



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

Handwritten signature

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
ACATLÁN**

Handwritten initials ZEJ

FALLA DE ORIGEN

Stamp: RECIBIDO EN LA ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ACATLAN

**ANÁLISIS Y DISEÑO DEL CARCAMO DE BOMBEO DE AGUAS
NEGRAS Y PLUVIALES DE LA UNIDAD SAN PABLO C.T.M.**

**T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO CIVIL
P R E S E N T A N:**

**EDUARDO VELASCO SORIA
JORGE NORBERTO MENDOZA MORALES**



ACATLÁN EDO. DE MÉXICO

1995



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

PUES DESA MANERA QUIERO LEERLA,
POR CUROSIDAD SIQUIERA; QUIZA
TENDRA ALGUNA DE GUSTO

MIGUEL DE CERVANTES SAAVEDRA

A MIS PADRES

**Con todos mis sentimientos.
Por haber hecho de mi un hombre
y haberme dado lo mejor para
conseguir una meta más, mi profesión,
que también es un logro de ellos.**

EDUARDO

A MI ESPOSA ELIZABETH

Por encontrar las palabras acompañadas de hechos para darme su apoyo en toda mi carrera, mi vida y hasta siempre.

A MIS HERMANOS LUIS Y CHATY

Por todos los momentos que juntos pasamos que nos pusieron donde ahora estamos.

A MIS AMIGOS

Por su sinceridad para conmigo y haber compartido tanto durante nuestra formación, especialmente Arturo, Ricardo y Lalo.

A MI UNIVERSIDAD

Por dar todo sin pedir nada.

EDUARDO

Gracias al gran maestro que al haber puesto en mi vida a personas e instituciones forjó en mi el temple, valor e inteligencia para lograr esta meta.

Es por eso que ahora a esas personas e instituciones además de dedicarles este trabajo les doy mi agradecimiento.

Agradezco a mis profesores y a esta gran casa de estudios que es la universidad ya que ellos guiaron mis conocimientos.

JORGE NORBERTO

Agradezco a mi Madre y a mi Abuela por sus palabras que me llenaron de aliento.

Gracias a mi Padre cuyo recuerdo me sirvió de gran impulso.

Gracias a mis hermanos Dora y José Luis por su gran apoyo.

Gracias a Ernest, Mario y Karla que son el crisol fundamental de este trabajo.

Gracias a mi amigo y compañero de tesis Eduardo y su esposa Elizabeth por las horas de paciencia en la realización de este trabajo.

Gracias al Ing. Vicente Alvarez por sus sabios consejos.

Gracias a Dios.

JORGE NORBERTO

**ANALISIS Y DISEÑO DEL CARCAMO DE BOMBEO DE AGUAS
NEGRAS Y PLUVIALES DE LA UNIDAD SAN PABLO C.T.M.**

I N D I C E

	PAG.
INTRODUCCION	4
CAPITULO I	
DESCRIPCION, CARACTERISTICAS Y FUNCIONAMIENTO DE BOMBAS HIDRAULICAS QUE DESALOJAN AGUAS NEGRAS Y PLUVIALES	
1.1 TIPOS DE BOMBAS HIDRAULICAS	7
1.2 OPERACION	12
1.3 ESPECIFICACIONES	29
CAPITULO II	
DESCRIPCION DE LA UNIDAD HABITACIONAL "SAN PABLO" C.T.M.	
2.1 DESCRIPCION DE LA UNIDAD	49
2.2 SISTEMAS DE ALCANTARILLADO	52
2.3 CARCAMO DE BOMBEO	54
2.4 LINEA DE CONDUCCION	57
2.5 ZONA DE DESCARGA	59
CAPITULO III	
DISEÑO HIDRAULICO DEL CARCAMO DE BOMBEO	
3.1 ESTUDIO HIDROLOGICO	60
3.2 TIPO DE CARCAMO	72
3.3 DISEÑO Y CALCULO	77
3.4 EQUIPAMIENTO DEL CARCAMO	85
CAPITULO IV	
DISEÑO ESTRUCTURAL DEL CARCAMO DE BOMBEO	
4.1 CONSIDERACIONES DEL PROYECTO	103
4.2 DISEÑO Y CALCULO	104
CAPITULO V	
DISEÑO HIDRAULICO DEL EMISOR	
5.1 CONDICIONES EN LA DESCARGA	126
5.2 ESPECIFICACIONES	129

CAPITULO VI

CONSTRUCCION Y OPERACION

6.1	PROCESO CONSTRUCTIVO	142
6.2	OPERACION Y MANTENIMIENTO	175
6.3	COSTO DE OPERACION	178
6.4	PRESUPUESTO DE CONSTRUCCION	179

ANEXOS

A.1	PLANOS	202
------------	---------------	------------

CONCLUSIONES	207
---------------------	------------

BIBLIOGRAFIA	210
---------------------	------------

INTRODUCCION

Las necesidades humanas como las necesidades de salud son prácticamente idénticas para todo el mundo, tanto en los países en vías de desarrollo como los desarrollados y satisfacerlas es una prioridad importante y urgente.

La proclamación del "Decenio del agua potable y saneamiento ambiental" ha mostrado a las autoridades una buena ocasión para realizar programas ambiciosos centrados en las necesidades de sanidad humanas, proporcionando al mismo tiempo un marco para establecer una relación más amplia con los determinantes sociales, económicos y ambientales del desarrollo. El decenio ha contribuido significativamente a hacer comprender, la importancia del agua potable así como tener un saneamiento dentro del más amplio marco del bienestar del desarrollo y de la salud pública.

En el siguiente trabajo se muestra una estructura hidráulica para el óptimo desalojo de las aguas negras y pluviales de un desarrollo a plan maestro de una Unidad Habitacional de 4,500 viviendas proyectada por el Instituto del Fondo Nacional para la Vivienda de los Trabajadores (INFONAVIT).

Para realizar una obra de esta naturaleza es recomendable tomar como antecedente los siguientes factores:

La unidad habitacional se encuentra localizada al norte del Distrito Federal, en el municipio de Tultepec Edo. de México, aproximadamente a 35 kilómetros de la ciudad de México, se puede llegar a ella por la autopista México-Queretaro o la vía López Portillo esto es por el poniente de la ciudad y por la autopista México-Pachuca o la vía Morelos por el oriente.

Esta Unidad está construida en una superficie de aproximadamente 80 Ha.; su topografía es prácticamente plana con una pendiente menor a 1 al millar y va de norte a sur.

El clima en la región es templado con un promedio anual de temperatura de 15.8° C y media de máximas anuales es de 23.8° C.

La precipitación anual en un período de 18 años de 727mm de promedio con lluvias distribuidas de marzo a

octubre, presentandose con alguna frecuencia aguaceros en forma de tormenta de gran intensidad y poca duración. La precipitación máxima mensual durante el período de observación es de 333 mm y la máxima en 24 horas es de 130mm.

En esta zona existe drenaje únicamente en la cabecera municipal ubicada en Tultepec Edo. de México, careciendose de este servicio en los pueblos pertenecientes a este municipio en los cuales se utiliza como opción las fosa sépticas.

Colindando con la unidad existen otros fraccionamientos contruidos por la iniciativa privada, estos cuentan con drenaje independiente coincidiendo todos en el sitio de vertido llamado canal de Cartagena el cual se encuentra a un nivel topográfico más elevado que el nivel de la unidad.

Estos antecedentes sirven para determinar la magnitud y contenido del proyecto el cual estará integrado por:

A) Un drenaje para evacuar las aguas negras y pluviales del área de la unidad al cárcamo. El sistema de alcantarillado es del tipo mixto y está diseñado en forma de un circuito el cual descarga en el cárcamo por gravedad.

B) Un cárcamo de bombeo para desalojar las aguas negras y pluviales al canal de Cartagena, este cárcamo se encuentra a una cota más baja que el nivel del canal, fue por eso que se decidió construir esta obra que desalojará las aguas residuales de la unidad habitacional, la cual cuenta con toda la infraestructura necesaria, como escuelas, mercado, canchas deportivas y vialidades de acceso.

Para realizar un proyecto de esta magnitud es fundamental determinar en forma adecuada la cantidad de aguas pluviales y aguas negras que serán evacuadas por este sistema de bombeo.

El gasto de aguas negras se determinó en función de la dotación de agua potable y se consideró como un 75% de su dotación.

El gasto de aguas pluviales se determina mediante un análisis hidrológico basado en la información recabada durante 18 años por la estación pluviométrica de la presa de Guadalupe, la cual aportó datos muy útiles para

aplicarlos en la ecuación de Burkly-Ziegler recomendada por los proyectistas y aplicable a pequeñas áreas.

Una vez determinado este gasto se procede a dimensionar el cárcamo, a proponer número y capacidad de las bombas utilizadas para evacuar las aguas del cárcamo; basandonos en esto se procede a diseñar la línea de conducción la cual descarga al canal de Cartagena en donde se realizaron obras de revestimiento y preparación en la zona de descarga para no tener problemas de erosión o socavación por las presiones de descarga.

Los costos de construcción de este tipo de obras así como su proceso constructivo se menciona para tener una idea general de como se va realizando etapa por etapa y para formarse un criterio de como realizar la instalación de los equipos mecánicos, de bombeo y los eléctricos.

Una vez concluido todo el proceso de proyecto y construcción de la obra hidráulica se entra en la etapa que es la más importante para el buen uso y aprovechamiento al máximo que es su operación, este desarrollo cuenta con una subestación de alta y baja tensión, equipo de grúas viajeras para la limpieza y mantenimiento del equipo de bombeo y rejillas, electroniveles para el encendido y paro de las bombas; debido a la complejidad de este equipo el personal debe estar capacitado para su óptima operación auxiliado por un técnico calificado en equipos electromecánicos.

Con buena administración y operación de este tipo de obras hidráulicas lo que se va a obtener es un ambiente agradable que propicie el desenvolvimiento del ser humano.

CAPITULO I

DESCRIPCION, CARACTERISTICAS Y FUNCIONAMIENTO DE BOMBAS HIDRAULICAS QUE DESALOJAN AGUAS NEGRAS Y PLUVIALES

TIPOS DE BOMBAS HIDRAULICAS

La bomba es una máquina de origen remoto y su invención obedece al hecho de sustituir el esfuerzo muscular realizado por el hombre o las bestias de carga, para satisfacer las necesidades de hombre.

Las primeras bombas de que se tiene conocimiento, son conocidas de diversas formas, dependiendo de la manera de su funcionamiento y estas son las ruedas persas, ruedas de agua o norias.

Todos estos dispositivos eran ruedas bajo el agua, que contenían cubetas que se llenaban cuando giraba la rueda por la corriente y que automáticamente se vaciaban en un colector a medida que se llevaban al punto más alto de la rueda. La más conocida de aquellas bombas, es la llamada de TORNILLO de Arquímedes, aún persiste en los tiempos modernos, y todavía se manufactura en aplicaciones de baja carga, en donde el líquido se carga con basura u otros sólidos.

Puesto que las bombas tienen aplicaciones para diversos fines, esto ha contribuido a que se fabriquen en una infinidad de variedades de tamaños y tipos dependiendo del servicio para el que se requiera, debido a esto existen diferentes maneras de clasificarlas, que pueden ser por su aplicación o uso, los materiales de que están hechas, los líquidos que transportan y por su orientación. En la siguiente clasificación se tomó en cuenta el principio por el cual se agrega energía al fluido, también por el medio por el cual se implementa y finalmente por las geometrías específicas comúnmente empleadas.

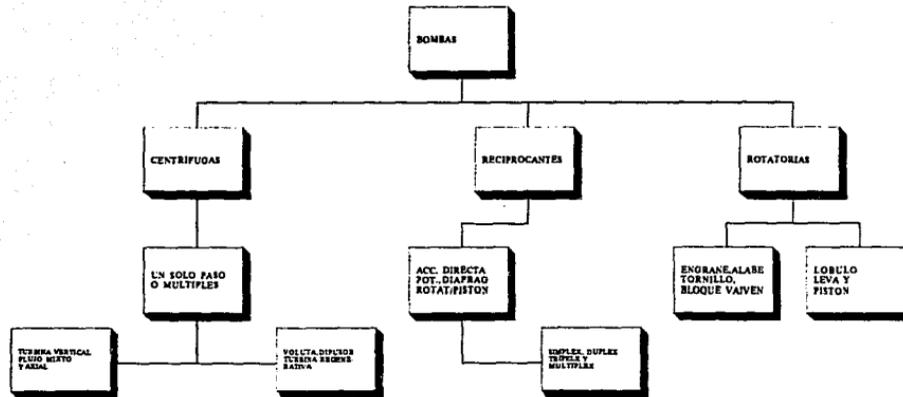
Bajo este sistema, todas las bombas pueden dividirse en dos grandes categorías:

1) DINAMICAS.- En las cuales se añade energía continuamente, para incrementar las velocidades de los fluidos dentro de la máquina a valores mayores de los que existen en la descarga, de manera que la subsecuente reducción en velocidad dentro, o más allá de la bomba, produce un incremento en la presión.

2) DE DESPLAZAMIENTO.- En las cuales se agrega energía periódicamente mediante la aplicación de fuerza a uno o más límites móviles de un número deseado de volúmenes que contiene el fluido, lo que resulta, en incremento directo en presión hasta el valor requerido para desplazar el fluido a través de válvulas o aberturas en la línea de descarga.

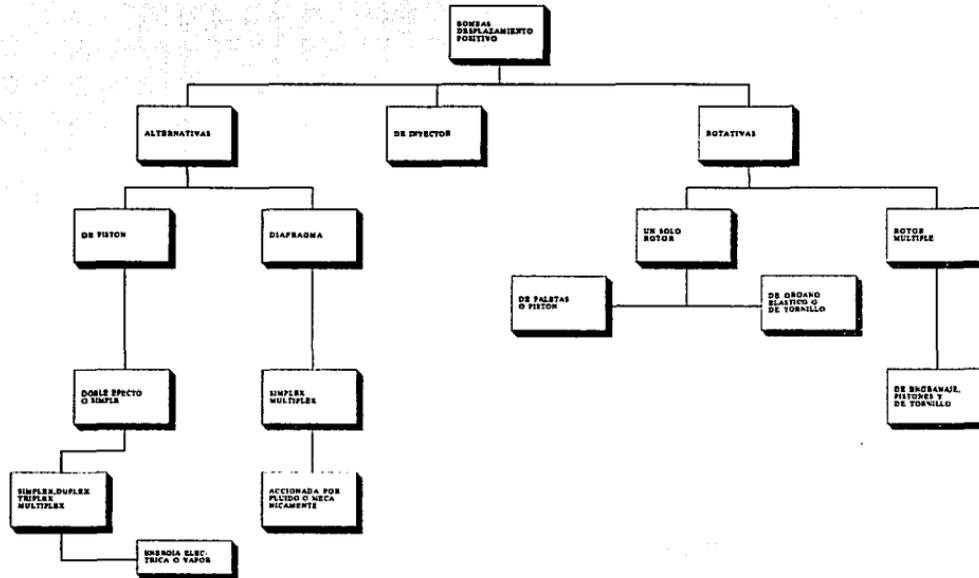
CLASIFICACION DE BOMBAS

TYLER Y HICKS



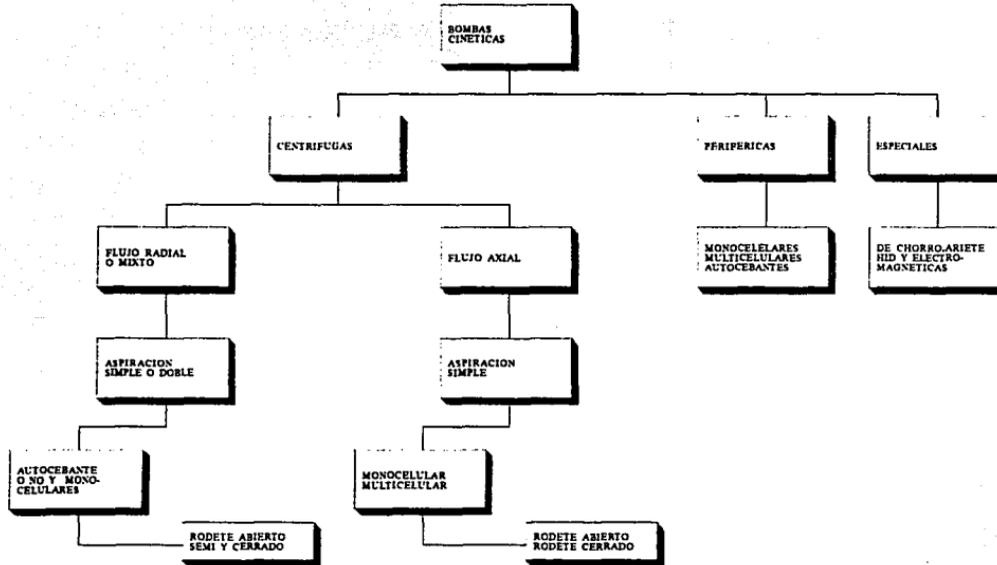
TESIS

CLASIFICACION DE BOMBAS METCALF Y EDDY



TESIS

CLASIFICACION DE BOMBAS METCALF Y EDDY



FUNCIONAMIENTO DE LAS BOMBAS

Las bombas elevan agua debido a que generan un vacío parcial que permite que la presión atmosférica obligue al agua a subir por el tubo de aspiración. La altura teórica de elevación por aspiración es por ello igual a la presión atmosférica al nivel del mar que son diez metros de columna de agua; no es posible, sin embargo, alcanzar la altura teórica; debido a que las bombas no pueden producir un vacío perfecto y a las pérdidas por fricción producidas. En la práctica la altura teórica se ve afectada por las siguientes características:

a) PRESION DE VAPOR.-Los líquidos están formados de moléculas las cuales no están ligadas unas con otras firmemente. Por lo tanto, esas moléculas pueden ser separadas unas de otras si se les quita la presión externa que impide esta separación. Un ejemplo de esto es de agua que está contenida en un radiador de un auto, esta se mantiene en forma líquida aunque este muy caliente debido a que está sujeta a una presión mayor a la atmosférica; cuando se quita el tapón del radiador, al líquido instantáneamente se le quita la presión que mantenía sujeta a sus partículas y una parte de él se transforma en vapor.

Esto nos ilustra el hecho de que si se coloca una cantidad de líquido en un recipiente hermético y se forma un vacío dentro de él, una porción de este líquido empezará a hervir (sus moléculas empezarán a separarse, cambiando a la forma gaseosa), cuando una presión de vacío determinada es alcanzada, esta presión se denomina presión de vapor.

Todo líquido, a cualquier temperatura arriba de punto de congelación, ejerce una presión debida a la formación de vapor en su superficie libre, por lo tanto se deduce que la presión de vapor es función de la temperatura de un líquido por otro lado, cuando una bomba centrífuga funciona, provoca un vacío en la entrada de succión, debido a que el líquido está sujeto a la presión atmosférica, cuando se encuentra en un recipiente abierto como en el caso del cárcamo; esta presión obliga al líquido a penetrar por la tubería de succión para tratar de igualar la presión.

Para que una bomba trabaje satisfactoriamente la presión en cualquier punto nunca debe reducirse más allá de la presión de vapor correspondiente a la temperatura del líquido, el cual debe llegar al ojo del impulsor a una presión suficiente para evitar la vaporización.

De la siguiente tabla se puede observar que la tensión de vapor a los 100 C es igual a la presión atmosférica haciendo imposible la elevación por aspiración; prácticamente hablando, por encima de los 70° C hay que suministrar el agua con una presión positiva.

TEMPERATURA (C)	TENSION (cm de H2O)
0	6.2
5	8.9
10	12.5
15	17.4
20	23.8
25	32.2
30	43.1
35	57.2
40	75.0
45	97.4
50	125.5
55	160.2
60	202.8
65	254.7
70	317.5
75	392.9
80	482.8
85	589.4
90	719.4
95	962.0
100	1033.3

La presión necesaria para evitar la vaporización del líquido en el ojo del impulsor es llamada carga neta positiva de succión requerida (NPSH) y cada impulsor tiene su propia NPSH. La NPSH varía con la capacidad o gasto y con la velocidad de la bomba en forma directa.

La NPSH se calcula con la siguiente fórmula:

$$NPSH = H_{pa} + NB - H_{pv} - H_f$$

donde:

H_{pa} = presión atmosférica

NB = nivel de bombeo (si el ojo del impulsor está arriba del nivel líquido, el valor será negativo; si el ojo del impulsor está debajo del nivel del líquido, este será positivo.)

H_{pv} = presión de vapor de líquido a la temperatura de bombeo.

H_f = pérdidas por fricción en la tubería de succión.

b) COLUMNA DE FRICCIÓN: Se mide en metros de líquido manejado, y es la columna equivalente necesaria para vencer la resistencia de las tuberías, válvulas y aditamentos del sistema de bombeo, las pérdidas por fricción se calculan tomando en cuenta el tipo de material de la tubería, las conexiones etc., mediante la expresión:

$$H_f = k (v^2/2g)$$

Estos valores de fricción se obtienen de tablas ó gráficas, dependiendo del tipo de tubería ó aditamento.

DATOS BASICOS

Elevación estática de succión: es la distancia vertical, en metros, del nivel de suministro de líquido al eje central de la bomba arriba del nivel de suministro.

Presión atmosférica: es la presión barométrica de la localidad estudiada y depende de las condiciones de altitud y clima.

Columna de fricción: se mide en metros de líquido, y es la columna equivalente necesaria para vencer la resistencia de las tuberías, válvulas y aditamentos del sistema de bombeo. La columna de fricción existe en el extremo de succión y varía con la velocidad del líquido, tamaño del tubo, condición interior del tubo, tipo de tubo y naturaleza del líquido que se maneja.

Columna de velocidad: un líquido que se mueve en un tubo a cualquier velocidad, posee energía cinética debido a su movimiento. La columna de velocidad es la distancia necesaria para que un líquido adquiera una velocidad dada, y esta resulta de la fórmula

$$hv=v^2/2g$$

Donde hv = es la columna de velocidad en mts.
 v = es la velocidad del líquido en m/s
 g = es la aceleración debido a la gravedad 9.81 m/seg²

Pérdidas de admisión y salida: igual que un líquido que fluye en un tubo, existe una pérdida por fricción cuando un líquido entra al tubo de una fuente libre o sumergida o descarga a una región similar. Las pérdidas que ocurren en la entrada del tubo se conoce como pérdidas de admisión mientras que las de salida se conocen como pérdidas de salida; en ambos casos, las pérdidas reducen la columna de velocidad en el punto considerado. Para disminuir las pérdidas por admisión, generalmente se usa un tubo de succión acampanado. Para reducir las pérdidas de salida puede usarse un ahusamiento alargado en la salida del tubo.

Elevación de succión: numéricamente es la suma de la elevación estática de succión, la columna de fricción de succión y las pérdidas por admisión en el tubo de la succión. La columna de fricción en la succión, incluye la fricción en el tubo y todos los accesorios en la línea de succión.

CAVITACION

La formación de burbujas de aire y el subsecuente colapso de estas, que están llenas de vapor en un líquido debido a una acción dinámica es llamada cavitación. Para que la formación de estas cavidades de comienzo, la presión local deberá ser igual o menor que la presión de vapor del líquido y deberán encontrar una región de presión más alta, para que el colapso se lleve a cabo.

La cavitación es un fenómeno que ocurre en dos etapas que son:

a) La formación de burbujas causadas por bajas presiones.

b) El colapso de estas burbujas cuando se mueven fuera de la presión baja y penetran a regiones de presión más alta.

La depresión que hace que la burbuja de vapor se colapse, podría estar ubicada inmediatamente después de la formación de la burbuja de vapor aguas abajo de la entrada del impulsor, dependiendo de las condiciones de presión aguas abajo. La formación y el colapso de la burbuja de vapor ocurre en un tiempo corto. En el punto de colapso es donde ocurre el daño físico al impulsor por la erosión del metal.

La cavitación puede destruir parte de las bombas, dado que va acompañada de una vibración, se debe evitar la cavitación en las bombas proporcionando una sumergencia adecuada de acuerdo a las limitaciones de la bomba.

Al iniciarse la cavitación, se presenta una reducción en la producción de la bomba, debido a que las burbujas de vapor ocupan parte del área del impulsor por donde pasa el agua. La cavitación por lo tanto reduce la eficiencia. El punto en el cual la altura de succión empieza a afectar la

eficiencia, es la condición crítica mostrada en los diagramas de clasificación de la bomba. La NPSH es el término dado por los fabricantes para describir las características de cavitación de la bomba.

ESPECIFICACIONES DE BOMBAS CENTRIFUGAS

Su descarga es continua.

Máxima elevación normal de succión 4.5m.

La presión de descarga varia de baja a alta.

La columna varia en forma inversamente proporcional a la capacidad.

Su rendimiento varia entre el 40 y el 85% dependiendo del tamaño de la bomba, es decir entre más grande sea tiene mayor rendimiento.

Es apropiada para grandes caudales y su costo inicial es bajo. Debido a su simplicidad y a las pocas válvulas y partes móviles, es muy segura. Otras ventajas son poco peso y escaso espacio ocupado en planta. Su alta velocidad de rotación la hace apropiada para su accionamiento con motor eléctrico, o mediante turbina de vapor; el caudal impulsado no es intermitente.

El peligro de obstrucción es mínimo ya que el paso de esfera es el adecuado para las necesidades del proyecto.

Al cerrar una válvula de descarga: El aumento a la presión va de menos a más. La demanda de energía va de un 10% a un 150%.

Las desventajas son, para pequeños caudales es de bajo rendimiento; el caudal elevado varia con la altura lo que exige un mecanismo de velocidad variable si cambia mucho la altura y es necesario un caudal constante. Se usan donde hay cargas y capacidades variables; las bombas centrifugas normales se usan en caso de capacidades bajas a medias y presiones medias a altas.

INSTALACION DE BOMBAS CENTRIFUGAS

Las bombas deberán montarse de modo que el punto alto de la campana de succión se encuentre por debajo del nivel mínimo de las aguas negras en el pozo de aspiración. Este montaje asegura que el aire no puede entrar en las bombas durante el periodo de nivel bajo y que estén totalmente llenas de aguas negras cuando arranquen automáticamente. Igualmente evita el uso de un sistema de cebado al vacío, cuyo funcionamiento satisfactorio siempre resulta difícil mantener con aguas no tratadas.

Se recomienda alinearlas y separarlas simétricamente y deberá haber amplio espacio para facilitar el acceso y los trabajos de mantenimiento, se recomienda que el espacio libre entre bombas sea de 1 a 1.2m, si se tuviese que prever espacio para una futura bomba, no se dejará en el extremo de la estación más alejada de la entrada, ya que el extremo final del pozo de aspiración puede llenarse con los sólidos de las aguas negras, se recomienda dejar dicho espacio en la parte de en medio.

La instalación de bombas centrífugas puede clasificarse del siguiente modo:

- 1.- Bombas sumergidas bajo las aguas negras en el pozo de recepción.
- 2.- Bombas en pozo seco, a un nivel más bajo que el del líquido en el pozo de recepción.
- 3.- Bombas colocadas más altas que el nivel de las aguas negras en el pozo de recepción.

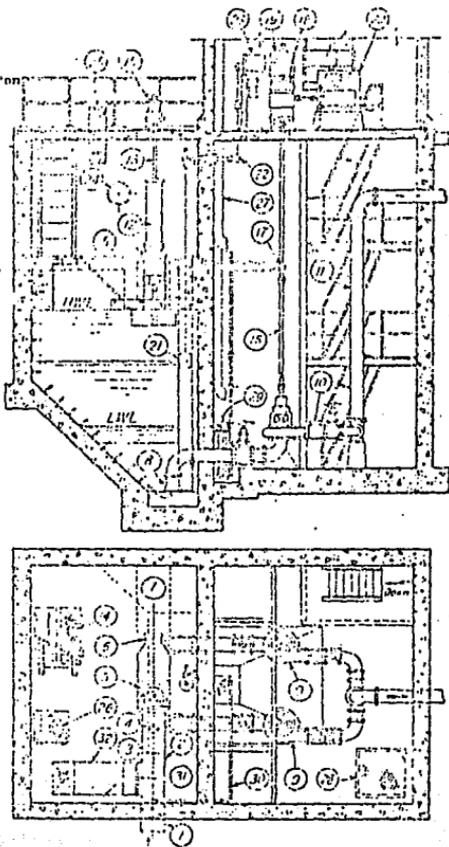
El primer tipo de bomba se establece con un eje vertical, desde un motor colocado por encima del nivel de las aguas negras, preferentemente en un lugar permanentemente seco.

Los tipos segundo y tercero pueden estar constituidos por bombas de eje vertical u horizontal.

En la sig. fig, se muestra un caso del segundo tipo, con eje vertical (fig. 1.3).

En la siguiente fig. se muestra una disposición con eje horizontal (fig 1.4).

1. Atarjea de entrada
2. Cmara pesada
3. Cmara de arena
4. Brea
5. Triturador Worthington
6. Control de la altura del agua abajo
7. Camara al pozo de aspiración
8. Tubo de aspiración
9. Bomba Fretco Worthington
10. Válvula de regulación
11. Tubo de descarga
12. Tubo protector del embudo
13. Embudo del triturador
14. Acceso al triturador
15. Motor y transmisión de cabeza
16. Eje de la bomba
17. Cojinetes de guía
18. Primer motor y bomba
19. Segundo motor y bomba
20. Motor de gasolina para casos de emergencia
21. Flotador y guía
22. Poleas y transmisión del flotador
23. Puerta en marcha de la bomba
24. Tubo para accidentes
25. Ventilación del pozo de aspiración
26. Acceso al sumidero del pozo de aspiración
27. Ventilación del pozo seco
28. Acceso al pozo seco
29. Bomba de sumidero
30. Drenaje de la bomba del sumidero al pozo de aspiración
31. Placa de obstrucción de la derivación
32. Criba de la derivación



Plano y secciones de una estación típica de elevación de aguas negras, con capacidad nominal de 1 mgd, mostrando regulador y bombas Fretco de Worthington. (Con autorización de Worthington Pumps Co.)

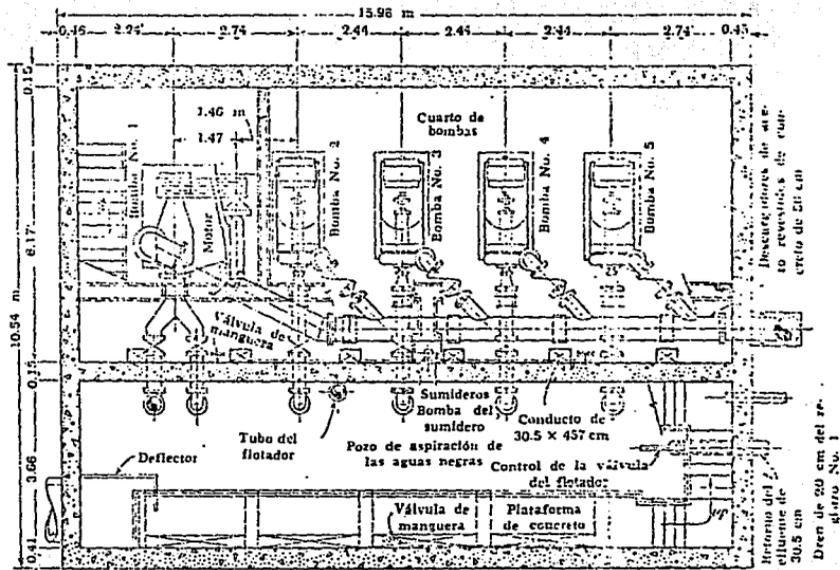


FIG. 12-9. Plano de la estación de bombeo de Vallejo, Calif. (Con autorización de Brown and Caldwell, Ingenieros).

CARACTERISTICAS DE LAS BOMBAS ROTATORIAS

Su descarga es continua.

Su máxima elevación normal de succión es de 6.6 mts.

Maneja líquidos viscosos y no abrasivos.

La variación de la presión de descarga es media.

Su región de capacidad habitual es de pequeña a media, al aumentar la columna la capacidad no varia, simplemente la potencia de entrada aumenta.

Al disminuir la columna la capacidad no varia en nada, simplemente la potencia de entrada disminuye.

Son más adecuadas para presiones bajas o moderadas y generalmente para rendimientos no superiores a 1900 lt/min.

No necesitan cebado.

Pueden trabajar con gran altura de aspiración.

Las desventajas son: su vida útil es corta, el costo inicial es alto, una imprevista interrupción de la impulsión perjudica a la bomba, su aplicación esta limitada a gamas de presiones que van de bajas a medianas.

El efecto de cerrar la válvula de descarga produce: Se genera una presión muy grande a menos que se utilice una válvula de seguridad. La demanda de energía aumenta de manera considerable difícil de cuantificar.

CARACTERISTICAS DE LAS BOMBAS RECIPROCANES

Su descarga es pulsante.

Su máxima elevación normal de succión es de 6.6 mts.

Maneja líquidos limpios y claros.

Existe variación en la presión de descarga de pequeña a la máxima que se produce.

El caudal elevado es constante aunque varíe la altura, son apropiadas para elevaciones de altura considerable.

Las desventajas son: en comparación con las bombas centrífugas son más caras, requieren más espacio y precisan de una manipulación y conservación más experimentadas, así mismo requieren más partes móviles, tales como válvulas y en algunos tipos determinados mecanismos entre el motor y la bomba; la capacidad requerida tiene que ser suficientemente grande para justificar su precio, el caudal expulsado es irregular existe la posibilidad de que se produzcan averías en caso de una imprevista interrupción de la impulsión.

Las bombas reciprocantes de velocidad constante sirven para casos donde se espera que la capacidad necesaria sea constante, sobre una amplia gama de variaciones de la carga del sistema. Este tipo de bomba se puede obtener para una amplia gama de presiones desde las más bajas, hasta las más altas; la capacidad es relativamente baja comparada con el tamaño del equipo. Provoca demasiado ruido, existe dificultad de mantener los empaques ajustados, lo que provoca escurrimientos si está demasiado flojo o fibras rotas si está demasiado apretado, sufren un fuerte desgaste las válvulas.

Al cerrar la válvula de descarga se producen: Una presión muy grande y se tendrá que usar válvula de seguridad, que puede ser una válvula de admisión y expulsión de aire. Una demanda de energía que aumenta de manera considerable difícil de cuantificar.

SUMERGENCIA DE UNA BOMBA VERTICAL.

Se define como la carga estática que actúa en la bomba debido al ahogamiento del primer impulsor. Numéricamente es la distancia vertical en metros entre el nivel del agua en el cárcamo y el eje horizontal del primer impulsor.

Esta carga es siempre necesaria para el funcionamiento de la bomba y evita la posibilidad de que el aire que se encuentre arriba de la superficie del agua entre al impulsor durante el funcionamiento y además favorece a una instalación al aumentar la NPSH.

El caudal elevado es constante aunque varíe la altura, son apropiadas para elevaciones de altura considerable.

Las desventajas son: en comparación con las bombas centrífugas son más caras, requieren más espacio y precisan de una manipulación y conservación más experimentadas, así mismo requieren más partes móviles, tales como válvulas y en algunos tipos determinados mecanismos entre el motor y la bomba; la capacidad requerida tiene que ser suficientemente grande para justificar su precio, el caudal expulsado es irregular existe la posibilidad de que se produzcan averías en caso de una imprevista interrupción de la impulsión.

Las bombas reciprocantes de velocidad constante sirven para casos donde se espera que la capacidad necesaria sea constante, sobre una amplia gama de variaciones de la carga del sistema. Este tipo de bomba se puede obtener para una amplia gama de presiones desde las más bajas, hasta las más altas; la capacidad es relativamente baja comparada con el tamaño del equipo. Provoca demasiado ruido, existe dificultad de mantener los empaques ajustados, lo que provoca escurrimientos si está demasiado flojo o fibras rotas si está demasiado apretado, sufren un fuerte desgaste las válvulas.

Al cerrar la válvula de descarga se producen: Una presión muy grande y se tendrá que usar válvula de seguridad, que puede ser una válvula de admisión y expulsión de aire. Una demanda de energía que aumenta de manera considerable difícil de cuantificar.

SUMERGENCIA DE UNA BOMBA VERTICAL.

Se define como la carga estática que actúa en la bomba debido al ahogamiento del primer impulsor. Numéricamente es la distancia vertical en metros entre el nivel del agua en el cárcamo y el eje horizontal del primer impulsor.

Esta carga es siempre necesaria para el funcionamiento de la bomba y evita la posibilidad de que el aire que se encuentre arriba de la superficie del agua entre al impulsor durante el funcionamiento y además favorece a una instalación al aumentar la NPSH.

La sumergencia mínima requerida por una bomba operando en determinadas condiciones es un dato que lo debe proporcionar el fabricante y generalmente puede verse en la carta que contiene la curva de eficiencia de la bomba.

VELOCIDAD ESPECIFICA DEL IMPULSOR

Se define como la velocidad en RPM a que debe girar un modelo reducido de impulsor de determinado tipo de bomba, para descargar la unidad de gasto, operando contra una carga unitaria.

La expresión matemática general y simplificada para su cálculo es la siguiente:

$$Ns = NQ^{1/2} / H^{3/4} \quad \text{Sistema inglés}$$

$$Ns = 0.211 NQ^{1/2} / H^{3/4} \quad \text{Sistema métrico}$$

Donde:

Ns = velocidad específica en rpm.

N = velocidad de rotación en rpm.

Q = gasto de la bomba en gpm o lpm.

H = carga total de cada paso en ft o mts.

Mediante este concepto, que relaciona a los tres factores principales (gasto, carga y velocidad), los investigadores han encontrado formas y condiciones de operación convenientes para diferentes impulsores y basándose en estos datos los fabricantes construyen sus diferentes tipos y tamaños (fig 1.5).



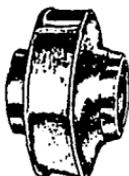
(1)



(2)



(3)



(4)



(5)



(6)



(7)

Fig. 1.5 IMPULSORES TÍPICOS: (1)-Abierto (2)-Semiabierto (3)-Cerrado de admisión simple (4)-Cerrado de doble admisión (5)-Abierto (para pulpa de papel) (6)-De flujo axial (hélice) (7)-De flujo mixto

CURVAS CARACTERISTICAS DE LAS BOMBAS

Una bomba centrífuga que opera a velocidad constante puede descargar cualquier capacidad desde cero a un valor máximo que depende del tamaño de la bomba, carga y condiciones de succión. La carga total generada por la bomba, la fuerza requerida para moverla y la eficiencia resultante varían con la capacidad. Las interrelaciones de capacidad, carga, fuerza y eficiencia se denominan características de la bomba, estas interrelaciones se muestran gráficamente y las gráficas obtenidas se llaman curvas características de la bomba. La carga, fuerza y eficiencia generalmente se trazan contra la capacidad a velocidad constante, como se muestra a continuación. (fig 1.6).

Cuando se usan impulsores de velocidad variable, se incluye un quinto componente, la velocidad de operación de la bomba en rpm. Cuando las condiciones de succión pueden ser críticas, la curva límite de elevación de succión-capacidad o la curva de requerimiento de NPSH-capacidad es la que se muestra con frecuencia.

La curva H-Q en la figura, muestra la relación entre la capacidad y la carga total, se llama curva de carga-capacidad.

La curva P-Q en la figura muestra la relación entre la toma de fuerza y la capacidad de la bomba, es la curva de fuerza-capacidad y generalmente se refiere uno a ella como la curva de potencia, la curva de caballaje, o la curva de bHp, se refiere a la potencia (Hp) al paro de la bomba.

La curva η -Q en la figura muestra la relación entre la eficiencia y la capacidad, se llama propiamente curva de eficiencia-capacidad pero comúnmente se le llama curva de eficiencia.

En la gráfica anterior las escalas están coincidiendo en la misma línea de cero para carga, eficiencia y potencia al freno, en algunos casos la curva se hace para una variación limitada de capacidad. En otros casos, para permitir una presentación más clara, las escalas de carga, eficiencia y fuerza se seleccionan de manera que no coincidan sus líneas de cero y algunas veces estas escalas se amplían tanto que su desarrollo total no se puede ver en la gráfica.

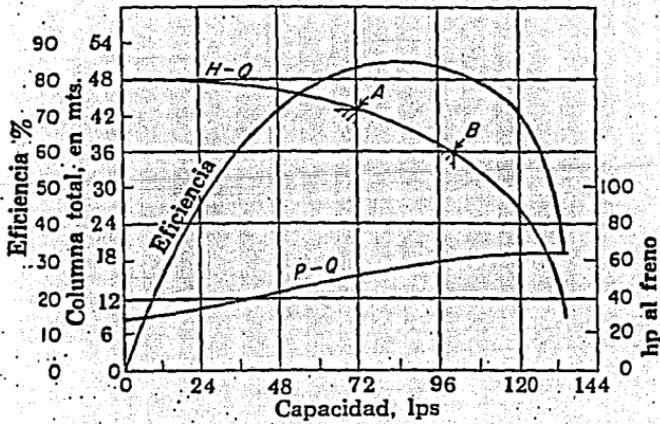


FIG. 1.6 Curvas características típicas para una bomba centrífuga.

LIQUIDOS MANEJADOS

Las bombas más utilizadas para manejar aguas negras crudas son las centrífugas con succión al extremo, del tipo de voluta, con un impulsor volado que no sea atascable, radial o de flujo mixto, de acuerdo con la capacidad o con la carga las bombas convencionales para aguas negras son adecuadas para el manejo de lodos diluidos y espumas. Se pueden usar los impulsores no atascables, como los de flujo mixto dependiendo de los requisitos de capacidad.

Los principales parámetros utilizados para caracterizar un agua residual se citan en la siguiente tabla:

FISICOS

ORIGEN

-Sólidos	Suministro de agua, residuos industriales y domésticos.
-Temperatura	Residuos industriales y domésticos.
-Color	Residuos industriales y domésticos.
-Olor	Agua residual en descomposición, residuos industriales.

QUIMICOS

ORIGEN

ORGANICOS

-Proteínas	Residuos comerciales y domésticos.
-Carbohidratos	Residuos comerciales y domésticos.
-Grasas animales, aceites y grasas minerales	Residuos comerciales, domésticos e industriales.
-Agentes tenso activos y fenoles	Residuos comerciales, domésticos e industriales.

-Pesticidas	Residuos agrícolas.
INORGANICOS	
-PH	Residuos industriales.
-Cloruros	Suministro de agua doméstica, residuos industriales, infiltración de aguas subterráneas.
-Alcalinidad	Residuos domésticos, suministro de agua doméstica e infiltración de agua subterránea.
-Nitrógeno	Residuos agrícolas y domésticos.
-Fósforo	Residuos industriales, domésticos y derrames naturales.
-Azufre	Residuos industriales y suministro de agua doméstica.
-Compuestos tóxicos	Residuos industriales, infiltración de aguas subterráneas.
-Metales pesados	Residuos industriales.
-Oxígeno	Suministro de agua doméstica, infiltración de agua de superficie.
-Sulfuro de Hidrógeno	Descomposición de aguas domésticas.
-Metano	Descomposición de aguas domésticas.

BIOLOGICOS

ORIGEN

-Protistas	Residuos domésticos.
-Virus	Residuos domésticos.
-Plantas	Corrientes de agua al descubierto.
-Animales	Corrientes de agua al descubierto.

ESPECIFICACIONES

Para lograr un diseño funcional tanto del cárcamo como de todo el sistema de bombeo es necesario tomar en cuenta ciertas recomendaciones que se dan en manuales, textos y con base a la experiencia; a continuación se mencionan algunas de ellas, las que se consideraron de mayor importancia desde el punto de vista constructivo, funcional y el referente al equipo de bombeo.

RECOMENDACIONES POR FUNCIONAMIENTO Y CONSTRUCCION

La estructura de las estaciones de bombeo deben ser de concreto armado; además en la estación se debe disponer de instalaciones para el mantenimiento; extracción y cambio de los equipos.

En las estaciones de gran tamaño se suele disponer de puentes grúa o vigas carril, mientras que las de pequeño tamaño basta con algún tipo de gancho situado bajo las componentes de mayor tamaño. Es recomendable que el edificio donde se aloje la estación de bombeo sea de línea arquitectónica agradable y vaya de acuerdo a la arquitectura del sitio donde se encuentra; también se recomienda que el pozo donde se encuentran las aguas negras este bien ventilado para evitar que se formen gases peligrosos.

Es recomendable disponer de caretas contra gases, inspeccionadas periódicamente y que ofrezcan seguridad contra el tipo de gases cuya formación pueda preverse entre estos deben figurar el cloro y los gases explosivos y asfixiantes, las caretas deben colocarse en lugares de fácil acceso.

El tablero de mandos, donde están colocados mecanismos para el control eléctrico debe estar localizado en lugar especial, pero nunca en una galería por donde el tránsito sea frecuente; el equipo de alto voltaje debe estar protegido por rejas o localizado en una habitación independiente. Deberá haber extintores contra incendios, que contengan carbonato de sodio o bióxido carbónico, muy útiles para los incendios provocados por descargas eléctricas.

En las plantas de bombeo deben darse amplias facilidades para que el personal pueda lavarse las manos, incluso proporcionando agua caliente donde sea factible. En los edificios principales deben instalarse servicios sanitarios, baños con regaderas y vestidores bien ventilados e iluminados, donde el personal pueda cambiarse de ropa y guardar el vestuario de trabajo.

Es necesario que el piso de las estaciones de bombeo este bien drenado para prever el caso de una rotura en las bombas o en las tuberías, filtraciones u otro imprevisto; para lograr esto se construye un sumidero de desagüe conectado a la tubería de aspiración mediante un tubo. Los pisos situados por debajo del drenaje por gravedad deben drenar hacia un sumidero, equipado con una bomba regulada con un flotador, conectando este sumidero a la tubería de succión.

Para dar un buen acceso al equipo instalado bajo el piso, en pozos o en lugares similares, puede ser necesario instalar rejillas, registros, pasadizos, mamparas y trampas.

Los corredores deben tener el ancho adecuado para sus fines se evitaren cambios bruscos de nivel y otras obstrucciones, se prefirieran las escaleras a las escalas de pared. Las escalas verticales de mas de tres metros de altura deben equiparse con arcos las escaleras de caracol solo se usaran en circunstancias muy excepcionales.

Las cribas, cámaras de sedimentación de arenas, pozos y otras estructuras por donde deben pasar las aguas negras antes de entrar a la estación de bombeo, o en las cuales queden expuestas las aguas negras a la atmósfera, deben establecerse en un edificio independiente o en una parte independiente de la estación de bombeo. Esta construcción es esencial para evitar que los olores, los gases o la humedad penetren en la estación de bombeo o en los locales de regulación. Donde se usen instalaciones del tipo de pozo seco, el pozo seco y el de aspiración deben estar totalmente separados, con estradas independientes cada una. Debe instalarse un vertedor de excedencias o derivación donde sea posible, para que quede protegida, en caso de emergencia, la estación de bombeo, este vertedor debe estar instalado de tal modo que no sea utilizado sin previa autorización.

RECOMENDACIONES RESPECTO AL DIMENSIONAMIENTO DEL CARCAMO

El Standard of the Hidraulic Institute de los Estados Unidos, recomienda lo siguiente en proyectos de cárcamos:

1.- El acondicionamiento ideal del acceso, es un canal recto (tubería) que llegue directamente hacia la bomba; las curvas y las obstrucciones son perjudiciales ya que llegan a causar corrientes y remolinos con tendencias a formar vórtices. La campana de succión debe de estar localizada cerca de la pared trasera o posterior y no a gran distancia de la base o piso del pozo de succión.

2.- El flujo del agua no debe de pasar de una bomba para llegar a la siguiente, siempre que esto se pueda evitar; si las bombas tienen que estar localizadas en la línea de flujo, se deberá construir una celdilla alrededor de cada bomba o poner paletas móviles bajo la bomba para reflejar el agua hacia arriba.

3.- En lo que sea posible, la trayectoria del flujo deberá ser en forma que reduzca el arrastre alterno de remolinos tras la bomba y obstruir la corriente del flujo.

4.- En la figura BF-36 (1.7) se muestran las sugerencias para construir un pozo de succión con las medidas correctas, en vista de que estos valores provienen de promedios obtenidos de diferentes clases y tipos de bombas y se refieren a una línea entera de velocidades específicas; no deberán ser tomados como valores absolutos, sino, únicamente, como guías básicas sujetas a posibles variaciones.

5.- La dimensión "C" es un valor promedio que puede ser mayor o menor y esta sujeto a consultas con el fabricante de la bomba.

6.- La dimensión "B" se ha sugerido como máxima que puede depender en cierta forma de la campana de succión y del diámetro de la válvula de succión propuestos por el constructor; la orilla de la campana puede estar lo más cercana posible a la pared trasera del cárcamo; algunas veces la posición de la campana de succión está sujeta al espacio que requiere el motor en el piso superior, si esto aumenta la dimensión "B" excesivamente, deberá instalarse un muro falso.

7.- La dimensión "S" es la mínima para el ancho del depósito para la instalación de una sola bomba, esta

dimensión puede ser aumentada pero si se hace menor deberá consultarse con el fabricante para saber si es la adecuada.

8.-La dimensión "H" es el valor mínimo y esta basada en el nivel normal del agua en la campana de succión de la bomba, tomando en consideración las pérdidas por fricción a través de la pichancha, rejilla y acceso a la toma; esta dimensión puede ser considerablemente menor, momentáneamente, o con poca frecuencia, sin que por esto se produzca un grave daño para la bomba. Sin embargo, deberá recordarse que esta situación no representa la sumergencia. La sumergencia se ha estimado por medio de la dimensión "H" menos "C" esto representa la altura física del nivel del agua arriba de la entrada de la campana de succión.

La sumergencia efectiva de la bomba es un poco menor que esta desde el momento de que la abertura del impulsor esta a cierta distancia arriba de la entrada de la campana de succión, posiblemente de 0.90 a 1.20 mts. El objeto de cuidar el aspecto de la sumergencia es el obtener una corriente continua y evitar la formación de vórtices o remolinos.

9.-Las dimensiones "Y" y "A" son las recomendadas como valores mínimos, estas dimensiones pueden ser tan grandes como se desee, pero deberán estar limitadas a las restricciones indicadas en la curva. Si el diseño no incluye la rejilla, se puede considerar la dimensión "A" más grande, las dimensiones de anchura y altura de la rejilla no deberán ser, substancialmente, menores que "S" y "H", respectivamente.

10.- Si la velocidad de la corriente principal, es mayor que 0.60 m/seg, sera necesario construir en línea recta, separadores en el canal de acceso, aumentar la dimensión "A", hacer un ensayo con un modelo de la instalación o idear una combinación de estos factores.

11.-Todas las dimensiones que se muestran en la figura BF-36(1.7) están basadas en la capacidad de la bomba de acuerdo con la carga. Cualquier aumento en la capacidad arriba de estos valores deben ser momentáneos o por tiempo muy limitado. Si las operaciones con una capacidad aumentada se practican durante períodos considerablemente largos de tiempo, se deberá usar la capacidad máxima para obtener las dimensiones efectivas del diseño del cárcamo.

Todas las condiciones anteriores también son aplicables cuando se trata de instalaciones múltiples de bombas, en las cuales "S" viene a ser el ancho para una

celda individual de una bomba o sea la distancia de centro entre bombas, si no se usan muros de división.

Para el diseño del cárcamo se recomienda en primer lugar, que el agua llegue simultáneamente a todas las bombas con baja velocidad y con un flujo recto y uniforme. Las velocidades cerca de la bomba deberán ser alrededor de 0.3 m/seg. No se recomiendan cambios bruscos en el tamaño del tubo de succión, en el cárcamo y en el tubo de alimentación. Fig. BF-37 (a)-(1.8).

Un número de bombas determinado trabajando en el mismo cárcamo, operará mejor sin muros divisorios a menos que todas las bombas estén en operación al mismo tiempo, en cuyo caso el uso de muros de separación no es perjudicial. Si se usan paredes de separación con fines estructurales y las bombas van a operar intermitentemente, dejese un espacio atrás de cada pared, partiendo del piso del cárcamo por lo menos hasta la altura del nivel del agua. Si es necesario usar estas paredes aumentese la dimensión (S) por medio de la anchura de la pared para corregir el espacio en la línea central; ya sea que las terminales de los separadores sean en forma redonda u ojival, no se recomienda la localización de cierto número de bombas alrededor del borde del cárcamo con o sin paredes divisorias. Fig. BF-37 (b-1.8).

Cualquier cambio brusco que se haga en la dimensión del tubo de succión o del canal de acceso a la bomba, no es recomendable. Fig. BF-37 (c-1.8).

Un tubo relativamente pequeño para alimentar una bomba de gran tamaño dentro del cárcamo, deberá acoplarse usando una sección cónica de diámetro gradualmente menor a mayor. El ángulo deberá ser lo más grande posible de preferencia no menos de 45 grados; con este arreglo, las velocidades deberán ser menores a un pie por segundo, que es lo deseable. Especialmente no se recomienda nunca conectar un tubo pequeño directamente a un cárcamo grande cuando las bombas queden muy cerca de la toma; en este caso, el flujo tendrá un gran cambio de dirección para llegar a la mayoría de las bombas. Centrando las bombas en el cárcamo produce grandes áreas de turbulencia atrás de las bombas con el resultado perjudicial en la operación de las mismas.

Si se puede mantener la velocidad dentro del cárcamo bastante baja (menor de un pie por segundo), un cambio brusco entre el tubo de entrada y el cárcamo se puede arreglar si su longitud es igual o excede a los valores que se muestran. Queda asentado que cuando la relación W/P

aumenta, la velocidad de la toma en "P" aumentará hasta un máximo permisible de 2.4 m/seg, en W/P igual a 10.

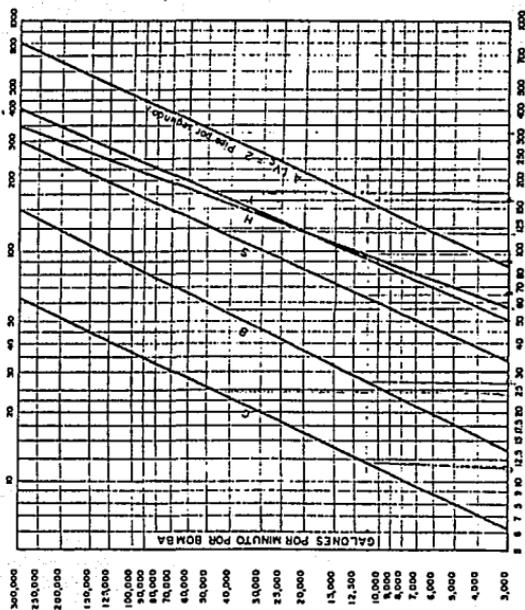
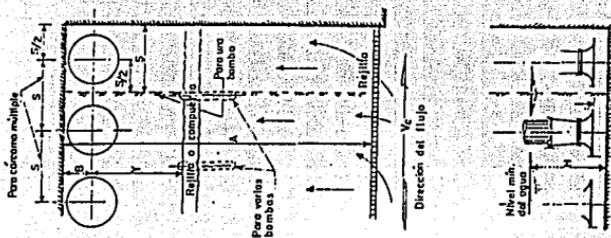
No es recomendable la instalación de las bombas en línea, a menos de que la relación entre cárcamo y bomba sea bastante grande y las bombas estén separadas por un margen longitudinal amplio; un cárcamo construido empleando en su diseño las presentes recomendaciones, generalmente resulta de menor costo.

Muchas veces es deseable la instalación de bombas en tuneles o en líneas de tuberías. Un tubo protector o una lumbrera para alojar la bomba provista de un tubo de succión con entrada en "L" orientado hacia la corriente, sera satisfactorio en aquellos flujos hasta de 2.4 m/seg; cuando no se instala la entrada en forma "L", la campana de la bomba deberá ser localizada por lo menos el doble de dos diámetros verticales arriba de la parte superior del túnel y no suspendida dentro del flujo del túnel, especialmente en aquellos casos en que las velocidades en el túnel sean de 0.61 m/seg o mayores.

No deberán existir corrientes de aire a lo largo de la parte superior del túnel en este caso sera necesario ahondar la excavación o conservar el nivel del agua a su mínimo cuando se trate de un pozo vertical. fig. BF-37 (e-1.8).

La corriente a la boca de succión de una bomba centrífuga debe ser en líneas paralelas y con velocidad uniforme, a fin de evitar perturbaciones en el impulsor, en base a esto se recomienda que las velocidades en el conducto de aspiración deben estar comprendidas en 1.2 y 1.8 mts/seg, para lograr esto se recomienda tener un tramo recto de tubería de succión de por lo menos 8 diámetros, inmediatamente antes de la brida de aspiración de la bomba; además el tubo de succión debe ser por lo menos del mismo diámetro que dicha brida ya que si este tubo es de mayor tamaño, habría que utilizar una reducción cuidando que no se produzcan bolsas de aire ó flujos irregulares. La tubería de succión se debe conservar tan sencilla y recta como sea posible, las juntas de bridas o conexiones en la línea de succión deben de estar provistas de empaques o material sellante que impida la entrada de aire el cual rompería el vacío y no permitiría la operación adecuada de la bomba.

ESTANDAR DEL INSTITUTO DE HIDRAULICA
 DIMENSIONES DEL CARCAMO CON RELACION AL FLUJO



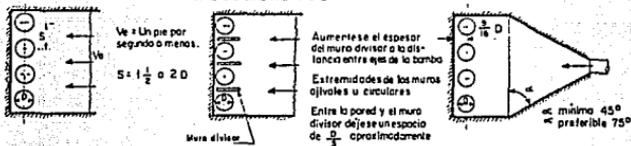
DIMENSIONES RECOMENDADAS EN PULGADAS

Véanse notas explicativas en el texto del artículo por el G-63. Dimensiones aplicadas en aguas limpias. Para líquidos que contienen sedimentos póngase especificaciones al fabricante.

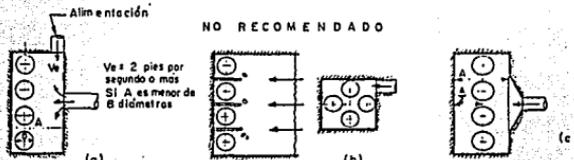
Fg. BF-36

ESTANDAR DEL INSTITUTO DE HIDRAULICA
CARCAMO PARA VARIAS BOMBAS

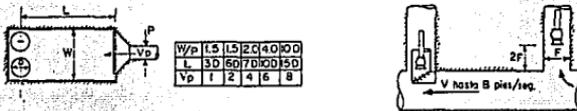
RECOMENDADO



NO RECOMENDADO

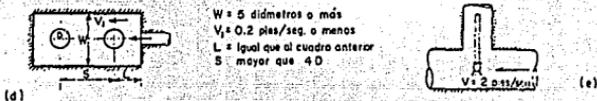


RECOMENDADO



Los desarenadores, rejas y pichancos deberán colocarse transversalmente a la entrada del canal y al principio de la sección más ancha

NO RECOMENDADO A MENOS QUE:



RECOMENDADO ALTERNADO CON (b)

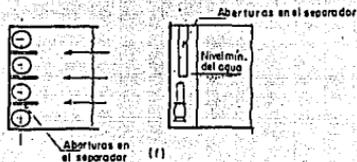


Fig. B F-37

POZO DE RECEPCION O ASPIRACION

Uno de los objetivos principales de los pozos de recepción es actuar como un depósito regulador, para reducir al mínimo las fluctuaciones de carga de las bombas. Es conveniente que las paredes de este pozo sean verticales con toda su superficie bien accesible para facilitar la limpieza y evitar la formación de depósitos de bacterias, la superficie debe ser tratada con revestimiento bituminoso para evitar las filtraciones.

Las secciones para este pozo son comúnmente cuadradas y rectangulares ya que permiten una utilización más efectiva del espacio; sin embargo, en estaciones profundas debe estudiarse el empleo de secciones circulares que resisten mejor las sobrecargas. Se recomienda dividir el pozo en dos o más secciones, que puedan usarse conjuntamente o por separado, para facilitar la limpieza o las reparaciones. Otra función importante de la cámara de aspiración es conseguir que exista suficiente sumersión en la aspiración de las bombas para eliminar la formación de vórtices y hacer que la transición del caudal desde la alcantarilla a las tuberías de aspiración de las bombas sea lo mas gradual posible.

FONDO

Aun cuando lo recomendable es evitar que al cárcamo llegue agua con demasiada materia en suspensión lo cual se procura desde el conducto en la práctica, casi siempre se tienen depósitos de lodos y arenas en el fondo, debido a que se acumulan principalmente cuando no esta operando el equipo, pudiendo llegar a atascar las bombas, en casos extremos para no dar lugar a ello o como una medida más para la protección de las unidades lo mas fácil seria dejar un cierto espacio entre el fondo del cárcamo y la parte inferior del colador o la caja de impulsores.

Sin embargo, este espacio generalmente es corto y debe limitarse para el buen funcionamiento del equipo, de acuerdo con las recomendaciones del "Standar of Hidraulic", por lo tanto se debe buscar otra solución. Como por ejemplo: construir el fondo del cárcamo en dos niveles considerando el superior para efectos de fijar la altura "C" recomendada. La diferencia entre estos dos niveles puede ser más o menos 1.2 m.

La forma sería dividir por medio de un muro la sección del cárcamo, de tal manera que se tenga un compartimiento antes del espacio que ocupan las columnas de succión; estas medidas facilitarían la limpieza. Fig. (1.9).

El piso o fondo debe tener una inclinación hacia el punto de succión de cada bomba, para evitar la acumulación de sedimentos en el fondo, se evitan espacios muertos normalmente se le da una pendiente fuerte de 1:1 o mayor hacia la succión. La profundidad del cárcamo de bombeo se determinará con base a la longitud de la tubería de succión y del parámetro "C" mencionados ambos en las recomendaciones del Hidraulic Institute.

ESTACIONES DE BOMBEO

Las estaciones de bombeo se pueden clasificar por el tipo de fluido que desalojan:

- 1.- AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS CRUDAS
- 2.- AGUAS PLUVIALES
- 3.- AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES
- 4.- AGUAS RESIDUALES DE REDES DE ALCANTARILLADO
- 5.- FANGOS PRODUCIDOS EN PLANTAS DE TRATAMIENTO
- 6.- EFLUENTES TRATADOS
- 7.- REDES DE AGUA EN PLANTAS DE TRATAMIENTO

En este caso la elección de sistema de bombeo obedece a la necesidad de evacuar las aguas negras y pluviales, en una zona donde toda la superficie del terreno es prácticamente plana pues su desnivel es inferior a un milésimo y la zona de descarga tiene una cota demasiado alta que impide desalojar por gravedad las aguas negras y pluviales.

La estación de este proyecto es del tipo de cárcamo húmedo y consiste en un tanque donde se instalan bombas y equipos especiales para ser sumergidos en el agua protegiendo los motores y la instalación exterior con una techumbre.

OPERACION

La operación de la estación de bombeo puede ser facilitada por un control automático o semiautomático auxiliando este en:

- 1.- Arranque de bombas y regulación de velocidad.
- 2.- Apertura y cierre de válvulas.
- 3.- Cuantía del gasto.
- 4.- Rotación en el empleo del equipo.
- 5.- Garantía contra trastornos posibles o reales, como obstrucciones o excesos de gasto, previsión de cambios de condiciones; o predicción de variaciones como la aproximación de una inundación o una variación en la calidad de las aguas negras.
- 6.- Apreciación de errores en un proceso y aplicación de las correcciones.

7.- Transmisión a distancias largas, moderadas o cortas, de señales u ordenes por medio de dispositivos mecánicos operados por líquidos, gases, aire o por dispositivos eléctricos. Entre las ordenes transmitidas pueden estar incluídas la iniciación y la detención del funcionamiento del equipo. Los dispositivos automáticos son de dos clases: de encendido y apagado, proporcionales con o sin reanudación automática. Los primeros son simple e insensibles, adecuados principalmente para los casos donde las variaciones son poco frecuentes, en el segundo tipo el control es proporcional con respecto aun conjunto normal de condiciones de funcionamiento.

EQUIPO ELECTRICO

Subestación eléctrica en los casos en que es empleada la energía eléctrica para mover las bombas, es necesario instalar una subestación eléctrica la cual tiene por objeto cambiar las características de la energía aprovechada y suministrar la requerida por el equipo de bombeo.

Esencialmente una instalación de este tipo consta de las siguientes partes:

TRANSFORMADOR.- Mediante estos aparatos se cambia el voltaje de la corriente obteniéndose el deseado.

SECCIONADOR.- Se emplea para proteger la instalación contra fallas debidas a sobre corriente causada por un corto circuito.

CUCHILLAS FUSIBLES.- Sirven para proteger la instalación contra fallas debidas a sobre corriente en la línea de alimentación y además desconectar con carga al transformador, a fin de darle a este servicio de mantenimiento.

APARTA RAYOS.- Proteger la subestación contra las descargas atmosféricas.

EQUIPO DE MEDICION.- Registra la cantidad de energía consumida.

La magnitud de la subestación dependerá principalmente de la potencia de cada motor y de la total en la instalación. En proyectos pequeños (con menos de 100 Hp) bastará instalar transformadores comerciales, equipados con

los elementos citados anteriormente, en postes situados cerca de la caseta de controles. Cuando la potencia que demanda el sistema de bombeo es mayor de 100 Hp. por razones técnicas y económicas se utilizan los transformadores de piso, puestos en una plataforma de concreto y generalmente se hace necesario elaborar un proyecto detallado del sistema eléctrico de la planta, para lo cual se deberá proporcionar al proyectista los siguientes datos:

1.- De la localización del proyecto: coordenadas geográficas, municipio, estado y croquis.

2.- De la línea eléctrica de alimentación: voltaje, frecuencia, número de fases, capacidad interruptiva en MVA. Posibilidad de cambios en el ciclaje.

3.- Servicio de bombeo: intermitente, continuo, tiempo máximo de trabajo diario.

4.- De las bombas: número, tipo, velocidad, tamaño.

5.- De los motores: número, tipo, velocidad, capacidad (Hp), ciclaje y tamaño.

6.- Arrancadores: manual, automático o ambos. A tensión completa a tensión reducida.

7.- Del control de niveles: se deberán indicar los niveles para los cuales se desee arrancar o parar las bombas automáticamente.

8.- Accionamiento de otros mecanismos: cuando las válvulas o compuertas de la obra de toma, grúas para mover el equipo, etc... son accionados con motores eléctricos, deberá conocerse la capacidad de esas máquinas.

9.- Del alumbrado: se indicará la necesidad de alumbrado en la planta, además de la casa habitación para el operador y en donde se ubiquen los controles.

10.- De los planos del proyecto se proporcionará el plano topográfico del sitio para la subestación, el general de la estación de bombeo, así como el de detalles que sean necesarios a fin de conocer la disposición de sus partes y localizar la subestación en el lugar más conveniente de acuerdo con esa disposición.

El equipo y las bombas de estaciones funcionaran con corriente trifásica a 220 o 440 volts, esto en caso de una estación pequeña.

Las bombas de estaciones grandes pueden trabajar a 2300 o 4000 volts con un equipo auxiliar trabajando 440 volts. Las estaciones importantes deberán ser abastecidas por dos líneas de alimentación distintas procedentes de subestaciones distintas de la compañía eléctrica.

Los controles y arrancadores del motor se colocaran en un centro de control-unidad autoportante montada en fábrica. Las estaciones grandes incluirán una sala eléctrica aparte, con los arrancadores de los motores, instalación completa de distribución, aparatos e instrumentos de medida y tablero de control.

EQUIPOS DE PROTECCION

Las bombas inatascables son equipos de gran paso de esfera, el diámetro de esfera se refiere a objetos de figura esférica que en teoría pueden pasar por un bomba sin atorarse, en la práctica no encontramos este tipo de objetos por lo tanto el diámetro de paso de esfera se reduce a un índice de inatascabilidad. En consecuencia una bomba inatascable lo sera siempre dentro de ciertos parámetros.

Las bombas de hélice tiene un grado muy alto de inatascabilidad, pero en el sentido estricto de la palabra no son inatascables y por este motivo requieren rejillas protectoras, pero aun si una bomba se considera inatascable por su diseño, no podra manejar objetos de volumen mayor que su diámetro de succión ni pasaran objetos fibrosos muy largos sin atascarla y que es precisamente el caso de manejo de aguas negras que arrastran cadáveres de animales tiras de llantas, trozos de madera o plástico y un sin número de objetos que rebasan la imaginación más fértil.

Las rejillas protectoras se diseñan básicamente en función de la construcción del cárcamo del diámetro del paso de esfera, de la naturaleza de las aguas negras y el criterio del proyectista.

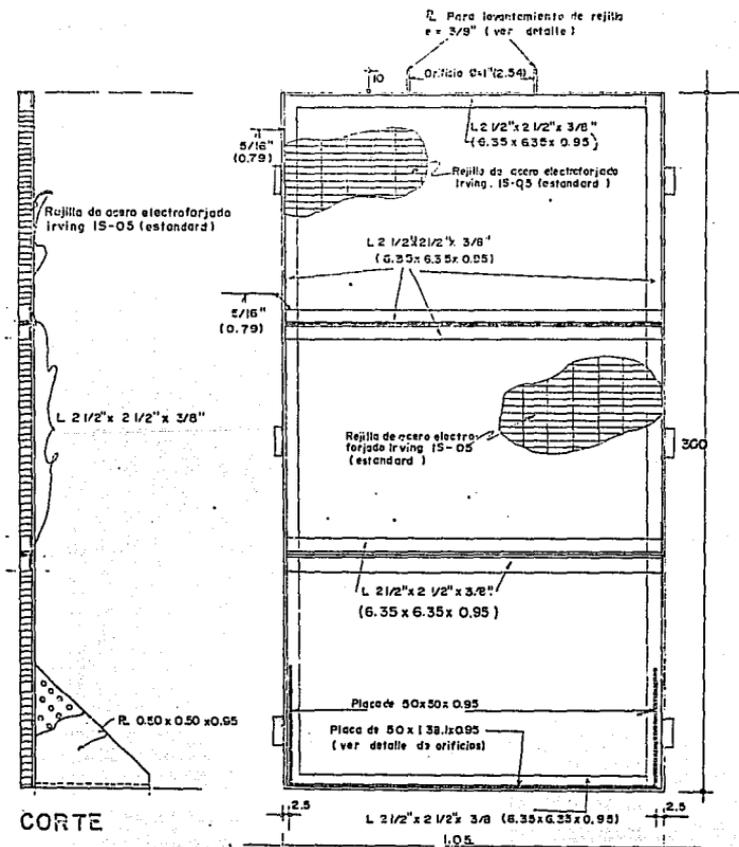
En la siguiente figura se ilustran las rejillas de cárcamo convencional en donde esta se encuentra colocadas dentro del canal de entrada. (fig. 1.10)

Este tipo de rejillas consiste de un marco de acero estructural con soleras verticales como elementos filtrantes, en la parte inferior del marco una lámina de acero de un ancho conveniente actúa como charola recogedora este tipo de rejillas se construye por pares y se colocan

una cerca de la otra, las rejillas podran deslizarse verticalmente dentro de guías manufacturadas de acero estructural; encima de las rejillas se construyen estructuras de acero que sostienen los mecanismos de izaje. El izaje de las rejillas se hace mediante cadenas utilizando un polipasto eléctrico, o bien a mano con diferencial de cadena.

Las rejillas que se pretenden limpiar debido a que tienen mucho material retenido, tendrán que izarse; al hacer esta operación todos los objetos que quedaron atrapados frente a la rejilla caerán sobre la charola de la cual se retira mediante rastrillos; al hacer esta operación la segunda rejilla estará en su sitio filtrando el agua y protegiendo las bombas de esta manera, se limpian alternativamente las rejillas teniendo cuidado de no izarlas simultáneamente, dejando una siempre operando.

La separación entre soleras o barras de rejilla, serán conforme a al criterio del ingeniero proyectista. Una buena práctica para evaluar la separación de barras de la rejilla puede ser el dividir el paso de esfera entre cuatro y esta separación se considera máxima.



DETALLE DE LA REJILLA PARA DESAZOLVE

NIVELES DE OPERACION DEL EQUIPO DE BOMBEO

Es importante mencionar que las bombas deben funcionar un determinado tiempo, este tiempo es llamado tiempo mínimo de operación, este tiempo se debe calcular en forma adecuada ya que los equipos de bombeo sufren un desgaste considerable, además de la cantidad de la energía eléctrica empleada en ciclos demasiado frecuentes de las bombas.

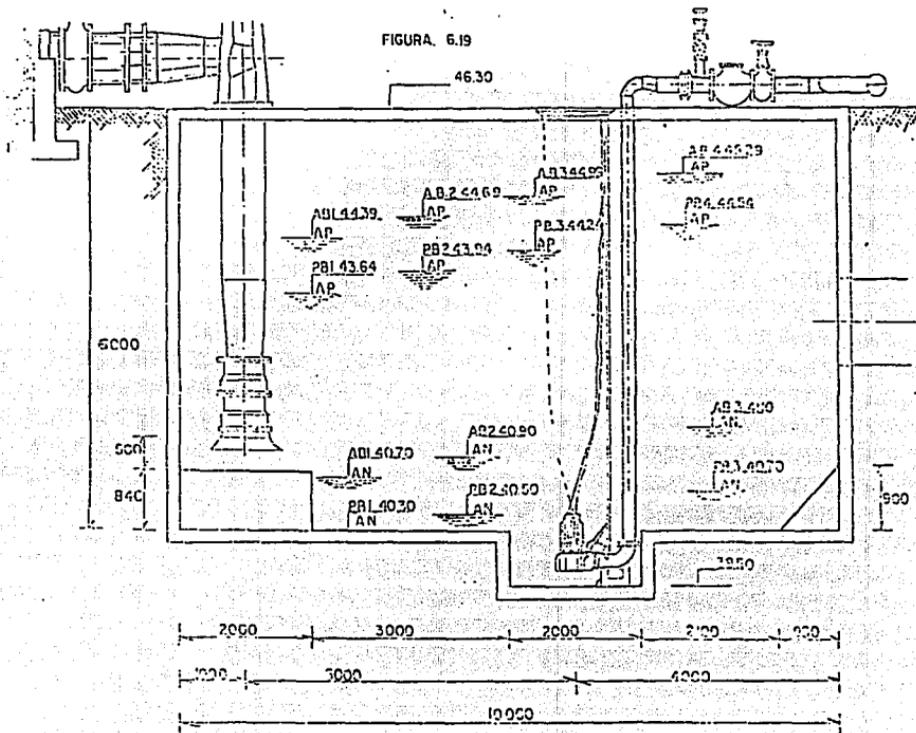
Para calcular el tiempo mínimo de bombeo es necesario tomar en cuenta los volúmenes considerados en el cárcamo; los cuales se determinaron por los niveles de agua en el mismo. Es necesario aprovechar las tuberías que llevan las aguas al cárcamo, como almacén de las mismas, con la finalidad de generar mayores volúmenes de bombeo.

Establecer estos niveles de agua es muy importante, aunque no existe un método específico, se podrá establecer con base al criterio del proyectista; los factores a tomar en cuenta son:

- 1.- Características de equipo de bombeo.
- 2.- Tamaño del tanque y capacidad de las tuberías.
- 3.- Gastos esperados.
- 4.- Tiempo máximo de retención de las aguas negras.

Los niveles de arranque y paro de las bombas de aguas negras y de las pluviales para la operación del cárcamo se muestran en la fig. (1.11).

FIG. 1.11 NIVELES



ILUMINACION

La iluminación natural y artificial en el interior de los edificios (caseta de control, caseta de vigilancia, etc....) debe ser suficientemente intensa, y las paredes deben tener colores claros y ser lavables. Las paredes pintadas son menos convenientes que las de mosaico, ladrillo o cemento, a causa del riesgo de deterioro de la pintura; además de que en un interior brillante determina mayor seguridad y confort.

Deben evitarse las sombras y los colores chillantes, deberán usarse conducciones y lámparas a prueba de polvo, a prueba de vapor y explosiones, cuando puedan quedar expuestas a condiciones que puedan ocasionar algún peligro. Algunas características de iluminación para estaciones de bombeo de aguas residuales sugeridas son:

Laboratorios y casas de máquinas.....	20 bujías
Locales de bombas.....	lámparas de 30 Ohms a 500 Watts a 3.6 o 4.8m de separación entre centros de baja altura dando de 6 a 12 bujías por m ² o lamparas de 1500 Watts a 4.2m entre centros a 13 m de altura.
Galerías de conductos.....	lamparas de 150 Watts a 4.5m entre centros, a lo largo de las paredes.

CAPITULO II

DESCRIPCION DE LA UNIDAD HABITACIONAL "SAN PABLO" C.T.M.

DESCRIPCION DE LA UNIDAD

La unidad se encuentra localizada al norte del distrito federal, en el municipio de Tultepec Edo. de México. aproximadamente a 35 kms de la ciudad, su acceso puede por la autopista México-Queretaro o la Vía López Portillo esto es por el poniente de la ciudad y por la autopista México-Pachuca o la Vía Morelos por el oriente. La construcción fue financiada y dirigida por el Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores (INFONAVIT). Esta unidad para quedar totalmente equipada, se calcula que las obras terminen a finales de 1995.

Este desarrollo corresponde a la necesidad de crear vivienda que tenga la infraestructura necesaria para ser considerada unidad habitacional a Plan Maestro. Esta unidad está construida en una superficie de aproximadamente de 80 Ha., su topografía es casi plana con una pendiente menor a 1 al millar y va de norte a sur, su tipo de suelo está constituido superficialmente por un depósito de limo color gris-verde claro, que tiene un espesor de 0.70 mts. y se encuentra preconsolidado por secado, a este material le subyace un depósito de arcilla limosa color gris-verde, que se encuentra de 0.70 a 3.20 mts aproximadamente y en algunos sitios llega hasta los seis metros, de acuerdo a observaciones realizadas en diversos sitios e información recabada en el estudio de mecánica de suelos el nivel freático promedio al que se encuentra es de 10 metros.

El clima en la región es templado con un promedio anual de temperatura de 15.8 grados centígrados. La temperatura máxima extrema es de 34.5 grados centígrados y media de máximas anuales es de 23.8 grados centígrados.

La precipitación anual es en un período de observación de 19 años de 727 mm de promedio con lluvias distribuidas de marzo a octubre, presentandose con alguna frecuencia aguaceros en forma de tormenta de gran intensidad y poca duración. La precipitación máxima mensual durante el período de observación es de 333 mm y la máxima en 24 horas es de 130 mm.

La unidad está planeada y diseñada para construirse en ella 4,600 viviendas, con una población aproximada de

27,000 habitantes que puedan contar con todos los servicios como son: agua potable, energía eléctrica, drenaje, pavimentos, banquetas, andadores, áreas verdes, estacionamientos, centros escolares, recreativos y culturales.

Con la finalidad de uniformizar el aspecto general de la unidad se diseñaron tres prototipos de vivienda, dos de los cuales son multifamiliares y se denominaron "YM-R" y "UM-R", el primero consta de 3 niveles con dos viviendas por nivel, el segundo consta de 4 niveles con igual número de viviendas por nivel; la mayor parte de la unidad está conformada por estos dos prototipos de edificio. El otro tipo de vivienda es dúplex "DX" vertical de 2 niveles.

La estructura de estas edificaciones es a base de losa de cimentación desplantada sobre plataformas de tepetate compactado, muros de carga los cuales son de tabique extruido hueco vertical tipo la Huerta con castillos ahogados, la losa de entrepiso son del sistema ligero, se utilizó elementos prefabricados de concreto con poliestireno, losa de vigueta y bovedilla y tableros de losa presforzadas de concreto armado. Todos los tipos de losa llevaban una capa de compresión de malla electrosoldada y concreto premezclado de un espesor de 4 cms.

La unidad habitacional se encuentra comunicada por medio de un circuito y calles perpendiculares a este, estas avenidas subdividen en manzanas a la unidad que a su vez se conforman de plazas, estas últimas constan de cuatro edificios dos del tipo "YM-R" y dos "UM-R" con sus fachadas principales dando hacia la plaza donde existen los andadores de acceso a los edificios y que se comunican a su vez con las demás plazas de la manzana, estos andadores están contruidos de concreto y de pasto, la parte central de las plazas y algunos andadores son de adocreto. En estos espacios libres existen áreas verdes básicamente jardineras con plantas de ornato, pasto y pequeños arbustos. Las plazas son de variados diseños pudiendo clasificarse en cuatro tipos coincidiendo todas en incluir jardineras. En los espacios hacia los cuales dan las fachadas laterales se aprovecharon para construir canchas deportivas o bien zonas de juegos infantiles.

Las viviendas del tipo dúplex "DX" se encuentran en manzanas de diez lotes, en estas manzanas no existen plazas, ya que están circundadas por vialidades.

En la parte central de la unidad se encuentra una manzana donde se ubicó la zona comercial y el edificio administrativo municipal. En esta se encuentra el mercado municipal, la escuela secundaria, la iglesia, tienda departamental y las oficinas del gobierno municipal.

Existen estacionamientos para todos y cada uno de los departamentos, así como estacionamientos para visitantes; estando comunicados directamente al circuito San Pablo. El circuito conecta a la unidad con la Vía José López Portillo y la carretera a Tultepec.

SISTEMA DE ALCANTARILLADO

Los parámetros económicos, marcaron la necesidad de planear un sistema de alcantarillado del tipo mixto que permitiera desaguar al mismo tiempo las aguas negras y las aguas pluviales cuyos caudales llegaran al cárcamo de bombeo desde donde serán enviados al canal de Cartagena.

Para realizar este proyecto se tomaron los siguientes datos:

Area	80 Ha
Población	26,500 hab.
Sistema	combinado
Dotación	300 lt/hab/día
Aportación	225 (75% Dotación)
Vertido	por gravedad hasta el cárcamo y de este mediante bombeo al canal.
Gasto medio de A.N.	70 lps
Gasto max de A.N.	174 lps
Gasto de A.P.	2796 lps
Precipitación	40 mm/hr

La unidad habitacional San Pablo se desagua por medio de dos colectores principales que van a lo largo del circuito San Pablo, uno va por el extremo oriente y otro por el lado poniente con una pendiente de 2 al millar y el sentido del flujo es de norte a sur, con líneas de drenaje secundarias que salen de cada manzana por los cuatro lados, también existen colectores secundarios en cada una de las avenidas perpendiculares al circuito. El inicio del colector se marca con un pozo de visita en cada circuito teniendo una profundidad de 1.35 m y un diámetro inicial de 45 cm, el cual aumenta gradualmente tanto en profundidad como en diámetro, llegando hasta una profundidad de 6 m y un diámetro de 1.22 m.

Todo el sistema de alcantarillado está comprendido a lo largo de toda su longitud por pozos de visita común, pozos con caja de caída adozada y con caída libre dentro del pozo. Estos pozos están construidos con muros de tabique junteados con mortero 1:3 con aplanado de mezcla desplantados sobre una plantilla de mampostería de 20 cm junteada con mortero de cemento 1:4, cuentan con escalera del tipo marina para su acceso su tapa es un brocal de

concreto simple. Para captar las aguas pluviales de las vialidades se colocaron a lo largo de estas coladeras de piso y banquetas (boca de tormenta), estas están construidas con muros de tabique a una profundidad aproximada de 1m desplantada sobre una plantilla de grava de 10 cm, y un piso de concreto con una pendiente hacia el colector y está conectada por un tubo de albañal de 20 cm de diámetro su tapa y marco son de fierro colado en forma de rejilla para evitar el paso de objetos de gran tamaño.

En el caso de las viviendas "DX" que se conectan directamente y en forma independiente cada una al colector secundario, estas lo hacen con tubo de albañal de 15 cm y el colector secundario lleva un diámetro en todos los ramales de 38 cm.

Los prototipos multifamiliares "YM-R" y "UM-R", descargan también en forma directa a los colectores que están ubicados en los cuatro puntos de las manzanas, estos prototipos descargan con tubos de 20 cm de diámetro. Estos colectores penetran en las manzanas llegando a los estacionamientos, iniciando en forma similar en todos con un pozo de visita con una profundidad promedio de 1.55 m y un diámetro de 38 cm con pendiente de 3 al millar en los lados norte y sur, 5 al millar en el poniente y en el oriente.

Las plazas y andadores internos de que se habló anteriormente tienen su propio drenaje el cual es un circuito que corre alrededor de la plaza con registros de 60x40 cms en cada cambio de dirección, su profundidad promedio es de 80 cms el tubo empleado es de albañal de concreto simple de 15 cms de diámetro. Este desaloja el agua que escurre por los andadores y la parte central de las plazas. Este drenaje se conecta al pozo de visita más cercano a la plaza y este está ubicado en un estacionamiento.

CARCAMO DE BOMBEO

El cárcamo de bombeo está ubicado en la parte sureste en una esquina del predio de la unidad, al cárcamo llegan la aguas negras y pluviales por medio de dos colectores de 1.22 metros de diámetro; aguas arriba de las rejillas y de la caja de deflexión pero dentro del cárcamo se construyeron dos compuertas de emergencia para proteger a este de inundaciones.

El sistema de bombeo ocupa un predio de forma rectangular de 50x58 metros protegido por una barda perimetral de 2.6 metros de altura y con un portón metálico de acceso al cárcamo.

El cárcamo está formado por una infraestructura necesaria para el buen funcionamiento integral del mismo, está infraestructura esta formada por:

Andadores y rampa de acceso.- los andadores están contruidos de concreto hidráulico, la rampa de acceso por concreto asfáltico para tránsito pesado.

Alumbrado.- está formado por postes de 7.5 metros de altura con brazo de 2.5 metros, utiliza lamparas de vapor de mercurio de 400 watts con fotocelda de encendido automático, los postes se dezplantan de una base registro de 60x110 cms. La zona de bombas esta alumbrada por lamparas de vapor de mercurio de 700 watts.

Subestación eléctrica.- es del tipo de subestación compacta para dar servicio a la intemperie y a 2,500 MSNM opera a 24 kv y consta de equipo de medición, cuchillas, interruptores fusibles y apartarrayos. Esta equipada con un transformador de potencia de 750 kva y un transformador de distribución de 112.5 kva y está ubicada al poniente del cárcamo esto es, a la entrada de las instalaciones.

Caseta de vigilancia y controles.- está construida sobre una losa de cimentación de concreto armado, con muros de carga de tabique rojo extruido hueco vertical, equipada con servicios necesarios para el personal que operara el cárcamo, los controles están en gabinetes autosoportados de lamina de acero con proceso de desoxidación y banderizado, está ubicada al costado de la subestación y tiene una superficie de 3.85x10.30 metros.

La subestación eléctrica como la caseta de vigilancia y controles se encuentran a un nivel más alto a razón de 3.5 de diferencia con el equipo de bombeo, esto por razones de seguridad. A este desnivel se llega por un talud de terreno natural 1:1 y se encuentra recubierto de losas prefabricadas de concreto con drenes para evitar el colapso del talud.

La zona de bombeo está ubicada sobre la losa del cárcamo en un área de 503.32 m², esta cuenta con una rejilla perimetral de 30 cm. para el drenaje de la zona y así evitar una posible inundación. Dentro de está se encuentran las cuatro bombas para aguas pluviales las cuales son bombas centrífugas verticales mod. 20 PO conectadas a la línea de descarga principal para aguas pluviales por un múltiple de acero de 1067 mm de diámetro, las bombas sumergibles se encuentran dentro del cárcamo y son tres del tipo centrífuga sumergible para cárcamo húmedo, estas se conectan con un múltiple de acero de 356 mm de diámetro a la descarga principal de aguas negras. Los múltiples como toda la tubería lleva atraques de concreto armado como soporte para evitar movimientos y ruptura de la misma.

En esta misma zona se encuentran los motores de combustión interna de emergencia marca cummins mod. NTA-855-P estos cuentan con un depósito para combustible en caso de emergencia. Los motores se encuentran sobre plataformas de concreto al mismo nivel que los motores de las bombas. Estos motores se utilizan cuando el suministro de energía eléctrica se suspende, esto llega a ocurrir con mayor frecuencia durante la época de lluvias.

Para la protección del equipo mecánico y de bombeo se colocó una techumbre a base de perfiles estructurales según proyecto con lámina de asbesto a una altura de 7.5 metros. Sobre esta techumbre se colocó la grúa viajera con polipasto suspendido con capacidad de 2 Ton. para el manejo y mantenimiento de las bombas tanto para la pluviales como las de las aguas negras. Para la grúa de 0.6 Ton. con polipasto suspendido que manejan las rejillas para su mantenimiento y limpieza se colocó una techumbre similar con una altura menor.

Para el manejo del equipo de bombeo se cuenta con una grúa viajera montada en una viga carril esta tiene una capacidad de 2 toneladas y una velocidad de 30 metros por minuto operada con controles eléctricos.

Para la limpieza e izaje de rejilla se cuenta con otra grúa viajera de una capacidad menor 600 kg con motor de 0.75 hp, esta se mueve a través de una viga carril de 2.5 metros de longitud.

El cajón del cárcamo tiene 10x9 por 6 metros de profundidad teniendo un volumen de 540 m³ aproximadamente. La estructura de este cajón es de concreto armado tanto su cimentación como sus muros de contención. La captación de las aguas llega mediante dos colectores de 1.22 de diámetro teniendo una altura con relación al fondo de 2.30 metros. Cuenta con una losa reguladora de nivel para las bombas de aguas pluviales, esta es como un escalón de 0.84 metros de alto por 2.00 metros de ancho, para las bombas sumergibles para aguas negras se construyo una depresión de 0.80 metros de profundidad por 2.00 metros de ancho, esto con la finalidad de que los lodos llegen hasta ellas y puedan ser evacuados. En el perímetro del fondo del cárcamo se colocó un chaflán de concreto con la finalidad de que no se acumulen sedimentos en las esquinas.

Para tener acceso al interior del cárcamo de bombeo se construyó una compuerta de 80x80 cm sobre la losa tapa, seguida de una escalera marina para llegar hasta el fondo. Para evitar la acumulación excesiva de gases se dejarón rejillas de ventilación de 1.2x0.90 metros frente a las bombas sumergibles, estas también sirven para observar el funcionamiento y cuando son sacadas las bombas sumergibles.

LINEA DE DESCARGA

Las aguas pluviales salen del cárcamo a través de una tubería de 1067 mm de diámetro de acero y se une con la tubería COMECOP de concreto armado de 10 cm de espesor de 1.20 metros de diámetro mediante una ampliación, las aguas negras se desalojan a través de una tubería de 356 mm de diámetro y se une a una tubería de asbesto cemento de 406 mm de diámetro mediante una ampliación la longitud de ambas líneas hasta la descarga es de 1,339 metros. Los diámetros de estas tuberías fueron elegidos con base a criterios planteados en el capítulo V. La plantilla de línea de aguas pluviales es de 46.45 m. y la plantilla de aguas negras 47.48 m..

Las tuberías de las aguas negras y pluviales están protegidas contra desplazamientos provocados por el empuje del agua por medio de atraques de concreto construidos en los cambios de dirección diseñados con base a criterios descritos en el capítulo V.

En el crucero 1 (fig. 2.1) que se encuentra a en la esquina de la calle 2 y el circuito San Pablo poniente, se colocaron cajas para válvulas de admisión y expulsión eliminadora de aire para aguas negras de 50 mm de diámetro y para aguas pluviales de 204 mm.

Para las aguas pluviales se colocaron dos codos de 45 grados para salvar una deflexión de 90 grados con una inserción de acero bridada de 204 mm y con esto se colocó la válvula combinada.

Para las aguas negras se colocaron dos codos de 45 grados para salvar una deflexión de 90 grados, mediante cuatro extremidades de 400 mm y cuatro juntas gibault de 400 mm, una tee de 400x50 mm y un carreta de 50x20 mm.

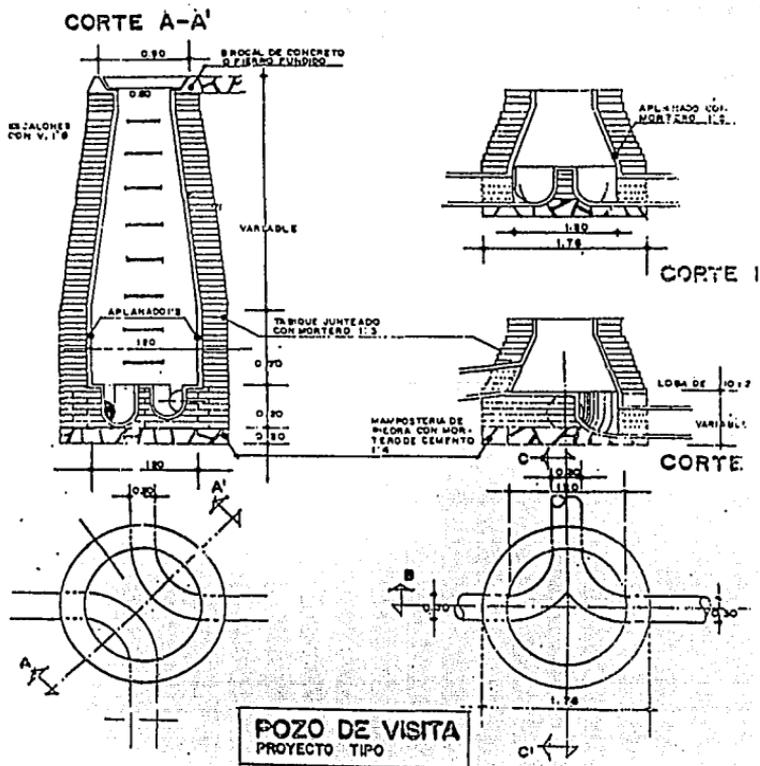


FIG. 2.1

ZONA DE DESCARGA

Como el canal de descarga tiene una plantilla cuya cota es de 46.56 metros más alta que la plantilla de los líneas de descarga, para poder salvar esta diferencia de niveles se hace uso de dos tubos en forma de cuello de garza conectados cada uno a la línea de descarga correspondiente. Estos cuellos de garza quedan arriba de nivel de aguas máximas en el canal de descarga. Este tubo se construye de la siguiente manera, la conexión del tubo de aguas pluviales de concreto se une al cuello de garza mediante a una unión soldada con un carrete de acero de 1.20 metros de diámetro, este se conecta a un codo de 4 gajos de acero de 15 grados con $R=1.16$ m., seguido por tubo de 1.20 m. de diámetro por 5.4 m. de longitud conectado con otro codo de 4 gajos y finalmente unido con otro codo de 3 gajos de 15 grados mediante un carrete de 1.0 m., y con este último codo se descarga en el canal.

En caso de las aguas negras es muy similar, la unión del tubo de asbesto con el de tubo acero de 400 mm se efectúa mediante una junta gibault, seguido por un codo de 4 gajos de 15 grados con $R=1.02$ m., unido a un tubo de 4.2 m. de longitud, este también se conecta al final con otro codo igual, la descarga se efectúa por medio de un codo de 3 gajos de 15 grados con $R=1.02$.

El canal de descarga fue construido con dos plantillas; una para cubrir la demanda actual y tiene una elevación de 48.6 metros transporta un gasto de 2 m³/seg y otra para cubrir demandas futuras que tiene una elevación 46.56 metros y transportará un gasto futuro de 35.53 m³/seg; la sección de este canal se muestra en el plano No.14. Esta descarga está ubicada sobre el cauce del canal de Cartagena el cual descarga sus aguas finalmente en el gran canal de desagüe del Valle de México.

CAPITULO III

DISEÑO HIDRAULICO DEL CARCAMO DE BOMBEO

ESTUDIO HIDROLOGICO

Por la dificultad de determinar con exactitud los volúmenes máximos de escurrimiento, se ha recurrido al uso de varias fórmulas empíricas. En general estas fórmulas son expresiones del escurrimiento en función del área por drenar, de la impermeabilidad relativa, de la pendiente del terreno y de la intensidad de la lluvia. Se buscó una fórmula aplicable a pequeñas áreas como el área en cuestión la fórmula más apegada a estas condiciones fué la de Burkli-Ziegler que se expresa como :

$$Q = 2.778 \text{ CIS}(1/4)A(3/4)$$

donde: Q= gasto de escurrimiento máximo en lps.

C= coeficiente que expresa la naturaleza de la superficie del terreno y la impermeabilidad relativa.

I= intensidad de lluvia mm/hr.

S= pendiente de la superficie del terreno en milésimos.

A= área del terreno en Ha.

A continuación se da una descripción de cada uno de los parámetros anteriores:

1.- Coeficiente de impermeabilidad relativa (C).

La proporción de la precipitación total que llega al sistema de saneamiento dependerá de la porosidad relativa o impermeabilidad y esta se obtiene tomando en cuenta la naturaleza del área a drenar, las superficies totalmente impermeables como los pavimentos de asfalto o los tejados de los edificios, darán un escurrimiento casi del 100% una vez que la superficie se halla humedecido completamente. De igual forma las superficies permeables como son áreas de jardines, zonas de cultivos y similares absorberán más agua al iniciar la tormenta hasta saturarse y después la relación lluvia-escurrimiento es prácticamente constante.

A continuación se presenta una tabla con valores del coeficiente de impermeabilidad cuando las superficies están secas y su pendiente es moderada.

- Superficie de tejados	0.70 a 0.95
- Pavimentos de asfalto	0.85 a 0.90
- Pavimentos de piedra	0.75 a 0.85
- Parques, jardines, praderas	0.05 a 0.25
- Areas de monte o bosque	0.01 a 0.20

En este caso se utilizó un valor para C igual a 0.85.

2.- Intensidad de lluvia (I)

La intensidad o gasto de la precipitación pluvial es la cantidad de agua que cae en cierto tiempo en un área determinada y se expresa normalmente en mm/hr, para determinar la intensidad de lluvia es necesario realizar una selección de los datos aportados en la información obtenida de la estación pluviográfica de la presa de Guadalupe. A continuación se describe la forma de procesar estos datos:

a) Primero se estudian los datos de la información hidrológica que se dan en las siguientes tablas.(TABLA 1,2,3 y 4).

b) Tiempo de concentración: existe un parámetro denominado tiempo de concentración que nos permite conocer el tiempo requerido máximo que se necesitara sin ningún retraso anormal para que una gota escurra desde el límite superior de un área de drenaje hasta el punto de concentración.

TABLA 1

SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS

COMISION HIDROLOGICA DE LA CUENCA DEL VALLE DE MEXICO

ESTACION PLUVIOGRAFICA DE LA PRESA DE GUADALUPE

INTESIDADES DE LLUVIA EN MILIMETROS POR HORA

MIN.	5	10	15	20	30	45	60	80	100	120	
FECHA	1960										
MAYO 1	25.2	21.0	14.8	11.1	8.8	5.9	1.5	3.5	2.8	2.3	
5	8.4	4.8	3.2	2.4	1.6	1.9	1.4	0.1	0.8	0.7	
7	42.0	27.0	18.4	13.8	9.2	6.1	4.6	3.5	2.8	2.3	
8	12.0	7.8	7.2	5.4	3.6	2.4	1.8	1.7	1.3	1.1	
17	3.6	3.0	2.8	2.1	1.4	0.9	0.7	0.5	0.4	0.4	
19	1.2	1.2	1.2	0.9	0.6	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	
22	12.0	7.8	6.8	5.4	3.6	2.4	1.8	0.4	1.1	0.9	
23	12.0	7.2	6.4	5.4	3.8	2.7	2.0	0.5	1.2	1.0	
24	14.4	8.4	5.6	4.2	2.8	1.9	1.4	0.0	0.8	0.7	
26	1.2	1.2	1.2	0.9	0.8	0.5	0.4	0.3	0.2	0.2	
27	3.6	2.4	2.0	1.8	1.4	1.1	0.8	0.6	0.5	0.4	
JUNIO 7	6.0	3.6	2.4	1.8	1.2	0.8	0.6	0.5	0.4	0.3	
12	10.8	6.6	5.2	4.1	3.0	2.1	1.6	1.2	0.6	8.0	
13	16.8	12.0	8.8	6.9	5.0	3.3	2.5	1.9	1.5	1.3	
14	12.0	8.4	7.6	6.0	4.2	2.8	2.1	1.6	1.3	1.1	
22	12.0	9.0	8.0	6.6	4.8	3.5	2.9	2.3	1.8	1.7	
24	6.0	4.2	3.6	3.0	2.4	2.0	1.7	1.3	1.0	1.0	
25	3.6	2.4	2.0	1.8	1.6	1.3	1.0	0.8	0.6	0.5	
26	12.0	7.8	5.6	4.5	3.4	2.4	1.8	1.4	1.1	0.9	
27	14.4	10.8	8.0	6.6	5.0	3.5	2.6	2.0	1.6	1.8	
28	3.6	1.8	1.2	0.9	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	
30	3.6	1.8	1.6	1.5	1.6	1.6	1.2	0.9	0.7	0.6	
JULIO 1	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	
2	1.2	0.6	0.8	0.6	0.6	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	
3	8.4	3.0	4.0	3.9	3.8	3.5	3.1	2.9	2.6	2.4	
4	3.6	3.0	3.2	3.0	2.2	1.5	1.1	0.8	0.7	0.6	
6	3.6	3.0	3.6	3.3	2.4	2.0	2.0	1.7	1.4	1.3	
7	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	
8	4.8	3.0	2.0	1.5	1.0	0.7	0.5	0.4	0.3	0.3	
10	2.4	1.8	2.0	2.4	2.2	1.6	1.3	1.0	0.8	0.7	
11	7.2	4.8	5.2	4.5	3.6	2.5	1.9	1.4	1.1	1.0	
12	6.0	3.0	2.0	1.5	1.4	0.9	0.7	0.5	0.4	0.4	
14	18.0	10.8	8.0	6.3	4.2	2.8	2.3	1.7	1.4	1.3	
16	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	
17	24.0	19.8	15.2	12.9	9.6	7.6	6.5	5.1	4.3	3.8	

TABLA 2											
FECHA	1960										
	MIN.	5	10	15	20	30	45	60	80	100	120
18	1.2	0.8	0.8	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1
19	6.0	3.6	2.8	2.4	1.8	1.2	0.9	0.7	0.5	0.5	0.5
20	4.8	3.0	4.8	4.5	5.2	4.0	3.8	3.5	3.1	2.6	2.6
21	1.2	6.0	4.0	3.0	0.4	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1
22	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
25	9.6	6.0	5.6	4.8	3.6	2.9	2.8	2.5	2.1	1.9	1.9
26	8.4	7.2	4.8	5.4	3.8	2.7	2.3	2.1	1.7	1.5	1.5
AGOS 2	18.0	16.2	12.0	10.5	8.8	6.7	5.0	3.8	3.0	2.6	2.6
3	13.2	8.4	6.0	4.8	3.2	2.1	1.6	1.2	1.0	0.8	0.8
4	72.0	40.2	27.6	21.0	15.6	11.7	10.0	7.7	6.1	5.1	5.1
5	120.0	76.2	52.8	42.0	36.0	26.7	22.7	17.4	13.9	11.6	11.6
6	9.6	5.4	4.0	3.6	2.6	1.7	1.3	1.0	0.8	0.7	0.7
8	93.6	49.2	33.6	24.9	16.6	11.1	8.3	6.2	5.0	4.2	4.2
9	48.0	33.0	26.8	24.0	17.4	11.1	8.8	6.6	5.3	4.4	4.4
10	24.0	13.8	12.0	9.6	9.0	6.1	4.7	3.5	3.0	2.5	2.5
12	16.8	12.0	11.6	10.5	8.2	6.0	4.9	4.1	3.3	2.8	2.8
13	4.8	3.6	3.2	2.4	2.4	2.1	1.7	1.3	1.0	0.9	0.9
14	12.0	9.0	8.0	6.6	4.8	3.2	2.4	1.8	1.4	1.2	1.2
17	8.4	6.0	6.4	5.4	4.0	2.7	2.4	2.3	1.9	1.6	1.6
18	84.0	54.0	40.0	33.0	40.0	35.7	31.2	25.1	21.1	19.5	19.5
20	3.6	3.0	3.6	3.0	2.1	1.7	1.4	1.1	0.9	0.4	0.4
22	8.4	6.6	4.8	3.5	2.8	2.6	1.5	1.1	0.9	0.8	0.8
23	1.2	0.6	0.4	0.3	0.7	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
24	54.0	28.8	19.6	15.0	10.0	6.7	5.0	3.8	3.0	2.5	2.5
25	55.2	32.4	22.0	16.5	11.0	7.3	5.5	4.5	3.6	3.0	3.0
27	36.0	30.0	24.0	19.8	15.0	10.7	8.1	6.4	5.4	4.8	4.8
28	72.0	42.0	32.0	24.9	17.0	11.3	8.6	6.5	5.2	4.3	4.3
29	15.6	8.4	6.0	4.5	3.0	2.0	1.5	1.1	0.9	0.8	0.8
30	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	0.8	0.9	0.9
31	6.0	4.8	3.2	2.4	1.6	1.1	0.8	0.6	0.5	0.7	0.7
SEP. 2	78.0	48.0	54.0	43.2	30.8	21.7	17.2	13.9	11.4	9.9	9.9
3	14.4	4.0	7.8	6.8	5.4	4.9	3.9	3.1	2.5	0.9	0.9
6	4.8	3.0	2.8	2.4	2.4	2.0	1.5	1.4	1.4	1.4	1.4
7	3.6	3.6	3.2	2.7	2.0	1.3	1.2	1.0	0.8	0.7	0.7
8	42.0	33.0	28.4	27.0	10.0	16.0	17.0	15.0	14.2	11.3	11.3
9	144.0	102.0	80.0	67.8	47.0	37.2	33.2	33.2	36.9	33.8	33.8
11	8.4	4.8	4.0	3.6	2.4	2.1	1.7	1.5	1.3	1.2	1.2
18	9.6	7.2	6.0	5.4	3.8	2.5	1.9	1.5	1.7	1.4	1.4
19	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
20	3.6	2.4	1.6	1.2	0.8	0.5	0.4	0.4	0.3	0.1	0.1
26	12.0	9.0	8.0	7.2	7.0	5.7	4.7	3.6	3.0	2.5	2.5
27	4.8	3.0	2.4	2.1	1.4	1.1	0.8	0.6	0.7	0.5	0.5
28	1.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1
29	4.8	3.0	2.4	2.4	1.8	1.2	0.9	0.7	0.3	0.5	0.5
OCT. 4	4.8	4.2	3.2	3.0	1.4	1.9	1.5	1.5	1.2	1.0	1.0
12	8.4	4.8	3.6	3.3	2.6	1.7	1.4	1.1	0.6	0.7	0.7
13	3.6	2.4	1.6	1.2	0.8	0.5	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2

TABLA 3

DIAS CON LLUVIA DE CADA AÑO EN DIFERENTES FECHAS DE AÑO CON INTENSIDADES QUE VARIAN DE 10 A 44 MILIMETROS. INTENSIDADES PARA UN TIEMPO DE CONCENTRACION DE 40 MINUTOS. SIRVIERON DE BASE PARA ESTOS CALCULOS, DATOS PROPORCIONADOS POR S.A.R.H. ESTACION TEMOPLUVIOMETRICA DE LA PRESA DE GUALUPE

1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968
15.9	21.1	12.4	24.7	11.7	14.7	18.8	18.5	11.1	15.0
12.1	11.7	14.0	34.1	15.4	25.6	17.2	11.7	27.3	24.1
11.7	26.7	29.3	10.0	40.0	10.0	20.3	20.3	18.9	30.7
14.5	11.1	14.6	24.7	10.4	26.5	21.3	14.7	10.5	10.8
18.6	11.7	12.2	44.0	12.4	29.3	11.7	26.7	16.7	12.5
13.3	36.7	21.9	18.4	12.8	17.3	14.2	11.5	11.7	16.5
26.6	10.7	28.6	13.3	26.7	21.3	12.7	25.4	10.5	14.3
10.2	11.3	14.9	13.5	18.7	12.0	11.7	11.2	20.1	12.7
12.2	21.7	10.0	13.3	21.1	10.1	10.6	10.9	13.0	10.8
11.0	16.0	26.7	13.3	11.7	10.4	10.4	12.7	33.3	16.0
12.6	37.2	25.9	12.8	23.3		16.0	32.3	34.4	17.1
16.8		32.2	11.7	10.9		12.3	19.1	14.7	19.5
		14.9	30.7	13.3		10.9	19.4	22.4	22.7
		12.6	13.9	16.0		12.5	11.2	13.3	
		33.8		16.3		31.2	17.3	17.5	
				13.3		12.2	20.0	12.4	
				10.1			13.3	21.5	
				10.8				24.7	
				10.9					

TABLA 4

DIAS CON LLUVIA DE CADA AÑO EN DIFERENTES FECHAS DE AÑO CON INTENSIDADES QUE VARIAN DE 3 A 9.9 MILIMETROS. INTENSIDADES PARA UN TIEMPO DE CONCENTRACION DE 45 MINUTOS.

SIRVIERON DE BASE PARA ESTOS CALCULOS, DATOS PROPORCIONADOS POR S.A.R.H. ESTACION TEMOPLUVIOMETRICA DE LA PRESA DE GUALUPE

1959	1960	1961	1962	1963	
5.3	5.9	6.0	6.1	7.1	7.3
6.4	6.1	3.7	5.3	7.1	3.7
9.0	3.3	6.0	3.1	8.3	3.3
4.5	3.5	4.8	7.4	6.5	4.1
8.3	3.5	6.8	5.3	5.7	4.5
4.4	3.5	4.0	5.2		3.5
3.4	7.6	8.5	5.2		6.4
3.3	4.0	7.3	5.2		7.1
4.0	4.7	5.3	3.6		4.0
4.0	6.1	6.7	4.8		4.0
8.4	6.0	4.0	4.7		4.7
8.4	3.2	6.4	8.0		8.4
4.8	6.7	9.3	8.0		6.0
8.8	7.3	7.3	4.9		4.7
8.4	4.9	5.1	6.7		5.5
3.9	5.7	4.0	4.8		3.1
6.4	4.8	5.5	7.1		8.7
6.3		3.6	8.3		5.1
8.0		4.7	4.3		5.0
6.3		3.3	3.7		5.1
5.3		4.0	3.1		3.2
4.1		5.1	3.1		7.7
5.2		6.2	8.5		4.0
3.5		6.0	4.7		6.7
3.1		5.7	9.5		4.9
9.3		5.9	4.0		5.9
		5.1	6.0		7.7
			4.0		5.5
			6.0		6.0
			6.3		6.9
			6.1		4.0
			7.1		9.3
			7.6		6.0
			7.1		5.3

El tiempo de concentración se va calcular tomando en cuenta el recorrido del agua:

- Dentro del colector

datos:

longitud del colector 1950 mts.
velocidad media en el colector 1.5 m/seg.
tiempo de recorrido= $1950\text{m}/1.5\text{m/seg} = 22 \text{ min.}$

- Superficial en las áreas de afluencia según planificación.

datos:

dimensión de vertido (un lado).....50 o 60 cm.
área libre de descarga.(descontando rejillas).....35 cm.
ancho del área que alimenta la coladera
(2 coladeras) $22.44\text{m}/2 \text{ col}$ 11.22 m.
longitud del área que alimenta la coladera
 $27.28 * 2/3 = 18.52$ el otro tercio lo absorbe
la otra coladera.....18.52 m.
número de fajas en el área de afluencia
 $11.22/0.35$ 32
longitud total de la faja $32 * 18.52 \text{ m}$593 m.
velocidad de descarga.....0.5 m/seg.
tiempo de recorrido $593\text{m}/0.5\text{m/seg}$20 min.

- Albañal

datos:

longitud de albañal.....116 m.
velocidad media en albañal.....1.5 m/seg.
tiempo de recorrido $116 \text{ m} / 1.5\text{m/seg}$1.3 min.

El tiempo de concentración total es igual a T_c
donde :

$T_c = 22 \text{ min} + 20 \text{ min} + 1.3 \text{ min} = 43.3 \text{ min. APROX. 45 MIN}$

El tiempo de concentración se calcula para conocer la intensidad de lluvia y se determina de la siguiente manera:

De los datos obtenidos de la estación pluviográfica, (tabla 1) para cada año (periodo de 18 años) se selecciono la intensidad máxima para cada año y para cada intervalo de tiempo (anexo 1); obteniendose así la desviación estandar.

El tiempo de concentración calculado (45 min) se va a utilizar para hallar el valor de I aplicable a la fórmula de Burkli-Ziegler, el cual será igual al promedio de intensidad correspondiente a dicho tiempo de concentración. En este caso I_{prom} para 45 minutos es igual a 33.9 (anexo 1) $I = I_{prom} + 0.5(\text{desv. estandar})$.

$$I = 33.9 + 0.5 (8.6)$$

$$I = 40 \text{ mm/hr}$$

Equivale a 5 años de periodo de retorno. ver anexo 1

Con estos datos entramos a la fórmula

$$Q = 2.278 (0.85) 40 \text{ mm/hr} (1.5)^{1/4} (80)^{3/4}$$

$$Q = 2796 \text{ LPS}$$

En el anexo 2 se presenta un análisis de las intensidades media, mínima y las tres intensidades más severas de las observaciones registradas en los 18 años; observandose lo siguiente:

INTENSIDAD PARA TIEMPO DE CONCEN- TRACION 45 min (mm/hr)	AÑO	GASTO (lps)
19.5	1973 (min)	1360
33.9	(med)	2364
44.0	1962	3068
45.3	1974	3159
55.3	1970 (máx)	3856

Este análisis se hace con la finalidad de comparar los gastos mínimo, medio y máximo, de hecho es otra manera de hallar el gasto de diseño (medio) que sería:

$$Q_{med} = 2364 \text{ lps.}$$

Con base a lo anterior se deduce que:

A) Para la máxima intensidad que es de 55.3mm/hr se presenta el gasto de 3856 lps, el cual tiene una probabilidad de ocurrir una sola vez en 18 años; si se calcula la capacidad del sistema con este gasto implicaría adquirir equipo de bombeo de mayor capacidad o un número mayor de bombas y por lo tanto tendríamos el equipo de bombeo ocioso durante más tiempo, se gastaría más en mantenimiento y operación.

B) Si comparamos el Qmed (2364 lps) obtenido del análisis y el gasto calculado con la fórmula de Burkly-Ziegler (2796 lps) observamos que andan en un rango aproximado y elegimos el gasto de 2796 lps por ser una cifra más conservadora y da un cierto margen de seguridad.
ANEXO 1 Y 2.

AÑO\MIN	ANEXO 1			DESVIACION ESTANDAR								Máxima	(I - I)2
	5	10	15	20	30	45	60	80	100	120			
1959	78.00	60.00	49.20	41.40	27.80	26.60	21.30	18.30	14.80	12.40	26.60	53.30	
1960	144.00	102.00	80.00	67.80	47.00	37.20	33.20	35.30	36.90	33.80	37.20	10.90	
1961	144.00	120.00	92.00	75.60	50.80	33.80	27.00	22.70	18.20	15.20	33.80	0.00	
1962	120.00	103.80	80.00	69.60	59.40	44.00	33.30	25.30	20.20	17.30	44.00	102.00	
1963	126.00	94.80	70.00	55.80	44.80	40.00	35.30	27.80	22.50	19.10	40.00	37.20	
1964	86.40	57.60	60.40	55.80	43.20	29.30	22.20	17.00	13.80	11.50	29.30	21.20	
1965	111.60	87.00	68.00	61.20	46.00	31.20	23.60	17.80	14.30	12.00	31.20	7.30	
1966	108.00	72.00	58.00	54.00	46.00	33.30	27.50	20.90	19.80	18.70	33.30	0.40	
1967	120.00	77.40	72.00	63.60	49.00	33.30	25.00	21.60	17.80	15.40	33.30	0.40	
1968	132.00	92.40	77.60	60.00	42.00	30.70	27.00	22.50	18.60	16.00	30.70	10.20	
1969	150.00	108.00	80.00	66.00	52.00	38.80	30.60	23.60	19.20	16.40	38.80	24.00	
1970	156.00	105.00	88.00	82.50	72.00	55.30	44.80	35.50	29.10	24.90	55.30	458.00	
1971	120.00	78.60	56.40	45.30	33.80	22.70	17.10	15.10	14.00	12.40	22.70	125.40	
1972	97.20	70.20	61.40	57.00	41.50	30.20	23.00	17.60	14.10	11.80	30.20	13.70	
1973	102.40	55.10	38.80	29.10	22.20	19.50	15.00	12.30	10.30	8.80	19.50	207.40	
1974	86.40	67.80	67.20	61.80	50.60	45.30	42.30	33.10	27.10	23.00	45.30	129.96	
1975	90.00	60.00	47.60	40.20	32.80	26.70	21.90	17.10	15.50	13.30	26.70	51.80	
1976	198.00	117.00	82.00	66.00	45.00	32.00	23.00	19.00	15.00	13.00	32.00	3.60	
SUMA	2,170.00	1,528.70	1,228.60	1,052.70	805.90	609.90	493.10	402.50	341.20	295.00	609.90	1,256.76	

DESVIACION ESTANDAR = 8.6

ANEXO 2																		
MINIMO	I5	V5	Q5	I10	V10	Q10	I15	V15	Q15	I20	V20	Q20	I30	V30	Q30	I45	V45	Q45
1973	102.3	6,827	793	55.1	7,347	854	38.8	7,760	902	29.1	78	902	33.1	8,880	1,032	19.5	11,700	1,300
OCURRENCIAS EN 18 AÑOS SOLO UNA VEZ																		
MEDIA	120.6	8,040	934	84.9	11,320	1,316	68.3	13,660	1,588	58.9	15,707	1,826	44.8	17,920	2,083	33.9	20,340	2,364
OCURRENCIAS EN 18 AÑOS 14 VECES																		
1962	120	8,000	930	103.8	13,840	1,609	80	16,000	1,860	6906	18,560	2,158	54.4	23,760	2,760	44	26,400	3,068
OCURRENCIAS EN 18 AÑOS SOLO UNA VEZ																		
1974	86.4	5,760	669	67.8	9,040	1,051	67.2	13,440	1,562	61.8	16,480	1,916	50.6	20,240	2,352	45.3	27,180	3,159
OCURRENCIAS EN 18 AÑOS SOLO UNA VEZ																		
MAXIMA																		
1970	156	10,400	1,209	105	14,000	1,821	88	17,600	2,046	82.5	22,000	2,257	72	28,800	2,955	55.3	33,180	3,856
OCURRENCIAS EN 18 AÑOS SOLO UNA VEZ																		

TIPO DE CARCAMO

Este cárcamo que nos ocupa en este trabajo fué planeado y construido por financiamiento del Instituto del Fondo Nacional para la Vivienda de los Trabajadores (INFONAVIT), para cubrir las necesidades de sanidad de un proyecto gigante de vivienda, ya que al construir un centro urbano de la magnitud de la Unidad Habitacional San Pablo, se generan grandes volúmenes de aguas a desalojar lo que implica la construcción de una estructura hidráulica eficiente para esta tarea.

Este cárcamo es del tipo húmedo, se le llama de esta manera ya que el equipo de bombeo está en contacto directo con el agua. El cárcamo se encuentra abajo del nivel del terreno natural para la llegada por gravedad de los colectores, la recolección es del tipo mixto. El desalójo de las aguas se lleva acabo en forma separada, ya que cuenta con un equipo para las aguas negras y otro para las pluviales, de igual manera cada equipo tiene su propia línea de descarga.

Una vez estimado el gasto $Q=2796$ lps se procede a dimensionar el cárcamo de bombeo, para lo cual se tomaron en cuenta las siguientes recomendaciones hechas por el instituto de hidráulica de los Estados Unidos.

Las dimensiones dadas en el esquema siguiente (figura 3.1 y 3.2) son las mínimas recomendadas por el Hidraulic Institute, el dimensionamiento se hizo por separado, como si fueran dos pozos; pero se decidió construir un solo pozo y manejar aguas negras y pluviales juntas. Esta decisión es muy práctica porque:

- 1.- Se ahorra tiempo y costo en la construcción.
- 2.- Con las bombas sumergibles para aguas negras se evacuan los lodos sedimentados del agua pluvial y no se requiere de equipo adicional para tal efecto.

En la figura (3.3) se muestra el dimensionamiento real del cárcamo en corte con la ubicación del equipo de bombeo.

Para determinar la profundidad del cárcamo se tomaron en cuenta los siguientes parametros:

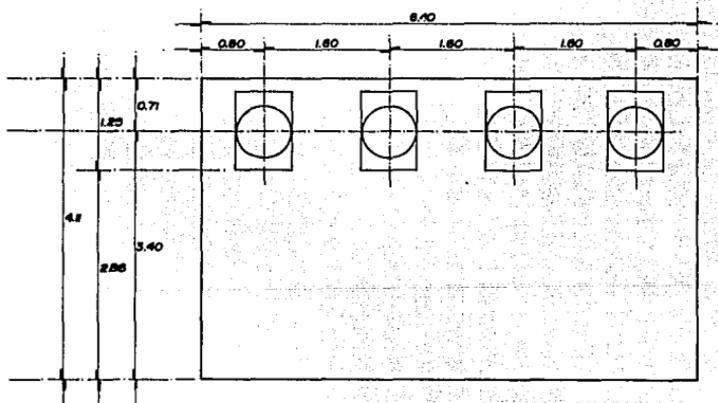
1.- Tamaño o longitud de la tubería de succión que es de 4.7 metros que se aproxima bastante a las recomendaciones hechas en el capítulo 2, que es de 4.87 m.

2.- La profundidad "C" que es igual a 30 cm.

3.- La losa reguladora de niveles cuyo peralte es de 80 cm y se muestra en la figura (3.3).

RECOMENDACIONES PARA EL DIMENSIONAMIENTO DEL CARCAMO SEGUN:
STANDARD OF THE HIDRAULIC INSTITUTE.

a-) AGUAS PLUVIALES.



b-) AGUAS NEGRAS.

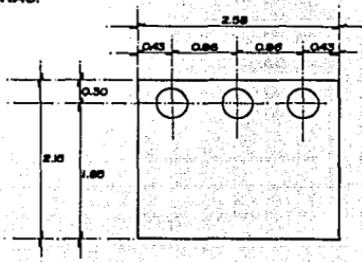
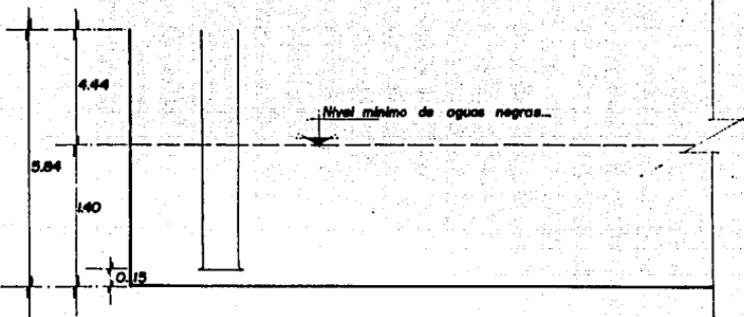
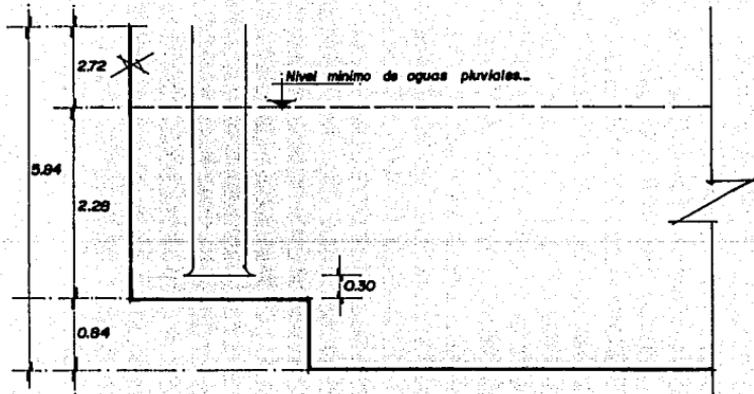


FIG. 3.1



$PROFUNDIDAD = (2.72 + 2.28) + 0.84 = 5.84$
 $\therefore PROF. NETA DEL CARCAMO = 5.84$

FIG. 3.2

DISEÑO Y CALCULO

SELECCION DE LAS BOMBAS

Al iniciar la selección de las bombas para un sistema de aguas combinadas de desecho se consultan catálogos de fabricantes de bombas para este uso y con base a eso se hacen propuestas como las que se mencionan a continuación:

a) Primera propuesta (fabricante NASSA JOHNSTON)

Modelo	Eficiencia	H/tazón	no. de pasos	Htotal
NJ18 MS	81.5%	43 ft	1	43 ft
Q lps	COSTO	PASO DE ESFERA	TIPO DE FLUJO	HP
700	N\$22,900.00	3"	MIXTO	147.8
POLOS	NPSHr	VELOCIDAD		
6	11.27m	1180 rpm		

Estos datos se obtienen de la curva de operación en donde se entra con el gasto que es 11095 GPM, ubicado en el eje horizontal y con la carga dinámica a vencer que es 42.78 pies ubicada en el eje vertical.

b) Segunda propuesta (fabricante ocelco)

Modelo	Eficiencia	H/tazón	no. de pasos	Htotal
20 PO	70 %	21.5 ft	2	43 ft
Q lps	COSTO	PASO DE ESFERA	TIPO DE FLUJO	HP
700	N\$42,000.00	4 7/8 "	AXIAL	172.18
POLOS	NPSHr	VELOCIDAD		
8	8.50m	880 rpm		

c) Tercera propuesta (fabricante Peerless Tisa)

Modelo	Eficiencia	H/tazón	no. de pasos	Htotal
24 HH	85 %	44 ft	1	43 ft
Q lps	COSTO	PASO DE ESFERA	TIPO DE FLUJO	HP
700	N\$55,000.00	1 1/8 ft		145
POLOS	NPSHr	VELOCIDAD		
8	6.70m	1185 rpm		

Nota: maneja únicamente aguas pluviales.

En base a las tres propuestas hechas se concluye que:

a) La primera propuesta es económica, eficiente; pero la NPSH es de 11.27 metros lo que implica una profundidad mayor del cárcamo además de que el paso de esfera es reducido.

b) La segunda propuesta es la más adecuada ya que presenta una NPSH menor que las otras, lo que hace que la excavación para el almacenaje de las aguas negras se a menor lo que abate el costo de construcción. Su paso de esfera adecuado lo que implica que sea menos fácil de atascar ya que las aguas manejadas por esta estructura hidráulica contienen demasiados desechos de diversos tamaños, formas y naturalezas, reduciendo las posibilidades de que se atasquen los equipos y con esto menores gastos de operación y mantenimiento. Además su costo en comparación con los otros modelos es adecuado.

c) La tercera propuesta es económica, eficiente; la NPSH es adecuada, pero el paso de esfera es reducido y solo maneja aguas pluviales y por su paso pequeño es fácil de atascar y por ello no es factible su aplicación en este cárcamo.

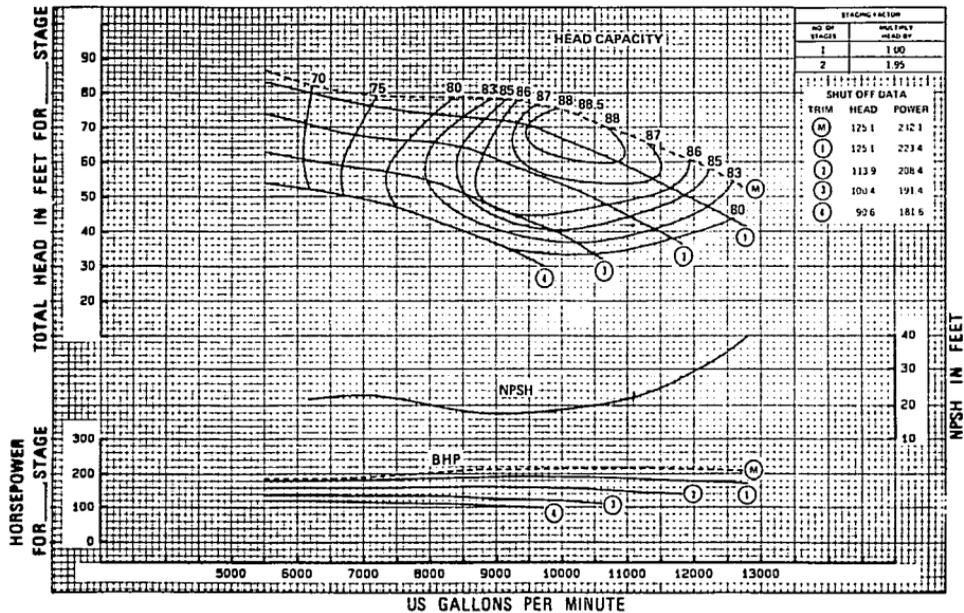
Se anexan gráficas de curvas del fabricante de las bombas propuestas.

24HH

Curve No. 4806309 (11-85)

Impeller No. 2621597

1185 RPM

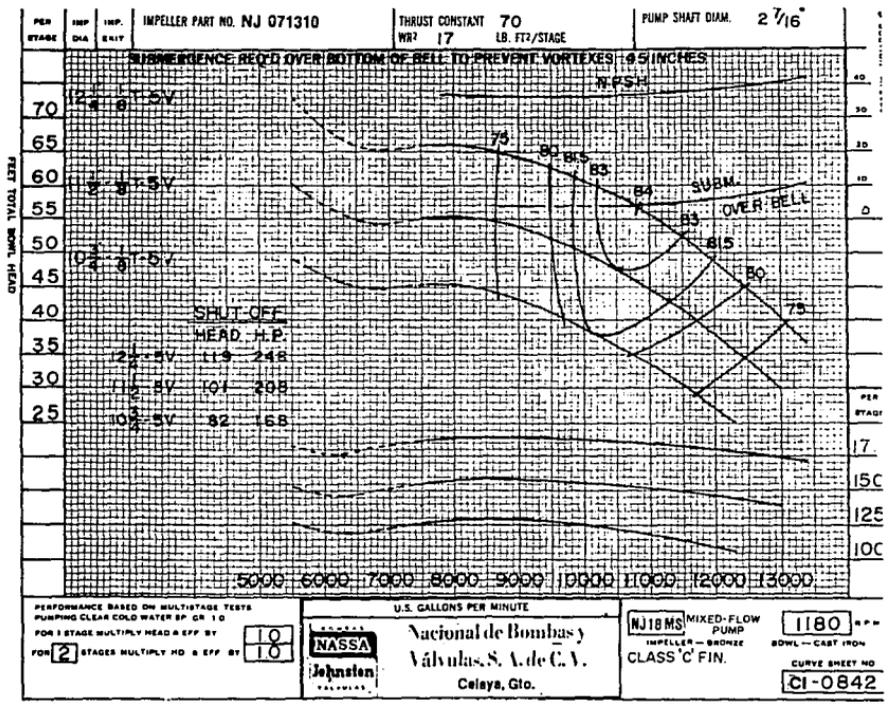


24HH

Curve No. 4806310 (11-85)

Impeller No. 2620986

1185 RPM



OPERACION AUTOMATICA DEL EQUIPO DE BOMBEO

Una vez elegido el tipo de bombas más adecuado es necesario establecer la forma en que van a operar para evitar ciclos muy frecuentes de la unidad y el consecuente desgaste de la misma, con este fin se establece un tiempo mínimo de bombeo en función del volumen acumulado tanto en el cárcamo como en las tuberías basándonos en los niveles del agua en el cárcamo. A continuación se describe la determinación de estos niveles:

a) Niveles de aguas negras: el volumen de aguas negras necesario para controlar el bombeo será almacenado íntegramente en el cárcamo y variara de 28 m³ hasta 88 m³ que es el volumen para un tiempo máximo de retención de 20 minutos.

b) Niveles de aguas pluviales: se proponen tirantes o niveles de operación de las bombas a partir del NPSH el cual se encuentra en la cota 43.64 mts. el objeto de estos niveles es el de establecer el volumen a bombear el cual debe ser tal que la bomba opere un tiempo mínimo adecuado.

Se propone el nivel 44.39 para el arranque de la bomba 1 y el nivel 43.64 para el paro de la misma la diferencia entre ambos niveles es de 75 cm, entre estos niveles los volúmenes que se manejarán son:

- En el cárcamo

$$V = 0.75m * 9 m * 10 m = 67.5 m^3$$

- En las tuberías

Colector bajo: embalse de la cota 43.64 a la cota 43.86 igual a volumen de tubo ahogado menos volumen del tubo parcialmente ahogado.

Volumen de tubo ahogado

$$V = 3.1416 * r^2 * L$$

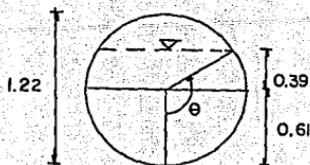
$$r = 0.61 m \quad L = 244 m$$

$$V = 3.1416(0.61)^2(244)$$

$$V = 285.2 m^3$$

Volumen tubo parcialmente ahogado de la cota 42.64 a la 43.64.

ESQUEMA



$$V = (R^3 L / B) (\text{Sen } e - (\text{Sen } e / 3) - e \text{Cos } e)$$

donde: $e = 129' 44'$
 $R = 0.61 \text{ m}$
 $L = 200 \text{ m}$
 $b = 1 \text{ m}$
 $e = 2.26 \text{ rad}$

$$V = (0.61)^3 \cdot 200 / 1 [\text{Sen} 129' 44' - \text{Sen} 129' 44' / 3 - 2.26 \text{Cos} 129' 44']$$

$$V = (0.2269 \cdot 200) (0.769 - 0.1516 + 1.4446)$$

$$V = 93.6 \text{ m}^3$$

Embalse de la cota 43.86 a la cota 44.39

$$V = 3.1416 \cdot r^2 \cdot L$$

$L = 106 \text{ m}$
 $r = 0.61 \text{ m}$

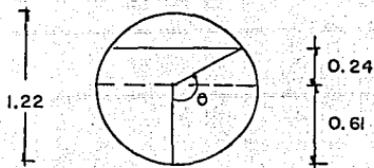
$$V = 3.1416 (0.61)^2 \cdot 106$$

$$V = 123.91 \text{ m}^3$$

Colector alto de la cota 43.54 a la cota 44.39

$$V = (R^3 L / B) (\text{Sen } \phi - (\text{Sen } \phi / 3) - \phi \text{Cos } \phi)$$

ESQUEMA



donde: $e = 113' 10'$
 $R = 0.61m$
 $L = 170m$
 $b = 0.85 M$
 $e = 1.9751 \text{ rad}$

$V = 65.2 \text{ m}^3$

Volumen total

$V_t = (285.2 - 93.6) + 123.91 + 62.2 + 67.5$

$V_t = 448.21 \text{ m}^3$

Tiempo de bombeo

$T = 448210 / (174 + 700)$

$T = 512.83 \text{ seg}$

$T = 8.55 \text{ min}$

donde:

Capacidad de la bomba sumergible para aguas negras:

$Q = 174 \text{ lps}$

Capacidad de la bomba centrífuga para aguas pluviales:

$Q = 700 \text{ lps}$

Este es el tiempo que trabajan las bombas del nivel 43.64 al nivel 44.39; ya que las bombas sumergibles tienen ya aproximadamente más de una hora trabajando. Este tiempo es adecuado ya que según experimentaciones el tiempo mínimo de bombeo debe ser mayor o igual a 5 minutos.

EQUIPAMIENTO DEL CARCAMO

BOMBAS

El número y capacidades de los equipos se eligieron basándose en los cálculos y análisis hechos tomando en cuenta las especificaciones de los fabricantes y criterios de los proyectistas, auxiliándonos de textos especializados en la materia.

En cualquier estación de bombeo deben existir por lo menos 2 bombas con una capacidad cada una de 2/3 partes del gasto total por bombear. La operación de estas bombas se realizará en forma alternada para evitar un desgaste excesivo de cualquiera de las unidades. Se recomienda un mínimo de dos bombas para el caso de que se presente un descompostura de una de ellas y la otra unidad tenga la capacidad para desalojar el gasto demandado. En este caso en particular que la demanda total de gasto a desalojar 2796 lps, prácticamente 2,800 lps no se eligieron dos bombas por que equivaldría a tener dos unidades de 1,400 lps cada una y las desventajas de estas serían: unidades muy grandes y con una NPSH que resultaría muy grande lo que originaría mayor profundidad en el cárcamo y por lo tanto mayor costo en su construcción y en el equipo adicional.

La posibilidad de usar 4 unidades fué la más adecuada por que equivale a tener bombas de 700 lps cada una, con una NPSH adecuada al proyecto y al presupuesto. La bomba usada tiene las siguientes características, es una bomba Mod. 20 PO Mca. Ocelco centrífuga vertical tipo propela (helice) para manejar aguas pluviales sin tratar a temperatura ambiente e instalarse en cárcamo húmedo con capacidad para bombear 700 lts/seg con una carga dinámica de diseño de 13.04 mca y 880 RPM y dos pasos.

El tipo de bomba utilizado para desalojar las aguas negras es una bomba sumergible marca Impel de la serie LG 30-4-200 con motor eléctrico de 30 hp, 440 volts, 3 fases, 4 polos, 1800 rpm, 60 Hz con sello mecánico para proporcionar un gasto de 58 lps contra 17.2 m. de carga, de este tipo de bomba se necesitarán 3 para cumplir la demanda del gasto de aguas negras.

Estas bombas tienen varias ventajas, entre ellas, son fáciles de transportar, instalar y además son propias para manejar aguas sucias con lodos y arenas; requieren de un tirante muy pequeño para su funcionamiento. La limitante de

estas bombas es su capacidad, baja eficiencia y costo relativamente alto.

Para el manejo de las bombas se recomienda lo siguiente: la bomba no deberá tirarse de los cables eléctricos para esto se utiliza una cadena sujeta a una asa.

Para la conexión de esta bomba su arrancador magnético existen dos cables uno de corriente (4 polos) y otro de control (2 polos). El cable de corriente deberá conectarse al suministro asegurándose que el polo blanco sea el neutro (tierra efectiva no de compañía suministradora) y los otros a las tres fases respectivamente. FIG 6 MANUAL IMPEL

El cable de control esta conectado a un circuito termopar que desconecta a 125 grados y restablece a 75 grado centígrados colocado en los devanados del motor; debe conectarse en serie con la bobina del arrancador magnético para que al abrirse en caso de sobretemperatura corte el suministro de energía, esta falla puede presentarse por:

- a) Trabajo en seco.
- b) Falla de corriente de alimentación.
- c) Bloqueo del impulsor.
- d) Bombeo de líquidos demasiado densos o viscosos.

Para la operación de la bomba es importante que trabaje sumergida completamente evitando así calentamientos anormales. Verificar que la rotación del impulsor sea la correcta indicada en la etiqueta de características o en la espiral de la carcasa, de lo contrario disminuirá el rendimiento notablemente y sufrirá daños importantes.

Para instalar esta bomba se debe anclar el codo de descarga al fondo del cárcamo colocando tubos guía del codo a la parte superior del cárcamo para poder sacar o introducir la bomba sin necesidad de descender al interior de el. FIG 8 MANUAL IMPEL.

El mantenimiento de esta bomba se hace tomando en cuenta que trabaja en forma continua y se recomienda extraerla cada 4 meses y revisar lo siguiente:

1.- Nivel de aceite, la bomba deberá estar en posición vertical, cerciorándose que el nivel de aceite no este más abajo del tornillo rebosadero de aceite; añadir de ser necesario. Los aceites recomendados son DTE OIL No. 25 (Mobil Oil), TURBINE OIL MEDIUM (Quaker State).

2.- Desgaste del impulsor.

3.- Verificar si se a introducido agua o aceite en el motor, de ser así, remitirla al fabricante o distribuidor autorizado.

4.- Hacer pruebas de presión y revisar fugas. Es necesario cambiar todo el aceite una vez por año.FIG 9
MANUAL IMPEL.

SERIE C Y LG

I. MANEJO

La bomba no deberá tirarse de los cables eléctricos; para esto se utiliza una cadena sujeta a una asa.

II. INSTALACION ELECTRICA

Para la conexión de las bombas C y LG a su arrancador magnético, usted encontrará dos cables, uno de corriente (4 polos) y otro de control (2 polos). El cable de corriente deberá conectarse al suministro, asegurándose que el polo blanco sea el neutro (tierra efectiva, no de compañía suministradora) y los otros a las 3 fases respectivamente (Fig. 6).

El cable de control está conectado a un circuito termopar que desconecta a 125°C y restablece a 75°C colocado en los devanados del motor; debe conectarse en serie con la bobina del arrancador magnético para que al abrirse en caso de sobretemperatura corte el suministro de energía. Esta falla puede presentarse por:

- Trabajo en seco
- Falla de corriente de alimentación
- Bloqueo del impulsor
- Bombeo de líquidos demasiado densos o viscosos

III. OPERACION

En la serie LG es importante que la bomba trabaje sumergida completamente así evitará calentamientos anormales y la pérdida de su garantía.

Verificar que la rotación del impulsor sea la correcta en el sentido indicado en la etiqueta de características o en la espiral de la carcasa, de lo contrario, disminuirá el rendimiento notablemente y podrá sufrir daños importantes.

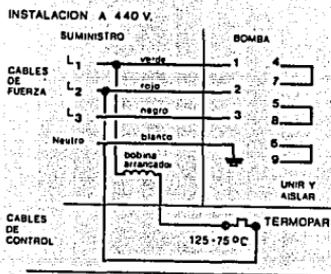
IV. INSTALACION HIDRAULICA

SERIE "C": La instalación hidráulica de este modelo de bomba, consiste sólo en conectar un tubo o manguera a la descarga de la bomba sin necesidad de fijarla. En caso de utilizar un tubo se recomienda ampliar el diámetro y colocar una tuerca unión para facilitar su conexión o desconexión. (Fig. 7).

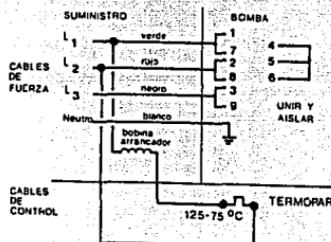
SERIE "LG": En este modelo la instalación es fija, se debe de anclar el codo de descarga al fondo colocando tubos guía del codo hacia la parte superior del cáramo para poder sacar o introducir la bomba sin necesidad de descender al interior de él. (Fig. 8).

Fig. 6

DIAGRAMA DE CONEXION



INSTALACION A 220 V



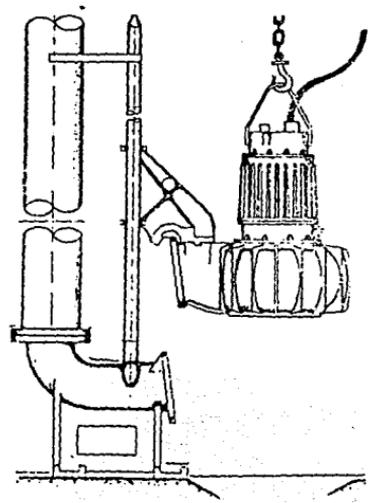
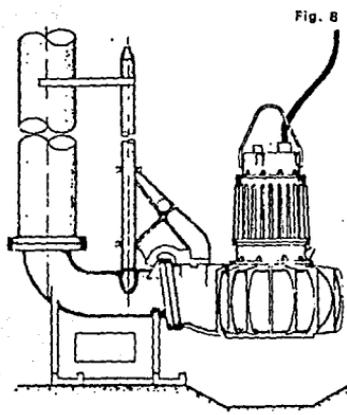
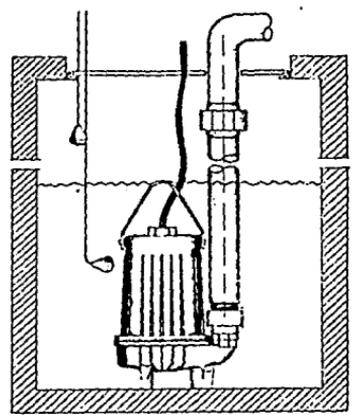
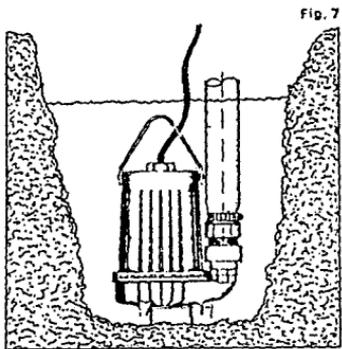
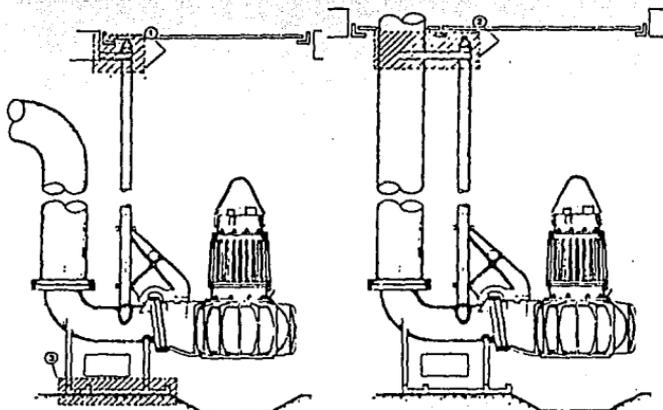
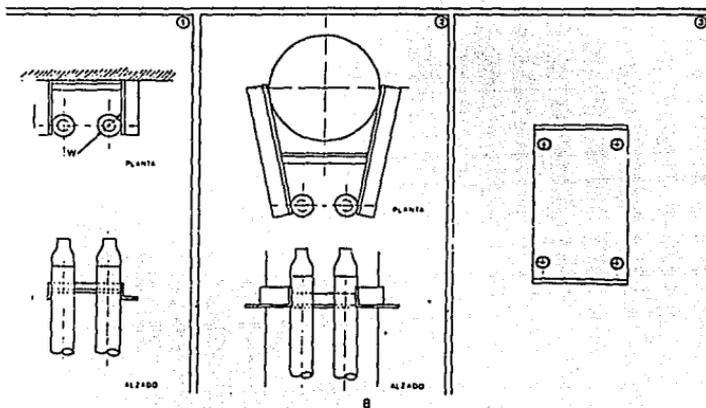


Fig. 8 (continuación)



COLOCACION DE TUBOS GUIAS Y CODO



V. MANTENIMIENTO

Si la bomba trabaja en forma continua se recomienda extraerla cada cuatro meses y revisar:

1) Nivel de aceite:

Para los modelos LG 22 y 24 se debe colocar la bomba en posición horizontal con los tornillos de purga hacia arriba, el nivel deberá estar a 15 mm abajo de la rosca de los tornillos.

Para los modelos LG 5, 10, 15, 20, 30, 75 y 100, la bomba deberá estar en posición vertical, cerciorándose de que el nivel de aceite no esté más abajo del tornillo rebosadero de aceite; añadir de ser necesario.

Para los modelos C 14 y 24, colocando la bomba en posición vertical el nivel debe estar a 80 mm bajo la superficie de la boca de llenado. (Fig. 9)

Aceites recomendables:

Bombas Serie C:

Aceite dieléctrico para transformador.

Bombas Serie LG:

DTE OIL No. 25 (Mobil Oil)

TURBINE OIL MEDIUM (Quaker State)

2) Desgaste del impulsor.

3) Verificar si se ha introducido agua o aceite en el motor, de ser así, remitirla al fabricante o distribuidor autorizado.

4) Hacer pruebas de presión y revisar fugas (no presurizar a más de 2 Kg/cm²). Es necesario cambiar la totalidad de aceite una vez por año, ya que el tiempo altera las características lubricantes del mismo.

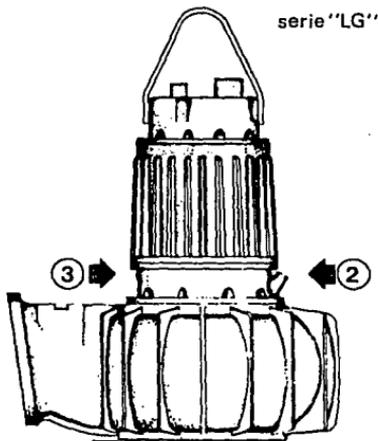
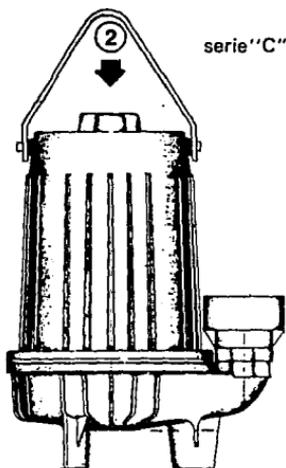


Fig. 9

2. Tornillo de llenado de aceite.

3. Tornillo de rebose de aceite.

MOTORES

Las bombas de velocidad constante pueden accionarse por motores de inducción con rotor bobinado, de jaula de ardilla o motores síncronos.

Los motores polifásicos de jaula de ardilla son de corriente alterna y se usan mucho debido a su construcción resistente y a la ausencia de contactos eléctricos móviles, lo cual lo hace adecuados para trabajar en lugares en que hay polvos o gases inflamables. Este tipo de motores se seleccionan debido a su sencillez, fiabilidad y economía, a menos que las limitaciones de intensidad de arranque de la compañía eléctrica obligen a la elección de los motores de rotor bobinado.

Lo que le da el nombre a este motor es básicamente su tipo de rotor el cual consiste en barra gruesas de cobre, puestas en corto circuito por anillos de extremo o las barras y los anillos de extremo pueden ser una sola pieza fundida de aluminio, de ahí el nombre de jaula de ardilla.

Ventajas del motor jaula de ardilla:

- 1.- Posibilidad de obtener un par de arranque adaptado a la máquina o equipo movido.
- 2.- Reducción máxima de la demanda de corriente durante el arranque.
- 3.- Permite arranques de gran duración o frecuentes con la ayuda de resistencias apropiadas.
- 4.- Posibilidad de controlar dentro de ciertos límites la velocidad para diferentes cargas.

El motor eléctrico utilizado en este proyecto es un motor eléctrico vertical tipo jaula de ardilla con flecha hueca de 200 Hp, 440 volts, 3 fases, 8 polos, 60 cps y 880 rpm.

Los motores diesel o de encendido por chispa pueden utilizarse para impulsar bombas de aguas residuales como una opción durante los cortes de energía eléctrica. En estos casos se instalan una o más unidades de accionamiento dual. En esta disposición se monta un motor eléctrico encima del engranaje en ángulo recto y se acopla

directamente a árbol de la bomba. El motor de combustión interna se conecta al árbol horizontal del engranaje en ángulo recto por medio de un embrague o acoplamiento de desconexión rápida. Si este motor a de funcionar automáticamente el embrague sera de tipo rueda libre. El motor de combustión interna utilizado en el cárcamo tiene las siguientes características: es marca Cummins Mod. NTA-855-P su potencia es de 360 Hp a 2100 rpm y de 280 Hp a 1800 rpm.

EQUIPO DE CONTROL Y VALVULAS

El equipo de control para una bomba, en el sentido más amplio, da al usuario: 1) El flujo, presión o el nivel del líquido deseado; 2) Protección para el equipo de bombeo y al sistema en general de los daños o riesgos que pueda ocasionar el líquido que se maneja; 3) Libertad administrativa en decisiones que hay que tomar durante la operación y mantenimiento del sistema.

TIPOS DE SISTEMAS DE CONTROL

Los sistemas de control que se utilizan para la operación del equipo de bombeo varían en complejidad, desde una válvula sencilla operada manualmente, hasta un control automático del flujo o bien el control de la velocidad de la bomba en un equipo de diseño avanzado. El tipo de bomba y de su equipo son factores en la selección del sistema de control. Para las bombas centrífugas, tanto el cambio de velocidad como el cambio de posición de la válvula pueden controlar la variable deseada.

Los sistemas de control que se utilizan para las bombas se pueden clasificar básicamente en sistemas del tipo " de dos posiciones " y de modulación. El primero opera solamente bajo dos condiciones que son: aun valor determinado de flujo (o de presión) o aun valor cero. Por lo tanto la válvula estará ya sea abierta o cerrada y el motor de la bomba puede estar funcinando o estar parado. El sistema de modulación ajusta la posición de la válvula o la velocidad del motor a las necesidades del momento. Cualquiera de estos pueden ser automáticos o manuales.

Todos los sistemas de control deben tener:

- 1.- Un elemento de medición o sensor.
- 2.- Un medio de comparación entre el valor de la variable y el valor deseado.

3.- Un elemento de control final (una válvula) para producir el cambio necesario en la variable medida del flujo que se maneja.

4.- Un actuador para mover el elemento de control final a la posición deseada.

5.- Un medio multiplicador de fuerza, que permita que una señal débil genere la suficiente fuerza para mover el actuador.

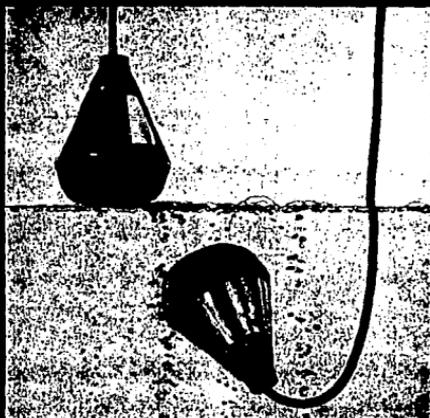
Los elementos sensores y de medición en el equipo de control automático de una bomba detectan valores de algunas variables, o miden los cambios en nivel de líquido, presión, flujo, concentración química y temperatura.

La señal emitida por un elemento de medición frecuentemente necesita someterse a un proceso de amplificación o a una conversión de señal en otro medio de transmisión, lo que se logra con un "convertidor de señal".

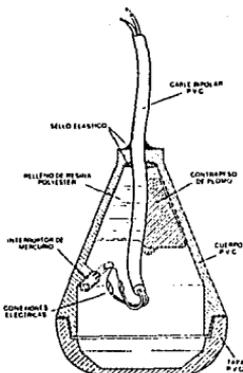
Las conversiones de señal más comunes son las que cambian una señal de presión de aire a un voltaje eléctrico, o bien un movimiento de rotación puede ser la señal que genere un voltaje eléctrico.

En este caso para controlar el nivel de líquido en el cárcamo se utiliza un interruptor sumergible con cápsula de mercurio que esta fabricado exteriormente con PVC lo que lo hace altamente resistente a los materiales contenidos en las aguas residuales. Estos interruptores cuentan con una cápsula de mercurio con un contacto normalmente abierto, el cual se cierra cuando el interruptor se inclina al subir el nivel de líquido. **FIG. INT. SUMERGIBLE MANUAL IMPEL.**

impel 



**INTERRUPTOR SUMERGIBLE
CON CAPSULA DE MERCURIO**



INTERRUPTORES SUMERGIBLES IMPEL

Los interruptores IMPEL son la solución para la detección de niveles en donde el agua no puede ser usada como medio conductor de la electricidad.

Están fabricados exteriormente con PVC lo que los hace altamente resistentes a los materiales contenidos en las aguas residuales, domésticas, municipales e industriales.

Cuentan con una cápsula de mercurio con un contacto normalmente abierto, el cual se cierra cuando el interruptor se inclina al subir el nivel del líquido.

VOLTAJE	CAPACIDAD
127 V.	5 A.
220 V.	7 A.
440 V.	10 A.

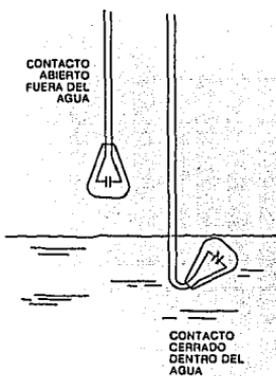
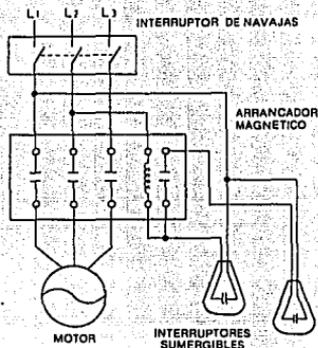


DIAGRAMA DE CONEXIONES PARA ARRANQUE DE UNA BOMBA POR MEDIO DE DOS INTERRUPTORES SUMERGIBLES.



HECHO EN MEXICO POR:



TERMO HIDRAULICA, S.A. de C.V.

Los Ángeles No. 26 Miraflores México D.F.-cp 03910 Tel 563-9900, 563-9554, 563-9429

DISTRIBUIDO POR:

VALVULAS

Elementos fundamentales de una válvula. Esta consiste en:

1.- Un cuerpo o carcasa capaz de: a) resistir la presión interna; b) conducir al fluido por una trayectoria adecuada, que no es siempre la de menor resistencia; c) resistir las fuerzas externas que repercuten sobre la válvula originados por bienes adyacentes o bien generadas por los actuadores mismos de las válvulas; d) actuar como apoyo de otros componentes de la válvula.

2.- Un elemento de cierre móvil que puede restringir o detener la magnitud del flujo através de la válvula.

3.- Medios capaces de mover el elemento de cierre y bloquearlo en determinada posición; ya que esta operación generalmente debe efectuarse desde el exterior del cuerpo de la válvula. Esto se logra através de un orificio sellado adecuadamente y valiéndose de un "vástago" o varilla que puede girar y mover al elemento de cierre sin que se presente fuga alguna.

La operación de las válvulas en sistemas de control de dos posiciones que se instalan en equipos de bombeo tienen los siguientes objetivos:

1.- Aislamiento de la bomba: tiene la finalidad de dar protección, o cuando se requiere de mantenimiento de la bomba o por razones administrativas.

2.- Desfogue de presiones: tiene la finalidad de dar protección.

3.- Venteo: eliminación de gases o vapores del interior de la craga de la bomba.

4.- Drenado: eliminación de líquidos de la carcasa.

Las válvulas utilizadas en este sistema de bombeo son:

1.- Válvula de retención DUO-CHECK de 762 mm de diametro. Esta válvula se usa con el objeto de detener la masa de agua que se encuentra en la tubería cuando la bomba suspende su operación y con el fin de evitar esfuerzos excesivos en las bombas debido al fenómeno de golpe de ariete; esto no quiere decir que estas válvulas eliminen el efecto del fenómeno, sino que únicamente lo atenúan; existen varios tipos en el mercado pudiéndose observar algunos de ellos en la figura siguiente. fig 3.4 (3,4,5).

La primera representa la válvula check tradicional y comunmente empleada llamada de columpio. La segunda se denomina duo-check y consta esencialmente de dos medias lunas conectadas a un eje vertical, que se abren y se cierran segun el sentido del escurrimiento; esta válvula frente a la tradicional es más liviana, de menor tamaño y consecuentemente tiene menor costo, pero las pérdidas de carga son relativamente mayores que en la anterior. La tercera válvula es llamada válvula check cuya principal característica es efectuar un cierre más o menos lento con lo cual se consigue incrementar la vida de la válvula y casi eliminar el ruido que producen los otros tipos. Esto último es ventajoso para ciertos casos dada la ubicación de la obra; se le llama tambien check silenciosa.

La selección del tipo de check para una determinada instalación dependera del diámetro de la válvula a emplear, de las presiones a las que operará y de su costo en el mercado. Aun que tambien el tiempo de entrega que ofrecen sus fabricantes puede ser determinante en el tipo elegido.

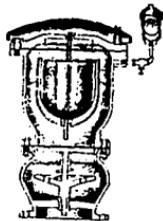
2.- Válvula de seccionamiento tipo mariposa de 762 mm de diametro. Las válvulas de mariposa como la mostrada en la figura 3.4 (8) puede sustituir a la de compuerta cuando se requieren diametros grandes y para presiones bajas en la línea; tiene la ventajas de ser más ligeras, son de menor tamaño y más baratas, estas válvulas se operan por medio de una flecha que acciona un disco haciendolo girar centrado en el cuerpo de la válvula; la operación puede ser manual, semiautomática o automática mediante dispositivos neumáticos, hidráulicos o eléctricos. El diseño de esta válvula permite emplearla como reguladora de gasto.

3.- Válvula de compuerta de 304 mm de diámetro. La válvula de compuerta se emplea con el objeto de aislar en un momento dado algún elemento o sección de la instalación para poder efectuar una reparación, inspección o dar mantenimiento, sin que interrumpa totalmente el servicio de bombeo. Tambien se evita con esta válvula el regreso del agua por alguna bomba que no este operando debido a la operación parcial del equipo de acuerdo las necesidades de descarga. El tipo de válvula de compuerta más empleado es el que se muestra en la figura 3.4 (7) y se caracteriza por ser bridada y con vastago saliente es decir que este se desplaza segun su eje vertical.

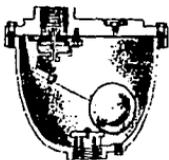
4.- Válvula para golpe de ariete. Las válvulas aliviadoras de presión son empleadas para proteger al equipo de bombeo, tuberías y demas elementos de la conexión

de los cambios bruscos de presión que se producen por el arranque o para del equipo de bombeo. La válvula está diseñada de tal manera que puede abrirse automáticamente y descargar al exterior, cuando la presión en el sistema es mayor que aquella con la que fué calibrada, lograndose con ello el abatimiento de la línea piezométrica el cierre de esta válvula también es automatico y se logra cuando la presión en la línea llega a ser menor que la de ajuste o calibración. La ubicación de esta válvula se elige después de los elementos de control o al principio de la tubería de descarga común. fig. 3.4 (9).

5.- Válvulas de admisión y expulsión de aire. Algunas se instalan con el objeto de expulsar aire retenido en la succión cuando la bomba no trabaja. Esta expulsión se efectúa luego de iniciarse la operación de la bomba. Se ubica inmediatamente a la descarga de la bomba, generalmente después de la junta flexible. Uno de los tipos más usados es el que muestra en la figura 3.4 (1) a la cual puede acoplarse una válvula check con el objeto de amortiguar el golpe de agua para prolongar su vida útil y evitar ruidos desagradables; la instalación de esta check es optativa pero recomendable.



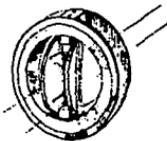
①



②



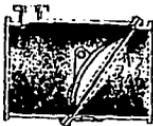
③



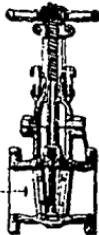
④



⑤



⑥



⑦



⑧



⑨

Fig 126 VALVULAS 1 - de Arg 2 - de Arg 3 - Check 4 - Dam-Check 5 - Check silenciosa 6 - Reto Check 7 - Comparto 8 - Mompaso 9 - Alivio

SUBESTACION ELECTRICA

El cárcamo cuenta con una subestación eléctrica del tipo compacta, servicio para interperie, operación a 23 Kv, 60 cps, 3 fases, 2500 msnm. Con nivel de aislamiento al impulso de 125 Kv formada por los siguientes módulos:

- A) Medición
- B) Cuchillas de paso
- C) Dos interruptores, fusibles y apartarayos
- D) Acoplamiento con tapa lateral

Cuenta con gabinetes autosoportados para controles, con puertas embisagradas construidas de lámina de acero rolada en frío, de espesor (Cal. 12 USG) previo al proceso de desoxidación y banderizado.

Cuchillas desconectoras de operación manual, sin carga, tiro sencillo tres polos, 23 kv BIL de 150 kv 600 Amp continuos, de servicio interior.

Interruptor de aire clase 23 kv operacion con carga, tres polos con portafusibles y dispositivos de disparo simultáneo en caso de corto circuito accionado desde el frente del tablero por medio de disco y palanca removible.

Fusibles de alta capacidad interruptiva, 800 MVA, de capacidad interruptiva simetrica, con elemento fusible de:

40 Amp
6 Amp

Apartarayos autovalvulares, clase distribución, un polo, 60 cps para sistemas con neutro sólido a tierra de 20/23 kv inter fases, servicio interior, 0-3000 msnm.

Aisladores tipo soporte de recibloc, servicio interior 23 kv NAI de 125 kv.

Lineas de alimentacion formadas por barras de Cu electrolítico de 6.35x32 mm con capacidad de 400 Amp continuas.

Transformador de potencia de 750kva, trifásico, auto-enfriado en aceite, primario de 23000 volts, conexión delta, secundario de 440/254 volts, conexión estrella, 60 cps, impedencia $Z=7.9\%$, 2500 msnm 65/40 grados centígrados de elevación de temperatura.

Transformador de distribución de 112.5 kva, trifásico autoenfriado en aceite, primario de 23000 volts, conexión delta, secundario de 440/254 volts conexión estrella, 60 cps, impedancia $Z=5.1\%$, 2500 msnm 65/40 grados centígrados de elevación de temperatura.

GRUAS PARA EL MANEJO DE EQUIPO Y REJILLAS

Para el manejo del equipo de bombeo se utiliza una grúa sobre un puente monorriel IPR-12X8 con un claro de 6.5 m y una longitud de 15 m con polipasto suspendido, con una velocidad de transporte sobre el monorriel de 30 m/min y una velocidad de transporte de polipasto de 20 m/min. Con una capacidad de 2 ton, control eléctrico de 6 pasos marca Endor Stahl mod. R-20/8 con motor de 2.6 hp.

Para el manejo de las rejillas se utiliza una grúa sobre un puente monorriel IPR-8x4 con longitud de 2.5 m con polipasto suspendido marca Endor Stahl de cadena mod. RE-6/6 con capacidad de 600 kg, con control eléctrico de 6 pasos, con motor de 0.75 hp.

CAPITULO IV

DISEÑO ESTRUCTURAL DEL CARCAMO DE BOMBEO

CONSIDERACIONES DEL PROYECTO

RESISTENCIA DEL SUELO

De acuerdo con las características de varias muestras de suelo observadas, el laboratorio recomienda considerar una resistencia de 10 ton/m².

NIVEL FREATICO

Mediante observaciones realizadas en diversos sitios y por sondeos realizados, el nivel de aguas freáticas se encuentra a los 10 metros de profundidad, por lo que su efecto no se considera en este proyecto y solo se menciona como información de la zona.

ESTRUCTURA DEL CARCAMO

La estructura del cárcamo será de concreto armado cuya resistencia es de $f'c=200$ kg/cm², revenimiento normal (8 a 10cm) tma 19mm, el acero de refuerzo será de $f_y= 4000$ kg/cm², los muros laterales del cárcamo tienen un espesor de 45 cm y están calculados como muros de contención, apoyados sobre zapatas de 3.5 m de base por 0.35 m de espesor; por el lado exterior reciben el empuje de tierra, por el interior están sujetos a la presión hidrostática, considerando para su diseño los efectos producidos por el transito de vehículos y cuando este se encuentra sin agua.

La losa de cubierta esta calculada para soportar su peso propio, la carga móvil, el peso de los equipos de bombeo así como el impacto que estos producen. Está se apoya sobre los muros y trabes, su espesor es de 0.25 metros.

Como se menciona anteriormente se está tomando en cuenta que en la losa de cubierta se tendrá un transito vehicular cuando sea necesario transportar equipo o refacciones. A raíz de esta consideración se tomo en cuenta una recomendación hecha por la AASHO (American Association of State Highway Officials) en cuanto al diseño de piso con carga del tipo:

$$I = \frac{15.24}{L+38.10}$$

Y una carga de eje de 10,886 kg = P la cual produce el momento máximo a una distancia:

$$E = 0.45L + 1.14 \text{ del claro}$$

DISEÑO Y CALCULO

Losa de cubierta

Factor de Impacto

$$I = \frac{15.24}{9.3 + 38.1} = 0.32$$

$$E = 0.45(9.30) + 1.14 = 4.86$$

El momento por carga móvil más impacto ésta determinado por la ecuación

$$M = (+) [0.2 P/E S] \\ (-)$$

$$M = [0.2 (0.5 * 10,886 * 1.3)] / (4.86 * 9.3)$$

$$M = 2,708.06 \text{ kg-m/m}$$

Momento por peso propio se consideró la losa como simplemente apoyada con una carga uniformemente repartida como se ilustra en la fig. 4.1.

$$w = 400 \text{ kg/m}^2$$

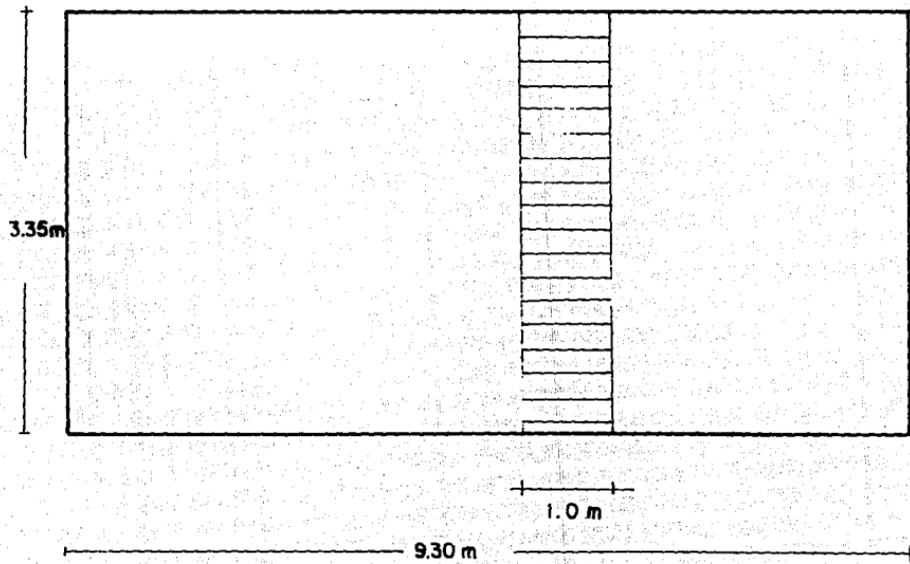


FIG. 4.1

PESO PROPIO

Se propone un espesor $d=0.20$ m

$$W = 0.20 \text{ m} * 2,400 \text{ kg/m}^3 = 480 \text{ kg/m}^2$$

Momento por peso propio: para diseñar esta se consideró su cálculo semejante al de las vigas rectangulares simplemente apoyadas para una faja de un metro de ancho como de ilustra en la fig. 4.1 y por tal motivo se utilizó la fórmula:

$$M = wL^2/8$$

$$M = \frac{480*(3.35)^2}{8}$$

$$M = 673.35 \text{ kg-m/m}$$

Momento total = Mcarga móvil más impacto + Mpeso propio

$$\text{Momento total} = 2,708.06 + 673.35 = 3381.41 \text{ kg-m/m}$$

Constantes

$$f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_y = 4000 \text{ kg/cm}^2$$

$$V_c = 4.10 \text{ kg/cm}^2$$

$$b = 1.0 \text{ m}$$

$$Q = 12.26$$

Fórmulas de diseño de vigas rectangulares y área de acero:

$$d = \sqrt{M/Qb}$$

$$A_s = M_s/f_s J d$$

$$d = \sqrt{3,381.41/12.26}$$

$$f_s = 0.5 f_y$$

$d = 16.60$ entonces se consideró $d = 20.00$ cm

$$H = 25 \text{ cm}$$

$$A_s = (338,141 \text{ kg-cm/cm}) / (2,000 * 0.9) (20)$$

$$A_s = 9.3928 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\text{N}^\circ \text{ Varillas} = A_s / \text{Asección} = 9.3928 / (0.71 + 1.27) = 4.74 \text{ del } \#3 \text{ y } \#4.$$

Entonces se usaran 5 Var del No. 3 y 4 @ 20 cm

Acero por temperatura

$$A_{st} = 0.002bh$$

$$A_{st} = 0.002 * 100 * 25$$

$$A_{st} = 5 \text{ cm}^2$$

Usando varillas #3, tendremos:

$$\text{No. 3} = 5 \text{ cm}^2 / 0.71 \text{ cm}^2 = 7.04 \text{ entonces se usaran 7 Var. del } \#3.$$

Diseño de traveses .- Otra recomendación de la AASHO para las traveses de este tipo, es calcular el momento por carga móvil más impacto mediante la ecuación:

$$M = 0.10 \text{ ps} = 0.10 * 0.5 * 10,886 * 9. = 5061.99 \text{ kg-m}$$

Peso propio

$$W = 480 * 3.35 * 0.5 + 0.40 * 0.80 * 2,400 = 1572 \text{ kg/m}$$

W losa W traveses

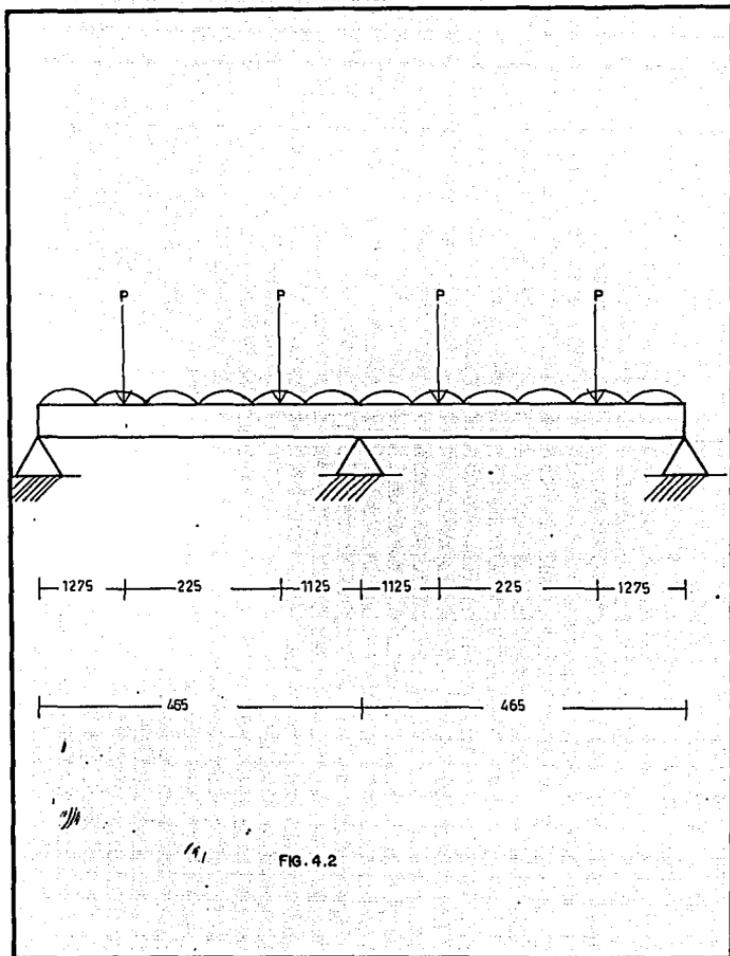
$$M = wL^2/8 = 1,572 * (4.65)^2 = 4,248.82 \text{ kg-m}$$

La carga producida por las bombas se idealiza en forma puntual quedando la distribución como se muestra en la figura 4.2.

$$WB = \text{Peso Propio de la bomba} = 1,600 \text{ kg}$$

$$WB + \text{Impacto} = 1,600 * 1.3 = 2,080 \text{ kg}$$

$$P = 2080 * 0.5 = 1040 \text{ kg}$$



$$MA1 = PB(L2-b2)/2L2$$

Se calculan los momentos del equipo en el punto A con las cargas de P1 a 127.5 cm y P2 con 352.5 cm, con esto y con los momentos anteriormente determinados se calcula el momento total.

$$MA1 = \frac{1040 * 1.275 ((4.65)^2 - (1.275)^2)}{2 * (4.65)^2}$$

$$MA1 = 612.94 \text{ kg-m}$$

$$MA2 = \frac{1,040 * 3.525 ((4.65)^2 - (3.52)^2)}{2 * (4.65)^2}$$

$$MA2 = 779.64 \text{ kg-m}$$

$$\text{Momento Total} = MT$$

$$MT = 5,061.99 + 4,248.82 + 612.94 + 779.64$$

$$MT = 10,703.39 \text{ kg-m}$$

$$\text{Si } B = 40 \text{ cm}$$

$$D = \sqrt{M/Qb}$$

$$D = \sqrt{(1'070,339 / (12.26 * 40))}$$

$$D = 46.71 \text{ cm}$$

$$\text{Si } B = 30 \text{ cm}$$

$$D = \sqrt{(1'070,339 / (12.26 * 30))}$$

$$D = 54 \text{ cm}$$

Se propone

$$B = 30 \text{ cm}$$

$$D = 57 \text{ cm}$$

$$H = 60 \text{ cm}$$

$$A_s = \frac{1'070,339}{2,000 \cdot 0.9 \cdot 57}$$

$$A_s = 10.43 \text{ cm}^2$$

$$N^\circ \text{ Varillas del } \#6 = 10.43 \text{ cm}^2 / 2.87 \text{ cm}^2$$

$$N^\circ \text{ var. } \#6 = 4 @ 25 \text{ cm}$$

Calculo de esfuerzo cortante: Para calcular el esfuerzo cortante se tomó en cuenta:

a) Momento por carga móvil dividido por su brazo de palanca.

b) Peso propio.

c) El peso de la bomba entre dos.

$$V = (5,061.99 / 4.65) + (1,572 \cdot 4.65 / 2) + 1,040$$

$$V = 1,088.60 + 3,654.90 + 1,040$$

$$V = 5,783.5 \text{ kg}$$

Cortante permisible V_c

$$V_c = 4.10 \cdot 30 \cdot 57 = 7,011 \text{ kg}$$

$V_c > V$ Por lo tanto pasa.

Espaciamiento de estribos:

Se pondrán 6 estribos del n° 2.5 @ 15 cm a partir de los apoyos y el resto a cada 25 cm. El valor de la separación entre estribos se recomienda igual a $d/2$. Cuando el esfuerzo cortante medio es $> 0.5 f'c$, la separación será $d/4$, como esto no se cumple se acepta la separación $d/2$.

DISEÑO DE COLUMNAS

$$P = 5,783.5 * 2 = 11,567 \text{ kg}$$

La relación entre la dimensión transversal mayor de una columna y la menor no excederá de 4. La dimensión transversal menor será por lo menos igual a 20 cm. Estas consideraciones son de las NTC-D.F. En cuanto al refuerzo estas norma sugieren que la relación entre el área de refuerzo vertical y el área total de la sección no será menor que $20/f_y$, ni mayor que 0.06. El número mínimo de barras será 6 en columnas circulares y 4 en rectangulares. Todas las barras longitudinales deben restringirse contra el pandeo con estribos con separación no mayor que $850/f_y$ veces el diámetro de la barra o de la barra más delgada del paquete, 48 diámetros de la barra del estribo, ni que la mitad de la menor dimensión de la columna la separación máxima de estribos se reducirá a la mitad de la antes indicada en una longitud no menor que la dimensión transversal máxima de la columna, 1/6 de su altura libre, ni que 60cm, arriba y abajo de cada unión de columnas con traves o losas, medida a partir del respectivo plano de la intersección.

Las columnas se revisarán por las NTC-DF y cumplirán con los requerimientos antes expuestos.

sección	45 x 45 cm
refuerzo	8 var #6
estribos	#2 @ 25 cm

DISEÑO DE LOSA SUPERIOR EN ZONA DE AGUAS NEGRAS (SIN TRANSITO DE VEHICULOS)

En la fig 4.3 se hace referencia de la losa de tránsito vehicular y la zona de bombas de aguas negras y pluviales.

$$\text{Peso propio de la losa} = 0.25 * 2,400 = 600 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Carga viva por especificación} = 300 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Carga total} = 900 \text{ kg/m}^2$$

$$W = \text{descarga de la losa} = 900 * 1.5 = 1,350 \text{ kg-m}$$

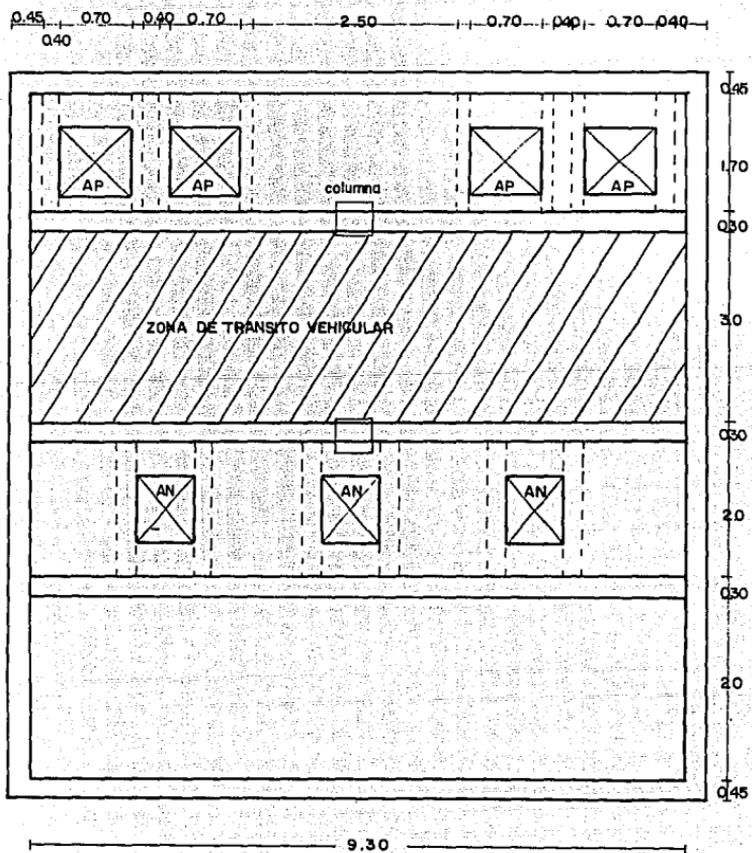


FIG. 4.3

Se calcula el momento producido por la carga total de la losa con un factor de seguridad de 1.5. Con este valor se obtendrá la propuesta de "D" con su respectiva fórmula.

$$M = wL^2/8$$

$$M = \frac{(1,350)(3)^2}{8}$$

$$M = 1,518.75 \text{ kg-m}$$

$$D = \sqrt{1,518.75/12.26}$$

$$D = 11.13 \text{ cm}$$

Se propone una D =12 cm y con esta un peralte total de la losa H =15 cm y con estos datos se obtiene el área de acero necesaria.

$$D = 12 \text{ cm}$$

$$H = 15 \text{ cm}$$

$$As = \frac{151,875}{2,000 * 0.9 * 12}$$

$$As = 7.03 \text{ cm}^2$$

Se colocaran varillas del N°4 alternadas @ 28 cm

DISEÑO DE LA TRABE DE APOYO DE ESTA LOSA

Se toma la descarga de la losa más el peso propio de la trabe de apoyo para obtener la W total y determinar el momento. Con esto se dan los valores reales de la trabe T-3 de la losa de aguas negras.

$$\text{Descarga de losas} = 900 * 1.5 + 900 * 0.95$$

$$= 2,205 \text{ kg/m}$$

$$\begin{aligned}\text{Peso de la trabe} &= 0.3 * 0.6 * 2,400 \\ &= 432 \text{ kg/m}\end{aligned}$$

$$W \text{ total} = 2,637 \text{ kg/m}$$

$$M = wL^2/8$$

$$M = \frac{2,637 * (9.3)^2}{8}$$

$$M = 28,509.26 \text{ kg-m}$$

$$\text{Si } B = 35 \text{ cm}$$

$$D = \sqrt{\frac{2'850,927}{12.26 * 35}}$$

$$D = 82 \text{ cm}$$

Se acepta

$$D = 92 \text{ cm}$$

$$H = 95 \text{ cm}$$

$$B = 35 \text{ cm}$$

Con estos valores se determina el área de acero en la trabe.

$$A_s = \frac{2'850,927}{2,000 * 0.9 * 92}$$

$$A_s = 17.21 \text{ cm}^2$$

N° de var. #6 = 6 varillas

Acero por temperatura

$$A_{sain} = 0.0035 * 30 * 95$$

$$A_{smin} = 10 \text{ cm}^2$$

Nº de var. #6 = 4 varillas

Cortante permisible V_c

$$V_c = 4.10 * 35 * 92 = 13,202 \text{ kg}$$

$$V = (2,637 * 9.3)/2$$

$$V = 12,262 \text{ kg}$$

$V_c > V$ Por lo tanto pasa

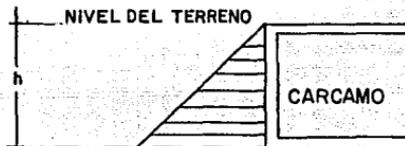
Se pondrán estribos por especificación :

6 estribos del No. 2.5 @ 15 en los apoyos

DISEÑO DEL MURO

Este tipo de depósito, que por necesidades de niveles del proyecto debe estar parcial o completamente enterrados, se construyen de concreto reforzado y su estructuración es semejante a los tanque superficiales.

Los esfuerzos a que están sometidos sus diversos elementos son idénticos, por lo que se refiere a efectos interiores a los considerados en tanques superficiales al tener en cuenta el empuje hidrostático. Por lo que se refiere a efectos debidos al exterior, se tiene el empuje del relleno contra los muros, para lo cual se aplica el criterio de Rankine para una distribución de carga triangular como sigue :



$$P = kwh$$

donde :

P es la presión del relleno en kg/cm²
k es un coeficiente cuyo valor se calcula con la siguiente expresión :

$$k = (1 - \operatorname{sen} \theta) / (1 + \operatorname{sen} \theta)$$

$\theta = 30$ grados (ángulo de fricción interna)

w es el peso volumétrico del relleno en kg/m³

h es la altura del relleno contra el muro en m

De acuerdo al reporte del material del lugar se consideró muro con zapata construido desde su desplante y considerando una sobrecarga producida por el paso vehicular.

Tomando en cuenta la influencia del paso vehicular y del relleno se tendrá una altura de $h = 10,886 * 0.5 / 1800$

Donde se toma la carga de 10,886 kg la cual produce un momento máximo a una distancia E que se ocupa para el diseño de la losa de cubierta. (pag.2 Cap.4).

Se da como peso específico del material del lugar un valor de $\gamma = 1,800$ kg/m³

$$h = 3.0 \text{ m}$$

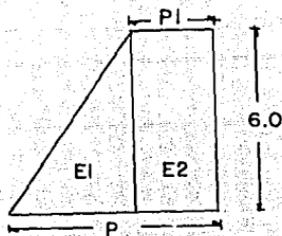
El empuje por relleno equivale a el área del triángulo I más el rectángulo II:

$$E_1 = k \gamma h = (0.333 * 1800 * 6) * 0.5 = 1,782 \text{ kg/m}^2$$

$$E_{II} = K \gamma H = 0.333 * 1800 * 6 = 3,564 \text{ kg/m}^2$$

El empuje total será $E_t = E_1 + E_2$

$$E_t = 5,346 \text{ kg/m}^2$$



Esquema Muro

El momento provocado por ambos empujes es:

$$M = \frac{w_1 L^2}{15} + \frac{w_2 L^2}{8}$$

$$M = \frac{(3,564 * (6)^2)}{15} + \frac{((1,782 * (6)^2)}{8}$$

$$M = 16,572.60 \text{ kg-m}$$

Donde w_2 es el empuje EI por cada metro y w_1 es el empuje EII por cada metro. Se calcula "D" y se propone su valor con el momento obtenido.

$$D = \sqrt{\frac{16,572.6}{12.26}}$$

$$D = 36.7 \text{ cm}$$

Se propone

$$D = 40 \text{ cm}$$

$$H = 45 \text{ cm}$$

Y con estos datos calculamos el área de acero.

$$A_s = \frac{1'657,260}{2,000 * 0.9 * 40}$$

$$A_s = 23 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Se pondrán varillas del N°5 y 6 @ 21 cm

$$M(+)=0.0596wL+wL^2/16$$

$$M(+)=0.0596* \frac{(3,564*6)}{2} * 6 + \frac{1,782*36}{16}$$

$M(+)=7,832.96 \text{ kg-m}$ Con este valor calculamos el acero por momento positivo.

$$A_s(+)=783,296/(2,000*0.90*40)$$

$$A_s(+)=10.88 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Se pondrán varillas del N°4 y 5 @ 29 cm

CARGA ACTUANTE SOBRE LOS MUROS POR PRESION HIDROSTATICA

El empuje que actúa contra los muros de los tanques debido a la presión hidrostática, tiene el siguiente valor:

$$E=0.5wh^2$$

donde

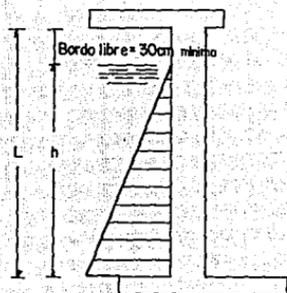
h= tirante máximo del agua

w= peso volumétrico del agua (1,000 kg/m³)

El empuje E actúa a 1/3h desde el fondo del tanque.

MOMENTO DE EMPOTRAMIENTO

El momento de empotramiento en la base del muro MB que se presente en la base debido al empuje hidrostático sobre el muro, se obtiene de la siguiente figura, considerando el muro empotrado en la base y apoyado en la corona.(fig. 4.4)



$L = 6.0\text{m}$

$h = 4.99\text{m}$



DIAGRAMA DE
CUERPO LIBRE

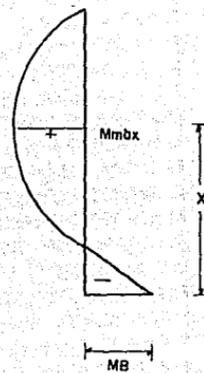


DIAGRAMA DE
MOMENTOS

FIG. - 4.4

Datos

Por empuje de aguas se tiene en relación a las cotas:

Nivel máximo del agua..... 45.29 metros
 Nivel de la losa del fondo..... 40.30 metros

 4.99 metros

$$P = \gamma h = 4.99 * 1,000 = 4,990 \text{ kg/m}^2 \quad \gamma = \text{peso del agua}$$

$$M_A = \frac{w a}{60 L_s} (3a_s - 15a_l + 20L_s)$$

$$w = (4,990 * 4.99) / 2$$

$$w = 12,450.05 \text{ kg/m}$$

$$M_A = \frac{12,450.05 * 4.99}{60 * 36} [(3 * 4.99) - (15 * 4.99 * 6) + (20 * 36)]$$

$$M_A = 28.76 * 345.6$$

$$M_A = 9,940.15 \text{ kg-m} < 16,562.60 \text{ kg-m}$$

Rige el momento por el relleno y por el paso vehicular. Por lo tanto se acepta el espesor del muro propuesto por estos efectos y sus valores.

$$D = 40 \text{ cm}, H = 45 \text{ cm}, A_s = 23 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Por momento positivo quedo

$$M(+)= 7832.96 \text{ kg-m} \quad y \quad A_s = 10.88 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Por empuje de aguas

$$M_{\text{max}} \text{ para } X = b + \frac{a^2}{2L} * \frac{(1 - a)_{1/2}}{5L}$$

$$X = 1.01 + (2.075) (0.913)$$

$$X = 2.904 \text{ m}$$

Se obtiene la reacción en b.

$$R_b = \frac{w a^2}{20L^3} (5L-a)$$

$$R_b = \frac{12,450.05 * 4.99}{20 * 6^3} (5 * 6 - 4.99)$$

$$R_b = 1,794.74 \text{ kg}$$

Entonces el momento máximo M_x se obtiene de la siguiente manera.

$$M_x = R_b x - w(x-b) \cdot x / (3a)$$

$$M_x = (1,794.74 * 2.904) - (12,450.05 / 3 * 4.99) (2.904 - 1.01)$$

$$M_x = 4,079.58 \text{ kg-m}$$

$$A_s(+) = 407,958 / (1,600 * 0.90 * 40)$$

$$A_s(+) = 7.08 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Se pondrán varillas del N°4 @ 18 cm

Se calcula el acero por momento negativo en A

$$A_s(-) = 994,015 / (1,600 * 0.90 * 40)$$

$$A_s(-) = 17.27 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Se pondrán varillas del N°4 y N°5 @ 18 cm

ANÁLISIS DE LA ZAPATA PARA MURO

De datos anteriores se tiene que:

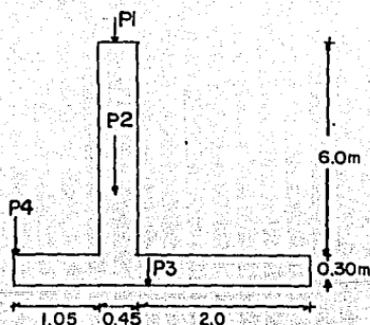
$$H = 6 \text{ m}$$

$$H_1 = 3 \text{ m}$$

$$\gamma = 1,800 \text{ kg/m}^3$$

$$k = 0.33$$

$$M = 16,572.6 \text{ kg-m}$$



Procediendo para comparar los momentos y obtener el CS de volteo.

	A	Ma	X	M	
P1= 900*2.2	1,980	2.225	4405.5	-0.475	-940.5
P2= 0.45*6*2,400	6,480	2.225	14418	-0.475	-3,078
P3=0.3*3.5*2,400	2,520	1.75	4410	0.0	0.0
P4=1,800*9*1.05	17,010	2.975	50604.8	-1.225	-20837.3
SUMA	27,990		73838.3		-24855.8

$$CS \text{ volteo} = 73,838.3/16,572 = 4.5 > 2 \text{ Pasa}$$

Fuerza horizontal por empuje de tierras

$$E = 1/2 (w*H) (H+2H1) (1-\text{sen}\theta/1+\text{sen}\theta)$$

$$E = 0.5 (1,800*6) (6+2*3) (0.33)$$

$$E = 21,578 \text{ kg}$$

$$CS \text{ deslizamiento} = (0.6 * 27,990) / (21,578)$$

$$CS \text{ des} = 0.778 < 1.5$$

Además considerando el anclaje de varillas en la losa superior : $M = 25 \text{ kg/cm}^2$

$$\text{No. de varillas} = 100/25 = 4$$

$$F = 25 * 4 * 4 * 50$$

$$F = 20,000 \text{ kg}$$

Además

$$F = 2,000 * 4 * 1.27$$

$$F = 10,160 \text{ kg (por tensión en las varillas)}$$

$$CS \text{ des} = (0.6 * 27,990 + 10,160) / 21,578$$

$$CS \text{ des} = 1.25 < 1.5$$

Se pondrá un dentellón mínimo de 60 cm.

Como se observa en las hojas anteriores es mayor el Momento respecto al eje centroidal en la zapata que el momento actuante:

$$M = -24,855.8 + 16,572.6 = -8,283.2 \text{ kg-m}$$

$$P = 27,990 \text{ kg}$$

$$A = 1 * 3.5 = 3.5 \text{ m}^2$$

$$S = (b * h) / 6$$

$$S = (1 * 3.5) / 6$$

$$S = 2.04 \text{ m}^3$$

Entonces:

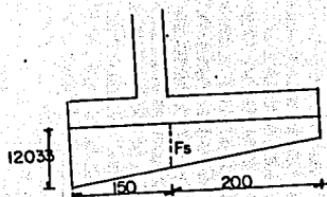
$$F = P/A + M/S \quad F = P/A - M/S$$

$$F = (27,990/3.5) + (8,233/2.04)$$

$$F = 7,997 \text{ (---)} 4,036$$

$$F1 = 12,033 \text{ kg/m}^2$$

$$F2 = 3,961 \text{ kg/m}^2$$



$$12,033 - 3,961 = 8,072 \text{ kg/m}^2$$

$$\frac{8,072}{3.50} = \frac{X}{2}$$

$$X = 4,613 \text{ kg/m}^2$$

$$F3 = 3,961 + 4,613$$

$$F3 = 8,574 \text{ kg/m}^2$$

$$W_{\text{neto}} = 3,961 - (0.3 * 2,400)$$

$$W_{\text{neto}} = 2,971 \text{ kg/m}^2$$

$$M = \frac{W1L_1}{2} + \frac{(W1-W2)*L}{2} * \frac{L}{3}$$

$$M = \frac{2,971*4}{2} + \frac{4,883*2}{2} * \frac{2}{3}$$

$$M = 9,213.61 \text{ kg-m}$$

$$D = \sqrt{9,213.61/12.26}$$

$$D = 27.4 \text{ cm}$$

Se propone

$$D = 30 \text{ cm}$$

$$H = 35 \text{ cm}$$

$$A_s = 921,361/(2,000*0.90*30)$$

$$A_s = 17.06 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Se pondrán varillas del N°4 y 5 @ 19 cm

$$A_s \text{ temp.} = 0.0025*100*35$$

$$A_s \text{ temp.} = 8.75/2$$

$$A_s \text{ temp.} = 4.375 \text{ cm}^2/\text{m/cara}$$

CAPITULO V

DISEÑO HIDRAULICO DEL EMISOR

CONDICIONES EN LA DESCARGA

Como se mencionó anteriormente las aguas residuales y pluviales que llegan al cárcamo de bombeo serán desalojadas de este a través de una línea de conducción o emisor por bombeo ya que el nivel del cárcamo esta abajo del nivel del canal de descarga.

El nivel de la descarga juega un papel muy importante en el diseño del sistema de bombeo, especialmente en la selección de la capacidad de las bombas ya que depende de la carga estática existente por lo tanto es un factor a considerar en dicho diseño.

Para la realización de este proyecto se obtuvo información de la Comisión Estatal de Agua y Saneamiento (CEAS) que consistio en datos del canal de descarga; estos datos consisten en :

a) Sección del canal propuesta en la descarga y datos obtenidos en estudios hidrológicos.

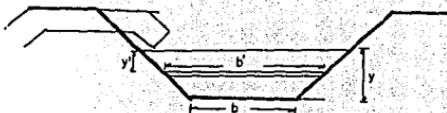
b) Nivel del terreno natural, nivel de plantillas y nivel de azolve.

A continuación se describirá cada uno de los incisos anteriores:

a) Sección del canal propuesta en la descarga (CEAS)

Es conveniente aclarar que el canal operará con dos plantillas propuestas por el CEAS, la plantilla a nivel actual cuyo nivel de cota es de 2248.60 y la plantilla a nivel futuro cuyo nivel de cota es de 2246.56. La plantilla a nivel futuro es propuesta considerando el crecimiento de la población en esta zona el cual es bastante considerable según se ha observado en los últimos años. A continuación se hace un análisis de los gastos actual y futuro como se muestra en las siguientes secciones de los canales:

CANAL (PROPUESTO POR EL PROYECTISTA)



Datos:

S= 0.0006
 N= 0.028
 y= 1.3 m. (fuluro)
 theta= 45 Grados
 b= 2.5 m
 y= 3.81 m
 b= 2.5 m

Utilizando la fórmula de Manning (sección óptima)

$$Q = \frac{V^2 \cdot 0.6}{n} \left(\frac{1}{2} (2 - \cos \theta / \sin \theta) \right)^{3/2}$$

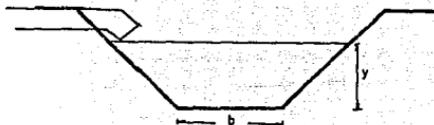
$$Q = \frac{(0.0006)^{1/2} (1/2 (2 - \cos 45 / \sin 45))^{3/2}}{0.028} \cdot 0.6$$

Q= 2.02 m³/s (gasto actual)

$$Q = \frac{(0.0006)^{1/2} (1/2 (2 - \cos 45 / \sin 45))^{3/2}}{0.028} \cdot 3.81$$

Q= 35.53 m³/s

CANAL (PROPUESTO POR EL CEAS)



Datos:

Q= 34.7 m³/seg
 V= 1.34 m/seg
 S= 0.0006
 n= 0.028
 y= 3.81 m
 b= 3.0 m
 k= 1

b) Nivel del terreno natural, nivel de plantillas y nivel de azolve.

Nivel del terreno natural	2251.77 msnm
Nivel de azolve	2250.51 msnm
Nivel de plantilla actual	2248.60 msnm
Nivel de plantilla a futuro	2246.56 msnm

Calculo de la línea piezométrica de trabajo normal de:

A) Aguas pluviales

Carga estática= el nivel de la descarga - nivel del fondo del tanque.

Carga estática= 50.97-46.45

Carga estática= 4.52 m

Máxima elevación piezométrica = 50.97+4.52= 55.49 m

Pérdidas por metro = $\frac{4.52 \text{ m}}{1339 \text{ m}} = 0.0033756 \text{ m/m}$

Para obtener los puntos de la línea piezométrica considerados en el plano No. 14 a cada 100 m; se obtienen las pérdidas cada 100 m, es decir:

Pérdidas cada 100 m = 0.0033756 m/m x 100 m
= 0.33756 m/100m

A continuación a la máxima elevación piezométrica 55.49 m le restamos 0.33756 y obtenemos 55.15, para conocer la altura piezométricas a 100 m.

Para conocer la altura piezométrica a 200 m de distancia, a 55.15 m le restamos 0.33756 m y se obtiene 54.81 m; y así sucesivamente con las demás alturas piezométricas.

B) Aguas negras

Carga estática = $50.57\text{m} - 47.38\text{m} = 3.19\text{ m}$

Máxima elevación piezométrica = $50.57\text{m} + 3.19\text{m} = 53.76\text{ m}$

Pérdidas por metro = $3.19/1339 = 0.002382\text{ m/m}$

Pérdidas cada 100 m = $0.2382\text{ m}/100\text{m}$

Y se procede de igual forma.

Tramo considerado	Altura piezométrica
0 - 100	$53.76 - 0.2382 = 53.52\text{m}$
100 - 200	$53.52 - 0.2382 = 53.28\text{m}$

ESPECIFICACIONES DE TUBERIAS

En una red de alcantarillado, la tubería que debe recibir el agua residual descargada por una estación de bombeo y transportarla bajo presión hasta el punto de descarga, el cual es en este caso un canal colector de circulación por gravedad, recibe el nombre de tubería de impulsión o emisor.

La presión interna en una tubería de impulsión es máxima en el tramo adyacente a la estación de bombeo y disminuye hasta la presión atmosférica en el punto de descarga. La tubería de impulsión es parte integrante del sistema de bombeo y su diseño está necesariamente influido por el número, tamaño y tipo de bombas existentes en la estación de bombeo.

Otros factores que influyen en el diseño de las tuberías de impulsión son las limitaciones de velocidades mínimas del agua residual y la capacidad para resistir las presiones internas máximas, incluyendo las temporales debidas al golpe de ariete. También es preciso considerar las sobre cargas exteriores debidas a las tierras y otras que actúan sobre la tubería. Las tuberías empleadas, con mayor frecuencia están hechas de asbesto cemento, acero, fierro o concreto.

Cuando la descarga se considera lejos del equipo de bombeo y se tengan varias bombas, cada una de ellas también puede descargar individualmente, es usual por razones

económicas conectarlas a una tubería común de mayor diámetro y con ella conducir el gasto total hasta el sitio elegido. En el caso que nos ocupa es conveniente más de una tubería común debido a la forma que operan las bombas y del gasto que se desaloja en cada caso, es decir, se desalojan por separado aguas negras y pluviales.

Las características de la tubería de descarga, como son: diámetro, material, espesor, etc., se determinan mediante un estudio técnico-económico que permita elegir aquella que ofrezca mayor seguridad contra los esfuerzos a que estará sometida, previendo todas las contingencias, pero que además se tengan los mínimos costos, tanto iniciales, como de conservación, así como los que se originan por las pérdidas por fricción que se tengan en el sistema.

Respecto al diámetro debe considerarse que para un gasto y clase de tubería dadas en una de menor diámetro se tienen mayores pérdidas de energía por fricción y consecuentemente esto origina un aumento de la carga del sistema y por lo tanto en la potencia requerida por la bomba, lo cual se traduce en el aumento de los costos de operación.

No obstante, el costo de esta tubería es menor y los accesorios, como son las válvulas, piezas especiales, etc.. también lo serán.

Una tubería de diámetro mayor cuesta más inicialmente, pero al producirse en ella menos pérdidas de energía, se puede tener un ahorro en la potencia que a la larga y en muchas ocasiones es mayor que el costo adicional en su precio inicial, comparada con otra de menor diámetro.

ESPECIFICACIONES LINEA DE DESCARGA

En varios proyectos, la clase de tubería se elige de inmediato, al considerar las presiones que se tienen en el problema y los diámetros y resistencias de las tuberías que existen en el mercado mediante unos cálculos sencillos, podemos tomar como ejemplo el problema en cuestión:

A) AGUAS PLUVIALES

DATOS

Elevación de la succión.....	44.39 m
Elevación de la descarga.....	50.37 m
Longitud de la descarga.....	1,339.00 m
Gasto total.....	2,796.00 lps

La carga es:

H= carga estática + pérdidas mayores + perdidas menores

Carga estática = 50.37 - 44.39 = 5.92 m (metros de columna de agua)

Presión = 0.6 kg/cm²

CALCULO DE PERDIDAS

El cabezal de descarga en la bomba de aguas pluviales es de 24" de diámetro; para disminuir las pérdidas se propone una tubería de 30" en el múltiple unidas por una ampliación. Los múltiples descargan a una tubería común cuyo diámetro se propone de 42".

Cálculo de pérdidas menores (pies)

Ampliación de 24" x 30".....	0.16
Carrete de 30" x 50 cm.....	0.005
Válvula check 30"	0.2
Carrete de 30" x 50 cm	0.005
Válvula de mariposa de 30"	0.16
Carrete de 30" x 50 cm	0.005
Codo de 30" x 45 grados	0.38
Carrete de 30" x 200 cm	0.02
Uniones de 30" x 45 grados	0.122
Codo de 42" x 90 grados	0.2460
Codo de 42" x 45 grados	0.3707
Ampliación come cop 1067 a 1200 mm	0.1969
Codo de 1200 mm x 45 grados 4 pz.....	0.4120
Codo de 1200 mm x 45 grados 2 pz.....	0.2229
Carrete de acero de 7.4 m x 1200 mm.....	0.2229

TOTAL 2.7284

Cálculo de pérdidas mayores (pies)

Tubo de acero de 33 m x 42"	0.7982
Tubo de concreto presforzado	
comecop 1200 mm x 1339 m	15.4199

TOTAL	16.2181

Pérdidas totales = 2.7284 + 16.2181 = 18.9465 ft

Pérdidas totales en metros = 5.77 mca

Carga dinámica a vencer = carga estática + pérdidas totales

$$\begin{aligned} \text{Carga dinámica a vencer} &= 5.92 \text{ mca} + 5.77 \text{ mca} \\ &= 11.69 \text{ mca} = 1.169 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Sobrepresión por golpe de ariete

El fenómeno de golpe de ariete que se presenta al abrir o cerrar una válvula, es semejante al que se tiene por el paro o arranque de las bombas, ya sea en condiciones de operación normales o por una interrupción de la energía eléctrica, cuando esta se utiliza en los motores que impulsan a las bombas.

Para el cálculo de sobrepresión por golpe de ariete se ha adoptado la fórmula de Lorenzo Allievi que se escribe más adelante, con esta fórmula se obtiene el valor máximo que puede adquirir esta sobrepresión ya que fue deducida considerando las condiciones más críticas para el cierre de una válvula, esto es, aceptando que la máxima sobrepresión se verifica al instante de la primera fase del fenómeno y que el tiempo de cierre es:

$$T = 2L/a$$

La fórmula es:

$$h_i = \frac{145v}{\sqrt{1+(E_{ad}/E_{te})}}$$

Representando:

metros. h_i = sobrepresión por golpe de ariete en

v = velocidad del agua en la tubería, en m/s.

E_a = Modulo de elasticidad del agua, en kg/cm².

tubería, en kg/cm².
 E_t = Modulo de elasticidad del material de la

d = Diámetro interior de la tubería, en cm.

e = Espesor de la tubería, en cm.

L = Longitud de la tubería, en m.

a = Celeridad de la onda de presión, m/seg.

Retomando el diseño de la tubería del cárcamo, se tienen los siguientes datos para sustituirlos en la fórmula anterior:

Datos

Tubería de concreto presforzado:

$V = 2.47$ m/seg

$E_a = 20,700$ kg/cm²

$E_t = 350,000$ kg/cm²

$d = 120$ cm

$e = 10.9$ cm (obtenido del catalogo comecon)

$$h_i = \frac{145(2.47)}{\sqrt{\frac{1+(20700)(120)}{(350000)(10.9)}}}$$

$h_i = 279.38$ mca

$h_i = 27.938$ kg/cm² (4 bombas funcionando)

De acuerdo con los cálculos se tiene que las presiones en el sistema son :

Presión normal (Pn) = 11.69 mca.....1.169 kg/cm²

Golpe de ariete (Pi) = 279.30 mca.....27.938 kg/cm²

En la práctica se acostumbra considerarle a las válvulas de alivio una eficiencia del 80%; por lo tanto la presión servirá para la elección de la tubería, la presión empleando válvulas de alivio sera de:

$$P_t = P_n + 0.2P_i$$

$$P_t = 1.169 + 0.2(27.938)$$

$$P_t = 6.7566 \text{ kg/cm}^2 \dots\dots\dots 67.56 \text{ mca}$$

Presión máxima en el sistema cuando trabajan cuatro bombas.

Justificación del tipo de tubería

Se eligió concreto presforzado (comecop), por que sus características de resistencia a las presiones son adecuadas y su precio es menor a la tubería de acero.

Según los catálogos de los fabricantes la tubería más adecuada para estos requerimientos es una tubería de serie reforzada (concreto centrifugado) que soporta una presión de 205 mca o sea 20.5 kg/cm² con un espesor de pared de 10.9 cm.

El sistema esta expuesto al paro simultáneo de dos o más bombas en caso de una falla del servicio de energía eléctrica, en cuyo caso los resultados serán como se expone en el siguiente análisis:

BOMBAS FUNCIONANDO	SOBRECARGA GOLPE ARIETE	20% ABSORBIDO POR TUBERIAS	CARGA NORMAL	TOTAL (mca)
1	69.84mca	13.96 mca	11.69	25.62
2	139.69mca	27.93 mca	11.69	39.62
3	209.53mca	41.90 mca	11.69	53.59
4	279.38mca	55.87 mca	11.69	67.56

Se realizó un análisis con base en observaciones pluviométricas tomadas por la SARH durante 18 años y en estudio hidrológico que se hizo para efectos del proyecto del cárcamo, obtuvimos que el equipo de bombeo funcionará de la siguiente forma:

4 Bombas trabajando simultáneamente	1 día (4hrs-bomba) cada 5 años
3 Bombas trabajando simultáneamente	2 días (12hrs-bomba) cada año
2 Bombas trabajando simultáneamente	11 días (38hrs-bomba) cada año
1 Bomba trabajando simultáneamente	34 días (45hrs-bomba) cada año

	48 días al año

Sacando posibilidades de paro, para efectos comparativos, tomando una probabilidad para cada día de lluvia, tenemos lo siguiente en porcentaje:

Para 1 bomba	$34/48 * 100 = 71 \%$
Para 2 bombas	$11/48 * 100 = 23 \%$
Para 3 bombas	$2/48 * 100 = 4 \%$
Para 4 bombas	$1/48 * 100 = 2 \%$

Con base a esto obtuvimos las siguientes conclusiones:

a) Aunque estuvieran funcionando las 4 bombas y ocurriera un paro en la corriente eléctrica la presión generada por el golpe de ariete es de 62.4 mca lo que representa un 30% de la presión máxima de diseño de la tubería lo cual no representa ningún problema.

b) La condición más desfavorable se presenta cuando están funcionando las cuatro bombas y ocurre el paro por falla eléctrica y además dejan de funcionar las válvulas contra golpe de ariete lo cual es sumamente difícil que se presente (tomando en cuenta que el valor de la probabilidad de que ocurra lo primero es del 2%) ya que estos sucesos combinados harían más remota su ocurrencia.

Aunque ocurriera este remoto suceso la tubería estaría soportando una presión equivalente a 1.3 veces la presión de diseño, este esfuerzo es todavía inferior al que se somete en las pruebas de campo, el cual equivale a 1.5 veces su capacidad de diseño por lo que esto no representa mucho problema.

Selección de las válvulas

Válvulas de alivio de acuerdo con las tablas y procedimientos de selección que presentan los fabricantes, la solución es una válvula de 18" o dos válvulas de 12" de diámetro. Se optó por dos válvulas de 12", así podemos tener una en limpieza y otra en servicio con dos bombas en operación caso que se presenta con regular frecuencia.

Válvulas de aire siguiendo las especificaciones de los fabricantes de estas válvulas, se utilizan las siguientes:

En la línea de descarga la válvula de aire se coloca antes de la válvula check; se instalará una válvula de 6" para cada línea. El tipo de válvula es de orificio grande tipo admisión y expulsión. En la línea de conducción se colocaran en los cruceros una válvula combinada de admisión y expulsión y eliminadora de aire de 8" de diámetro en la línea de aguas pluviales estas válvulas estarán alojadas dentro de una caja de válvulas con entrada de hombre, tubo ventilador a la atmósfera y tubo dren con descarga a un pozo de visita.

B) AGUAS NEGRAS

Datos

Elevación de la descarga.....	50.57 m
Elevación de la succión	40.30 m
Carga estática	10.27 mca
Carga estática	1.027 kg/cm ²

Pérdidas menores (en pies)

Columna de succión 8" x 6.5 m.....	0.0255
Codo de acero 8" x 90 grados	0.0176
Ampliación de acero 8" x 10"	0.0060
Tramo liso biselado 10" x 40 cm	0.00005
Válvula check de 10"	0.0280
Válvula de compuerta de 10"	0.0024
Extremidad de acero de 10" x 50 cm 2 piezas	0.0012
Válvula de admisión y expulsión de aire 2"	0.0280
Codo de 10" x 45 grados	0.0048
Extremidad de acero de 10" x 100 cm	0.0117
Unión yee 10" x 14"	0.0146
Ampliación de acero de 14" x 16"	0.0198
Tramo liso biselado de acero de 16" x 50 cm	0.0007
Codo de 14" x 90 grados 2 piezas	0.0451
Cuello de garza (estructura de descarga)	0.0416
TOTAL	0.2470

Cálculo de pérdidas mayores (en pies)

Carrete de acero 14" x 48 m	0.0426
Tubería de asbesto cemento 16"x 1339 m	1.7983
TOTAL	1.8409

Pérdidas totales = 0.2470 + 1.8409 = 2.0879 ft

Pérdidas totales = 2.0879 ft = 6.85 mca

Carga dinámica a vencer= 10.27 + 6.85 =17.12 mca

Sobrepresión por golpe de ariete

Analizando el golpe de ariete tenemos los siguientes datos :

v = 1.34 m/s
Ea= 20,700
Et= 210,000
d= 40.6 cm
e= 2.5 cm

Sustituyendo en la ecuación de Allievi :

$$h_i = \frac{145(1.3)}{1 + \frac{20,700(40.6)}{210,000(2.5)}}$$

$$h_i = 183.8 \text{ m} = 18.38 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Presión normal}(P_n) = 17.12 \text{ m} = 1.712 \text{ kg/cm}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Sobrepresión por golpe de ariete}(P_i) \\ P_i = 183.8 \text{ m} = 18.38 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Presión total}(P_t) = 1.712 + 0.2(18.38)$$

$$P_t = 5.38 \text{ kg/cm}^2$$

$$P_t = 53.8 \text{ mca}$$

Justificación del tipo de tubería

Se eligió tubería de asbesto-cemento clase A-7 porque soporta las presiones requeridas y por su diámetro resulta más económica. Esta tubería soporta 7 kg/cm² de presión máxima superior al esfuerzo total al que se someterá incluyendo el golpe de ariete.

Selección de válvulas

Válvulas de alivio según las tablas para selección que presentan los fabricantes, podemos resolver el problema con una válvula de 6", o bien con dos de 4". Preferimos colocar dos válvulas de 4" para tener una en servicio mientras la otra se le da mantenimiento. Esta tubería estará en

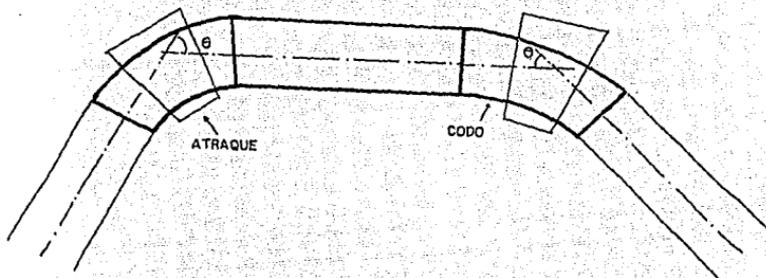
servicio permanentemente y su condición propia hace necesaria la constante limpieza y frecuente servicio de las válvulas.

Válvulas de aire en la línea de descarga se colocó una válvula de 2" de diámetro del tipo admisión y expulsión, estas válvulas estarán alojadas dentro de una caja de válvulas al igual que las de aguas pluviales.

Elementos de seguridad en las tuberías (Atraques de concreto)

Con este nombre se designa a ciertos apoyos de concreto que se emplean a las tuberías a presión y su localización en un sistema hidráulico depende de las necesidades del proyecto: bifurcaciones, válvulas, codos, etc...

En este proyecto se emplearon atraques en los cambios de dirección de la tubería, como son codos a 45 grados los cuales están situados en el crucero 1 y en el crucero 2-3. A continuación se muestra un esquema de dichos cruceros. fig atraques



El problema del atraque desde el punto de vista hidráulico, se reduce a la determinación de la resultante de los empujes hidrostático y dinámico, que actuando en las

paredes de las tuberías, se transmiten al atraque. La resultante se obtiene mediante la ecuación:

$$R = 2(1 - \cos \phi) \left(\frac{\rho Q}{g} V + AP \right)$$

Donde:

R= Resultante de fuerzas actuante en Kg.

ϕ = Al ángulo de deflexión del elemento en grados.

ρ = Peso específico del agua en Kg/m³.

g = Aceleración de la gravedad en m/seg².

A = Area de la sección transversal en la tubería en m².

P = Presión actuante en el sistema en Kg/m².

Datos Aguas Pluviales:

$$\phi = 45^\circ$$

$$\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$g = 9.81 \text{ m/seg}^2$$

$$Q = 2.6 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$V = 2.47 \text{ m/seg}$$

$$A = 1.13 \text{ m}^2$$

$$P = 11,690 \text{ Kg/m}^2$$

$$R = \sqrt{2(1 - \cos 45^\circ) \left[\left(\frac{1000 \cdot 2.6 \cdot 2.4}{9.81} \right) + (1.13 \cdot 11,690) \right]}$$

$$R = (0.7653) \cdot (636 + 31,560.9)$$

$$R = 24,640.28 \text{ kg}$$

$$W \text{ del tubo} = 8,800 \text{ kg}$$

$$W \text{ del codo} = 8,800 \text{ kg}$$

$$W_t = 24,640.28 - 8,800 - 8,800$$

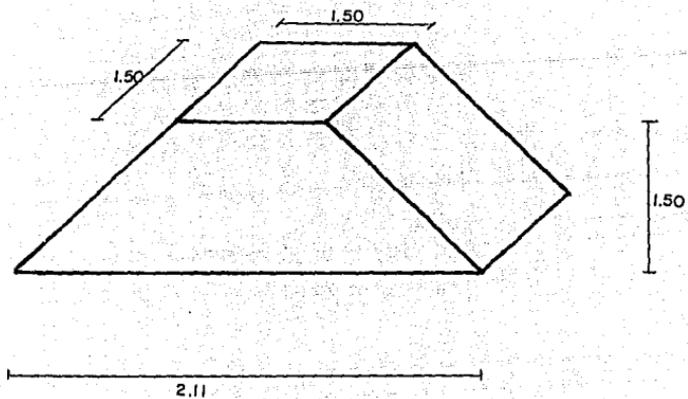
$W_t = 7,040.28 \text{ kg}$

Cálculo del volumen de concreto del atraque (V_c)

$V_c = 7,040.28 \text{ kg} / 2,000 \text{ kg/m}^3$

$V_c = 3.5 \text{ m}^3$ de concreto

Diseño propuesto del atraque



CAPITULO VI

CONSTRUCCION Y OPERACION

PROCESO CONSTRUCTIVO

Ya definido el sitio donde estará ubicado el sistema de bombeo se procede a iniciar los trabajos preliminares.

En cualquier obra, al iniciarse se procede trazando el área por construir, delimitandola de otras obras o propiedades, colindantes; posterior a esto se realiza la limpieza del terreno y el despalme que consiste en quitar la capa vegetal de la superficie, con maquinaria adecuada para este fin en la siguiente figura se muestra el trazo del área del cárcamo. fig 6.1

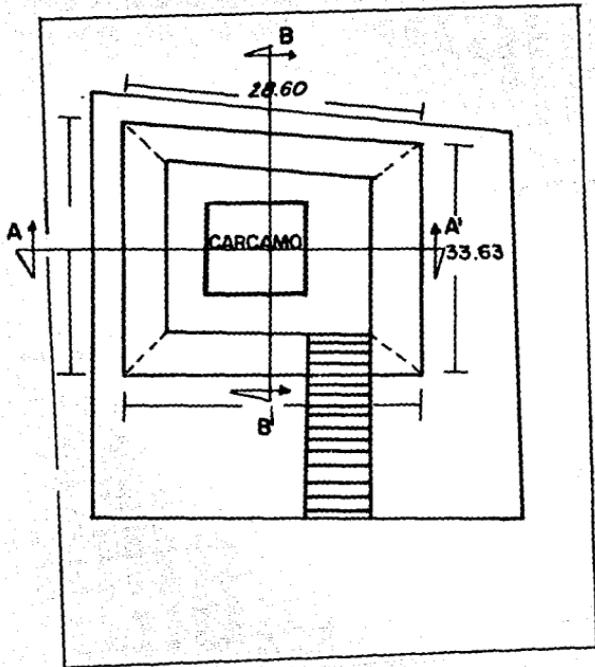
Como actividad simultánea a esta y por tratarse de una obra independiente al cárcamo desde el punto de vista constructivo se propone trazar y excavar la línea de conducción.

Una vez trazado y despalmado el terreno se procede a dar los niveles o profundidades de las excavaciones, en este caso es importante saber a que profundidad estará el fondo del cárcamo.

En este proyecto lo que determinó la profundidad del cárcamo fueron las dimensiones del equipo y las dimensiones recomendadas para la succión; tomando en cuenta esto se propuso una profundidad de 6 m. Una vez definido el nivel del fondo del cárcamo se obtienen las dimensiones del largo y ancho del mismo las cuales son determinadas por el tamaño de la tubería y el equipo de bombeo, también se tomará en cuenta que debe haber espacios suficientes para maniobras de carga y descarga del equipo, a continuación se muestran, esquemas que ilustran el fondo del cárcamo y su superficie, tomando en cuenta los patios. fig. 6.2 y 6.3

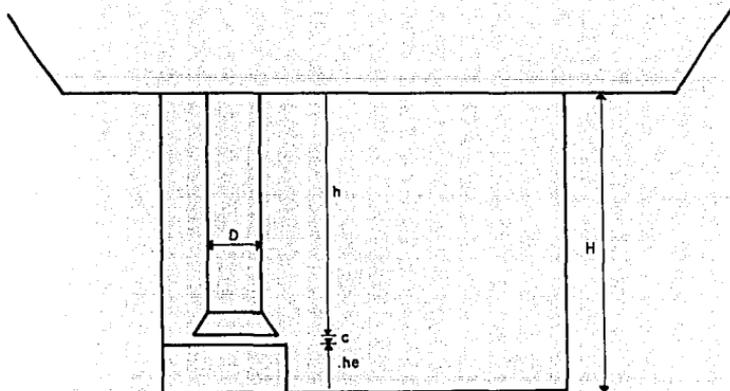
Para realizar las excavaciones del cajón del cárcamo la maquinaria más adecuada es la draga. En el caso que nos ocupa se realizaron las excavaciones con un buldozer D-6, teniendo que construir rampas de acceso a las zonas de excavación. El nivel del terreno natural se consideró uniforme y con la cota 49.80 m a partir de la cual se iniciaron las excavaciones. Ya trazada el área a excavar es importante indicar al operador que el talud será 1:1,

FIGURA 6.1



PLANTA DEL CARCAMO

FIGURA 6.2



$D = 24''$

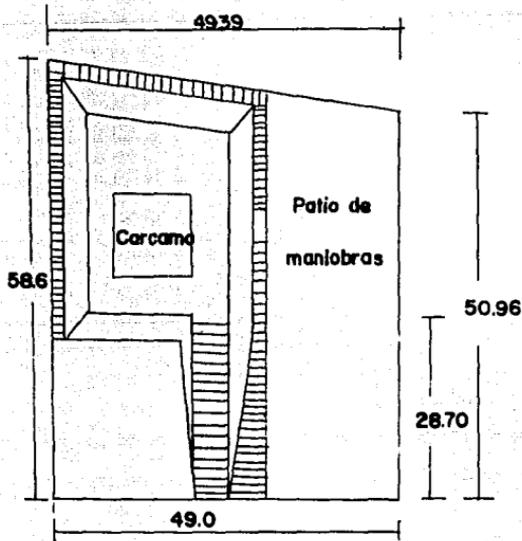
$h = 4.87 \text{ m (min. 80)}$

$c = 30 \text{ cm}$

$he = 84 \text{ cm}$

$H = 6.0 \text{ m}$

FIGURA 6.3



PLANTA DE CONJUNTO

quedando la excavación como se muestra en los siguientes esquemas.fig 6.4,6.5 y 6.5a

Como se aprecia en el corte de la fig. 6.4 la losa superior del cárcamo esta a un nivel más bajo que el patio de maniobras, entonces la caseta de vigilancia y controles que se encuentra al nivel del patio de maniobras se pueden construir al mismo tiempo que se realiza la excavación del cajón del cárcamo; sucede lo mismo con las instalaciones exteriores.

Cuando la excavación del cajón del cárcamo llega al nivel 40.10 m. que es el fondo del cárcamo se procede a afinar taludes para definir de mejor manera dicho cajón. Se continua con la construcción de la caseta de control y vigilancia. fig. 6.6

Para este tiempo ya se excavó la línea de conducción y se procede a colocar la tubería en dicha línea para después realizar los rellenos de la misma; esta parte del proceso constructivo se ilustra en la figura 6.7. En esta figura se puede apreciar como las tuberías de descarga fueron colocadas y el tipo de rellenos que se utilizaron. La tubería de aguas pluviales sale del cárcamo con un nivel de 46.45, mismo que se conserva prácticamente a todo lo largo de la línea de conducción hasta llegar al cuello de garza.

La tubería de aguas negras sale con el mismo nivel (46.45) y gradualmente va tomando el nivel 47.38 hasta llegar al cuello de garza, esto se hace con la finalidad de reducir volúmenes de excavación. La excavación para alojar estas tuberías se realizó con una draga y se le dio un talud con la finalidad de evitar desprendimientos del material; para colocar la tubería en su lugar a lo largo de toda la línea de conducción se utilizó una grúa con capacidad para tal efecto. Una vez colocada la tubería en su lugar se procedio a rellenar los espacios entre los tubos y el talud y hasta el lomo de los mismos con arena compactada para después finalizar con una capa de tepetate compactado de 2 metros de espesor.

Los muros del cárcamo se construyen una vez definido el fondo del cajón; se propone que estos se vayan colando en tramos de 2 metros de altura sucesivamente hasta terminarlos.

Se propone como actividad sucesiva a la construcción de los muros; la construcción de la estructura hidráulica

FIGURA 6.4

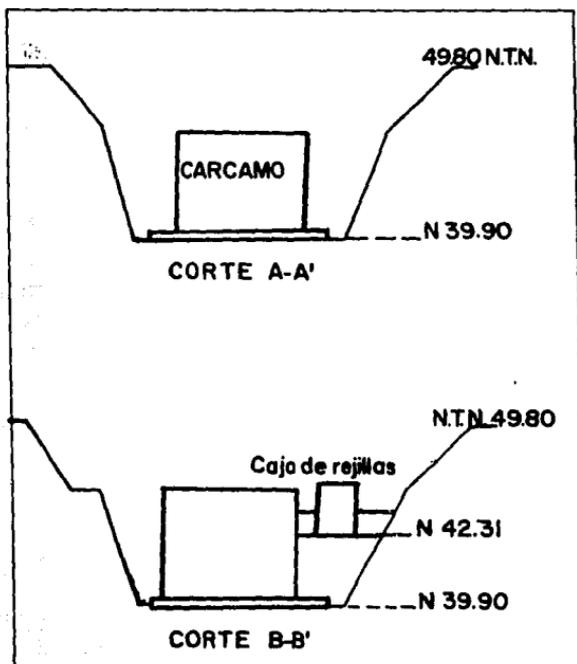


FIGURA 6.5

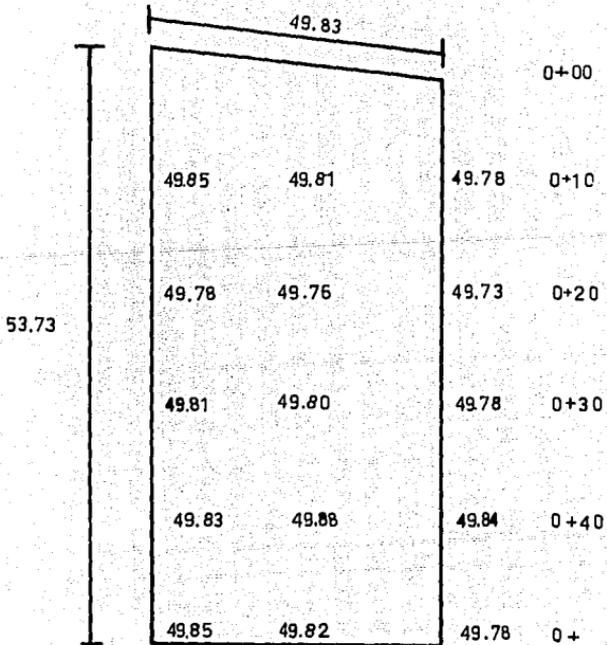
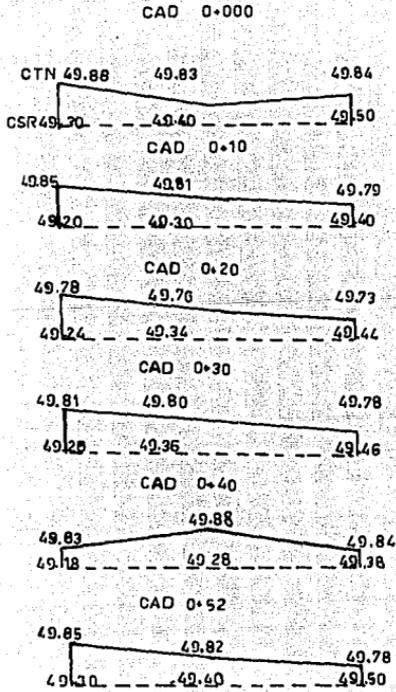


FIGURA 6.5a



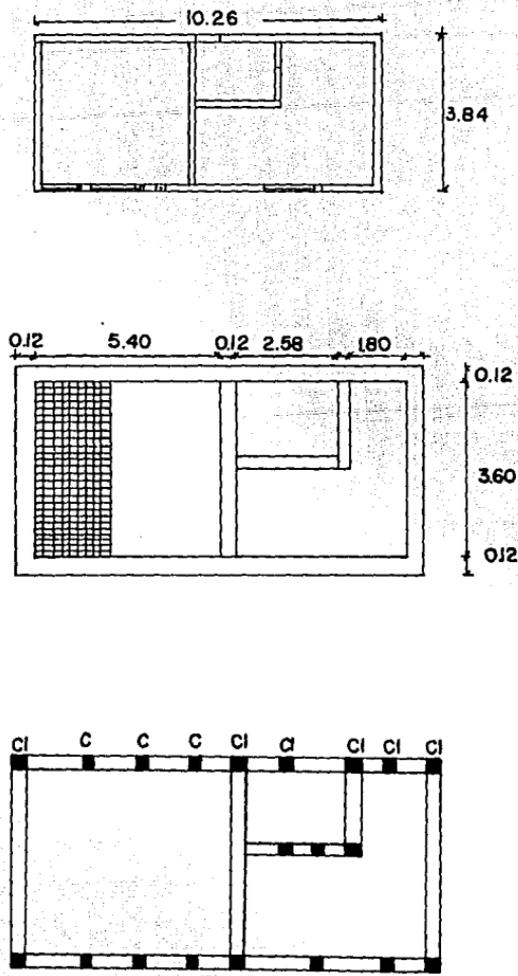
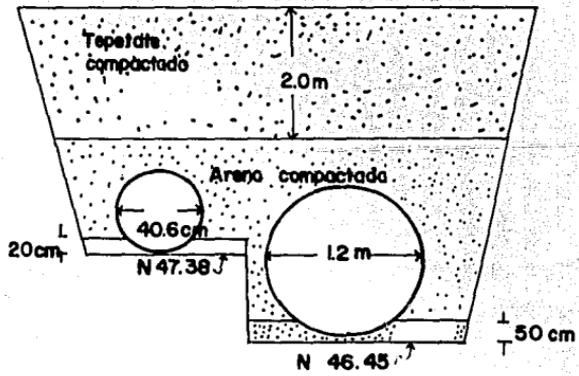


FIGURA 6.6

FIGURA 6.7



SECCION TRANSVERSAL LINEA DE CONDUCCION

como son los múltiples de acero, codos, ampliaciones, etc. así como también se propone adquirir las bombas.

Otra actividad simultánea a estas es la construcción de la estructura de grúas la cual al mismo tiempo servirá como techumbre en la zona de bombas. Esta estructura se construirá a base de elementos de acero y consta de seis columnas principales reforzadas con montenes en la parte alta y parte media. Las columnas tendrán una placa metálica en su base la cual se atornillará por medio de anclas a las zapatas construidas previamente. En la parte superior de esta estructura se coloca un monorriel cuyos extremos están soldados a una trabe carril cada uno y su desplazamiento será longitudinal respecto a la estructura, este monorriel tiene una sección transversal tipo I en el cual se coloca un polipasto, con cadena el cual se desplazará en sentido transversal respecto a la estructura; con estos dos tipos de desplazamiento se cubre una mayor área de trabajo.

Para el manejo y limpieza de las dos rejillas se construyó una estructura de acero. fig 6.8, 6.9, 6.10 y 6.11.

Una vez terminados los muros del cárcamo se afina el fondo del cajón y se traza una cepa para alojar los drenes de las aguas freáticas, los cuales aliviarán las subpresiones en el fondo; estos drenes son tubos de concreto simple de 15 cm de diámetro perforado y se colocan perimetralmente a lo largo de los muros comunicándose con el interior del cárcamo como se muestra en la fig. 6.12.

Posterior a la instalación de drenes se construye el piso del cárcamo y las columnas, la losa reguladora de niveles y el chaflán del fondo como se ilustra en la fig. 6.13.

Después de esto se construye la losa superior del cárcamo en la zona de bombas dejando los orificios para la instalación de estas.

Como actividad simultánea a esta se propone el relleno en entre el talud y los muros del cárcamo el cual será a base de tepetate compactado en capas de 15 cm.

Otra actividad simultánea a estas es la construcción de la caja de rejillas cuyo fondo está en el nivel 42.31 m., hasta el cual se rellenará en esa zona cuando se realice el relleno del cárcamo; se propone también construir la canaleta de desagüe de la losa y áreas superiores del cárcamo. fig 6.13 y 6.14

LOCALIZACION DE ZAPATA.

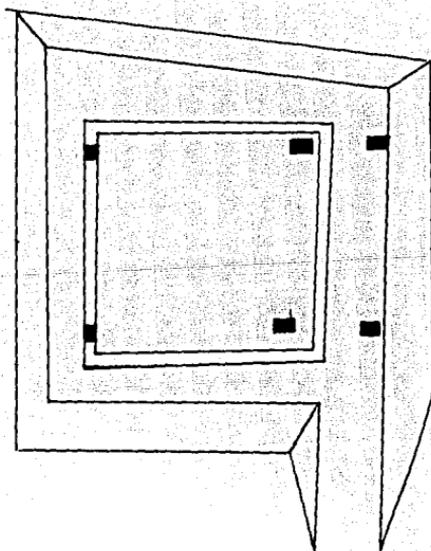


FIGURA 6.8

FIGURA 6.9

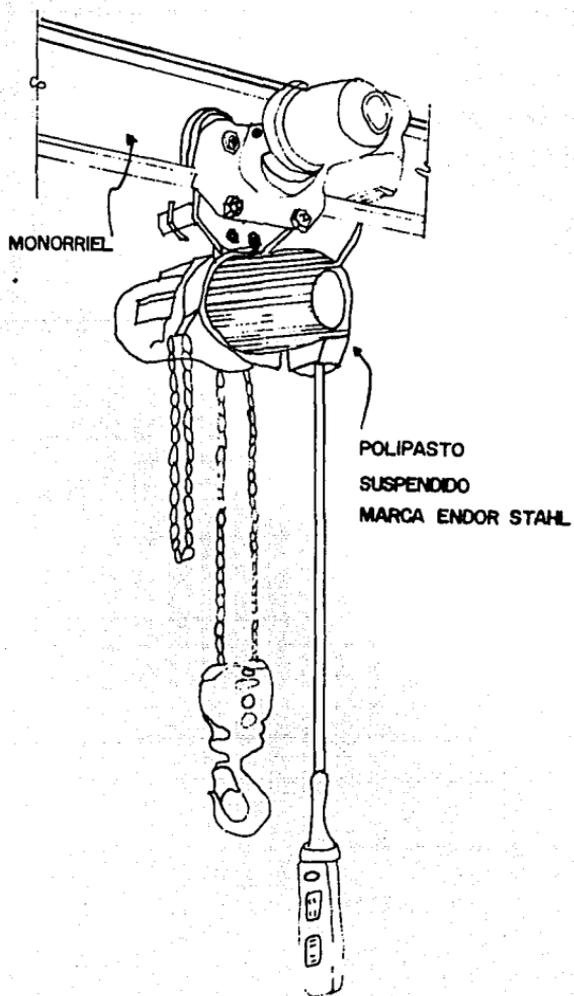
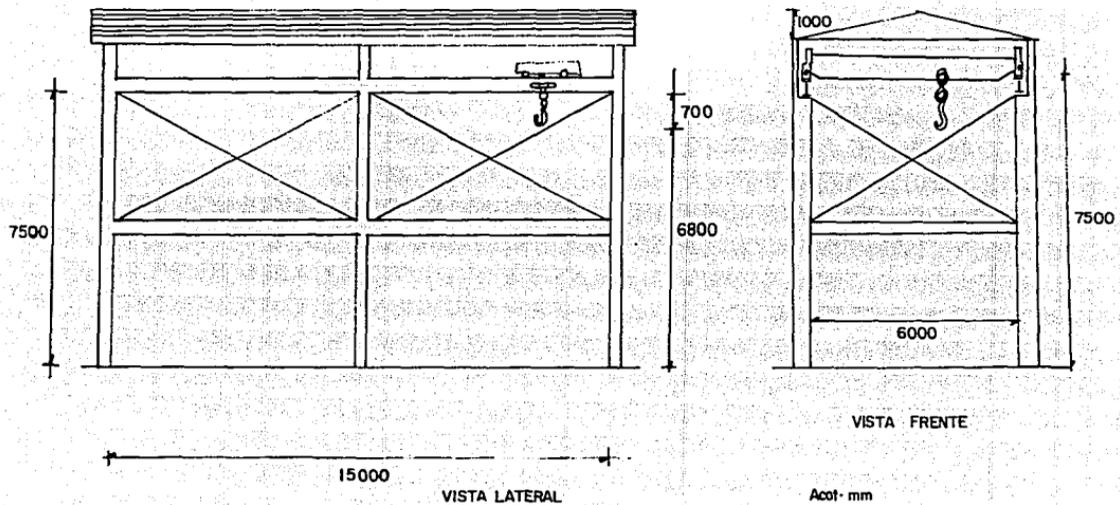


FIGURA 6-10

ESTRUCTURA DE GRUAS



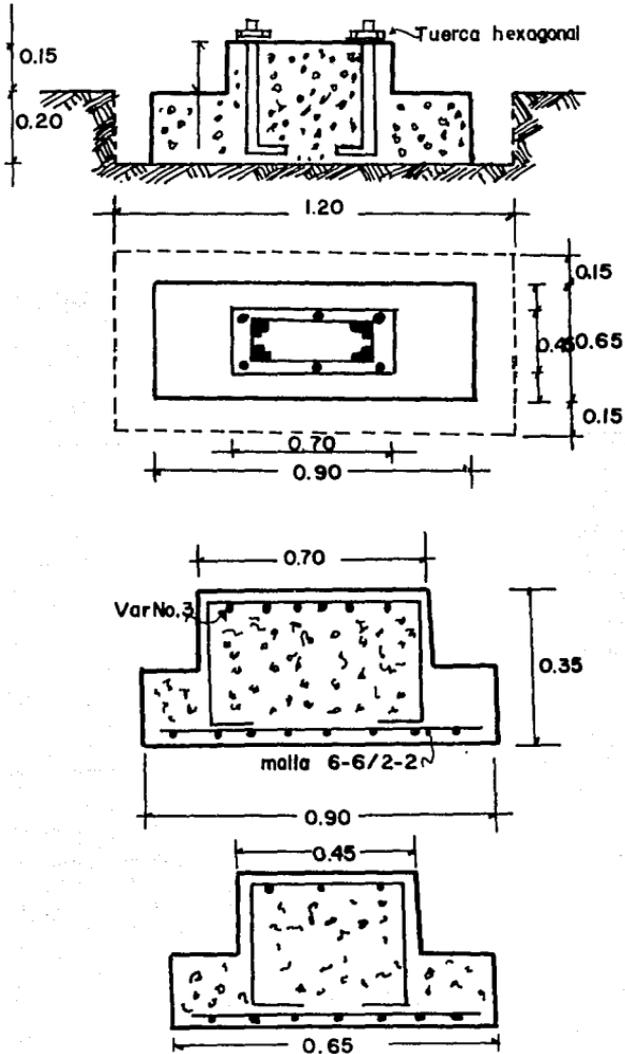


FIGURA 6.11

DETALLE DE DRENES EN EL CARCAMO.

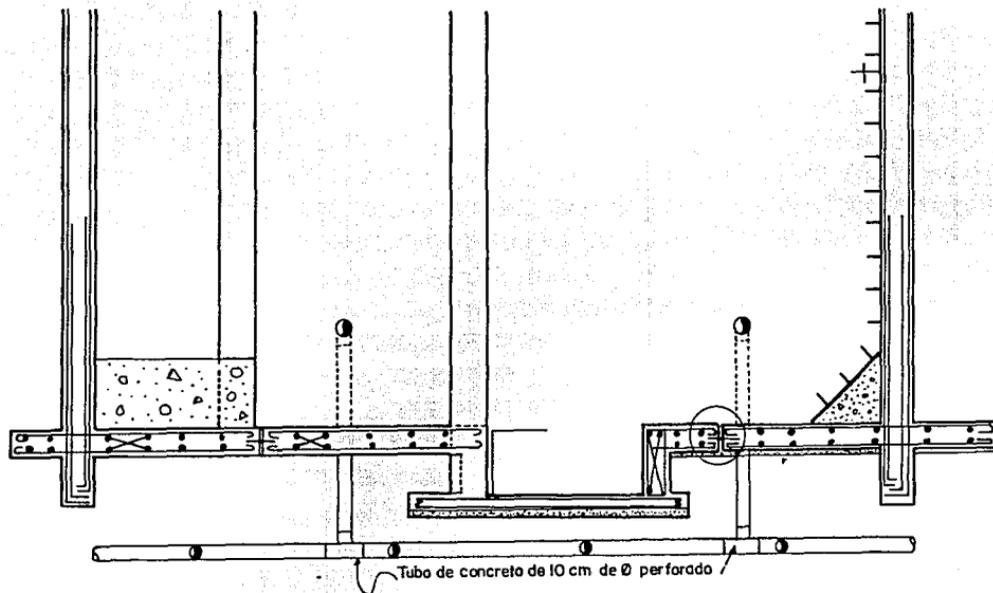


FIGURA 6.12

FIGURA 6.13

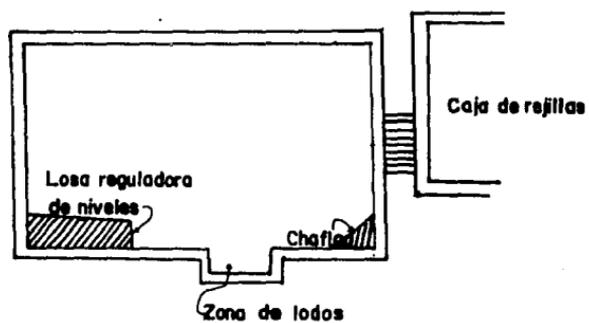
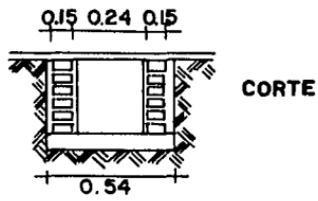
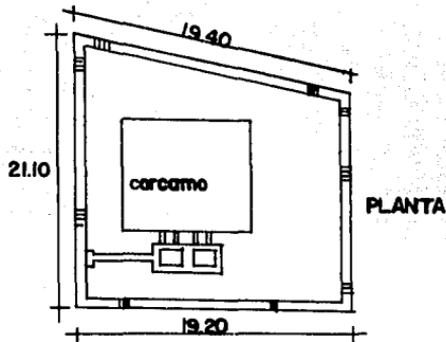


FIGURA 6.14



Al mismo tiempo que se construye la losa superior del cárcamo se pueden construir las silletas de concreto para soporte de la tubería, estas silletas tendrán un armado y unas dimensiones como se muestra en las figuras 6.15, 6.15a y 6.15b.

Es importante mencionar que antes de colar banquetas y guarniciones, se realiza la canalización eléctrica para el control automático y remoto de las bombas, grúas y para el sistema de alumbrado.

Al mismo tiempo que se realiza esto se procede a construir guarniciones, pisos, bardas, barandales y taludes.

La construcción de las guarniciones se realiza conjuntamente con las terracerías de los accesos vehiculares, para cuando la terracería este lista para recibir la carpeta, las guarniciones estén terminadas. Las guarniciones se construyen de la siguiente manera:

Se traza y nivela el terreno para ubicar la guarnición, se procede a excavar y afinar el fondo y taludes de la misma. Con esto terminado se coloca la cimbra metálica y se cuellan las guarniciones con concreto $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$ y a los cuatro días se procede a descimbrar. fig. 6.16 y 6.16a.

Una vez realizado el mejoramiento del terreno se procede a construir la barda perimetral, cuyo proceso constructivo es el siguiente:

Se realiza el trazo y nivelación del terreno, con esto se procede a excavar a mano las cepas compactando y afinando los taludes. Después de la excavación se coloca el armado de la zapata de desplante para la barda según proyecto y se procede a cimbrar, dejándose las preparaciones para los castillos de los muros. Ya con esto se cuella la zapata y se construyen los muros y se cuellan castillos, para finalizar se construye la cadena de remate de la barda y se le da el acabado deseado. fig 6.17 y 6.17a.

En cuanto al talud perimetral, una vez afinado se le hace un mejoramiento a base de una capa de 15 cm de tepetate compactado manualmente con equipo ligero; estos taludes fueron recubiertos con una losa prefabricada de concreto armado con malla electrosoldada, procediendo a sellar las juntas con una pasta de cemento y aditivos. fig. 6.18

LOCALIZACION DE SILLETAS

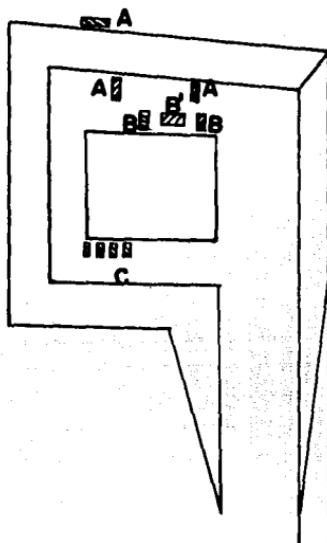


FIGURA 6.15

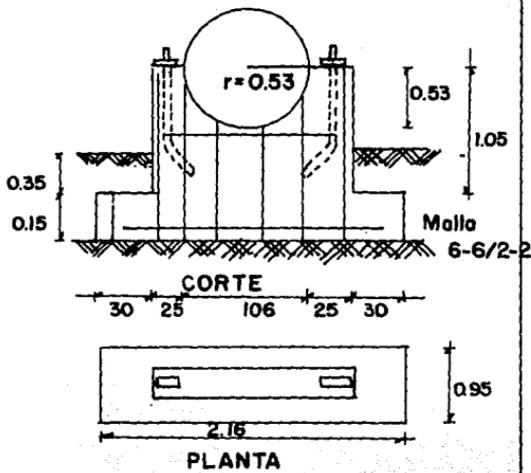
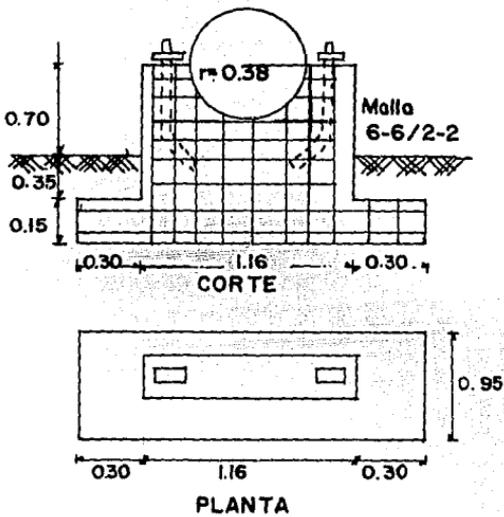


FIGURA 6.15a

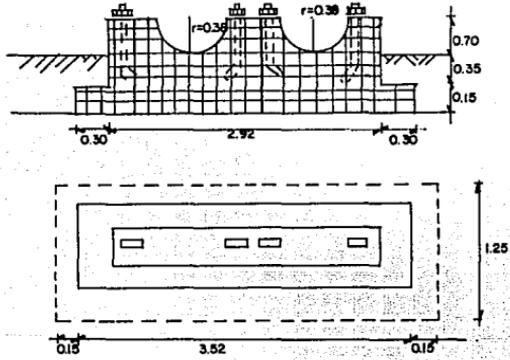
SILLETA TIPO A

DETALLE DE
SILLETAS



SILLETA TIPO B

FIGURA 6.15b



SILLETA TIPO B'

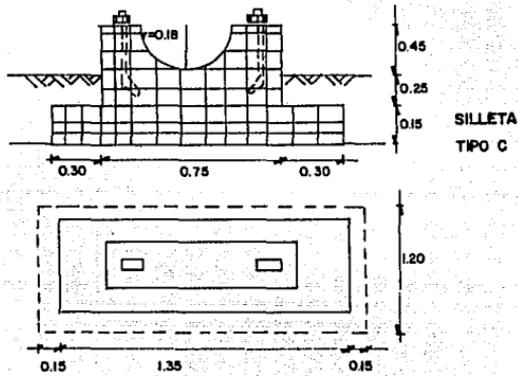
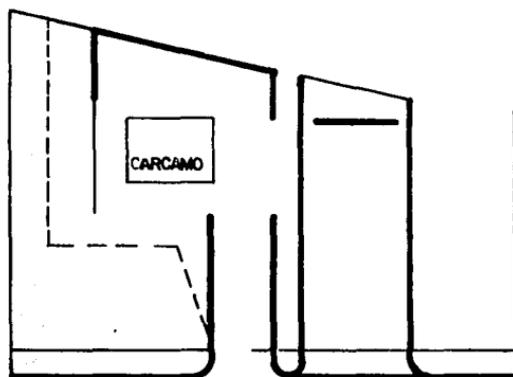


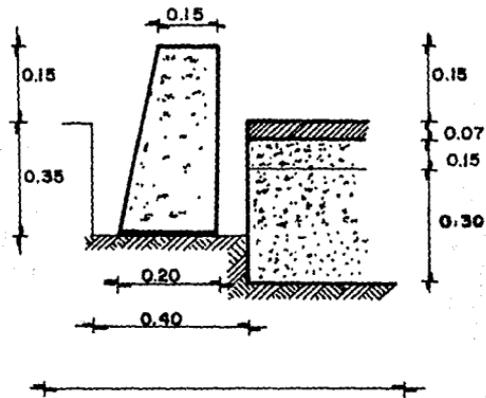
FIGURA 6.16



GUARNICIONES

PLANTA

FIGURA 6.16 σ



SECCION TRANSVERSAL DE UNA GUARNICION.

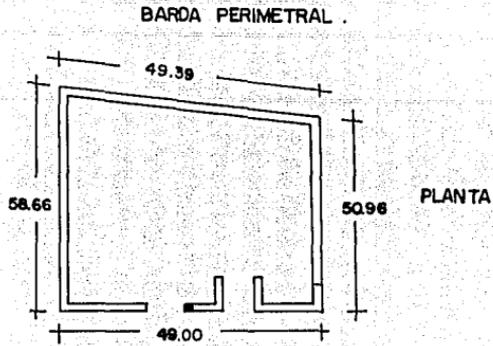
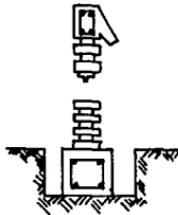
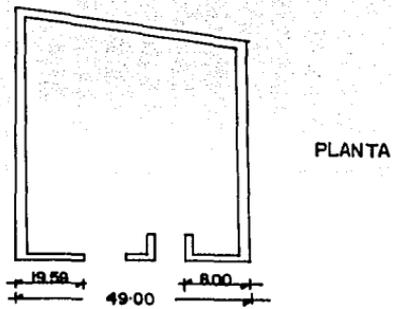


FIGURA 6.17



SECCION TRANSVERSAL

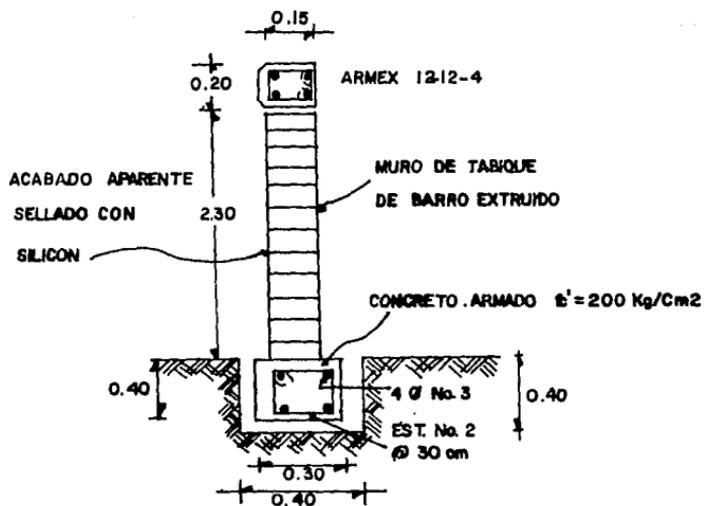


FIGURA 6.17 a

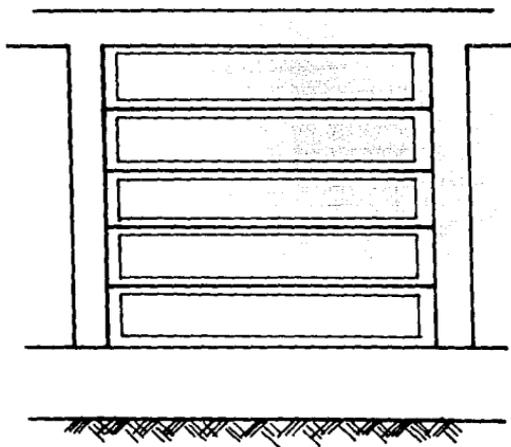
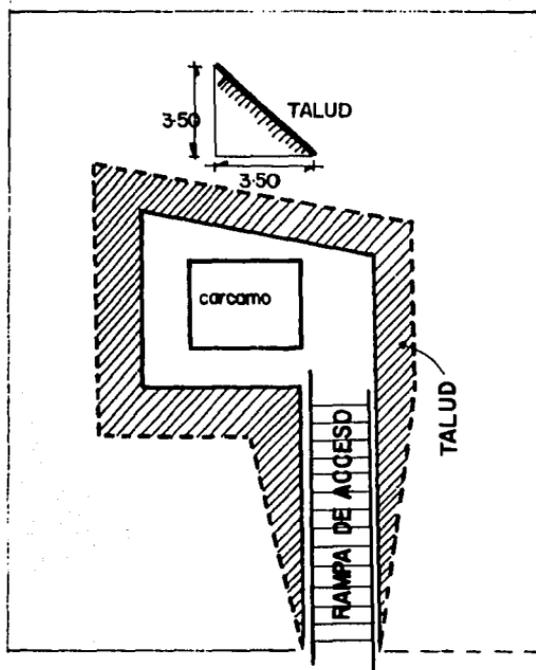


FIGURA 6-18



RAMPA Y TALUDES

La rampa de acceso se construyó previamente para dar acceso al buldozer, como proceso final en su construcción se trabaja la terracería de la siguiente manera:

- 1.- Excavación de cajón con maquinaria en material tipo II para dar nivel final.
- 2.- Carga y acarreo del material producto de excavación.
- 3.- Afine y compactación de subrasante a 85% (terreno natural).
- 4.- Sub-base de tepetate compactada al 90% proctor de 40 cm.
- 5.- Base de grava controlada de 15 cm de espesor.
- 6.- Carpeta de concreto hidráulico de 15 cm de espesor de $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$ reforzado con una malla electrosoldada 6-6/10-10 con acabado antiderrapante.

Como actividad simultánea a esta se colocan los barandales y el portón de acceso a las instalaciones.

Como proceso final se instala primero la tubería de succión de las bombas de aguas pluviales para después ensamblar las demás piezas y válvulas.

En el caso de aguas negras se utilizaron bombas sumergibles que se instalan conjuntamente con la bomba y la tubería de succión para después ensamblarla con las demás piezas y válvulas.

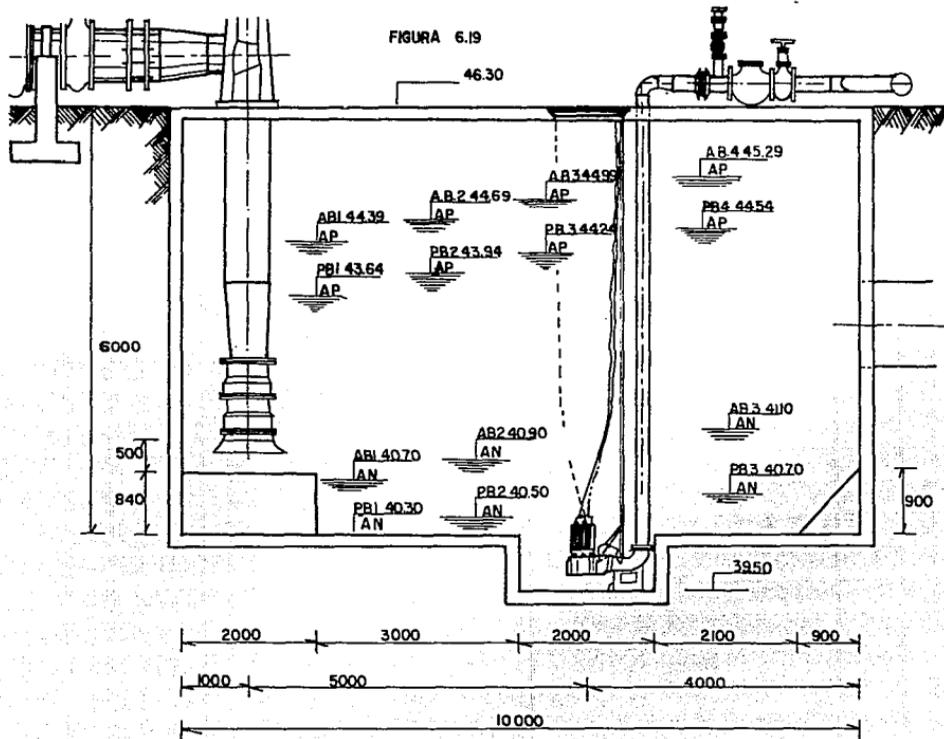
Previo a la colocación de bombas, válvulas y demás piezas se instalaron las grúas para que ayudaran posteriormente a tal efecto. En la fig. 6.19 se muestra un corte del cajón del cárcamo una vez instalado el equipo.

Una vez realizado todo esto se procede a pavimentar el patio de maniobras; quedando finalmente como se muestra en la fig. 6.3.

El proceso constructivo para pavimentar las zonas mencionadas anteriormente se describe a continuación :

- 1.- Excavación de cajón con maquinaria en material tipo II.

FIGURA 6.19



- 2.- Carga y acarreo del material producto de excavación.
- 3.- Afine y compactación de subrasante a 85% (terreno natural).
- 4.- Sub-base de tepetate compactada al 90% proctor de 40 cm.
- 5.- Base de grava controlada de 15 cm de espesor.
- 6.- Carpeta asfáltica de 7 cm de espesor.
- 7.- Sellado de carpeta asfáltica.

PROCESO CONSTRUCTIVO CANAL DE DESCARGA

Como ya se mencionó anteriormente el agua residual y pluvial se descargara al canal de Cartagena en el tramo de la descarga se realizará un revestimiento en el canal natural para evitar los deslaves del mismo provocados por la presión de los chorros de agua generados por el bombeo que saldrán por las bocas de descarga. Para poder construir dicho revestimiento es necesario desviar el agua del canal, para lo cual se construyó una obra de desvío mediante un canal alterno aguas arriba y que se volviera a conectar con el canal de Cartagena aguas abajo y con esto se pudiera trabajar en el tramo donde se colocó el revestimiento.

Una vez desviada el agua se procede a construir el revestimiento para lo cual:

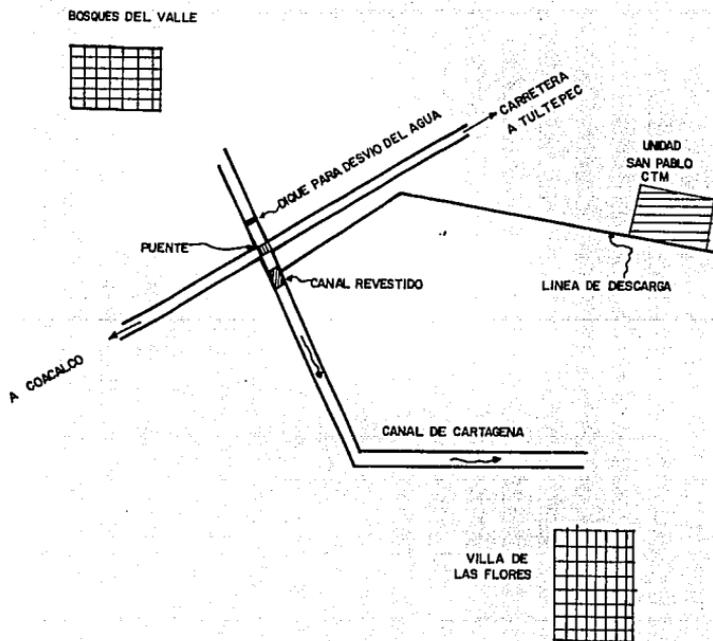
- 1.- Se remueven los azolves en el canal natural existente por medio de una draga.
- 2.- Se excava para darle forma y niveles al fondo y taludes del canal, los cuales tendrán una relación 1:1.
- 3.- Al llegar al nivel del fondo se coloca una cama de arena para darle uniformidad a la superficie del terreno y para desplantar la plantilla del canal.

4.- Se construye el revestimiento del canal a base de concreto $f'c=200$ kg/cm² y malla electrosoldada 6-6/2-2 y se colocan las tuberías de descarga las cuales quedaran fijas.

5.- Se rellena con material granular (tezontle) del nivel 46.56 al nivel 48.60 que son los niveles futuro y actual respectivamente. Para construir una losa de concreto armado (plantilla actual) sobre el relleno de tezontle.

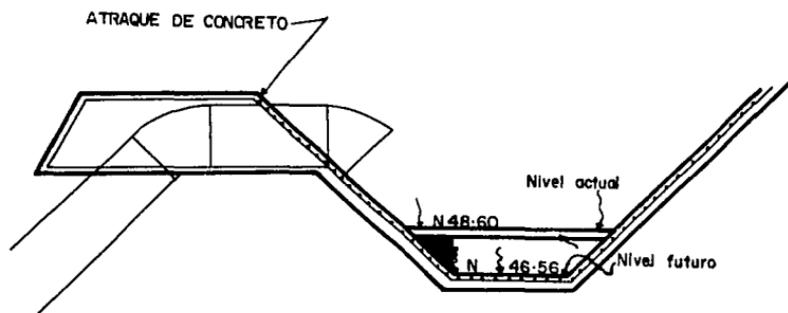
6.- Se construye un atraque sobre la estructura de descarga para evitar movimiento en la misma. fig 6.20 y 6.21.

FIGURA 6-20



LOCALIZACION

FIGURA 6-21



SECCION TRANSVERSAL CANAL DE DESCARGA

OPERACION Y MANTENIMIENTO

Equipos de Bombeo

Antes de poner en marcha cualquier bomba, verificar que el voltaje no sea menor de 440 volts.

a) Aguas Negras.- Las bombas sumergibles, que están dentro del agua, sacan del cárcamo exclusivamente las aguas negras:

1ra. bomba debe arrancarse cuando el agua llegue a la mitad de la losa reguladora de niveles la cual está debajo de las bombas de aguas pluviales y debe apagarse cuando el agua regrese al nivel del piso.

2da. bomba si con una bomba trabajando el agua sigue subiendo, arrancará la segunda bomba automáticamente a la señal que se transmite por su electronivel y se detendrá cuando el agua llega al nivel del paro automático marcado con su respectivo electronivel.

3ra. bomba si con dos bombas trabajando el nivel del agua sigue subiendo se arrancará esta bomba antes de que el nivel del agua sobrepase la corona de la losa reguladora de niveles, su paro lo marca su electronivel respectivo.

NOTAS IMPORTANTES: El nivel de agua no debe ser menor que el nivel del piso ya que las bombas trabajarían en seco y podrían quemarse. Es recomendable trabajar las bombas en forma alternada.

b) Aguas Pluviales.- Las bombas 20 PO marca OCELCO se utilizan para evacuar del cárcamo las aguas pluviales.

1ra. bomba se arranca cuando el nivel del agua suba aproximadamente 60 cm arriba del nivel superior del tubo de entrada de las aguas en las rejillas. Esta bomba se detendrá cuando el nivel del agua este 20 cm abajo del nivel de la parte superior del tubo de entrada.

2da. bomba si el nivel del agua no se abate al estar funcionando la primera bomba, se arrancará esta bomba automática o manualmente, deteniéndose en su nivel de paro predefinido.

Las bombas restantes (tercera y cuarta) entraran en operación cuando las bombas anteriores no logren abatir el nivel del agua. Los niveles de operación se muestran en la figura 6.19 de manera más precisa.

Equipo de Emergencia

a) Compuertas de Emergencia.- estas se cerraran en caso de falla de los equipos de bombeo, para evitar que los niveles rebasen la capacidad de almacenamiento y se produzca una inundación de todas las instalaciones y se averíe el equipo.

b) Motores de combustión interna para emergencias.- en caso de interrupción en el suministro de la energía eléctrica se utilizará para la operación del equipo de bombeo dos motores cummins mod. NTA-855-P con potencia de 360 H.P. a 2100 rpm y 280 H.P. a 1800 rpm de diesel, conectados a dos bombas 20 PO para aguas pluviales, ya que por lo general falla la energía cuando llueve.

Rejillas

Para el manejo de las rejillas existen equipos que consisten en una grúa con polipasto suspendido en un monorriel operada con energía eléctrica y controles. Estas rejillas son del tipo Irving, su función es detener objetos de gran tamaño para evitar que lleguen a las bombas, para su limpieza se operaran alternadamente, esto es cuando se retire una para su limpieza la otra estará funcionando. Las rejillas se revisan a diario para constatar y verificar su funcionamiento, así como si necesitan limpieza.

Electricidad

a) Voltaje de operación: el voltaje de operación de los equipos es de 440 volts. Se llevará un registro diario de los voltajes se recomienda que sea de 8, 14 y 24 hrs. Cuando una lectura sea menor de 440 volts se suspenderá el bombeo y se dará aviso a la compañía suministradora de energía.

b) Alumbrado: el alumbrado se controla desde la caseta de controles mediante unas pastillas ubicadas en el tablero del panel de la entrada.

c) Grúas: Las grúas se manejan desde la caseta de controles en forma automática; pudiendo también controlarse manualmente mediante interruptores colocados en la zona de grúas.

Mantenimiento

a) Rejillas de entrada: estas deben limpiarse diariamente por lo menos dos veces de preferencia en la mañana y en la tarde. Cuando llueva se limpiarán las veces que sea necesario.

b) Bombas sumergibles: se recomienda limpiar el impulsor de estas una vez por semana o antes si se noten problemas en su funcionamiento.

c) Bombas Ocelco: se revisarán y limpiarán los impulsores después de cada avenida y después de la temporada de lluvias. Estas bombas se lubrican con aceite; por lo tanto se recomienda mantener el nivel adecuado de aceite en los depósitos y operar las válvulas reguladoras de admisión y expulsión de aire antes y después de bombear.

d) Las válvulas se revisarán por lo menos dos veces al mes para revisar si se encuentran bien calibradas, que no tengan fugas y estén operando normalmente.

e) Se recomienda revisar periódicamente el equipo de control, para checar que el funcionamiento automático del cárcamo sea el adecuado.

f) Limpiar una vez por semana la caja o canal donde se alojan las bombas sumergibles; esta limpieza consiste en sacar lodos y basura.

g) Limpiar todo el fondo del cárcamo una vez por mes.

h) Conservar limpia toda el área interior y el frente exterior del cárcamo.

COSTO DE OPERACION

El sistema de bombeo requiere, para su funcionamiento adecuado, de todas las actividades anteriormente mencionadas las cuales tendrán cierto costo el cual es justificado por el valor de todo el equipo e instalaciones que lo conforman.

Actividades que se llevan a cabo:

1.- Supervisión del funcionamiento automático de las bombas sumergibles de aguas negras y de las bombas de aguas pluviales.

2.- Operación periódica de los motores diesel.

3.- Operación y mantenimiento de compuertas de emergencia.

4.- Vigilancia y limpieza de las bombas sumergibles.

5.- Limpieza y desazolve de las cajas de rejillas.

6.- Control y vigilancia del sistema de energía de alta tensión.

7.- Vigilancia, limpieza del cárcamo y sus instalaciones.

A continuación se describe el costo de estas actividades :

Análisis de costo diario de operación y mantenimiento

Mano de obra	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
Operador de bombas	Jor	2	\$ 83.50	\$ 167.00
Ayudante de operador	Jor	1	\$ 43.50	\$ 43.50
Velador	Jor	1	\$ 52.00	\$ 52.00
Mando intermedio y herramienta	%M.O.	12%	\$ 262.50	\$ 31.50
			TOTAL	\$ 294.00

Tomando el costo de \$ 294.00 diario por operación del cárcamo de bombeo. El costo mensual será de \$ 8,820.00 .

**CARCAMO DE BOMBEO DE AGUAS NEGRAS Y PLUVIALES
INFONAVIT**

08/May/95

1

Presupuesto

Concepto	Unidad	Cantidad	Preclio U.	Total
----------	--------	----------	------------	-------

Resumen de Presupuesto

Capitulo	Importe
OBRAS PRELIMINARES	3,695.93
EQUIPO DE BOMBEO Y PIZAS ESPECIALES	1,015,170.96
ENERGIA Y ALUMBRADO	209,022.50
ALUMBRADO	53,841.60
TRABAJOS PRELIMINARES	126,151.28
INSTALACION DE DRENES DE AGUAS FREATICAS	3,127.89
CONSTRUCCION DE CANAL DE REJILLAS (CANALITA)	7,582.81
CERRAMIENTO DE CONCRETO ARMADO F'c=200	3,088.57
REJILLAS	8,487.05
COMPUERTAS DE EMERGENCIA	105,950.12
CAJA DE DESAHOLVES	7,519.42
SAPATAS PARA GROSAS DE CONCRETO 6 PISAS	615.49
ESTRUCTURA DE CARCAMO	128,413.57
SILLETAS DE CONCRETO P/ APOYO DE TUBERIAS	3,684.34
CAJAS DE REJILLAS	18,649.29
CHAFLAN Y LOGA REGULADORA DE NIVELES	8,750.33
TERRACERIAS Y PAVIMENTOS	48,986.02
RANPA DE ACCESO	26,355.66
FALDRES EN CARCAMO	38,159.83
BANQUETAS	44,580.72
GUARNICIONES	13,181.30
BARDA PERIMETRAL DE ELEMENTOS PREFABRICADOS	33,762.89
CASITA DE CONTROLES	35,513.05
OBRA EXTERIORES DE PROTECCION	13,564.00
ESTRUCTURA DE GROSAS	20,708.00
LINEA DE DESCARGA	2,197,252.69
SUMA :	4,175,895.31
TOTAL INDIRECTOS :	1,002,189.72
TOTAL :	5,178,085.03

CARCAMO DE BOMBEO DE AGUAS NEGRAS Y PLUVIALES
INFONAVIT

08/May/95		1		
Presupuesto				
Concepto	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
OBRAS PRELIMINARES				
Clave: 0001 TRATO Y NIVELACION DE TERRENO	M2	1,099.67	1.40	1,539.54
Clave: 0002 DESPALME DE TERRENO	M3	109.96	3.37	370.57
Clave: 0003 CARGA MECANICA Y ACARREO EN 1er KH	M3	109.96	4.96	545.40
Clave: 0004 ACARREO EN CAMION A KH'S SUBSECUENTES	M3/KH	879.73	1.41	1,240.42
EQUIPO DE BOMBEO Y PIEZAS ESPECIALES				
Clave: 1001 BOMBA CENTRIFUGA VERTICAL TIPO HELICE P/CARCAMO BUREDO Y AGUAS PLUVIALES DE 610 MM Q=700 LPS CARGA DIN. DISEÑO 13.04	PIA	4.00	26,665.00	107,540.00
Clave: 1002 BOMBA CENTRIFUGA SUMERGIBLE P/A.N. Q=58 LPS CARGA DISEÑO DE 17.2 , 1750 RPM WCA. IMPEL 30 HP 440 VOLTS 3 FASES 4 POLOS	PZA	3.00	9,860.00	29,580.00
Clave: 1003 MOTOR ELECTRICO VERTICAL JAGLA DE AROJILLA 200 HP 440 VOLTS 3 FASES 8 POLOS 60 CPS 880 RPM	PIA	4.00	44,252.00	177,008.00
Clave: 10035 MOTOR DE COMBUSTION INTERNA WCA. CUMMINS MOD. NTA-855-90 POTENCIA DE 360 HP A 2100 RPM O 280 HP A 1800 RPM INCLUDE: SILENCIADOR, BATERIA TABLERO DE INSTRUMENTACION	PIA	2.00	81,348.00	162,696.00
Clave: 1015 ESTRUCTURA P/PROTECCION DE MOTORES	PZA	2.00	834.47	1,668.94
Clave: 1036 BASES P/MOTORES	PIA	2.00	2,014.56	4,029.12
Clave: 10036 FLECHA TIPO CARDAN	PZA	2.00	2,350.00	4,700.00
Clave: 103 JUNTA DRESSER COMPLETA DE 1067 mm	PIA	1.00	3,950.00	3,950.00
Clave: 104 JUNTA DRESSER COMPLETA DE 750 mm	PIA	4.00	3,200.00	12,800.00

CARCAMO DE BOMBEO DE AGUAS NEGRAS Y PLUVIALES
INFONAVIT

08/May/95

2

Presupuesto				
Concepto	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
Clave: 1041 JUNTA GIBAUDT COMPLETA DE 406 mm PARA UNIR TUBERIA DE ACERO CON TUBERIA DE ASBESTO	PIA	3.00	287.00	861.00
Clave: 1042 JUNTA GIBAUDT COMPLETA DE 254 mm PARA UNIR EXTREMIDADES DE ACERO	PIA	1.00	137.00	137.00
Clave: 105 AMPLIACION DE ACERO DE 610 mm A 762 mm	PIA	4.00	850.00	3,400.00
Clave: 1051 AMPLIACION DE ACERO DE 203mm A 254 mm	PIA	3.00	625.30	1,875.90
Clave: 106 TRAMO LISO DE ACERO DE 762 mm X 500 mm	PIA	4.00	1,785.00	7,140.00
Clave: 1061 TRAMO LISO DE ACERO DE 254 mm DIAM X 400 mm DE LONG	PIA	3.00	997.00	2,991.00
Clave: 1062 TRAMO LISO BISELADO CED. 20 A.S.A. DE 406mmX500mm LONG	PIA	1.00	1,345.00	1,345.00
Clave: 1063 TRAMO C/BRIDA DE ACERO DE 508 mm X 305 mm DE LONG.	PIA	1.00	1,322.00	1,322.00
Clave: 107 CARRETE DE ACERO DE 762 mm X 500 mm DE LONG	PIA	4.00	4,252.00	17,008.00
Clave: 108 MULTIPLE DE ACERO CED. 20 A.S.A. DE 1067 X 9000 mm LONG CON 4 SALIDAS LATERALES A 45 762 mm	PIA	1.00	49,134.00	49,134.00
Clave: 109 MULTIPLE DE ACERO CED. 20 A.S.A. DE 356mmX7000mm LONG, BRI- DADO EN AMBOS EXTREMOS Y CON 3 SAL.A 45	PIA	1.00	32,249.00	32,249.00
Clave: 110 CODO DE ACERO 45 X762mm	PIA	4.00	3,765.00	15,060.00
Clave: 111 CODO DE ACERO CED. 20 A.S.A. 90 X1067 mm	PIA	1.00	10,831.00	10,831.00
Clave: 112 CODO DE ACERO DE 90 X203mm	PIA	3.00	651.00	1,953.00

**CARCAMO DE BOMBEO DE AGUAS NEGRAS Y PLUVIALES
INFONAVIT**

08/May/95

3

Presupuesto

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
Clave: 113 CODO DE ACERO DE 45 X254mm	PIA	3.00	863.00	2,589.00
Clave: 1131 CODO DE ACERO DE 90 X508 mm DE DIAM	PIA	2.00	1,170.00	2,340.00
Clave: 1132 CODO DE ACERO DE 90 X356mm	PIA	2.00	1,027.00	2,054.00
Clave: 1133 CODO DE ACERO SOLDABLE 90 X304mm	PIA	2.00	987.00	1,974.00
Clave: 1134 CODO DE ACERO SOLDABLE 90 X152mm	PIA	2.00	284.00	568.00
Clave: 114 TUBO DE ACERO CED. 20 A.S.A. DE 1067 mm	PIA	1.00	7,106.00	7,106.00
Clave: 115 REMOCCION DE ACERO CED. 20 A.S.A. 1067 A 508 mm	PIA	1.00	1,256.00	1,256.00
Clave: 116 INSERCCION DE ACERO BRIDADA DE 304 mm DE DIAM.	PIA	3.00	1,260.00	3,780.00
Clave: 117 INSERCCION DE ACERO BRIDADA DE 152 mm DE DIAM.	PIA	6.00	605.00	3,630.00
Clave: 118 INSERCCION DE ACERO BRIDADA DE 50 mm DE DIAM.	PIA	3.00	256.00	768.00
Clave: 120 VALVULA DE SECCIONAMIENTO TIPO COMPUERTA DE 304 mm	PIA	3.00	3,512.00	10,536.00
Clave: 1201 VALVULA DE SECCIONAMIENTO TIPO COMPUERTA DE 152 mm	PIA	6.00	905.00	5,430.00
Clave: 1202 VALVULA DE SECCIONAMIENTO TIPO COMPUERTA DE 50 mm	PIA	3.00	255.00	765.00
Clave: 121 VALVULA CONTRA GOLPE DE ARIETE DE 304mm	PIA	1.00	24,770.00	24,770.00
Clave: 1211 VALVULA CONTRA GOLPE DE ARIETE DE 152mm	PIA	2.00	25,940.00	51,880.00
Clave: 1213 VALVULA DE ADMISION Y EXPULSION DE AIRE DE 152 mm	PIA	4.00	2,374.00	9,496.00

CARCAMO DE BOMBEO DE AGUAS NEGRAS Y PLUVIALES
INFONAVIT

08/May/95

4

Presupuesto				
Concepto	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
Clave: 1214				
VALVULA DE ADMISION Y EMPULSION DE AIRE DE 50 mm	PIA	3.00	4,077.00	12,231.00
Clave: 1215				
VALVULA DE MARIPOSA DE 508 mm DE DIAM	PIA	1.00	3,200.00	3,200.00
Clave: 1216				
VALVULA DE SECCIONAMIENTO TIPO MARIPOSA DE 762 MM	PIA	4.00	4,390.00	17,560.00
Clave: 1217				
VALVULA DE SECCIONAMIENTO TIPO COMPUERTA DE 254mm	PIA	3.00	2,528.00	7,584.00
Clave: 1218				
VALVULA DE RETENCION DOO CHECK DE 762 mm	PIA	4.00	40,665.00	162,660.00
Clave: 1219				
VALVULA DE NO RETORNO (CHECK) DE 250mm	PIA	3.00	655.00	1,965.00
Clave: 122				
EXTREMIDAD DE ACERO DE 304 mm	PIA	2.00	1,600.00	3,200.00
Clave: 1221				
EXTREMIDAD DE ACERO CED. 20 A.S.A DE 254 mm X 500 mm LONG	PIA	6.00	1,425.00	8,550.00
Clave: 1222				
EXTREMIDAD DE ACERO DE 152 mm	PIA	2.00	615.00	1,230.00
Clave: 1223				
EXTREMIDAD DE ACERO DE 762 mm X 500 mm DE LONG.	PIA	8.00	2,425.00	19,400.00
ENERGIA Y ALAMBRAO				
Clave: 1000				
INTERCONEXION DE LOS TRANSFORMADORES C/CTO. DE CONTROL	LTE	1.00	5,625.00	5,625.00
Clave: 1001				
INTERCONEXION Y LA SUBSTACION Y LOS DOS TRANSFORMADORES INC. BASES VARILLAS DE Cu FUSIBLES VARILLAS DE CONTROL	LTE	1.00	7,620.50	7,620.50
Clave: 1002				
CONEXION DE LOS ELECTRONIVELES DEL CTO. DE CONTROL AL CARCA/ MO INC. VULVO DE MERCURIO HERRAJES DE SUSEION CABLE SUB-MARINO.	LTE	1.00	3,886.20	3,886.20
Clave: 101				
CAMBALIAACION P/ENERGIA ELECTRICA	LTE	1.00	1,351.90	1,351.90

**CARCAHO DE BOMBEO DE AGUAS NEGRAS Y PLUVIALES
INFONAVIT**

08/May/95		5		
Presupuesto				
Concepto	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
Clave: 1004				
SUBSTACION COMPACTA P/INTERFERIE 23 KV 60 CPS 3 FASES 2500 MSHN AISLAMIENTO AL IMPULSO DE 125 KV	PIA	1.00	32,350.00	32,350.00
Clave: 10041				
EQUIPO DE MEDICION	LTE	1.00	3,450.00	3,450.00
Clave: 10042				
COCHILLAS DESCONECTORAS MANUALES S/CARAG TIRO SENCILLO 3 POLOS 23 KV BIL DE 150 KV 600 AMP CONT SERV INTERIOR SELMHC	JOO	1.00	1,250.00	1,250.00
Clave: 1104				
INTERCEPTOR EN AIRE CLASE 23 KV OPERACION CON CARGA 3 POLOS MCA WICORAM	PIA	2.00	748.00	1,496.00
Clave: 1204				
FUSIBLE DE ALTA CAPACIDAD 800 MVA TIPO SMD-20 C/ELDMIENTO FUSIBLE DE 40 AMP	LTE	1.00	658.00	658.00
Clave: 12041				
FUSIBLE DE ALTA CAPACIDAD 800 MVA TIPO SMD-20 C/ELDMIENTO FUSIBLE DE 6 AMP	LTE	1.00	562.00	562.00
Clave: 12042				
APARTARRIVOS AUTOVALVULARES 1 POLO 60 CPS NEUTRO SOLIDO A TIERRA DE 20/23 KV ENTRE FASES MCA IUSA	PIA	2.00	782.00	1,564.00
Clave: 12043				
AISLADORES TIPO RECIBLOCK 23 KV NAI DE 125 KV MCA BALTEAU	PIA	4.00	986.00	3,944.00
Clave: 12044				
LINEAS DE ALIMENTACION FORMADAS POR BARRAS DE Cu 6.35x32 mm 400 AMP	JOO	1.00	1,860.00	1,860.00
Clave: 12045				
TRANSFORMADOR DE POTENCIA TRIFASICO DE 23,000 VOLTS 750 KVA DELTA 440/254 VOLTS, 60 CPS IMPEDANCIA 7.9 ÷ 65/40 C IESA	PIA	1.00	85,600.00	85,600.00
Clave: 12046				
TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCION DE 112.5 KVA 23,000 VOLTS 440/254 VOLTS 60 CPS IMPEDANCIA 5.11 65/40 MARCA IESA	PIA	1.00	26,800.00	26,800.00
Clave: 12047				
PERTIGA DE FIBRA DE VIDRIO P/OPERAR FUSIBLES DE POTENCIA DE 1.82 I 3.2 cm CON CABEZA UNIVERSAL Y GANCRO MCA. ELSTINGS	PIA	1.00	390.00	390.00

**CARCAMO DE BOMBEO DE AGUAS NEGRAS Y PLUVIALES
INFONAVIT**

08/May/95

6

Presupuesto

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
Clave: 12048 EXTINTOR A BASE DE POLVO QUIMICO	PIA	1.00	350.00	350.00
Clave: 12049 COLADERA DE DRENAJE CON TUBOS DE ALBAJAL DE 150 mm	PIA	2.00	135.00	270.00
Clave: 12050 REGISTRO DE 1.10 X 1.10 M PARA ACOMETIDA Y CUATRO DOCTOS DE ASBESTO CEMENTO DE 102 mm DE DIAMETRO	PIA	1.00	450.00	450.00
Clave: 12051 REGISTRO DE 80 X 80 X 90 cm P/ CABLES DE BAJA TENSION	PIA	2.00	214.00	428.00
Clave: 1011A TUBO CONDUIT PG ROSCADO EN SUS EXTREMOS C/COPLER 76 MM	NL	90.00	6.11	549.90
Clave: 10127 TUBO CONDUIT PG ROSCADO EN SUS EXTREMOS C/COPLER 51 MM	NL	30.00	5.80	174.00
Clave: 10071 CABLE DE CU CON AISLAMIENTO DE TEN (90) 600 VOLTS N 350	NL	250.00	12.55	3,137.50
Clave: 10081 CABLE DE CU CON AISLAMIENTO DE TEN (90) 600 VOLTS N 1/0	NL	90.00	11.50	1,035.00
Clave: 1005 GABINETE METALICO P/CONTROL DE ARRANQUE Y PARO AUTOMATICO 600 VOLTS CLASE I TIPO MENA 6 AUTOSFORTADO	PIA	1.00	6,850.00	6,850.00
Clave: 1006 EQUIPO DE CONTROL AUTOMATICO	JOO	1.00	5,480.00	5,480.00
Clave: 1007 CABLE DE CU CON AISLAMIENTO DE TEN (90) 600 VOLTS N 500	NL	600.00	11.55	6,930.00
Clave: 1008 CABLE DE CU CON AISLAMIENTO DE TEN (90) 600 VOLTS N 5	NL	465.00	1.80	837.00
Clave: 1009 CABLE DE CU CON AISLAMIENTO DE TEN (90) 600 VOLTS N 8	NL	320.00	1.05	336.00

**CARCAMO DE BOMBEO DE AGUAS NEGRAS Y PLUVIALES
INFONAVIT**

08/May/95

7

Presupuesto				
Concepto	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
Clave: 1010 CABLE DE CU CON AISLAMIENTO DE TEN (90) 600 VOLTS N 5	ML	710.00	2.10	1,533.00
Clave: 1011 TUBO CONDUIT PG ROSCADO EN SUS EXTREMOS C/COPLES 76 MM	ML	190.00	6.11	1,160.90
Clave: 1012 TUBO CONDUIT PG ROSCADO EN SUS EXTREMOS C/COPLES 25 MM	ML	200.00	1.70	340.00
Clave: 1013 TUBO CONDUIT PG ROSCADO EN SUS EXTREMOS C/COPLES 19 MM	ML	260.00	1.16	301.60
Clave: 1014 CONECTOR RECTO P/TUBO CONDUIT FLEXIBLE 63 MM	PIA	3.00	1.00	3.00
Clave: 1015 TUBO CONDUIT FLEXIBLE TIPO LIQUALITE C/RECUBRIMIENTO DE POLI VINILO P/INTERPERIE 63 MM	ML	2.00	7.50	15.00
Clave: 1016 CODO DE Fo Ga 90 P.G. 63 MM	PIA	3.00	26.00	78.00
Clave: 1017 CONSOLEY SERIE OVALADA TIPO LB 63 mm Cat LB-77	PIA	1.00	356.00	356.00
ALUMBRADO				
Clave: 10018 TRANSFORMADOR P/ALUMBRADO TIPO SECO DE 20 KVA, 3 FASES C/ RELACION DE TRANSFORMACION DE 400-220/127 VOLTS	PIA	1.00	18,900.00	18,900.00
Clave: 10019 TABLERO P/ALUMBRADO 3F 4h 220/127 VOLTS P/14 CIRCUITOS DERI PIA VADOS C/INT TERMOMAGNETICOS TIPO QO, DE 2 POLOS 15 AMP	PIA	1.00	158.00	158.00
Clave: 10020 UNIDAD DE ILUMINACION DE VAPOR DE MERCURIO DE 400 W 220 V 60 CPS	PIA	4.00	1,629.00	6,516.00
Clave: 10021 UNIDAD DE ILUMINACION VAPOR DE SODIO 400 W 220 V 60 CPS	PIA	9.00	1,904.00	17,136.00
Clave: 10022 UNIDAD DE ILUMINACION DE FLUORESCENTE DE 2174 W 127 V 60 CPS MCA ILLNSA	PIA	2.00	1,659.00	3,318.00

**CARCAMO DE BOMBEO DE AGUAS NEGRAS Y PLUVIALES
INFONAVIT**

08/May/95

B

Presupuesto

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
Clave: 10023 UNIDAD DE ILUMINACION FLUORESCENTE DE 2138 W 127 V 60 CPS MCA ILLIBSA	PIA	3.00	1,504.00	4,512.00
Clave: 10024 CONTACTO MONOFASICO TIPO INTERCAMBIABLE 127 V C/PLACA Y CAJA DE CONEXIONES MCA QUINZAJOS	PIA	2.00	25.00	50.00
Clave: 10025 APAGADOR SENCILLO TIPO INTERCAMBIABLE C/PLACA Y CAJA DE CONE XIONES	PIA	1.00	25.00	25.00
Clave: 10026 CABLE DE Cu THW (90) P/600 V Cal 12 AWG	ML	100.00	0.45	45.00
Clave: 1013A TUBO CONDUIT PG ROSCADO EN SUS EXTREMOS C/COPLER 19 MM	ML	60.00	1.16	69.60
Clave: 10027 SISTEMA DE TIERRAS	PIA	6.00	135.00	810.00
Clave: 10028 CABLE DE Cu DESNUDO SEMI-DURO CLASE B Cal 3/0 AWG	ML	80.00	1.80	144.00
Clave: 10029 VARILLA COPPERWELD LONG 3.05 M Y 16mm	PZA	7.00	44.00	308.00
Clave: 10030 REGISTRO P/INSTALACION ELECTRICA DE 80 X 80 X90	PIA	10.00	185.00	1,850.00
TRABAJOS PRELIMINARES				
Clave: 0001 TRAJO Y NIVELACION DE TERRENO	M3	624.86	1.40	874.80
Clave: 0002 EXCAVACION EN TALUDES Y CARCAMO DE 0.0 A 2.00 MTS	M3	1,420.89	4.23	6,010.36
Clave: 0003 EXCAVACION EN TALUDES Y CARCAMO DE 2.00 A 4.00 MTS	M3	992.52	4.88	4,843.50
Clave: 0004 EXCAVACION EN TALUDES Y CARCAMO DE 4.00 A 6.00 MTS	M3	665.68	5.62	3,741.12
Clave: 0005 EXCAVACION EN TALUDES Y CARCAMO DE 6.00 A 8.00 MTS	M3	532.47	6.85	3,647.42

CARCAMO DE BOMBEO DE AGUAS NEGRAS Y PLUVIALES
INFONAVIT

08/May/95					9
Presupuesto					
Concepto	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total	
Clave: 0006					
EICAVACION EN TALEDES Y CARCAMO DE 8.00 A 9.90 MTS	M3	395.50	8.15	3,223.32	
Clave: 0007					
CARGA MECANICA Y ACARREO A 1er KM	M3	4,007.06	5.34	21,397.70	
Clave: 0008					
ACARREO KM'S SUBSECUENTES 8 KM	M3/KM	32,056.48	1.51	48,405.28	
Clave: 0009					
RELLENO CON MATERIAL DE BANCO (TIPIPATZ) COMPACTADO	M3	1,039.04	32.73	34,007.78	
INSTALACION DE DRENES DE AGUAS FREATICAS					
Clave: 0010					
EICAVACION MANUAL EN CEPAS MAT. TIPO II HASTA 2.00 DE PROF.	M3	24.52	11.90	291.79	
Clave: 0011					
CAMA DE GRAVA DOSIFICADA P/APOYO DE TUBERIA	M3	14.51	50.70	735.66	
Clave: 0012					
TUBERIA DE CONCRETO SIMPLE DE 15 CM PERFORADO	ML	87.80	15.89	1,395.14	
Clave: 0013					
RELLENO EN CEPAS CON MAT. PROD. DE EICAVACION COMPACTADO	M3	8.75	9.23	80.76	
Clave: 0014					
ELEVACION DE MAT. PROD. DE EICAVACION	M3	21.33	11.86	252.97	
Clave: 0015					
CARGA MECANICA Y ACARREO A 1 er KM MAT. PROD. EICAVACION	M3	21.33	5.34	113.90	
Clave: 0018					
ACARREO KM'S SUBSECUENTES 8 KM	M3/KM	170.64	1.51	257.67	
CONSTRUCCION DE CANAL DE RESILLAS (CANALETA)					
Clave: 0019					
TRAZO Y NIVELACION	M2	77.70	1.40	108.78	
Clave: 0020					
EICAVACION DE MAT. TIPO II DE 0.00 A 2.00 MTS	M3	50.21	4.23	212.39	
Clave: 0021					
PLANTILLA DE CONCRETO ARMADO 5 CM	M2	41.96	12.60	528.70	

CARCAMO DE BOMBEO DE AGUAS NEGRAS Y PLUVIALES
INFONAVIT

08/May/95		10			
Presupuesto					
Concepto	Unidad	Cantidad	Preco U.	Total	
Clave: 0022					
MURO DE TABIQUE EXTRAIDO HUECO VERT. 6112224	M2	102.62	65.58	6,742.91	
CERRAMIENTO DE CONCRETO ARMADO F'C-200					
Clave: 0023					
ACERO DE ARMEX 12-12/3	ML	155.40	4.58	711.73	
Clave: 0024					
CINBRA ACABADO COMUM	M2	46.62	29.49	1,374.82	
Clave: 0025					
CONCRETO H. EN OBRA F'C-200	M3	3.50	286.29	1,002.02	
REJILLAS					
Clave: 0026					
SER. Y COLOC. DE ANGULO DE 1 1/2 X 1 1/2 X 3/16	KG	416.47	4.49	1,869.95	
Clave: 0027					
ANCLAS DE VARILLAS DE 3/8	KG	5.91	4.49	26.67	
Clave: 0028					
REJILLA IRVING DE 38 mm	ML	77.70	60.50	4,700.85	
Clave: 0029					
APLANADO Y PULIDO INTERIOR	M2	126.14	14.98	1,889.58	
COMPUERTAS DE EMERGENCIA					
Clave: 0030					
OBRA CIVIL DE COMPUERTAS INC. TRAZO, EXCAV, ACARRIOS, CINBRA Y CONCRETOS SEGUN ESPECIFICACIONES DE PLANOS	PZA	2.00	10,525.00	21,050.00	
Clave: 0031					
COMPUERTA DE EMERGENCIA DE EMERGENCIA DE 1.2011.20 TMS-109 MECANISMO ELEVADOR TMC-123 Y BASTAGO DE SUSPENSIÓN SON E IMS	PZA	2.00	40,131.50	80,263.00	
Clave: 0032					
TAPA PIEDRADA INC. VIGUETA I DE ASIENTO	PZA	2.00	2,068.00	4,136.00	
Clave: 00313					
ESCALERA MARINA	PZA	2.00	250.56	501.12	
CAJA DE DESAJOLVES					

**CARCAMO DE BOMBEO DE AGUAS NEGRAS Y PLUVIALES
INFONAVIT**

08/May/95

11

Presupuesto				
Concepto	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
Clave: 0010 EICAVACION DE MAT. TIPO II DE 0.00 A 2.00 MTS	M3	53.68	4.23	227.07
Clave: 0031 CAJA DE ARENA DE 10 cm	M3	2.64	50.70	133.85
Clave: 0032 TENDIDO DE TUBERIA DE ASBESTO-CEMENTO 508 mm	ML	22.40	149.50	3,348.80
Clave: 00321 CORDO DE 45 X 508 mm Fo.Fo.	PIA	1.00	650.00	650.00
Clave: 00322 COLOCACION DE EXTREMIDAD DE 508 mm Fo.Fo.	PIA	3.00	515.00	1,545.00
Clave: 00323 JUNTA GIBAULT DE 508 mm	PIA	4.00	280.00	1,120.00
Clave: 0033 RELLENO CON M.A.T. PROD. DE EICAVACION	M3	48.10	9.22	443.48
Clave: 0034 CARGA MECANICA Y ACARREO A 1 er KM MAT. PROD. EICAVACION	M3	2.94	5.34	15.70
Clave: 0035 ACARREO KM'S SUBSECUENTES 8 KM	M3/KM	23.52	1.51	35.52
ZAPATAS PARA GRUAS DE CONCRETO 6 PISAS				
Clave: 0036 EICAVACION ANANO EN CEPALS	M3	1.38	11.90	16.42
Clave: 0037 RELLENO EN CEPALS CON MAT PROD. DE EICAVACION	M3	0.64	9.22	5.90
Clave: 0038 ACARREO EN CARRETILA	M3	0.70	5.15	3.61
Clave: 0039 CARGA MECANICA Y ACARREO A 1 er KM MAT. PROD. EICAVACION	M3	0.70	5.34	3.74
Clave: 0040 ACARREO KM'S SUBSECUENTES 8 KM	M3/KM	5.60	1.51	8.46
Clave: 0041 CINERA COMUN EN ZAPATAS	M2	7.08	23.69	167.73

CARCAMO DE BOMBEO DE AGUAS NEGRAS Y PLUVIALES
INFONAVIT

08/May/95	12			
Presupuesto				
Concepto	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
Clave: 0042				
ACERO DE REF. DE MALLA ELECTROSOLDADA 6-6/2-2	M2	3.54	11.45	40.53
Clave: 0043				
VARRILLA DEL N 3 FY=4200	TON	0.03	2,267.12	77.08
Clave: 0044				
CONCRETO B. EN OBRA F'C=200	M3	1.02	286.29	292.02
ESTRUCTURA DE CARCAMO				
Clave: 0044				
TRAJO Y NIVELACION DE LOSA DE CIMENTACION	M2	156.00	1.40	218.40
Clave: 0045				
ACERO DE REF. N 2 FY=4200	TON	0.11	2,545.79	280.04
Clave: 0046				
ACERO DE REF. N 2.5 FY=4200	TON	0.68	2,345.59	1,595.00
Clave: 0047				
ACERO DE REF. N 3 FY=4200	TON	2.48	2,278.07	5,638.22
Clave: 0048				
ACERO DE REF. N 4 FY=4200	TON	5.62	2,226.55	12,504.30
Clave: 0049				
ACERO DE REF. N 5 FY=4200	TON	6.41	2,184.44	11,997.89
Clave: 0050				
ACERO DE REF. N 6 FY=4200	TON	2.31	2,140.60	4,934.08
Clave: 0051				
CIBERA DE MADERA ACABADO APARENTE	M2	598.02	26.70	15,967.13
Clave: 0052				
SUM Y COLOC. DE CHAFLAN DE MADERA	ML	214.25	1.39	297.81
Clave: 0053				
CONCRETO PREMECLADO F'C=200 KG/CM2	M3	181.94	401.29	73,010.70
SILLETAS DE CONCRETO P/ APOYO DE TUBERIAS				
Clave: 0054				
TRAJO Y NIVELACION	M2	12.83	1.40	17.96

CARCAMO DE BOMBEO DE AGUAS NEGRAS Y PLUVIALES
INFONAVIT

08/May/95

13

Presupuesto				
Concepto	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
Clave: 0055 EICAVACION MANUAL MAT. TIPO II	M3	9.59	11.90	114.12
Clave: 0056 ACARRO EN CARRETILA	M3	3.14	5.15	16.17
Clave: 0057 CARGA MECANICA Y ACARRO A 1 er KM MAT. PROD. EICAVACION	M3	3.14	5.34	16.77
Clave: 0058 ACARRO KM'S SUBSECUENTES 8 KM	M3/KM	25.12	1.51	37.93
Clave: 0059 RELLENO C/RAT. PROD. EICAVACION	M3	6.45	9.22	59.47
Clave: 0060 CONCRETO F'c=200 KG/cm2 TMA 19 mm PRIMECLADO	M3	5.37	401.29	2,154.93
Clave: 0061 ACERO DE REF. MALLA ELECTROSOLDADA 6-6/2-2	M2	26.20	11.45	299.99
Clave: 0062 ANCLAS DE ACERO DE 3/4	PIA	14.00	42.00	588.00
Clave: 0063 SOLERA DE 5/16 X 4"	PIA	7.00	16.00	112.00
Clave: 0064 CUBRA DE MADERA ACABADO APARENTE	M2	10.00	26.70	267.00
CAJAS DE REJILLAS				
Clave: 0065 TRAZO Y NIVELACION	M2	8.10	1.40	11.34
Clave: 0066 CONCRETO F'c=200 KG/cm2 TMA 19 mm PRIMECLADO	M3	11.46	401.29	4,598.78
Clave: 0067 SOBREPRECIO POR ACABADO PULIDO	M2	5.60	3.50	19.60
Clave: 0068 ACERO DE REF N 3 FT=4200	TON	0.65	2,278.07	1,489.86
Clave: 0069 ACERO DE REF N 5 FT=4200	TON	0.14	2,184.44	294.90

CARCAMO DE BOMBEO DE AGUAS NEGRAS Y PLUVIALES
INFONAVIT

08/May/95

14

Presupuesto				
Concepto	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
Clave: 0070				
CIMBRA DE MADERA ACABADO COMUN	M2	94.84	26.70	2,532.23
Clave: 0071				
ANCLA DE ANGULO DE 2 X 2 X 3/16	PEA	64.00	16.00	1,024.00
Clave: 0072				
TUBO DE 6" DE ACERO	ML	61.18	127.00	7,769.86
Clave: 0073				
REJILLA PARA DESAZOLVE	PEA	4.00	196.93	787.72
Clave: 0074				
TAPA DE REJILLA IRVING	PEA	2.00	60.50	121.00
CHAFLAN Y LOSA REGULADORA DE NIVELES				
Clave: 0075				
JUNTA DE CONSTRUCCION DE PVC DE 30 cm DE ANCHO	ML	22.00	23.25	511.50
Clave: 0076				
RELLENO DE ASFALTO EN JUNTA DE CONSTRUCCION	ML	22.00	2.90	63.80
Clave: 0077				
CONCRETO EN CHAFLAN Y PLATAFORMA F'c=150 KG/CM2	M3	19.71	401.29	7,909.43
Clave: 0078				
CIMBRA DE MADERA ACABADO APARENTE	M2	7.47	26.70	199.45
Clave: 0079				
SORREPRECIO POR ACABADOS ESPECIALES PULIDO INTEGRAL	M2	18.90	3.50	66.15
TERRACERIAS Y PAVIMENTOS				
Clave: 0080				
TRATO Y NIVELACION DE VIALIDAD	ML	53.73	4.10	220.29
Clave: 0081				
EXCAVACION EN CAJON MAY TIPO II	M3	520.25	7.33	3,813.43
Clave: 0082				
CARGA MECANICA Y ACABADO EN 1er KH	M3	520.25	5.34	2,778.14
Clave: 0083				
ACABADO EN CAJON A KM'S SUBSECUENTES	M3/KM	4,162.00	1.51	6,284.62

CARCAMO DE BOMBEO DE AGUAS NEGRAS Y PLUVIALES
INFONAVIT

08/May/95

15

Presupuesto				
Concepto	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
Clave: 0084 AFINE Y CONFORMACION DE SUBRASANTE	M2	1,099.67	1.62	1,781.47
Clave: 0085 SUBBASE DE TIPIYATE COMPACTADA AL 95% PROCTOR	M3	329.90	51.86	17,108.61
Clave: 0086 BASE DE GRAVA CONTROLADA DE 15 CM DE ESPESOR	M2	649.33	1.54	999.97
Clave: 0087 CARPETA ASFALTICA DE 7 cm	M2	649.33	24.64	15,999.49
RAMPA DE ACCESO				
Clave: 0088 EXCAVACION EN CAJON MAY YIHO II	M3	468.51	7.33	3,434.18
Clave: 0091 AFINE Y CONFORMACION DE SUBRASANTE	M2	200.90	1.62	325.46
Clave: 0089 CARGA MECANICA Y ACARDO EN 1er XM	M3	468.51	5.34	2,501.84
Clave: 0090 ACARDO EN CAMION A XOM'S SUBSECUENTES	M3/XM	3,748.08	1.51	5,659.60
Clave: 0092 SUBBASE DE TIPIYATE COMPACTADA AL 95% PROCTOR	M3	60.27	51.86	3,125.60
Clave: 0093 BASE DE GRAVA CONTROLADA DE 15 CM DE ESPESOR	M2	172.20	1.54	265.19
Clave: 0094 PAVIMENTO DE CONCRETO HIDRAULICO F'C=150 KG/CM2	M3	25.83	401.29	10,365.32
Clave: 0095 TENDIDO DE MALLA ELECTRODOLADA 6-6/10-10	M2	172.20	3.94	678.47
TALUDES EN CARCAMO				
Clave: 0096 RAMPA DE ESCALERA EN TALUD	PIA	1.00	935.50	935.50
Clave: 0096 AFINE Y TERRACERIA EN TALUDES	M2	565.64	1.78	1,006.84

CARCAMO DE BOMBEO DE AGUAS NEGRAS Y PLUVIALES
INFONAVIT

08/May/95

16

Presupuesto				
Concepto	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
Clave: 0097 CARGA Y ACARREO DE MAT. PROD. DE AFINE	M3	84.76	5.24	452.62
Clave: 0098 ACARREO EN KM'S SUBSECUENTES 8 KMS	M3/KM	678.08	1.51	1,023.90
Clave: 0099 RELLENO CON TEPETATE COMPACTADO 10 CM	M2	56.56	9.78	553.16
Clave: 0100 RECUBRIMIENTO CON LOSA PREFABRICADA DE CONCRETO F'c=200 Y MALLA ELECTROSOLDADA	M2	565.64	55.50	31,393.02
Clave: 0101 RAJUELO DE JUNTAS DE LOSAS PREFABRICADAS	ML	154.35	11.00	1,697.85
Clave: 0102 RAJERA Y LECHEADO DE LOSA PREFABRICADA	M2	565.64	2.01	1,136.94
BANQUETAS				
Clave: 0103 TRazo Y NIVELACION	M2	936.07	1.40	1,310.50
Clave: 0104 EXCAVACION MAT TIPO II	M3	83.13	11.90	989.25
Clave: 0105 RELLENO CON MAT. DE BANCO (TEPETATE)	M3	69.21	9.22	638.12
Clave: 0106 AFINE Y COMPACTACION DE SASANTE	M2	582.95	1.62	944.38
Clave: 0107 TENDIDO DE MALLA ELECTROSOLDADA EN SOMA DE TRANSITO 6-6/10-10	M2	128.25	3.94	505.30
Clave: 0108 BANQUETA DE CONCRETO HIDRAULICO F'c=150 DE 8 cu	M2	807.82	38.62	31,198.01
Clave: 0109 BANQUETA DE CONCRETO HIDRAULICO F'c=150 DE 15 cu	M2	128.25	58.44	7,494.93
Clave: 0110 AFINE Y COMPACTACION DE SUBSASANTE	M2	926.07	1.62	1,500.23
GUARNICIONES				

**CARCAMO DE BOMBEO DE AGUAS NEGRAS Y PLUVIALES
INFONAVIT**

08/May/95

17

Presupuesto				
Concepto	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
Clave: 0111 TRAZO Y NIVELACION	ML	247.48	0.83	205.41
Clave: 0112 EXCAVACION MAT TIPO II	M3	24.75	11.90	294.52
Clave: 0113 CARGA Y ACARRO DE MAT. PROD. DE AFINE	M3	24.75	5.34	132.17
Clave: 0114 ACARRO EN KM'S SUBSECUENTES 8 KMS	M3/KM	198.00	1.51	298.98
Clave: 0115 CIBRA METALICA	M2	247.48	10.28	2,544.09
Clave: 0116 CONCRETO F'c= 200	M3	21.78	418.88	9,123.21
Clave: 0117 RELLENO DE YEPETATE	M3	17.81	32.73	582.92
BARDA PERIMETRAL DE ELEMENTOS PREFABRICADOS				
Clave: 0118 TRAZO Y NIVELACION	ML	199.10	0.83	165.25
Clave: 0119 EXCAVACION MAT TIPO II	M3	39.82	11.90	473.86
Clave: 0120 CARGA Y ACARRO DE MAT. PROD. DE AFINE	M3	39.82	5.34	212.64
Clave: 0121 ACARRO EN KM'S SUBSECUENTES 8 KMS	M3/KM	318.56	1.51	481.03
Clave: 0122 ACERO DE REF. # 3 FV=4200	TON	0.22	2,278.07	492.06
Clave: 0123 IMPERMEABILIZACION PARA DESPLANTE DE MURO	ML	199.10	2.27	451.96
Clave: 0124 ACERO DE REF. ARMEX 1211214	ML	55.00	4.58	251.90
Clave: 0125 CIBRA APARENTE PARA CERRAMIENTOS, CASTILLOS Y DESPLANTES	M2	196.72	26.70	5,252.42

CARCAMO DE BOMBEO DE AGUAS NEGRAS Y PLUVIALES
INFONAVIT

08/May/95

18

Presupuesto

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
Clave: 0125-1 CERFLAN DE MADERA EN CERRAMIENTOS Y CASTILLOS	ML	477.00	1.39	663.03
Clave: 0126 TENDIDO DE MALLA 6-6/2-2 EN REFUERZO DE MURO	M2	16.95	11.45	194.08
Clave: 0127 ACERO DEL N 2 FY+4200	TON	0.40	2,545.79	1,018.32
Clave: 0128 CONCRETO F'C=200 KG/CM2 TMA 19 mm H. EN O.	M3	32.76	286.29	9,378.86
Clave: 0129 MURO DE TABIQUE EXTRUIDO HUECO VERTICAL	M2	129.39	65.58	8,485.40
Clave: 0130 MURO DE LOSA PREFABRICADA	M2	112.47	55.50	6,242.08
CASA DE CONTROLES				
Clave: 0131 TRAIDO Y NIVELACION	M2	39.40	1.40	55.16
Clave: 0132 EXCAVACION MAT TIPO II	M3	1.53	11.90	18.21
Clave: 0133 CARGA Y ACARRO DE MAT. PROD. DE AFINE	M3	1.53	5.34	8.17
Clave: 0134 ACARRO EN KM'S SUBSECUENTES 8 KMS	M3/KM	12.24	1.51	18.48
Clave: 0135 TENDIDO DE MALLA 6-6-/2-2	M2	125.15	11.45	1,432.97
Clave: 0136 ACERO DEL N 2 FY+4200	TON	0.08	2,545.79	203.66
Clave: 0137 ACERO DE REFUERZO ARHEX 12X12X3	ML	64.08	4.58	293.49
Clave: 0138 CIGARRA DE MADERA ACABADO APARENTE	M2	20.02	26.70	534.53
Clave: 0139 CONCRETO F'C=200 KG/CM2 TMA 19mm	M3	8.94	286.29	2,559.43

**CARCAMO DE BOMBEO DE AGUAS NEGRAS Y PLUVIALES
INFONAVIT**

08/May/95

19

Presupuesto

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
Clave: 0140 LOSA PREFABRICADA	M2	39.40	59.60	2,348.24
Clave: 0141 MALLA 6-6/10-10	M2	39.40	3.94	155.24
Clave: 0142 ACERO REF. ARMEC 12X12-4	KL	36.32	4.58	166.35
Clave: 0143 MURO DE TABIQUE ACABADO APARENTE HUECO VERTICAL	M2	256.94	65.58	16,850.13
Clave: 0144 SILICON EN MUROS DE TABIQUE	M2	241.01	6.21	1,496.67
Clave: 0145 RELLENO DE TEZONTLE PARA ASOTEA	M3	2.52	55.96	141.02
Clave: 0146 EMPORTADO DE MECLA EN LOSA DE ASOTEA	M2	36.07	12.44	448.71
Clave: 0147 ENLADRILLADO EN LOSA DE ASOTEA	M2	36.07	25.05	903.55
Clave: 0148 IMPERMEABILIZACION EN LOSA DE ASOTEA	M2	36.07	16.25	586.14
ACABADOS				
Clave: 0149 LOSETA DE GRANITO DE 30X30	M2	34.04	55.00	1,872.20
Clave: 0150 MOZAIICO VENECIANO EN BAJO	M2	8.88	29.69	263.65
Clave: 0151 REPELLADO DE MECLA EN MUROS	M2	8.88	13.98	124.14
Clave: 0152 APLANADO DE YESO	M2	8.68	9.70	84.20
Clave: 0153 PINTURA DE ESMALTE EN MUROS	M2	8.68	5.85	50.78
Clave: 0154 CAL SOPLADA EN PLAFONES	M2	31.48	3.50	110.18

**CARCAMO DE BOMBEO DE AGUAS NEGRAS Y PLUVIALES
INFONAVIT**

08/May/95	20			
Presupuesto				
Concepto	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
Clave: 0155 PINTURA DE ESMALTE EN PLAFON DE BAJO	M2	3.70	5.85	21.65
Clave: 0156 APLAMADO DE YESO EN PLAFON DE BAJO	M2	3.70	9.70	35.89
Clave: 0157 INODORO DE PORCELANA BLANCO	PIA	1.00	244.50	244.50
Clave: 0158 REGADERA CROMADA	PIA	1.00	41.58	41.58
Clave: 0159 LAVABO DE PORCELANA BLANCO	PIA	1.00	173.46	173.46
Clave: 0160 CALENTADOR AUTOMATICO DE 40 LTS	PIA	1.00	421.78	421.78
Clave: 0161 FREGADERO DE LAMINA	PIA	1.00	222.15	222.15
Clave: 0162 SALIDA HIDROGAMITARIAS	SAL	5.00	89.50	447.50
Clave: 0163 SALIDA ELECTRICA	SAL	9.00	85.00	765.00
Clave: 0164 VENTANAS DE ALUMINIO 1.20X1.20	PIA	4.00	144.07	576.28
Clave: 0165 VENTANA DE ALUMINIO DE 60X60	PIA	1.00	85.44	85.44
Clave: 0166 PUERTA DE MADERA DE 2.10X0.90	PIA	3.00	128.84	386.52
Clave: 01671 TOMA P/HIDRAMTE	SAL	1.00	1,366.00	1,366.00
OBRA EXTERIORES DE PROTECCION				
Clave: 0189 CERCA, PORTONES Y BARRIALES INC. SEMINISTROS Y CLOCACION	LTE	1.00	13,564.00	13,564.00
ESTRUCTURA DE GRUAS				

**CARCANO DE BOMBEO DE AGUAS NEGRAS Y PLUVIALES
INFONAVIT**

08/May/95

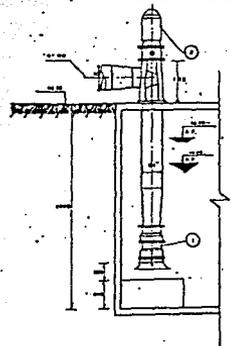
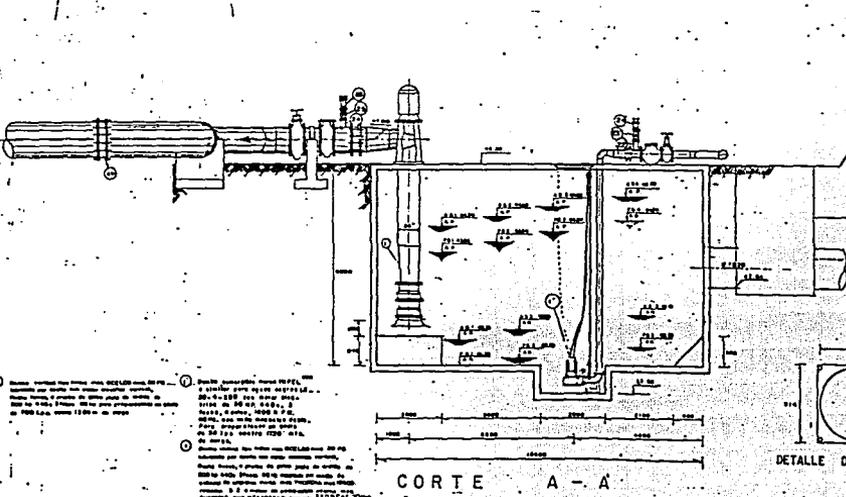
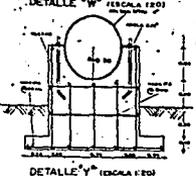
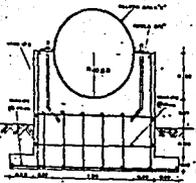
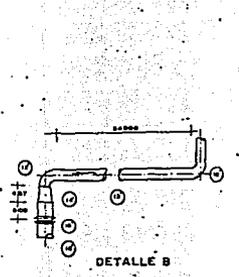
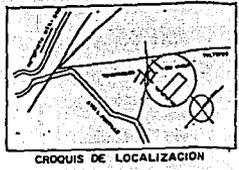
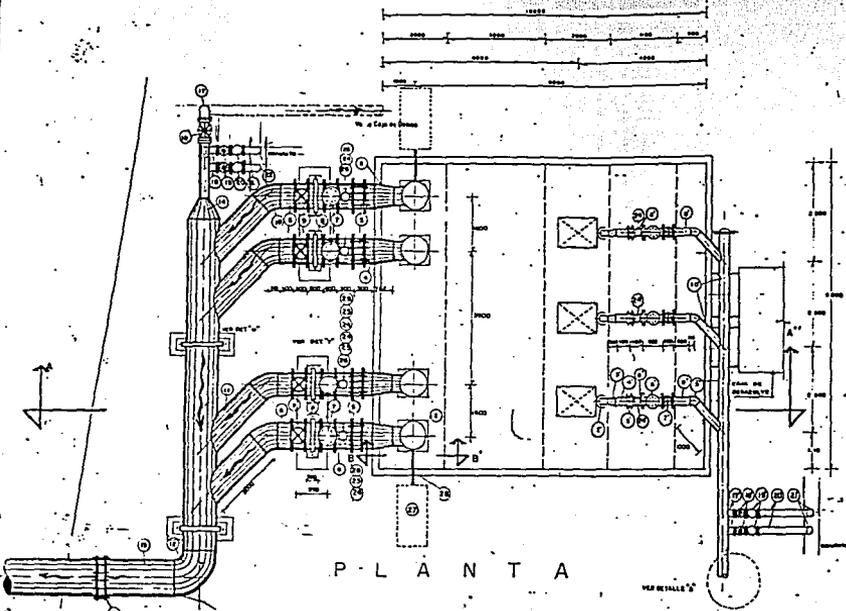
21

Presupuesto				
Concepto	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
Clave: 0167				
GRUA VIAJERA C/POLIPASTO MCA. ENDOR STAEL DE 2 TON MOTOR 2.6 HP. IMC. ESTRUCTURA DE ACERO DE 15 X 6.5 MTS.	PIA	1.00	16,458.00	16,458.00
Clave: 0168				
GRUA PARA REJILLAS C/POLIPASTO ENDOR STAEL CON CAP. DE 600K Y MOTOR DE 0.75 HP IMC. ESTRUCTURA DE ACERO	PIA	1.00	4,250.00	4,250.00
LINEA DE DESCARGA				
Clave: 0169				
TRAZO Y NIVELACION DE TERRENO	ML	1,339.00	0.83	1,111.37
Clave: 0170				
EXCAVACION EN MAT. TIPO I Y II MECANICA	M3	14,562.00	4.88	71,062.56
Clave: 0171				
PLANTILLA DE ARENA APISONADA	M3	717.00	50.70	36,351.90
Clave: 0172				
INSTALACION DE TUBERIA DE CONCRETO PRESTRESADO DE 1200mm	ML	1,339.00	1,150.00	1,539,850.00
Clave: 0173				
INSTALACION DE TUBERIA DE ASBESTO CEMENTO CLASE A-7 406mm	ML	1,339.00	17.48	23,405.72
Clave: 0174				
RELLENO CON MATERIAL DE BANCO TEPETATE	M3	12,815.00	32.73	419,434.95
Clave: 0175				
ATRAQUE DE CONCRETO F/C-150	M3	5.35	401.29	2,146.90
Clave: 0176				
AMPLIACION CONECCP DE 1.06x1.22	PIA	1.00	2,525.00	2,525.00
Clave: 0177				
CODO DE FO.FO. DE 90 x40 cm DIAM	PIA	1.00	1,200.00	1,200.00
Clave: 0178				
CODO DE FO.FO. DE 45 x40 cm DIAM	PIA	2.00	960.00	1,920.00
Clave: 0179				
CODO CONECCP DE 45 x1.20 m	PIA	4.00	668.82	2,675.28
Clave: 0180				
CODO FO.FO. DE 45 x400mm	PIA	3.00	960.00	2,880.00

**CARCAMO DE BOMBEO DE AGUAS NEGRAS Y PLUVIALES
INFONAVIT**

08/May/95		22			
Presupuesto					
Concepto	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total	
Clave: 0181 ENTREMIADAS DE 400mm DE FO.FO.	PIA	6.00	485.00	2,910.00	
Clave: 0182 JUNTA GIBBULT DE 400mm	PIA	6.00	287.00	1,722.00	
Clave: 0183 CAFREYS DE 50mmx22 FO.FO.	PIA	1.00	1,860.00	1,860.00	
Clave: 0184 VALVULA DE COMPUERTA DE 8"	PIA	1.00	1,570.00	1,570.00	
Clave: 0185 VALVULA COMBINADA DE 8"	PIA	1.00	4,742.50	4,742.50	
Clave: 01851 VALVULA DE COMPUERTA DE 50mm	PIA	1.00	255.12	255.12	
Clave: 01852 VALVULA COMBINADA DE 50mm	PIA	1.00	8,747.00	8,747.00	
Clave: 1860 REDUCCION DE 4" A 2"	PIA	1.00	71.05	71.05	
Clave: 0186 CAJA DE VALVULAS	PIA	2.00	1,352.25	2,704.50	
Clave: 0187 CUELLO DE GARGA P/DESCARGA AL CANAL DE 406mm	PIA	1.00	12,459.36	12,459.36	
Clave: 0188 CUELLO DE GARGA P/DESCARGA AL CANAL DE 1200mm	PIA	1.00	55,647.48	55,647.48	
Subtotal:			4,175,895.31		
Indirectos:			1,002,189.72		
TOTAL:			5,178,085.03		

LISTAS DE MATERIALES Y EQUIPO
AGUAS PLUVIALES



- 1) ...
- 2) ...
- 3) ...
- 4) ...
- 5) ...
- 6) ...
- 7) ...
- 8) ...
- 9) ...
- 10) ...
- 11) ...
- 12) ...
- 13) ...
- 14) ...
- 15) ...
- 16) ...
- 17) ...
- 18) ...
- 19) ...
- 20) ...
- 21) ...
- 22) ...
- 23) ...
- 24) ...
- 25) ...
- 26) ...
- 27) ...
- 28) ...
- 29) ...
- 30) ...
- 31) ...
- 32) ...
- 33) ...
- 34) ...
- 35) ...
- 36) ...
- 37) ...
- 38) ...
- 39) ...
- 40) ...
- 41) ...
- 42) ...
- 43) ...
- 44) ...
- 45) ...
- 46) ...
- 47) ...
- 48) ...
- 49) ...
- 50) ...

AGUAS NEGRAS

- 1) ...
- 2) ...
- 3) ...
- 4) ...
- 5) ...
- 6) ...
- 7) ...
- 8) ...
- 9) ...
- 10) ...
- 11) ...
- 12) ...
- 13) ...
- 14) ...
- 15) ...
- 16) ...
- 17) ...
- 18) ...
- 19) ...
- 20) ...
- 21) ...
- 22) ...
- 23) ...
- 24) ...
- 25) ...
- 26) ...
- 27) ...
- 28) ...
- 29) ...
- 30) ...
- 31) ...
- 32) ...
- 33) ...
- 34) ...
- 35) ...
- 36) ...
- 37) ...
- 38) ...
- 39) ...
- 40) ...
- 41) ...
- 42) ...
- 43) ...
- 44) ...
- 45) ...
- 46) ...
- 47) ...
- 48) ...
- 49) ...
- 50) ...

NOTAS

- 1) ...
- 2) ...
- 3) ...
- 4) ...
- 5) ...
- 6) ...
- 7) ...
- 8) ...
- 9) ...
- 10) ...
- 11) ...
- 12) ...
- 13) ...
- 14) ...
- 15) ...
- 16) ...
- 17) ...
- 18) ...
- 19) ...
- 20) ...
- 21) ...
- 22) ...
- 23) ...
- 24) ...
- 25) ...
- 26) ...
- 27) ...
- 28) ...
- 29) ...
- 30) ...
- 31) ...
- 32) ...
- 33) ...
- 34) ...
- 35) ...
- 36) ...
- 37) ...
- 38) ...
- 39) ...
- 40) ...
- 41) ...
- 42) ...
- 43) ...
- 44) ...
- 45) ...
- 46) ...
- 47) ...
- 48) ...
- 49) ...
- 50) ...

NOTA: En plan constructivo 2' mostrar el plano N° 2 de ficha: ASORTO-2266

	SAN PABLO TULTEPEC EDD. MEK. N.º 111	17 U-108
	EQUIPAMIENTO MECANICO CURSERA S. A.	17 U-108

FALLA DE ORIGEN

CONCLUSIONES

La necesidad de construcción de obras hidráulicas surge del desarrollo del ser humano y la forma de convivencia en sociedad, lo que da ocasión a la formación de grandes concentraciones humanas, en esta época con la explosión demográfica se proyectan grandes complejos de vivienda llamados Unidades Habitacionales con una infraestructura a Plan Maestro.

La Unidad Habitacional San Pablo C.T.M. fue financiada en su totalidad por el INFONAVIT (INstituto del FONDO NACIONAL de la Vivienda de los Trabajadores) el proyecto y construcción estuvo a cargo de la constructora CURSA S.A. de C.V..

Este complejo habitacional cuenta con todos los servicios urbanos necesarios para que la comunidad se desarrolle a plenitud en los aspectos sociales, culturales, de salud, transporte, etc.. El equipamiento que nos ocupo por su complejidad y por abarcar más áreas de la ingeniería civil fue el cárcamo de bombeo de aguas negras y pluviales.

Esta obra se construyo para satisfacer las necesidades de salud pública de los habitantes, objetivo que se cumple plenamente con el equipo y características de construcción, esta obra se complementa con la red de drenaje de toda la unidad.

La ubicación del cárcamo es la más adecuada ya que esta en la parte más baja de todo el predio lo que disminuyo el costo de la construcción de la red de drenaje, está es del tipo combinado, no se realizo por separado el drenaje pluvial y las aguas domesticas debido al alto costo de construcción, ya que este costo se prorrogatea al valor de la vivienda y con esto se rebasaban los costos financieros. En cuanto a la línea de descarga al canal de Cartagena es la distancia más tomando una línea recta al canal, de esta manera estaba proyectado en un principio, ya que no se llevo a un acuerdo entre el instituto y los dueños del predio, al final no se efectúo la compra de la franja de terreno, teniendo que cambiar la ruta del emisor. Por esta razón no quedo en línea recta la conexión del cárcamo con el canal de Cartagena, elevando el costo del emisor aproximadamente un 38 % del valor inicial.

La trayectoria que siguió el emisor se efectúo en forma de "L" bordeando el limite norte de la unidad para después tener una

desviación de 90° en dirección al canal, por un predio propiedad del INFONAVIT que es la vialidad de acceso al conjunto. Esta trayectoria realizada es la opción de menor costo tomando los factores antes mencionados, además tenía la factibilidad de uso de suelo que restringe la construcción de cualquier tipo de obra en ese predio.

Los datos con los que se desarrollo el proyecto del cárcamo fueron los mismos con los que se proyecto el sistema de drenaje mixto de la unidad, el dato que influyo de manera significativa en la obra fue la dotación por habitante ya que se considero de 300 lts/hab/día y por consiguiente la aportación de aguas negras se incremento, ya que se cálculo como el 75% de la dotación y la aportación de aguas negras resulto ser de 225 lts/hab/día.

Con este dato se realizaron todos los cálculos para obtener el gasto de aguas negras que fue de 174 lps. Por lo tanto se deduce que si se tomara una dotación más adecuada a las unidades habitacionales que puede ser hasta de 200 lts/hab/día, con este dato las cosas cambian, ya que la aportación de aguas negras sería de 150 lts/hab/día y todo el calculo para aguas negras del cárcamo resultaría que se tendría que calcular con una gasto menor de aproximadamente 120 lps.

Con este gasto de aguas negras el cárcamo resultaría más pequeño ya que la demanda de capacidad sería menor, tomando en cuenta el mismo equipo electromecánico para el desalajo de las aguas residuales, si se decidiera construir otro cárcamo se podría jugar con las distintas opciones que se dan por si solas, una sería la antes expuesta, dejar el mismo equipo, por otro lado se puede emplear un equipo de menor capacidad dejando claro las mismas especificaciones para cárcamo húmedo, una ultima opción que implicaría un análisis más complejo y profundo sería el de reducir el número de bombas y capacidad de las mismas y claro el tamaño del cárcamo esta posibilidad no se puede decir si resultaría pero es digna de tomarse en cuenta para tenerla como un parámetro.

El cálculo de aguas pluviales que también resulto de los datos para el proyecto de la red que fue de 2796 lps, el obtenido del estudio hidrológico fue de 2364 lps un 18% más bajo, debido a que era mayor se tomo el de 2796 lps, con este gasto se realizaron todos y cada uno de los análisis. Esta gasto esta sobrado en su cálculo ya que los factores de seguridad que se tomaron resultaron muy conservadores, así como los factores de escurrimiento, ya que el proyecto inicial contaba con pocas áreas verdes cosa que se tubo que cambiar debido al costo de adoquinar y colocar banquetas de concreto hidráulico, además de la propuesta del gobierno federal de crear más

zonas de recarga de los acuíferos de todo el Valle de México, por lo tanto estas áreas se cubrieron con pasto y por lo consiguiente se tiene un escurrimiento menor.

El equipo de bombeo en el caso de aguas pluviales es el de mayor impacto tanto en la estructura del cárcamo como en el costo de inversión de todo el proyecto.

Con la consideración de un gasto menor de aguas pluviales la opción de equipo pudiera ser la primera opción, es decir el Mod. NJ18-MS Mca. NASSA JOHNSTON con una variante en su paso de esfera, que fuese mayor, aunque su NPSH seguiría siendo el problema, pero al reducir el gasto de aguas pluviales y negras, el cárcamo podría ser de otra forma geométrica diferente es decir, más profundo y a su vez no tan enterrado por lo tanto a una cota más alta de la que se construyo y de menor dimensión en su base de desplante del deposito de almacenaje de aguas residuales (cárcamo).

El número de bombas sería de 3 solamente ya que la capacidad de estas bombas es igual a al Mod. 20 PO que colocaron (700 lps.), con estas se cubriría la demanda del gasto que con estas consideraciones es de 2100 lps. El costo de construcción se reduciría hasta en un 30% con relación al costo del cárcamo que se realizó, el costo de operación y mantenimiento sería menor ya que sería menos equipo y de menor capacidad.

Las variaciones en cuanto a los demás equipos serían mínimas como es en las especificaciones de las grúas viajeras, la subestación eléctrica y los motores de combustión interna de emergencia.

Con todo el equipo electromecánico, la obra civil que lo constituye y las conclusiones antes expuestas el cárcamo cumple de manera eficiente con todas las necesidades por la que fue proyectado y construido, claro está que pudo resultar más económico.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Aparicio Mijares Fco. Javier
Soriano Pérez Teresa de Jesús
Eliminación y prevención de vórtices de cárcamos de bombeo. IMTA 1989 66 p.
- 2.- Aparicio Mijares Fco. Javier
Soriano Pérez Teresa de Jesús
Diseño Hidráulico de cárcamos de bombeo.
IMTA 1990
- 3.- Duncan, William, Bates, Carlos G.
Selecting Large Pumping Units
Denver US, USDI, 1978 Engineering Monograph
- 4.- Karassik, Igor J., Carter, Roy.
Bombas centrifugas: Selección, Operación y Mantenimiento. México CECSA 1966.
- 5.- Fair, Geyer y Okun
Abastecimiento de agua y remoción de aguas residuales.
Vol. I. Limusa México 1973.
- 6.- González Villareal Fernando.
Estudio sobre relaciones no lineales precipitación-
escurrimiento.
Instituto de Ingeniería de la UNAM
- 7.- Hicks, Tyler G.
Bombas: Su Selección y Aplicación.
México CECSA 1974.
- 8.- Juárez Badillo
Mecánica de Suelos Vol., 1, 2 y 3
Trillas México 1988.
- 9.- Linsley, Kohler, Paulus
Hidrología para Ingenieros.
2da. Ed. Mc Graw Hill México 1988.
- 10.- Mc Cormac Jack
Análisis Estructural.
Harla México 1983.
- 11.- Melli Piralla Roberto
Análisis Estructural.

- 12.- Pérez Alamo Vicente
El concreto armado en las estructuras.
Trillas México 1988.
- 13.- Viejo Zubicaray Manuel
Bombas Teoría, Diseño y Aplicaciones.
2da. ed. Limusa 1985.
- 14.- Especificaciones generales de construcción de construcción de sistemas de agua potable y alcantarillado de la S.A.H.O.P.
- 15.- Normas técnicas complementarias 1991 D.D.F.
Ed. Libros Económicos.
- 16.- Reglamento de construcción para el D.F.
1990 Porrúa.
- 17.- Reglamento del ACI de las construcciones de concreto reforzado (318-77).