input type="radio"/> Volts	3%
Calculate		
Wire Size	Copper undefined	Aluminum 12 AWG

Para consultar los planos arquitectónicos del Diagrama Unifilar ver Anexo A.6.4 Planos-Eléctrico e Iluminación

6.4.6 Memoria descriptiva de las instalaciones hidráulica-mecánica-sanitaria

Con base en la legislación mexicana en materia de construcción y obras públicas se consultó el Reglamento de Construcciones del Municipio de Centro, Estado de Tabasco y en caso de que hiciera falta detalle se consultó las Normas Técnicas Complementarias para el Diseño y Ejecución de Obras e Instalaciones Hidráulicas.

6.4.6.1 Generales

El suministro de agua a las edificaciones se logra mediante un sistema de abastecimiento diseñado de acuerdo con el uso que se le va a dar al inmueble. Dentro del diseño está la parte del suministro de agua fría y agua caliente, cuyo propósito es brindar a los ocupantes confort en el aseo personal y doméstico. A este sistema se le llama instalación hidráulica en una edificación.

Por tanto, una instalación hidráulica se puede definir como el conjunto de tubería, muebles, accesorios (válvulas, codos y conexiones) y equipo (calentadores, bombas, hidroneumáticos) unidos para llevar en forma adecuada el suministro de agua fría y caliente a una edificación.

El diseño de una instalación de agua fría y caliente está en función del gasto y la presión que se requiere en cada mueble.

Existen tres sistemas de distribución de agua fría que a continuación se describen:

Sistema directo: consiste en suministrar agua a los inmuebles con la presión de agua que llega en la red municipal.

Sistema por gravedad: cuando la presión de la red municipal no tiene la presión requerida, se recurre a este sistema, que consiste en subir por medio de una o más bombas, agua a un tanque elevado, generalmente colocado en la azotea del inmueble para que a partir de éste descienda el agua por gravedad; para lograr el suministro por este método debe preverse la construcción de cisternas y tanques elevados. Este sistema se emplea en edificios de gran altura.

Sistema por presión: es cuando se requiere dar mucho más presión para algunos muebles, entonces se recurre a un hidroneumático o un equipo de bombeo programado. Este sistema de abastecimiento se diseña de acuerdo con las características de abastecimiento de los edificios y muebles.

La instalación sanitaria la podemos definir como un conjunto de elementos mediante los cuales se desalojan las aguas residuales de una edificación hacia los lugares apropiados, como fosas sépticas y/o a la red pública. El propósito es desalojar de forma segura las aguas residuales, de tal manera que se cubran los requisitos de las normas y reglamentos correspondientes del lugar en donde se esté realizando la instalación.

El diseño de la instalación sanitaria está en función del gasto y la presión de descarga de cada mueble.

6.4.6.2 Instalación hidráulica-mecánica del Anteproyecto del Parque Temático del Agua de Tabasco

Según la Normas Técnicas Complementarias para el Diseño y Ejecución de Obras e Instalaciones Hidráulicas establece que toda edificación debe contener: instalaciones hidráulicas, instalaciones sanitarias y de desagüe pluvial

Derivado de lo anterior el anteproyecto del Parque Temático del Agua, integrará los siguientes sistemas

- Instalación hidráulica de abastecimiento de agua potable.
- Instalaciones de riego.
- Instalaciones de alimentación para los modelos físicos.
- Drenaje Pluvial.

En los tres primeros puntos se suministra agua pero tienen diferentes parámetros de calidad que cumplir respecto al uso del agua. Los parámetros de calidad que deben de cumplir los sistemas se enuncian en las siguientes normas:

Tabla 6.7.- Normas referentes a calidad del agua para los diferentes sistemas

Sistema	Norma	Carácter
Instalación hidráulica de abastecimiento de agua potable	NOM-127-SSA1-1994	Agua para uso y consumo humano
Instalación de riego	NOM-003-SEMARNAT-1997	Servicios al público con contacto indirecto u ocasional
Instalaciones de suministro de agua a modelos físicos	NOM-003-SEMARNAT-1997	Servicios al público con contacto directo

En el caso de las instalaciones hidráulicas de abastecimiento de agua potable se abastecerá de agua que brinda el Estado. Para el caso de las instalaciones de riego y suministro para los modelos se deberá recurrir al empleo de agua residual o pluvial cumpliendo con las normas anteriormente enunciadas.

Las aguas residuales y agua pluvial que se evacuan mediante las instalaciones sanitarias y el drenaje pluvial respectivamente, deben cumplir los límites máximos permisibles en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado municipales, enunciado en la NOM-002-SEMARNAT.

6.4.6.3 Instalaciones hidráulicas-mecánicas de abastecimiento de agua potable

Para el diseño de la red interior de distribución de agua potable en el Parque Temático se deberá cumplir 3 condiciones básicas:

- Gasto: Corresponde al volumen suficiente de agua en un momento dado para abastecer las necesidades requeridas por todos los muebles o aparatos para su correcto funcionamiento.
- Presión: Es la energía con que debe desplazarse el agua de tal forma que sea suficiente para llegar a todos los muebles sanitarios y funcionen correctamente.
- Continuidad del servicio: El suministro de agua debe ser constante todos los días del año en todo momento, sin ningún tipo de interrupción.

Para cumplir con estas condiciones se propone un sistema de abastecimiento con equipo de bombeo de velocidad variable, este tipo de equipo proporciona solamente el gasto que se demande en un instante dado, en el siguiente gráfico se ilustra este tipo de sistema:

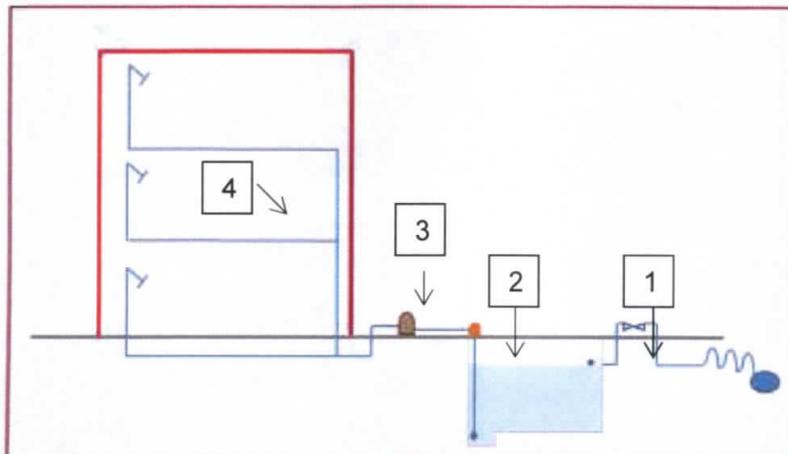


Figura 6.233.- Sistema de abastecimiento con equipo de bombeo de velocidad variable

El sistema funciona tiene las siguientes partes:

- 1.- Toma domiciliaria: donde el municipio aporta el servicio de agua potable.
- 2.- Cisterna: el agua suministrada por el municipio se almacena determinando por su capacidad (volumen). Con esta obra se pretende cumplir el concepto de continuidad en el servicio.
- 3.- Bomba hidráulica: hace posible el transporte del agua almacenada en la cisterna al sitio donde se pretenda usar el líquido. Adiciona energía al sistema cumpliendo el concepto de presión.
- 4.-Red de distribución: es el conducto por donde se transporta el líquido hacia los diferentes puntos de uso. La red debe de cumplir con el concepto de gasto.

6.4.6.4 Dimensionamiento de la cisterna

De acuerdo al Reglamento de Construcción, la cisterna del parque tendrá una capacidad necesaria para abastecer una dotación no menor de tres días en caso de que por interrupción en el servicio municipal se presentará la necesidad suministrar el vital líquido. La dotación la obtenemos del mismo reglamento, siendo de 25 litros por asistente por día y las necesidades generadas por empleados o trabajadores se considerarán a razón de 100 litros por trabajador por día

Se calcula tener alrededor de 1000 visitantes por día y 80 trabajadores. Por lo tanto debemos de dimensionar la cisterna con los datos anteriores.

$$\text{Volumen de la Cisterna} = \text{Dotación por persona por día} * \text{Total de personas} * 3 \text{ días}$$

$$V. \text{ Cisterna} = \left[\left(25 \frac{l}{\text{asist.} * \text{día}} * 1,000 \text{ asist} \right) + \left(100 \frac{l}{\text{trab.} * \text{día}} * 80 \text{ trab.} \right) * 3 \text{ días} \right]$$

$$\text{Volumen de la Cisterna} = 33,000 \frac{l}{\text{día}} * 3 \text{ días} = 99,000 \text{ litros}$$

$$\text{Volumen de la Cisterna} = 99,000 \text{ litros} * \frac{1 \text{ m}^3}{1,000 \text{ litros}} = 99 \text{ m}^3$$

El volumen de la cisterna será de 99 m^3 que equivale a 99, 000 litros de agua. Se proponen las siguientes dimensiones:

Largo: 8 metros

Ancho: 5.9 metros

Altura: 2.10 metros

6.4.6.5 Dimensionamiento de la red de distribución de agua potable

Para el dimensionamiento de las tuberías se tiene en cuenta que todos los aparatos instalados no funcionan simultáneamente, de tal manera que se aplicará el método probabilístico de Hunter.

El método pretende evaluar el gasto máximo probable y se basa en el concepto de que únicamente unos pocos aparatos, de todos los que están conectados al sistema, entrarán en operación simultánea en un instante dado. El efecto de cada aparato que forma parte de un grupo numeroso de elementos similares, depende de:

- Gasto del aparato, o sea el flujo que deja pasar el servicio (q).
- Frecuencia de uso: tiempo entre usos sucesivos (T).
- Duración de uso: tiempo que el agua fluye para atender la demanda del aparato (t).

El método es aplicable a grandes grupos de elementos, ya que la carga de diseño es tal que tiene cierta probabilidad de no ser excedida.

El método consiste básicamente en asignar el número de unidades mueble por aparato y hacer una suma de estas unidades de acuerdo al tramo a diseñar, con esta suma se puede conocer el gasto que pasará por ese tramo de la conducción.

A continuación se muestra la tabla de asignación de unidades mueble por aparato

Tabla 6.8 Unidades mueble para instalaciones hidráulicas

Mueble	Unidades - Mueble		
	Total	Agua fría	Agua caliente
Artesa	2	1.5	1.5
Bebedero	2	1.5	1.5
Cocineta	1	1	
Fregadero	2	1.5	1.5
Grupos de baño (WC con fluxómetro)			
WC-R-L	3	3	1.5
WC-R	3	3	1.5
WC-L	3	3	1
L-R	2	1.5	1.5
Grupos de baño (WC con tanque)			
WC-R-L	2	1.5	1.5
WC-R	2	1.5	1.5
WC-L	2	1	1
Inodoro con fluxómetro	3	3	
Inodoro con tanque	1	1	
Lavabos	2	1	1
Mingitorio con fluxómetro	3	3	
Mingitorio con llave de resorte	2	2	
Regaderas	2	1.5	1.5
Vertederos	1	1	
Lavadora de loza	10		10
Lavadoras (por kg de ropa seca)			
Horizontales	3	2	2
Extractores	6	4	4

La tabla siguiente muestra los gastos probables de acuerdo el número de unidades mueble que se tenga. Se puede observar que para determinado número de unidades mueble hay dos valores de gasto probable (Tanque o Válvula), esto se refiere al tipo de funcionamiento de los aparatos en determinada sección, es decir, si en el conjunto a diseñar se encuentra por lo menos un aparato que funcione con fluxómetro se tomará el valor indicado por válvula.

En caso de no encontrarse el número de unidades mueble en la tabla se tendrá que realizar una interpolación lineal.

ESTUDIO PARA EL PROYECTO HIDROLÓGICO PARA PROTEGER A LA
POBLACIÓN DE INUNDACIONES Y APROVECHAR MEJOR EL AGUA
(PROHTAB)

Tabla 6.9 Gastos probables en lts/s, método de hunter

Nº de UM	Q probable										
	Tanque	Válvula									
1	0.10		46	1.69	3.09	175	3.85	5.41	340	5.86	7.32
2	0.15		48	1.74	3.16	180	3.91	5.42	360	6.12	7.52
3	0.20	No hay	50	1.80	3.22	185	3.98	5.56	380	6.37	7.71
4	0.26	No hay	55	1.94	3.35	190	4.04	5.58	400	6.62	7.90
5	0.38	1.51	60	2.08	3.47	195	4.10	5.60	420	6.87	8.09
6	0.42	1.56	65	2.18	3.57	200	4.15	5.63	440	7.11	8.28
7	0.46	1.61	70	2.27	3.66	205	4.23	5.70	460	7.36	8.47
8	0.49	1.67	75	2.34	3.78	210	4.29	5.76	480	7.60	8.66
9	0.53	1.71	80	2.40	3.91	215	4.34	5.80	500	7.85	8.85
10	0.57	1.77	85	2.48	4.00	220	4.39	5.84	520	8.08	9.02
12	0.63	1.86	90	2.57	4.10	225	4.42	5.92	540	8.32	9.20
14	0.70	1.95	95	2.68	4.20	230	4.45	6.00	560	8.55	9.37
16	0.76	2.03	100	2.78	4.29	235	4.50	6.10	580	8.79	9.55
18	0.83	2.12	105	2.88	4.36	240	4.54	6.20	600	9.02	9.72
20	0.89	2.21	110	2.97	4.42	245	4.59	6.30	620	9.24	9.89
22	0.96	2.29	115	3.06	4.52	250	4.64	6.37	640	9.46	10.05
24	1.04	2.36	120	3.15	4.61	255	4.71	6.43	660	9.67	10.21
26	1.11	2.44	125	3.22	4.71	260	4.78	6.48	680	9.88	10.38
28	1.19	2.51	130	3.28	4.80	265	4.86	6.54	700	10.10	10.55
30	1.26	2.59	135	3.35	4.86	270	4.93	6.60	720	10.32	10.74
32	1.31	2.65	140	3.41	4.91	275	5.00	6.66	740	10.54	10.63
34	1.36	2.71	145	3.48	5.02	280	5.07	6.71	760	10.76	11.12
36	1.42	2.78	150	3.54	5.13	285	5.15	6.76	780	10.98	11.31
38	1.46	2.84	155	3.60	5.18	290	5.22	6.83	800	11.20	11.50
40	1.52	2.90	160	3.66	5.24	295	5.29	6.89	820	11.40	11.66
42	1.58	2.96	165	3.73	5.30	300	5.36	6.94	840	11.60	11.82
44	1.63	3.03	170	3.79	5.36	320	5.61	7.13	860	11.80	11.98

Una vez teniendo el valor de gasto, obtendremos el diámetro de la tubería con la ecuación de continuidad.

$$Q = V * A$$

$$Q = V \frac{\pi d^2}{4}$$

$$d = \sqrt{\frac{4Q}{\pi V}}$$

El reglamento recomienda una velocidad en un rango de 0.5 a 5 m/s para evitar problemas de ruido, vibraciones y sedimentación. En este caso utilizaremos el valor de 1.5 m/s.

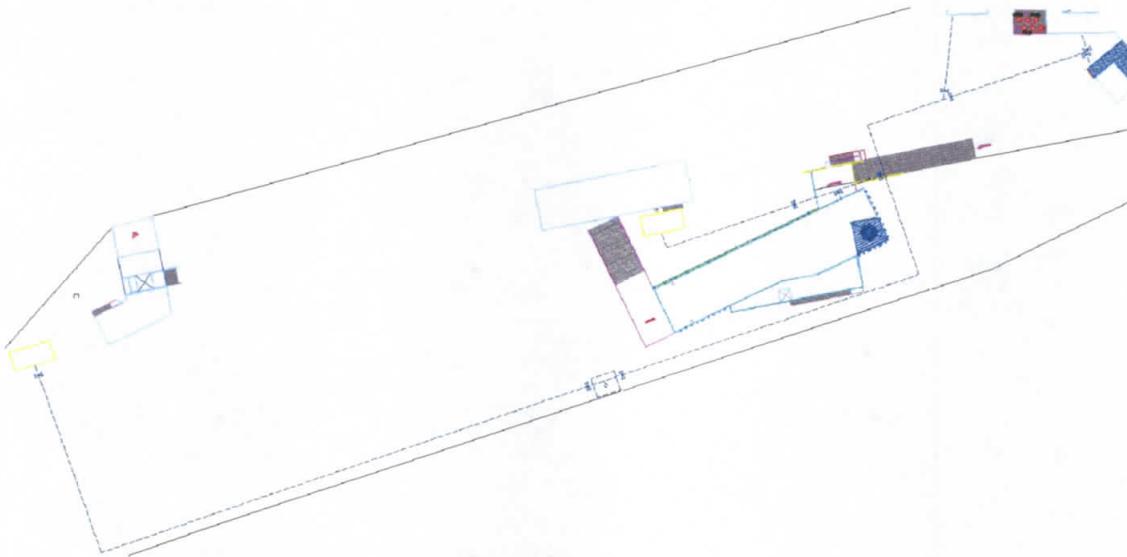


Figura 6.234.- Propuesta de la red de distribución de agua potable

Los muebles sanitarios se ubican en las diferentes partes del parque, se puede observar más detalle en los planos arquitectónicos. El total de muebles son los siguientes:

Tabla 6.10.- Número de muebles existentes en el parque

Mueble	Cantidad
WC con Fluxómetro	23
WC con Tanque	10
Mingitorio con Fluxómetro	12
Lavabo	38
Vertedero	2
Fregadero	1

ESTUDIO PARA EL PROYECTO HIDROLÓGICO PARA PROTEGER A LA
POBLACIÓN DE INUNDACIONES Y APROVECHAR MEJOR EL AGUA
(PROHTAB)

Para finalizar asignaremos un diámetro interno comercial de un proveedor comercial y se calcula nuevamente la velocidad real y debe de estar en el rango dicho anteriormente. En este caso se usó tubería de CPVC de la marca BlazeMaster de Durman.

Dimensiones y pesos de la tubería <i>Durman</i> <i>BlazeMaster</i>									
Tamaño nominal		Promedio D.E		Promedio D.I.		Libras / pie	Kilos /metro	Libras /pie	Kilos /metro
Pulg	Mm	Pulg	Mm	Pulg	Mm	Vacio	Vacio	Con Agua	Con Agua
¾"	19.05	1.050	26.67	.874	22.2	0.168	0.250	0.428	0.637
1"	25.40	1.315	33.40	1.101	28.0	0.262	0.390	0.675	0.100
1 ¼"	31.75	1.660	42.16	1.394	35.4	0.418	0.622	1.079	1.606
1 ½"	38.10	1.900	48.26	1.598	40.6	0.548	0.816	1.417	2.109
2"	50.80	2.375	60.33	2.003	50.9	0.859	1.278	2.224	3.310
2 ½"	63.50	2.875	73.03	2.423	61.5	1.257	1.871	3.255	4.844
3"	76.20	3.500	88.90	2.950	75.0	1.867	2.779	4.829	7.187

A continuación se presenta el cálculo para los diferentes tramos de la red de distribución de agua potable.

Tabla 6.11.- Cálculo de diámetros de la red de distribución de agua potable

Tramo	Mueble o Aparato			Total de Unidades Mueble	Total de Unidades Mueble del Tramo	Q máx. (lps)	Diámetro (mm)			V (m/s)
	Descripción	Cantidad	Unidad Mueble				Teórico	Interior	Nominal	
Enfermería Tramo 4	WC Tanque	1	2	2	4	0.26	14.86	22.20	¾ "	0.67
	Lavabo	1	2	2						
Cafetería-Administración Tramo 1	WC Tanque	6	2	12	24	1.04	29.71	35.40	1 ¼ "	1.06
	Fregadero	1	2	2						
	Lavabo	5	2	10						
Talleres-Salida Tramo 2	WC FX	6	3	18	43	3.00	50.42	50.90	2 "	1.47
	WC Tanque	1	2	2						
	Mingitorio FX	3	3	9						
	Lavabo	7	2	14						
Baños Humedal-Tramo 10	WC FX	6	3	18	44	3.03	50.71	50.90	2 "	1.49
	Vertedero	1	1	1						

INFORME FINAL
Instituto de Ingeniería
Coordinación de Hidráulica

Tramo	Mueble o Aparato			Total de Unidades Mueble	Total de Unidades Mueble del Tramo	Q máx. (lps)	Diámetro (mm)			V (m/s)
	Descripción	Cantidad	Unidad Mueble				Teórico	Interior	Nominal	
	Mingitorio FX	3	3	9						
	Lavabo	8	2	16						
Baños PB Museo-Tramo 6	WC FX	6	3	18	44	3.03	50.71	50.90	2"	1.49
	Vertedero	1	1	1						
	Mingitorio FX	3	3	9						
	Lavabo	8	2	16						
Baños PB Museo-Lado Derecho	WC FX	5	3	15	35	2.75	48.27	50.90	2 "	1.35
	Mingitorio FX	2	3	6						
	Lavabo	7	2	14						
Baños PA Museo	WC Tanque	2	2	4	11	1.82	39.25	40.60	1 1/2 "	1.40
	Mingitorio FX	1	3	3						
	Lavabo	2	2	4						
Distribuidor Baños Museo Lado Derecho-Tramo 7	WC FX	5	3	15	46	3.09	51.21	61.50	2 1/2 "	1.04
	WC Tanque	2	2	4						
	Mingitorio FX	3	3	9						
	Lavabo	9	2	18						
Distribuidor Baños Museo-Tramo 8	WC FX	11	3	33	90	4.10	58.99	61.50	2 1/2 "	1.38
	WC Tanque	2	2	4						
	Vertedero	1	1	1						
	Mingitorio FX	6	3	18						
	Lavabo	17	2	34						
Distribuidor Baños Salida-Cafetería-Administración Tramo 3	WC FX	6	3	18	67	3.61	55.33	61.50	2 1/2 "	1.21
	WC Tanque	7	2	14						
	Fregadero	1	2	2						
	Mingitorio FX	3	3	9						
	Lavabo	12	2	24						
Distribuidor Baños Salida-Cafetería-Administración-Enfermería Tramo 5	WC FX	6	3	18	71	3.68	55.92	61.50	2 1/2 "	1.24
	WC Tanque	8	2	16						
	Fregadero	1	2	2						
	Mingitorio FX	3	3	9						
	Lavabo	13	2	26						
Lado Derecho-Tramo 9	WC FX	17	3	51	161	5.25	66.77	75.00	3 "	1.19
	WC Tanque	10	2	20						
	Fregadero	1	2	2						
	Mingitorio FX	9	3	27						
	Vertedero	1	1	1						

ESTUDIO PARA EL PROYECTO HIDROLÓGICO PARA PROTEGER A LA
POBLACIÓN DE INUNDACIONES Y APROVECHAR MEJOR EL AGUA
(PROHTAB)

Tramo	Mueble o Aparato			Total de Unidades Mueble	Total de Unidades Mueble del Tramo	Q máx. (lps)	Diámetro (mm)			V (m/s)
	Descripción	Cantidad	Unidad Mueble				Teórico	Interior	Nominal	
	Lavabo	30	2	60						

Donde FX se refiere a fluxómetro.

6.4.6.6 Determinación de la carga de presión requerida para agua potable

Para seleccionar la bomba de velocidad variable que se necesitará, se debe conocer la carga requerida por la red interna, ya que de no obtenerse esta última de forma correcta, se podría instalar un equipo que no contará con la capacidad suficiente para elevar el agua y hacer funcionar de forma óptima al mueble más crítico.

Por lo anterior es totalmente necesario identificar primero a dicho mueble (mueble más crítico) dentro de la instalación, pues a partir de él se realizará el cálculo correspondiente para determinar la carga requerida, ya que si se satisfacen los requerimientos de este mueble que se encuentra en la condición más crítica, se garantiza de manera indirecta que todos y cada uno de los muebles sanitarios colocados dentro de la edificación funcionarán adecuadamente.

Es común que el mueble más crítico sea el más alejado y el más alto con respecto al punto de alimentación, sin embargo existen casos en donde la identificación puede resultar más compleja, por lo tanto deben analizarse las condiciones de carga de los muebles y aparatos que pudieran estar en las condiciones críticas para definir con exactitud cuál es el mueble o aparato más crítico, ya que el funcionamiento adecuado de toda la instalación estará gobernado por ese mueble.

Las condiciones de cargas mínimas para los muebles sanitarios se ilustran en la siguiente tabla del reglamento:

Tabla 6.12 Cargas mínimas de trabajo de muebles sanitarios

Mueble o equipo	Diámetro	Carga de trabajo
	mm	m.c.a.
Inodoro (fluxómetro)	32	10
Inodoro (tanque)	13	3
Lavabo	13	3
Lavadero	13	3
Mingitorio (fluxómetro)	25	10
Mingitorio (llave de resorte)	13	5
Regadera	13	10
Salida para riego con manguera	19	17

Para determinar el mueble más crítico, y posteriormente conocer la carga requerida, se comparan las cargas mínimas de trabajo, la diferencia de elevaciones y la longitud de tubería desde el punto de abastecimiento hacia los posibles muebles. Se tomó como plano horizontal de referencia (PHR) el nivel de piso terminado (NPT). Además se consideró que la distancia vertical entre la salida del WC y el NPT de 40 cm.

Tabla 6.13 Comparación entre los posibles muebles críticos

Mueble	Ubicación	Carga mínima de trabajo (m.c.a)	Distancia vertical respecto al PHF (m)	Longitud de tubería (m)
WC FX	Humedales	10	0.4	179.88
WC Tanque	Baños Planta Alta del Museo	3	3.9	126.25
WC FX	Módulo de Baños Salida	10	0.4	191

El mueble más crítico corresponde al WC con fluxómetro del módulo de baños en la salida. Para conocer la carga necesaria a vencer, se usará la ecuación de Bernoulli.

$$z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} = z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + \sum_1^2 h$$

Donde:

z_1 : es la elevación de la sección de alimentación a la red de distribución interior con respecto al PHR, 60cm.

$\frac{P_1}{\gamma}$: corresponde a la carga de presión requerida.

$\frac{V_1^2}{2g}$: la carga de velocidad en la sección de alimentación a la red de distribución

z_2 : es la elevación del mueble en análisis respecto al PHR, 40 cm.

$\frac{P_2}{\gamma}$: carga mínima requerida por el mueble más crítico para que funcione de forma óptima, en este caso 10 m.

$\frac{V_2^2}{2g}$: carga de velocidad en el mueble más crítico

$\sum_1^2 h$: Pérdida de energía debida a la fricción del agua en las paredes de la tubería y por la existencia de piezas especiales entre las secciones 1 y 2.

Despejando la carga requerida, $\frac{P_1}{\gamma}$, tenemos lo siguiente

$$\frac{P_1}{\gamma} = H_{req} = z_2 - z_1 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} - \frac{V_1^2}{2g} + \sum_1^2 h$$

Para las pérdidas de energía por fricción se utilizó la fórmula de Darcy-Weisbach:

$$h_f = f \frac{L V^2}{D 2g}$$

Donde:

h_f : es la pérdida por fricción, en m

f : es el factor de fricción

L : es la longitud del tramo, en m

D : es el diámetro de la sección transversal del conducto, en m

V : es la velocidad media en el conducto, en m/s

g : es la aceleración de la gravedad, 9.81 m/s^2

El valor del factor de fricción se obtiene al aplicar la ecuación modificada de Colebrook-White:

$$f = \frac{0.25}{\left[\log \left(\frac{\epsilon/D}{3.71} + \frac{G}{R^T} \right) \right]^2}$$

donde:

Re: es el número de Reynolds

v: es la viscosidad cinemática del agua, para 20°C es de $1 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$

ϵ : es la rugosidad absoluta del material de la tubería en metros, en este caso es de 0.0000015 m

Los valores de G y T serán:

para $4000 \leq Re \leq 10^5$ $G = 4.555$ y $T = 0.8764$

para $10^5 \leq Re \leq 3 \times 10^6$ $G = 6.732$ y $T = 0.9104$

para $3 \times 10^6 \leq Re \leq 10^8$ $G = 8.982$ y $T = 0.93$

Le recorrido hacia el mueble más crítico es por los tramos 9-5-3-2.

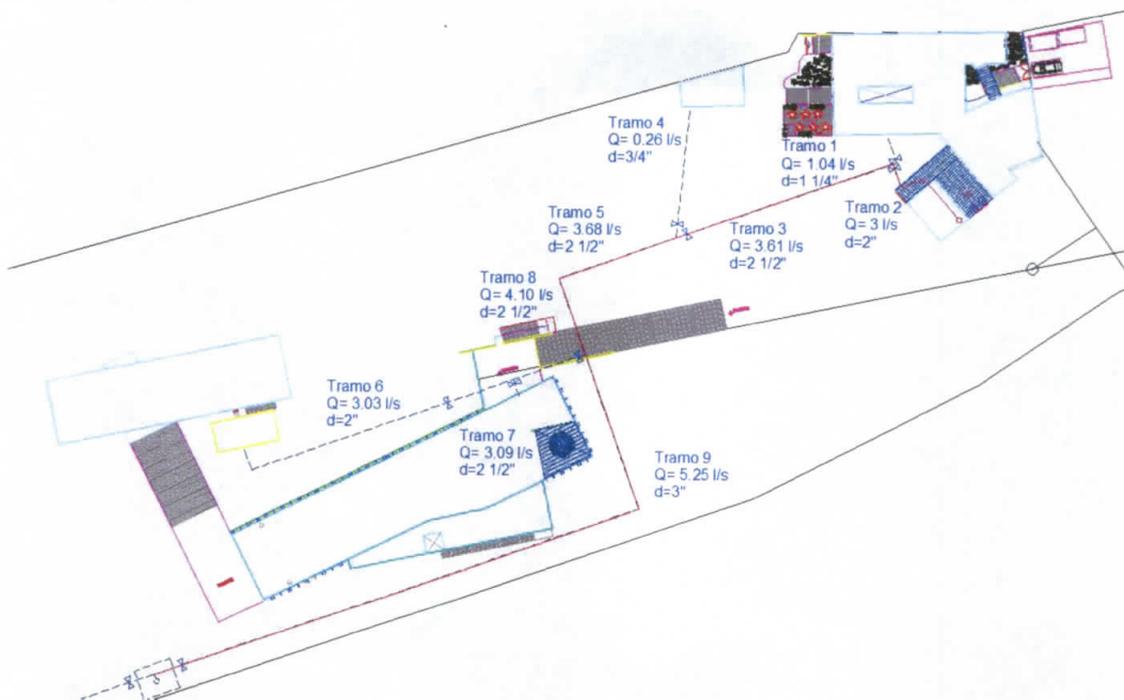


Figura 6.235 Recorrido del sistema de alimentación al mueble más crítico

A continuación se muestra una tabla con las pérdidas de fricción.

Tabla 6.14 Pérdidas por fricción en el recorrido hacia el mueble más crítico

Tramo	Velocidad (m/s)	Diámetro (m)	Reynolds	G	T	Factor de fricción (f)	Longitud del tramo (m)	Carga de velocidad (m)	hf (m)
9	1.19	0.0750	89250	4.555	0.8764	0.01857	108.3160	0.07218	1.93568
5	1.24	0.0615	76260	4.555	0.8764	0.01920	32.0980	0.07837	0.78525
3	1.21	0.0615	74415	4.555	0.8764	0.01930	36.4130	0.07462	0.85251
2	1.47	0.0509	74823	4.555	0.8764	0.01930	14.1730	0.11014	0.59185
Total									4.16530

Para el cálculo de las pérdidas locales de energía se utiliza la expresión siguiente:

$$h_L = k \frac{V^2}{2g}$$

Donde:

V: corresponde a la velocidad de la sección que se localiza aguas debajo de la alteración

k: coeficiente que depende del accesorio. Los valores los proporciona el reglamento.

g: gravedad, 9.81 m/s²

En el recorrido se encuentran los siguientes accesorios con sus respectivas pérdidas:

Tabla 6.15 Pérdidas locales en el recorrido hacia el mueble más crítico

Tramo	Accesorio	Diámetro (m)	k		V (m/s)	Carga de velocidad (m)	hl (m)
			Accesorio	Total			
9	Válvula de compuerta	0.075	0.1	2.2	1.19	0.07218	0.158796
	Codo 90°		1.8				
	Cono de Reducción		0.3				
5	Codo 90°	0.0615	1.8	2.1	1.24	0.07837	0.164577
	Cono de		0.3				

Tramo	Accesorio	Diámetro (m)	k		V (m/s)	Carga de velocidad (m)	hl (m)
			Accesorio	Total			
	Reducción						
3	Válvula de compuerta	0.0615	0.1	2.2	1.21	0.07462	0.164164
	Codo 90°		1.8				
	Cono de Reducción		0.3				
2	Válvula de compuerta	0.0509	0.1	1.9	1.47	0.11014	0.209266
	Codo 90°		1.8				
Total							0.696803

Sustituyendo los valores en la siguiente fórmula

$$H_{req} = z_2 - z_1 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} - \frac{V_1^2}{2g} + \sum_1^2 h$$

$$H_{req} = 0.60 - 0.40 + 10 - 0.038 + 4.86 = 15.02 \text{ m}$$

6.4.6.7 Selección del equipo de bombeo de velocidad variable para agua potable

Se obtendrá la potencia empleando la siguiente ecuación:

$$P = \frac{QH_{req}\gamma}{76\eta}$$

Donde:

P= Potencia de la bomba (HP).

Q= Gasto máximo instantáneo, 5.25 (l/s).

Hreq= carga requerida por el sistema para operar de manera satisfactoria, 15.02 (m).

γ = peso específico del agua 1000 (kg/m³).

η = eficiencia del equipo (se supone de un 80%)

Establecido lo anterior se tiene:

$$P = \frac{\frac{5.25}{1000} * 15.02 * 1000}{76 * 0.80} = 1.29 \text{ HP}$$

Por lo tanto la bomba de velocidad variable deberá tener las siguientes características:

- Q=5.25 l/s
- H=15.02 m
- P=1.29 HP

6.4.7 Memoria descriptiva de alimentación del modelo físico

El parque contará con un modelo físico de los principales ríos del Estado de Tabasco, además representarán los desbordamientos que se producen en temporada de lluvias. Por lo tanto el modelo necesitará de un sistema hidráulico que le suministre el gasto necesario para llevar a cabo la tarea anteriormente dicha.

El agua que se utilice en este sistema se re-circulara, el agua se tomará del espejo de agua que representa al Golfo de México, se manda a los modelos por medio de una casa de máquinas y los ríos desembocan en la representación del Golfo de México.

La distribución del agua empieza a partir de 5 ríos, posteriormente hay bifurcaciones y uniones como se muestra en la figura siguiente.

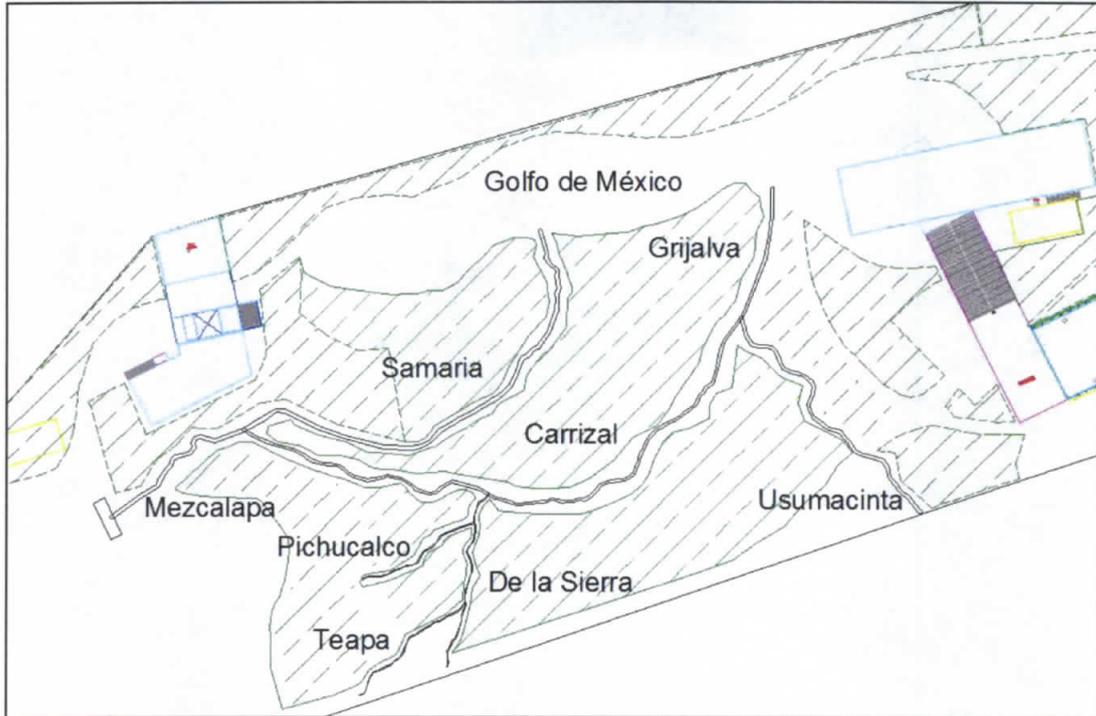


Figura 6.236 Modelo físico

Tabla 6.16 modelos de los ríos con sus respectivos gastos de alimentación

Río	Q (l/s)
Usumacinta	70
Samaria	60
De la Sierra	30
Pichucalco	10
Teapa	10

6.4.7.1 Dimensionamiento de la red de alimentación al modelo

El sistema propuesto de distribución se muestra en la siguiente figura

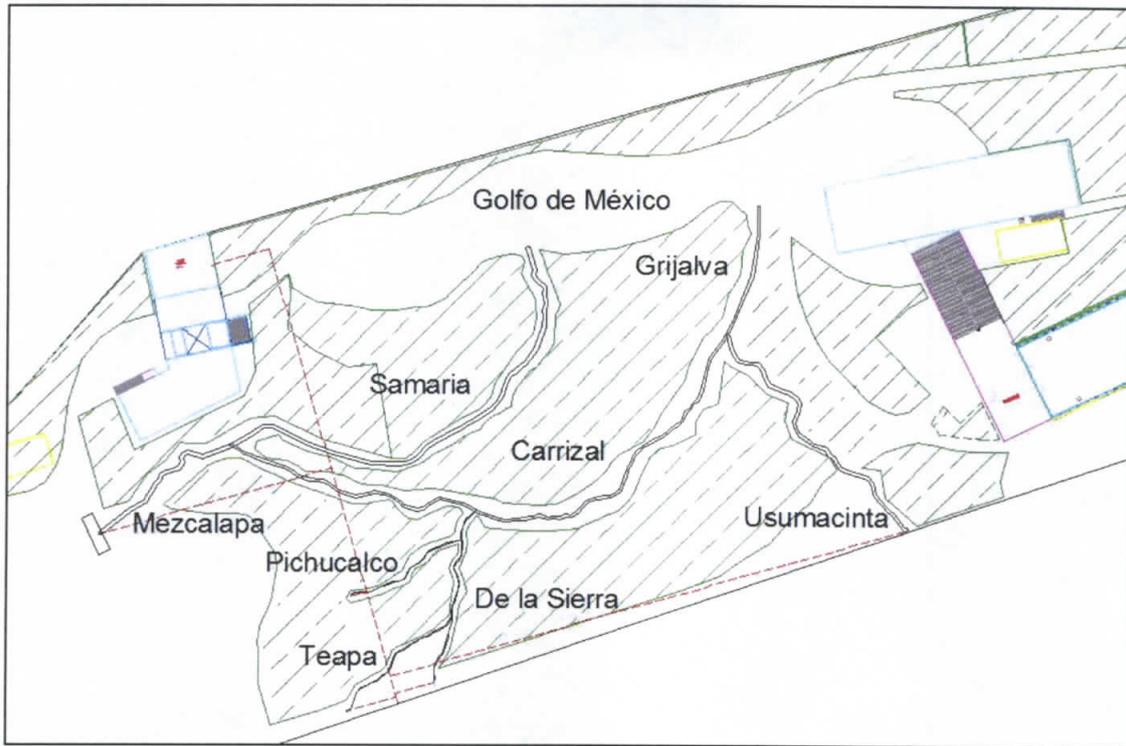


Figura 6.237 Propuesta de la red de alimentación de modelos

El sistema consiste básicamente en un distribuidor con cinco ramales hacia los ríos mencionados con anterioridad. Por lo tanto el gasto al inicio del distribuidor es la suma de los cinco gastos correspondientes a los ríos y va disminuyendo respecto a su paso por los ramales de los ríos.

Se propone una velocidad en las tuberías de 2 m/s y con la ecuación de continuidad tenemos lo siguiente

$$Q = VA$$

$$Q = V * \frac{\pi d^2}{4}$$

$$d = \sqrt{\frac{4Q}{\pi V}}$$

Donde:

Q: es el gasto de la tubería en m³/s

V: es la velocidad en la tubería m/s

d: diámetro de la tubería en m.

Los diámetros obtenidos no pertenecen a diámetros comerciales, por lo tanto, se proponen diámetros comerciales similares a los diámetros obtenidos. Posteriormente se calcula la velocidad con el diámetro comercial y se verifica que la velocidad este entre los parámetros recomendados por el reglamento.

Tabla 6.17.- Cálculo para la obtención de diámetros de las tuberías de los modelos

Río	Q (l/s)	Diámetro Teórico(mm)	Diámetro Comercial (mm)	Diámetro Nominal	Velocidad (m/s)
Usumacinta	70	211.10	219.1	8"	1.8566
Mezcalapa	60	195.44	219.1	8"	1.5914
De la Sierra	30	138.20	168.3	6"	1.3485
Pichucalco	10	79.79	88.9	3"	1.6110
Teapa	10	79.79	88.9	3"	1.6110
Distribuidor Alimentación-Mezcalapa	180	338.51	355.6	14"	1.8124
Distribuidor Mezcalapa-Pichucalco	120	276.40	323.8	12"	1.4573
Distribuidor Pichucalco-Usumacinta	110	264.63	273.1	10"	1.8778
Distribuidor Usumacinta-Teapa- De la Sierra	30	138.20	168.3	6"	1.3485

Los diámetros comerciales se obtuvieron a partir del catálogo de tuberías de polietileno Valtic Premium 4608.

6.4.7.2 *Determinación de la carga de presión requerida para el modelo*

Para obtener la carga requerida para la elección de la bomba de velocidad variable, se hace un procedimiento parecido a los sistemas anteriores. Es necesario identificar primero la salida más crítico dentro de la instalación, pues a partir de él se realizará el cálculo correspondiente para determinar la carga requerida, ya que si se satisfacen los requerimientos de esta salida, que se encuentra en la condición más crítica, se garantiza de manera indirecta que todos y cada una de las salidas colocadas en el nacimiento de los ríos funcionarán adecuadamente.

La salida más crítica corresponde a la más alejada y con mayor diferencia de alturas respecto al punto de alimentación. De acuerdo al modelo digital de elevaciones y las distancias obtenidas por el sistema de distribución, obtenemos que la salida más crítico es la del Río Mezcalapa, ya que en este punto se tiene considerada una alimentación por medio de una pared tipo “vertedor” como se muestra en la siguiente figura:

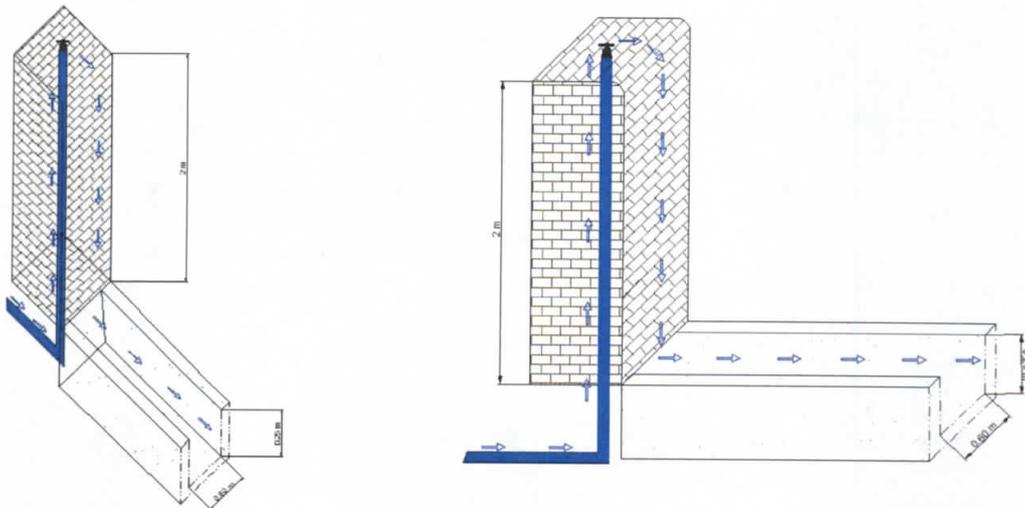


Figura 6.238 isométrico y vista lateral de la propuesta para alimentar el modelo físico en el río Mezcalapa, simulando la presa “Peñitas”

Por lo tanto se calculan las pérdidas por fricción y locales por el recorrido del distribuidor y el ramal del Usumacinta.

Tabla 6.18 pérdidas por fricción en el recorrido hacia la salida más crítico

Tramo	Velocidad (m/s)	Diámetro (m)	Reynolds	G	T	Factor de fricción (f)	Longitud del tramo (m)	Carga de velocidad (m)	hf (m)
Distribuidor Alimentación-Mezcalapa	1.8124	0.3556	644489.4	6.732	0.9104	0.01264	44	0.1674	0.2619
Mezcalapa	1.5914	0.2191	348675.7	6.732	0.9104	0.01414	19.7	0.1291	0.1641
Total									0.4261

Tabla 6.19 Pérdidas locales en el recorrido hacia la salida más crítico

Tramo	Accesorio	Cantidad	k		V (m/s)	Carga de velocidad (m)	hl (m)
			Accesorio	Total			
Distribuidor Alimentación-Mezcalapa	Codo 90°	1	1.8	1.8	1.8124	0.1674	0.3013
Distribuidor Pichucalco-Usumacinta	Codo 90°	1	1.8	1.8	1.8778	0.1797	0.3234
Total							0.6248

Obtendremos la carga requerida con la ecuación de Bernoulli

$$z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} = z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + \sum_1^2 h$$

Donde:

z_1 : es la elevación de la sección de alimentación a la red de distribución interior con respecto al PHR, 60cm.

$\frac{P_1}{\gamma}$: corresponde a la carga de presión requerida.

$\frac{V_1^2}{2g}$: la carga de velocidad en la sección de alimentación a la red de distribución

z_2 : es la elevación de la salida del Río Mezcalapa en análisis respecto al PHR, 2 m.

$\frac{P_2}{\gamma}$: carga mínima requerida por la salida del Río Mezcalapa para que funcione de forma óptima, en este caso 10 m.

$\frac{V_2^2}{2g}$: carga de velocidad en la salida del Río Mezcalapa

$\sum_1^2 h$: pérdida de energía debida a la fricción del agua en las paredes de la tubería y por la existencia de piezas especiales entre las secciones 1 y 2, 1.05 m

Despejando la carga requerida, $\frac{P_1}{\gamma}$, tenemos lo siguiente:

$$\frac{P_1}{\gamma} = H_{req} = z_2 - z_1 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} - \frac{V_1^2}{2g} + \sum_1^2 h$$

$$H_{req} = 2 - 0.6 + 10 + 0.1797 - 0.1674 + 1.05$$

$$H_{req} = 12.4623 \text{ m}$$

6.4.7.3 Selección del equipo de bombeo para el modelo

Se obtendrá la potencia empleando la siguiente ecuación:

$$P = \frac{QH_{req}\gamma}{76\eta}$$

Donde:

P= Potencia de la bomba (HP).

Q= Gasto máximo instantáneo, 180 l/s

Hreq= carga requerida por el sistema para operar de manera satisfactoria, 12.46 (m).

γ = peso específico del agua 1000 (kg/m³).

η = eficiencia del equipo (se supone de un 80%)

Establecido lo anterior se tiene:

$$P = \frac{\frac{180}{1000} * 12.46 * 1000}{76 * 0.80} = 36.882 \text{ HP}$$

Por lo tanto se tendrá que hacer un arreglo de bombas que proporcionen los siguientes valores:

- Q=180 l/s
- H=12.46 m
- P=36.882 HP

6.4.8 Memoria descriptiva de las instalaciones de riego

El parque temático contará con grandes áreas verdes con especies típicas del Estado de Tabasco, por lo que se tiene que implementar un sistema de riego que se usará principalmente en la temporada de pocas lluvias. El agua que se utilizará para esta tarea va ser básicamente agua pluvial.

El riego no se hará de manera simultánea en todo el parque, sino que se seccionara en 11 zonas.

6.4.8.1.1 Dimensionamiento de la red de distribución de riego

El Reglamento de Construcciones del Municipio de Centro, Tabasco considera que las necesidades de riego tiene una razón de 5 lts/m²/día. Además se considera un tiempo de riego de 50 minutos. Con estos datos es posible calcular el gasto necesario en cada tramo.

Tabla 6.20 Tramos de tubería de la red de riego con sus respectivos gastos y áreas de servicio

Tramo	Área (m2)	Q (l/s)
1	924	1.54
2	1379	2.30
3	861	1.44
4	1074	1.79
5	1133	1.89