

# 1

---

---

CRITERIOS PARA DISEÑO  
ESTRUCTURAL DE  
CARCAMOS DE BOMBEO  
ENTERRADOS

---

---

## **1.- CAPITULO 1 CRITERIOS PARA DISEÑO ESTRUCTURAL DE CÁRCAMOS DE BOMBEO ENTERRADOS.**

### **1.1.- CONCEPTOS BASICOS**

Los cárcamos de bombeo se usan para impulsar todo tipo de agua (residual, pluvial, industrial, etc.) cuando:

- La cota del área de donde se capta el agua es muy baja como para drenar por gravedad a colectores existentes o en proyecto.
- Se requiere drenar a zonas situadas fuera de la cuenca vertiente.
- El bombeo disminuya los costos para instalar el alcantarillado posterior para dar servicio a una zona determinada.

### **1.2.- CLASIFICACIÓN**

Los cárcamos de bombeo se pueden clasificar de la siguiente manera:

- Cárcamos secos.
- Cárcamos húmedos.

A continuación se explicará brevemente cada uno de ellos.

#### **1.2.1.- Cárcamos secos**

Se denominan así por la presencia de una cámara seca situada adyacente a la de succión donde se alberga las bombas, la tubería de succión e impulsión y sus correspondientes válvulas.

A lo largo de la pared que separa las cámaras hay un canal de drenaje que recoge y transporta las fugas que puedan producirse, así como el agua procedente del drenaje de las bombas y de la limpieza de la cámara seca.



**Figura 2 cárcamo seco**

En la figura 2 se muestra un cárcamo seco. Este cárcamo es parte de una planta de bombeo de agua potable. Se aprecia el múltiple de descarga, las bombas y la rejilla que cubre el fondo del cárcamo. En la figura numero 3 se muestra la estructura interna del cárcamo así como el múltiple de distribución. El agua que está en el fondo es a causa de las fugas de la tubería, filtración de agua del suelo e incluso agua acumulada por la lluvia.



**Figura 3 Interior cárcamo seco**

### **1.2.2.- Cárcamos húmedos**

La cámara de succión o pozo de bombeo sirve para almacenar el agua residual antes de su bombeo. Su volumen depende del tipo de bombas que se emplean, ya sean de velocidad constante o variable. Si se eligen bombas de velocidad constante, el volumen debe ser tal que evite ciclos de funcionamiento demasiado cortos, pues ello provoca una frecuencia elevada de paros y arranques.

Otras funciones de la cámara de succión son conseguir la suficiente sugerencia de los ductos de la succión de las bombas para evitar la formación de vórtices así como amortiguar la transición del caudal desde la llegada del agua a las tuberías de succión de las bombas.

Básicamente la cámara de succión consiste de un pozo de registro de dimensiones superiores a las normales. El nivel mínimo del agua se debe situar a una cota tal que no permita la entrada de aire a la tubería de succión por la formación de vórtices. La parte superior de la voluta se debe ubicar por debajo del nivel mínimo del agua para eliminar la posibilidad de que el aire entre en la bomba. Cada bomba debe contar con una tubería de succión independiente, con el objeto de poder sacarla fuera de servicio para su mantenimiento. Por ello, se instalan válvulas de aislamiento entre la bomba, la cámara de succión, así como a continuación de la válvula de retención en la descarga. Estas válvulas normalmente son del tipo de resorte, ya que el espacio disponible en el cárcamo es limitado. En los cárcamos grandes la extracción de los equipos se realiza con grúas viajeras, mientras que en los pequeños basta con algún tipo de gancho

situado sobre los componentes de gran tamaño. Las puertas deben ser de tamaño suficiente para permitir la extracción de los equipos, así como las trampas dispuestas en el suelo para la extracción de elementos situados en niveles inferiores.



**Figura 4 cárcamo húmedo**

En la imagen numero 4 se muestra la techumbre que cubre un cárcamo húmedo. Se aprecian las bombas y en la parte superior el polipasto (grúa viajera) que es utilizado para remover bombas y rejillas.



**Figura 5 vista al interior de un cárcamo húmedo**

En la figura 5 se puede observar el interior de un cárcamo húmedo. Se puede ver la tubería de succión, la cámara de succión así como la rejilla de retención de sólidos.

### **1.3.- REQUISITOS GEOMETRICOS**

Para realizar el cálculo estructural de un cárcamo de bombeo siempre se debe de contar con un proyecto funcional. En Dicho proyecto se especifican las

dimensiones necesarias para el funcionamiento del cárcamo de bombeo. Los planos funcionales son realizados por Ingenieros especialistas en Hidráulica. El volumen mínimo necesario del cárcamo de bombeo depende del tipo y funcionamiento de las bombas. En base a la geometría propuesta el Ingeniero encargado del cálculo estructural deberá determinar el espesor de los muros, losas y el procedimiento constructivo.

La geometría y el procedimiento constructivo es determinado por las limitaciones del lugar y se deberá realizar un proyecto estructural que ante todo respete las restricciones impuestas de espacio. Es importante mencionar que si tenemos un área muy reducida será recomendable construir la estructura mediante el procedimiento constructivo llamado, muro Milán. Si tenemos espacio suficiente se puede excavar y realizar taludes y así poder colocar la cimbra y colar los muros de la manera tradicional.

#### **1.4.- RECOMENDACIONES GENERALES PARA EL ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL**

El diseño estructural tiene como objetivo proporcionar soluciones que por medio del aprovechamiento óptimo de los materiales, de las técnicas constructivas disponibles, y aun cumpliendo con las restricciones impuestas por los otros aspectos del proyecto, den lugar a un buen comportamiento de la estructura en condiciones normales de funcionamiento de la construcción y a una seguridad contra la ocurrencia de algún tipo de falla.



La función del cárcamo es aislar un espacio por debajo del nivel de terreno natural para depositar momentáneamente agua. Para lograr lo anterior de manera segura la estructura se verá sometida a las siguientes solicitaciones: carga viva, carga muerta, sismo y hundimientos.

A continuación se mencionan las definiciones de las acciones así como las que se deberán contemplar en el cálculo estructural de un cárcamo de bombeo.

- *Acciones permanentes* Son aquellas que obran en forma continua sobre la estructura y cuya intensidad puede considerarse que no varía con el tiempo. Entran en esta categoría el empuje estático del suelo colindante, la subpresión en la losa de fondo y la carga muerta debida al peso propio de la estructura.
- *Acciones variables* Son aquellas que obran sobre la estructura con una intensidad variable con el tiempo pero que alcanzan valores significativos durante lapsos grandes. Para el cárcamo de bombeo la principal carga viva será la que actué en la losa tapa. En esta zona se deberá considerar el paso de las personas, la sobrecarga ocasionada por los equipos de bombeo, así como la tubería de succión.
- *Acciones accidentales* Son aquellas que no se deben al funcionamiento normal de la construcción y que pueden tomar valores significativos sólo durante pequeñas fracciones de la vida útil de la estructura. Debido a causas extraordinarias. La capacidad de bombeo del cárcamo puede ser rebasado y esto ocasionaría que se anegue por completo, lo anterior debe

de tomarse en cuenta y considerar el empuje estático del líquido en las paredes así como en la losa de fondo del cárcamo.

Para poder evaluar el efecto de las acciones permanentes es indispensable contar con un estudio de las propiedades físicas del suelo al menos 1.40 veces la profundidad propuesta del nivel superior de la losa de fondo.

Para poder evaluar correctamente las acciones variables se debe considerar que debido al procedimiento constructivo los muros se modelarían como una viga en voladizo y para las acciones permanentes se deberán calcular como muros simplemente apoyados.

En la evaluación de las acciones variables es necesario calcular el empuje hidrostático e hidrodinámico que se pudiera presentar en el interior del cárcamo al momento de que este se anegue.

### **1.5.- ACCIONES ADICIONALES QUE DEBEN CONSIDERARSE**

A pesar de que es poco probable que cuando se inunde por completo el cárcamo también ocurra un sismo, se deberá realizar un análisis hidrodinámico del líquido en los muros y en la losa de fondo.

Durante el procedimiento constructivo se utilizarán troqueles metálicos y se deberán calcular para resistir los empujes ocasionados por el suelo.

Debido al procedimiento constructivo el muro Milán estará trabajando como una viga en voladizo, por lo que se deberá considerar al momento del diseño.

### **1.6.- PROCESO DE DISEÑO.**

Las actividades más importantes del proceso de diseño son las siguientes:

- Conocimiento a fondo de los requerimientos del proyecto funcional.
- Determinación de las restricciones impuestas.
- Conocimiento del suelo donde será desplantado el proyecto.
- Evaluación de las acciones que debe soportar la estructura.
- Evaluación de alternativas de solución.
- Propuesta de solución
- Evaluación de la solución propuesta.
- Diseño de los elementos estructurales