

	<b>ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA REHABILITACIÓN DE LA LÍNEA RED MATRIZ ACUEDUCTO DE 78” TIBITOC - CASABLANCA</b>	 <b>CONSORCIO TIBITOC 2006</b>						
<b>CONTRATO</b>  <b>1-02-25400-514-2006</b>	<b>PRODUCTO 9.3.</b> <b>MEMORIA DE CALCULO ESTRUCTURAL</b> <b>PREDISEÑO CÁMARAS DE VÁLVULAS EN</b> <b>LAS INTERCONEXIONES PARA LA</b> <b>REHABILITACIÓN DEL TRAMO 1</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">RTC-MC-ET-012</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">VERSIÓN: 1</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">PÁGINA 1 DE 26</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">FECHA: 2009-02-10</td> </tr> </table>	RTC-MC-ET-012	VERSIÓN: 1	PÁGINA 1 DE 26		FECHA: 2009-02-10	
RTC-MC-ET-012	VERSIÓN: 1							
PÁGINA 1 DE 26								
FECHA: 2009-02-10								

## TABLA DE CONTENIDO

1. OBJETO .....	2
2. DESCRIPCIÓN .....	2
3. ALCANCE .....	3
3.1. CONSIDERACIONES GENERALES .....	3
3.1.1. Valores Típicos de Suelos Considerados: .....	3
3.1.2. Condiciones Analizadas .....	3
3.1.3. Datos Mínimos Requeridos en el Diseño Definitivo .....	3
4. DEFINICIONES .....	3
4.1. MATERIALES .....	3
4.2. SUELOS .....	3
5. ESPECIFICACIONES DE LOS MATERIALES .....	3
6. EVALUACIÓN DE CARGAS .....	3
6.1. CARGAS APLICADAS .....	3
6.1.1. I y II, Peso Propio (D) .....	3
6.1.2. III Presión del Agua (H) .....	3
6.1.3. IV Empuje de Tierras (H) .....	3
6.1.4. V Carga Viva (L) .....	3
6.1.5. VI Carga Viva (vehicular) (L) .....	3
6.1.6. VII Sobrecarga (L) .....	3
6.1.7. VIII Carga Sísmica (hidrodinámica) (E) .....	3
6.1.8. IX Carga Sísmica (empuje de tierras) (E) .....	3
6.2. HIPÓTESIS DE CARGAS .....	3
7. CONSIDERACIONES DE ANÁLISIS Y DISEÑO .....	3
7.1. GEOMETRÍA BÁSICA DE LA ESTRUCTURA .....	3
7.2. DATOS DE ENTRADA DEL MODELO .....	3
7.3. DATOS DE SALIDA .....	3
7.3.1. Diagramas de Fuerzas Internas Envoltorio de Diseño .....	3
7.3.2. Diagramas de Fuerzas Internas de Trabajo .....	3
8. ESTABILIDAD .....	3
8.1. FLOTACIÓN .....	3
8.2. CAPACIDAD PORTANTE .....	3
9. DISEÑO ESTRUCTURAL .....	3
9.1. CONTROL DE AGRIETAMIENTO .....	3
9.2. CUANTÍA MÍNIMA DE REFUERZO A FLEXIÓN .....	3
9.2.1. Refuerzo Mínimo de la Estructura .....	3
9.3. DISEÑO ESTRUCTURAL .....	3
9.3.1. Muros de Entrada y Salida .....	3
9.3.2. Muros Laterales .....	3
9.3.3. Losa de Fondo .....	3

	<b>ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA REHABILITACIÓN DE LA LÍNEA RED MATRIZ ACUEDUCTO DE 78" TIBITOC - CASABLANCA</b>	 <b>CONSORCIO TIBITOC 2006</b>	
<b>CONTRATO</b>  <b>1-02-25400-514-2006</b>	<b>PRODUCTO 9.3. MEMORIA DE CALCULO ESTRUCTURAL PREDISEÑO CÁMARAS DE VÁLVULAS EN LAS INTERCONEXIONES PARA LA REHABILITACIÓN DEL TRAMO 1</b>	<b>RTC-MC-ET-012</b>	<b>VERSIÓN: 1</b>
		<b>PÁGINA 2 DE 26</b>	
		<b>FECHA: 2009-02-10</b>	

## MEMORIA DE CÁLCULO DISEÑO ESTRUCTURAL CÁMARAS PARA VÁLVULAS DE 60" EN LAS INTERCONEXIONES PARA LA REHABILITACIÓN DEL TRAMO 1

### 1. OBJETO

El objeto de la presente memoria es mostrar el análisis y prediseño estructural de los elementos que conforman las cajas típicas para las válvulas Ø60" en las tuberías de las interconexiones (Tibitoc y El Espinal) de los sistemas de acueducto: Línea red matriz de 78" TIBITOC – CASABLANCA TRAMO 1 y línea red matriz de 60" TIBITOC - USAQUÉN.

### 2. DESCRIPCIÓN

La presente memoria reúne el análisis y diseño estructural, de la estructura en concreto reforzado para los elementos y la cimentación de la cámara de inspección antes citada.

La cimentación consta de una losa maciza de 40 cm de espesor de 8.10m x 8.10m de área, la cimentación presenta un volado o zarpa de 1.20m a cada lado de la caja.

Las entrada y salida de la tubería de 60" a la cámara presentan un muerto de concreto reforzado construido integral y monolíticamente con la cámara y cimentación, las dimensiones del muerto son 3.0m de ancho por 3.11m de altura aproximadamente con longitud de 1.20m localizándose en el volado de la cimentación, estos muertos de concreto tienen la función de disipar la presión hidrostática que en algún momento pudiera presentarse sobre la caja al cerrar la válvula de la cámara he instalar posteriormente una brida ciega para su remoción temporal. Además de disipar la presión hipostática sobre las paredes de entrada y salida de la línea el muerto en concreto ayuda a alcanzar la el factor de seguridad a la flotación mínimo de la cámara según las estipulaciones de diseño definidas por la EAAB en su norma NS-002.

La cámara tiene paredes con 45cm de espesor, altura interna 5.50m de altura más 0.30m de altura para la tapa (en total 5.80m), con un área interna de 4.80m x 4.80m.

La tapa de la estructura es una losa maciza en concreto reforzado de 30cm de espesor y 5.18m x 5.18m de área.

	<p align="center"><b>ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA REHABILITACIÓN DE LA LÍNEA RED MATRIZ ACUEDUCTO DE 78” TIBITOC - CASABLANCA</b></p>	 <p align="center"><b>CONSORCIO TIBITOC 2006</b></p>	
<p align="center"><b>CONTRATO</b>  <b>1-02-25400-514-2006</b></p>	<p align="center"><b>PRODUCTO 9.3. MEMORIA DE CALCULO ESTRUCTURAL PREDISEÑO CÁMARAS DE VÁLVULAS EN LAS INTERCONEXIONES PARA LA REHABILITACIÓN DEL TRAMO 1</b></p>	<p align="center">RTC-MC-ET-012</p>	<p align="center">VERSIÓN: 1</p>
		<p align="center">PÁGINA 3 DE 26</p>	
		<p align="center">FECHA: 2009-02-10</p>	

### 3. ALCANCE

El estudio comprende la realización del análisis estático ante la acción de las cargas muertas, vivas, hidrostáticas y de empuje de tierras al que estará sometida la estructura y su cimentación, durante las etapas de; excavación, construcción de la losa de fondo y condición definitiva.

La cámara se diseña como un elemento en concreto reforzado considerando una estructura tipo cajón de placa continua apoyada directamente sobre el terreno y capaz de soportar las cargas laterales del relleno alrededor de ella. La estructura es monolítica, excepto la placa de cubierta.

El análisis y diseño se realizó mediante la utilización del Programa SAP2000, considerando las placas y pantallas como elementos tipo SHELL.

La cimentación se dimensionó para las cargas de trabajo y de acuerdo con las recomendaciones dadas en la norma técnica de servicio NS-002 de la EAAB, además de considerar suelos arcillosos, se toman valores que deben ser corroborados en campo antes de iniciar la ejecución de las obras para garantizar que los parámetros tenidos en cuenta por el diseñador son los adecuados para cada una de las cajas a construir.

#### 3.1. CONSIDERACIONES GENERALES

La estructura y cada uno de sus componentes se analizan y diseñan de manera que estructuralmente sean estables, capaces de soportar todas las cargas y deformaciones que se presenten durante su construcción y vida útil.

El diseño se realizó de acuerdo con los lineamientos establecidos en la Norma Técnica NS 002 Versión 3.6 y las disposiciones de las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente NSR-98 (Decreto 33 de 1998), el Código Colombiano de Diseño Sísmico de Puentes, el ACI 350 - 2001.

Se diseña una estructura de concreto reforzado mediante tres modelos en SAP2000, en los modelos se utiliza un valor típico de modulo de subrasante (Modulo de Balasto horizontal y vertical), además se tienen: un valor estimado de densidad del terreno en condiciones de sumergencia total (Nivel freático en la superficie), una carga incidental o vehicular, esto como factor de seguridad; al ser estas las condiciones mas extremas a las que se pueda ver afectada la estructura.

	<b>ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA REHABILITACIÓN DE LA LÍNEA RED MATRIZ ACUEDUCTO DE 78” TIBITOC - CASABLANCA</b>	 <b>CONSORCIO TIBITOC 2006</b>						
<b>CONTRATO</b>  <b>1-02-25400-514-2006</b>	<b>PRODUCTO 9.3.</b> <b>MEMORIA DE CALCULO ESTRUCTURAL</b> <b>PREDISEÑO CÁMARAS DE VÁLVULAS EN</b> <b>LAS INTERCONEXIONES PARA LA</b> <b>REHABILITACIÓN DEL TRAMO 1</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">RTC-MC-ET-012</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">VERSIÓN: 1</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">PÁGINA 4 DE 26</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">FECHA: 2009-02-10</td> </tr> </table>	RTC-MC-ET-012	VERSIÓN: 1	PÁGINA 4 DE 26		FECHA: 2009-02-10	
RTC-MC-ET-012	VERSIÓN: 1							
PÁGINA 4 DE 26								
FECHA: 2009-02-10								

### 3.1.1. Valores Típicos de Suelos Considerados:

Modulo de balasto Horizontal	7500.00 kN/m <sup>3</sup>
Densidad suelo $\gamma_{Sat}$	20.00 kN/m <sup>3</sup>
Coefficiente de tierras en reposo $K_0$	20.00 kN/m <sup>3</sup>
Esfuerzo admisible $\sigma_{adm}$	130.00 kPa
Cabeza hidrostática máxima asumida	120.00 m.c.a (1200.0kPa)

Mas adelante se menciona con detalle todos los valores típicos asumidos para este diseño y que deben de ser corroborados para el diseño definitivo de cada una de las diferentes cajas que se construirán con base en este típico.

### 3.1.2. Condiciones Analizadas

Para el diseño de la caja se considera la posibilidad tener una presión hidrostática en una de las caras a plenitud, además de la presión de tierras compuesta por la presión efectiva y la presión de poros, a esto se le suma la posibilidad d cargas vehiculares o sobrecargas aledañas a la caja, también se contempla una carga viva sobre la tapa y dentro de la cámara. Estas cargas se describen en el numeral 6 EVALUACIÓN DE CARGAS.

Las condiciones de cargas e pueden dividen en dos clases, las de cargas en servicio con flujo y las de servicio con presión hidrostática, a estas dos condiciones se les aplica de manera independiente las demás cargas, también se analiza la caja con carga viva pero sin relleno alrededor lo cual se puede presentar en la etapa de construcción.

### 3.1.3. Datos Mínimos Requeridos en el Diseño Definitivo

Como ya se menciona esta memoria de cálculo es un predimensionamiento de los tres posibles casos generales que se pueden presentar para estas cajas de derivación, por lo tanto el diseño específico de cada caso debe basarse en las consideraciones mostradas a lo largo de este documento.

A continuación se listan los parámetros que deben ser verificados y tenidos en cuenta para el diseño de cada una de las cajas según el típico que se deba evaluar.

- Nivel Freático: NF.
- Coeficiente de presión de tierras en reposo:  $K_0$ .
- Módulo de balasto vertical a nivel de la losa de fondo:  $M_{rv}$ .

	<b>ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA REHABILITACIÓN DE LA LÍNEA RED MATRIZ ACUEDUCTO DE 78” TIBITOC - CASABLANCA</b>	 <b>CONSORCIO TIBITOC 2006</b>						
<b>CONTRATO</b>  <b>1-02-25400-514-2006</b>	<b>PRODUCTO 9.3.</b> <b>MEMORIA DE CALCULO ESTRUCTURAL</b> <b>PREDISEÑO CÁMARAS DE VÁLVULAS EN</b> <b>LAS INTERCONEXIONES PARA LA</b> <b>REHABILITACIÓN DEL TRAMO 1</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">RTC-MC-ET-012</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">VERSIÓN: 1</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">PÁGINA 5 DE 26</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">FECHA: 2009-02-10</td> </tr> </table>	RTC-MC-ET-012	VERSIÓN: 1	PÁGINA 5 DE 26		FECHA: 2009-02-10	
RTC-MC-ET-012	VERSIÓN: 1							
PÁGINA 5 DE 26								
FECHA: 2009-02-10								

- Módulo de balasto horizontal (Porción hincada de las pantallas):  $M_{rh}$ .
- Densidad sumergida del suelo:  $\gamma_d$ .
- Densidad seca del suelo:  $\gamma_t$ .
- Cotas de entrada y salida de la tubería de 60”.
- Presión hidrostática en la operación de cierre de la línea, sobre la válvula de cierre de la caja.

#### 4. DEFINICIONES

##### 4.1. MATERIALES

$f'_c$  : Resistencia nominal del concreto a compresión  
 $f_y$  : Resistencia nominal a la fluencia del acero de refuerzo

##### 4.2. SUELOS

De las exploraciones geotectónicas y geotécnicas se puede determinar que la predominación del perfil en las profundidades mencionadas para las diferentes localizaciones de las cajas tiene tendencia a suelos arcillos y rellenos arcillosos, estos datos deberán ser revisados en la etapa de diseño final de la estructura para cada una de ellas.

Se generaliza un tipo de suelo, asumido con los siguientes valores característicos los que son relativamente conservadores.

$\gamma$ Suelo Saturado (Asumido)	= 20.00 kN/m <sup>3</sup>
Capacidad Portante Admisible terreno natural (Asumido)	= 130.00 kPa
Coefficiente de Capacidad Activa, $K_a$ (Asumido)	= 0.36
Coefficiente de Reposo, $K_0$ (Asumido)	= 0.70
Módulo de Sub-rasante Vertical $K_r$ (Asumido)	= 8000 kN/m <sup>3</sup>
Módulo de Sub-rasante Horizontal $K_{rH}$ (Asumido)	= 5333 kN/m <sup>3</sup>
Nivel Freático (Asumido)	= 0.00 m

De acuerdo con las normas utilizadas para las condiciones de Sismo se puede utilizar como capacidad admisible del suelo hasta una tercera parte mayor a la capacidad dada por el estudio de suelos.

	<b>ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA REHABILITACIÓN DE LA LÍNEA RED MATRIZ ACUEDUCTO DE 78" TIBITOC - CASABLANCA</b>	 <b>CONSORCIO TIBITOC 2006</b>						
<b>CONTRATO</b>  <b>1-02-25400-514-2006</b>	<b>PRODUCTO 9.3.</b> <b>MEMORIA DE CALCULO ESTRUCTURAL</b> <b>PREDISEÑO CÁMARAS DE VÁLVULAS EN</b> <b>LAS INTERCONEXIONES PARA LA</b> <b>REHABILITACIÓN DEL TRAMO 1</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">RTC-MC-ET-012</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">VERSIÓN: 1</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">PÁGINA 6 DE 26</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">FECHA: 2009-02-10</td> </tr> </table>	RTC-MC-ET-012	VERSIÓN: 1	PÁGINA 6 DE 26		FECHA: 2009-02-10	
RTC-MC-ET-012	VERSIÓN: 1							
PÁGINA 6 DE 26								
FECHA: 2009-02-10								

## 5. ESPECIFICACIONES DE LOS MATERIALES

Concreto Estructural:	$f_c = 28.00 \text{ MPa}$ (280 Kg/cm <sup>2</sup> ). Relación agua cemento menor o igual a 0.42
Concreto Pobre:	$f_c = 10.50 \text{ MPa}$ (105 Kg/cm <sup>2</sup> ). Como concreto de limpieza para la cimentación
Acero de Refuerzo:	$f_y = 420.00 \text{ MPa}$ (4200 Kg/cm <sup>2</sup> ). Para diámetros mayores o iguales a 3/8" y mallas electrosoldadas.

## 6. EVALUACIÓN DE CARGAS

Las cargas evaluadas son las cargas debidas al peso propio de la estructura, las cargas impuestas por el terreno y las cargas vivas o transitorias causadas por el tránsito vehicular, y las fuerzas hidrostáticas actuantes en la estructura, se desprecia la carga debida a los fluidos transportados para las etapas de excavación y construcción de la losa de fondo ya que no intervienen pero se considera la presión hidrostática sobre los muros en la etapa definitiva de la estructura.

### 6.1. CARGAS APLICADAS

Según la normatividad aplicable (Norma Técnica de Servicios NS-002 del la EAAB) en su inciso "4.2.8 Diseño Estructural" establece las siguientes condiciones de carga para tener en cuenta:

#### 6.1.1. I y II, Peso Propio (D)

Concreto Reforzado  $24 \text{ KN/m}^3$  (2.4 Ton/m<sup>3</sup>)

Para la condición de carga muerta se tiene el peso propio del concreto estructural el cual lo evalúa el programa de forma automática y adecuada para cada uno de los elementos que conforman el modelo.

#### 6.1.2. III Presión del Agua (H)

Para la presión de diseño se contempla que la probabilidad debe tener la presión nominal de la línea (presión que es subutilizada en su mayoría) 170psi o su equivalente en metros de columna de agua de 120.0 m de columna de agua aproximadamente.

	<b>ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA REHABILITACIÓN DE LA LÍNEA RED MATRIZ ACUEDUCTO DE 78" TIBITOC - CASABLANCA</b>	 <b>CONSORCIO TIBITOC 2006</b>						
<b>CONTRATO</b>  <b>1-02-25400-514-2006</b>	<b>PRODUCTO 9.3. MEMORIA DE CALCULO ESTRUCTURAL PREDISEÑO CÁMARAS DE VÁLVULAS EN LAS INTERCONEXIONES PARA LA REHABILITACIÓN DEL TRAMO 1</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">RTC-MC-ET-012</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">VERSIÓN: 1</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">PÁGINA 7 DE 26</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">FECHA: 2009-02-10</td> </tr> </table>	RTC-MC-ET-012	VERSIÓN: 1	PÁGINA 7 DE 26		FECHA: 2009-02-10	
RTC-MC-ET-012	VERSIÓN: 1							
PÁGINA 7 DE 26								
FECHA: 2009-02-10								

### EMPUJE HIDROSTÁTICO TUBERÍA

Cabeza hidrostática:	<b>120.00</b> m.c.a =	1200.00 kPa
Área empuje:	1.97 m <sup>2</sup> (Tubería válvula cerrada)	
Empuje hidrostático; EH:	2363.80 kN	
Empuje tierras; ET:	2123.97 kN	

#### 6.1.3. IV Empuje de Tierras (H)

Se estima la condición más crítica posible para la estructura en su vida útil, la cual es tener el nivel freático muy cerca a la superficie. Lo cual se logra por el nivel freático generado por posibles fugas y/o el nivel freático natural en algún momento dado.

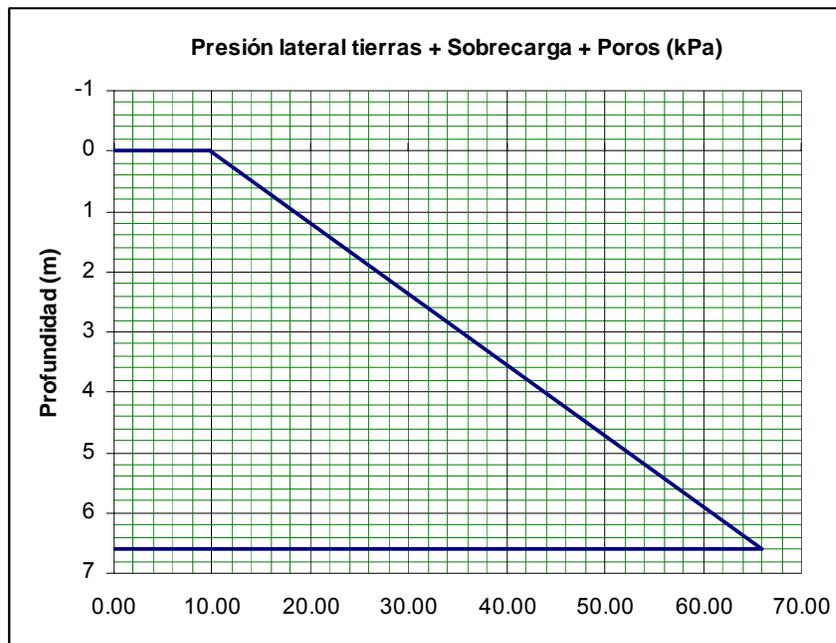
La otra carga es la de sobrecarga tratada en el numeral 6.1.6 VII Sobrecarga (L).

Para las diferentes condiciones analizadas se tiene los siguientes datos asumidos que deben ser verificados para el diseño final antes de realizar la construcción:

DATOS DEL SUELO	
Tipo de suelo	<b>Arcillas</b>
Modulo de balasto Horizontal.	<b>7500.00</b> kN/m <sup>2</sup>
Densidad del suelo $\gamma_{sat}$	<b>20.00</b> kN/m <sup>3</sup>
Densidad del suelo $\gamma_{agua}$	<b>10.00</b> kN/m <sup>3</sup>
Angulo fricción interna $\phi'$	<b>25.00</b> °
Coficiente tierras $K_p$	<b>2.04</b>
Coficiente de tierras $K_0$	<b>0.70</b>

Se presenta a continuación el diagrama de presión de tierras mas Sobrecarga por cargas vehiculares adyacentes a la estructura empleado en los diseños para la condición mayorada, o método de resistencia última

	<b>ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA REHABILITACIÓN DE LA LÍNEA RED MATRIZ ACUEDUCTO DE 78" TIBITOC - CASABLANCA</b>	 <b>CONSORCIO TIBITOC 2006</b>						
<b>CONTRATO</b>  <b>1-02-25400-514-2006</b>	<b>PRODUCTO 9.3.</b> <b>MEMORIA DE CALCULO ESTRUCTURAL</b> <b>PREDISEÑO CÁMARAS DE VÁLVULAS EN</b> <b>LAS INTERCONEXIONES PARA LA</b> <b>REHABILITACIÓN DEL TRAMO 1</b>	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;">RTC-MC-ET-012</td> <td style="width: 50%;">VERSIÓN: 1</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">PÁGINA 8 DE 26</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">FECHA: 2009-02-10</td> </tr> </table>	RTC-MC-ET-012	VERSIÓN: 1	PÁGINA 8 DE 26		FECHA: 2009-02-10	
RTC-MC-ET-012	VERSIÓN: 1							
PÁGINA 8 DE 26								
FECHA: 2009-02-10								



### **PRESIÓN DE TIERRAS**

Coefficiente de tierras $K_0$ :	<b>0.70</b>
Profundidad inicial:	0.30 m
Profundidad final:	6.30 m
Esfuerzo inicial; $\sigma_1$ :	14.90 kPa
Esfuerzo final; $\sigma_2$ :	116.90 kPa
Esfuerzo inicial último :	25.33 kPa
Esfuerzo final último:	198.73 kPa

#### 6.1.4. V Carga Viva (L)

No se contempla carga viva adicional a la carga vehicular y la sobrecarga de la presión lateral de tierras, para el diseño de las pantallas, pero para la estructura en funcionamiento se cuenta con la carga sobre la placa de 5 kPa (500 kg/ m<sup>2</sup>). Esta carga es independiente de la carga vehicular.

#### 6.1.5. VI Carga Viva (vehicular) (L)

La carga viva considera es la del tránsito de vehículos sobre la estructura para lo cual se utiliza la metodología estipulada en el CCDS-95. El código define la carga para el camión

	<b>ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA REHABILITACIÓN DE LA LÍNEA RED MATRIZ ACUEDUCTO DE 78" TIBITOC - CASABLANCA</b>	 <b>CONSORCIO TIBITOC 2006</b>	
<b>CONTRATO</b>  <b>1-02-25400-514-2006</b>	<b>PRODUCTO 9.3.</b> <b>MEMORIA DE CALCULO ESTRUCTURAL</b> <b>PREDISEÑO CÁMARAS DE VÁLVULAS EN</b> <b>LAS INTERCONEXIONES PARA LA</b> <b>REHABILITACIÓN DEL TRAMO 1</b>	<b>RTC-MC-ET-012</b>	<b>VERSIÓN: 1</b>
		<b>PÁGINA 9 DE 26</b>	
		<b>FECHA: 2009-02-10</b>	

C-40-95 de 15,0 toneladas para el eje mas pesado como lo define el CCDSP-95 e su numeral A.3.4.2.4 la condición de diseño es la del camión para luces menores a 28 m, y como sobre la cámara puede pasar solamente tres grupos de llantas que es el peso de medio eje por grupo, la carga sobre la parte superior de la cámara soportara esa carga, adicionalmente se calcula el impacto que se puede presentar en dicho caso.

La carga por impacto se determina como el 30 % de la carga es decir  $7,5 \text{ ton} * 0,3 = 2,25$  toneladas repartidos sobre el área de carga de la placa superior, para el efecto se toman en el modelo áreas repartidas de  $1.80\text{m}^2$  cada una con la carga medio eje según la posible condición de carga mas desfavorable.

#### 6.1.6. VII Sobrecarga (L)

Para la estructura se estima una sobre carga equivalente a 0,70 m del relleno existente, este relleno se considera con una densidad de  $20 \text{ kN/m}^3$  ( $2,0 \text{ Ton/m}^3$ ), lo cual equivale a una sobre presión de  $20*0,7 = 14 \text{ kN/m}^2$  ( $1,4 \text{ Ton/m}^2$ ) verticalmente, y las presión sobre las pantallas y muros será  $14 \text{ kN/m}^2 * K_o = 14*0.7=9.80 \text{ kN/m}^2$ .

Se aclara que además de la presión de tierras se considera en los modelos esta sobrecarga por aparte, y además la presión de poros también se considera por aparte.

#### 6.1.7. VIII Carga Sísmica (hidrodinámica) (E)

Por tratarse de una estructura enterrada a nivel superficial, no se considera importante los efectos sísmicos y estos pueden ser despreciados.

#### 6.1.8. IX Carga Sísmica (empuje de tierras) (E)

Por tratarse de una estructura enterrada a nivel superficial, no se considera importante los efectos sísmicos y estos pueden ser despreciados.

	<b>ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA REHABILITACIÓN DE LA LÍNEA RED MATRIZ ACUEDUCTO DE 78” TIBITOC - CASABLANCA</b>	 <b>CONSORCIO TIBITOC 2006</b>						
<b>CONTRATO</b>  <b>1-02-25400-514-2006</b>	<b>PRODUCTO 9.3.</b> <b>MEMORIA DE CALCULO ESTRUCTURAL</b> <b>PREDISEÑO CÁMARAS DE VÁLVULAS EN</b> <b>LAS INTERCONEXIONES PARA LA</b> <b>REHABILITACIÓN DEL TRAMO 1</b>	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;">RTC-MC-ET-012</td> <td style="width: 50%;">VERSIÓN: 1</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">PÁGINA 10 DE 26</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">FECHA: 2009-02-10</td> </tr> </table>	RTC-MC-ET-012	VERSIÓN: 1	PÁGINA 10 DE 26		FECHA: 2009-02-10	
RTC-MC-ET-012	VERSIÓN: 1							
PÁGINA 10 DE 26								
FECHA: 2009-02-10								

## 6.2. HIPÓTESIS DE CARGAS

Las hipótesis de carga contempladas son

HIPÓTESIS		FACTORES DE CARGA								
		D		H		L			E	
		I y II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	
GRUPO 1	COMB1	1,60								
	COMB2	1,40			1,70	1,70	1,70			
	COMB3	1,05			1,28	1,28	1,28	1,00	1,00	
	COMB4	1,40	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70			
	COMB5	0,90						1,00	1,00	
	COMB6	0,90	1,70	1,70						
GRUPO 2	COMB7	1,40		1,70	1,70					
	COMB8	0,90		1,70						
	COMB9	1,05			1,28			1,00		
	COMB10	0,90						1,00		
	COMB11	1,00		1,00	1,00	1,00	1,00			
	ESTANQUEIDAD	1,40	1,40							

Se genera una envolvente de diseño con las combinaciones del GRUPO 1, la combinación ESTANQUEIDAD y con las combinaciones del GRUPO 2. Las combinaciones de los GRUPOS 1 y 2 y multiplicadas por 1,30 según los requerimientos del Cuadro 5 del numeral “4.2.8 Diseño Estructural” de la Norma Técnica de Servicios NS-002 del EAAB, para el diseño a flexión y a cortante.

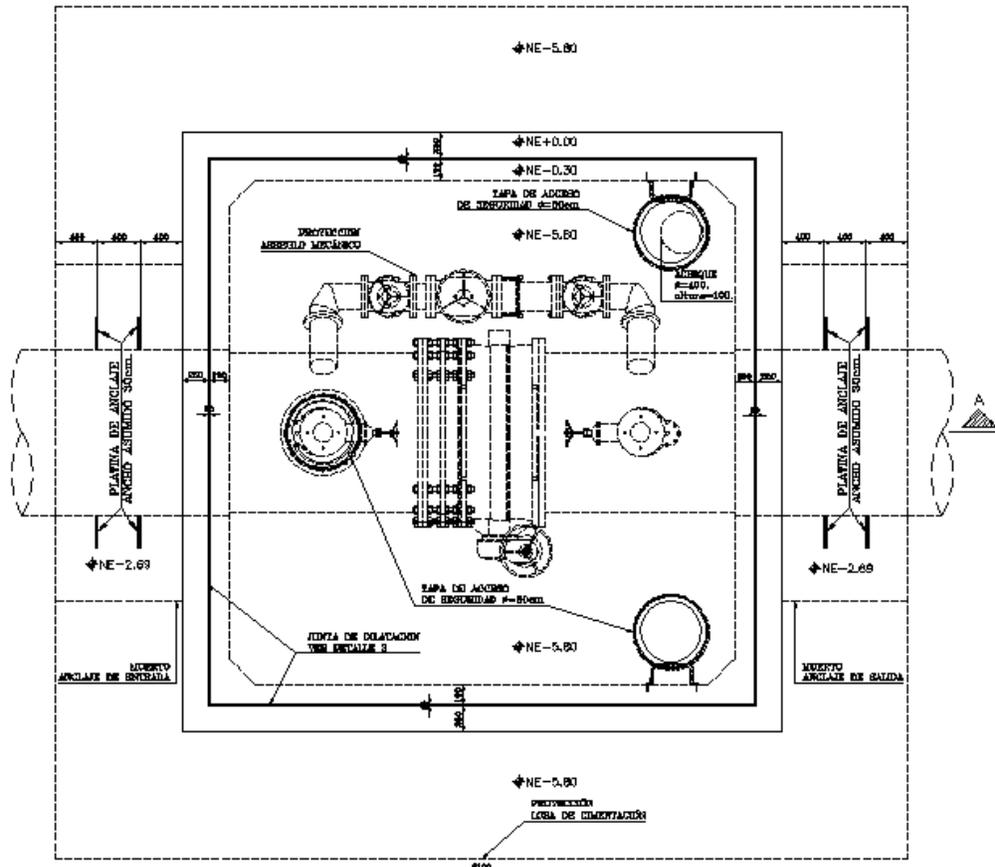
## 7. CONSIDERACIONES DE ANÁLISIS Y DISEÑO

Se diseña la estructura para la condición más severa, la cual consiste en la aplicación de las cargas muertas de peso propio y las cargas vivas cuando la estructura se encuentra completamente vacía y enterrada con un nivel freático a nivel de superficie.

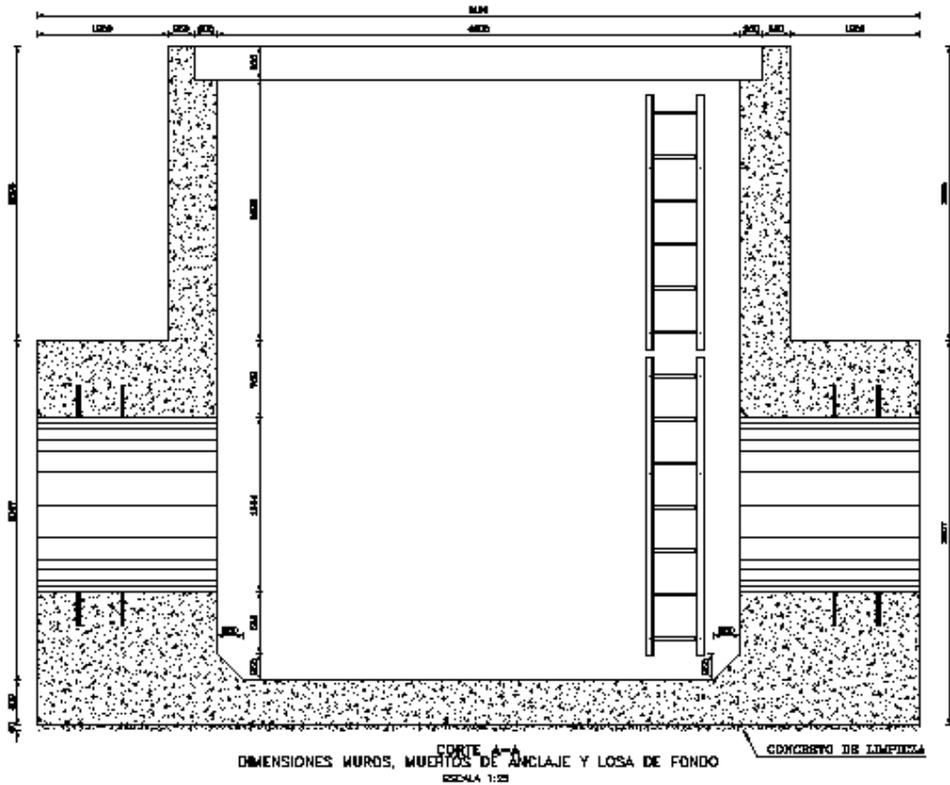
Se analizan tres condiciones, la primera la construcción de las pantallas la segunda la construcción de la losa de fondo, y la tercera la estructura definitiva.

	<b>ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA REHABILITACIÓN DE LA LÍNEA RED MATRIZ ACUEDUCTO DE 78" TIBITOC - CASABLANCA</b>	 <b>CONSORCIO TIBITOC 2006</b>						
<b>CONTRATO</b>  <b>1-02-25400-514-2006</b>	<b>PRODUCTO 9.3.</b> <b>MEMORIA DE CALCULO ESTRUCTURAL</b> <b>PREDISEÑO CÁMARAS DE VÁLVULAS EN</b> <b>LAS INTERCONEXIONES PARA LA</b> <b>REHABILITACIÓN DEL TRAMO 1</b>	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;">RTC-MC-ET-012</td> <td style="width: 50%;">VERSIÓN: 1</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">PÁGINA 11 DE 26</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">FECHA: 2009-02-10</td> </tr> </table>	RTC-MC-ET-012	VERSIÓN: 1	PÁGINA 11 DE 26		FECHA: 2009-02-10	
RTC-MC-ET-012	VERSIÓN: 1							
PÁGINA 11 DE 26								
FECHA: 2009-02-10								

### 7.1. GEOMETRÍA BÁSICA DE LA ESTRUCTURA



	<b>ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA REHABILITACIÓN DE LA LÍNEA RED MATRIZ ACUEDUCTO DE 78" TIBITOC - CASABLANCA</b>	 <b>CONSORCIO TIBITOC 2006</b>						
<b>CONTRATO</b>  <b>1-02-25400-514-2006</b>	<b>PRODUCTO 9.3.</b> <b>MEMORIA DE CALCULO ESTRUCTURAL</b> <b>PREDISEÑO CÁMARAS DE VÁLVULAS EN</b> <b>LAS INTERCONEXIONES PARA LA</b> <b>REHABILITACIÓN DEL TRAMO 1</b>	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;">RTC-MC-ET-012</td> <td style="width: 50%;">VERSIÓN: 1</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">PÁGINA 12 DE 26</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">FECHA: 2009-02-10</td> </tr> </table>	RTC-MC-ET-012	VERSIÓN: 1	PÁGINA 12 DE 26		FECHA: 2009-02-10	
RTC-MC-ET-012	VERSIÓN: 1							
PÁGINA 12 DE 26								
FECHA: 2009-02-10								





ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA  
LA REHABILITACIÓN DE LA LÍNEA  
RED MATRIZ ACUEDUCTO DE 78"  
TIBITOC - CASABLANCA



CONSORCIO TIBITOC 2006

CONTRATO  
1-02-25400-514-2006

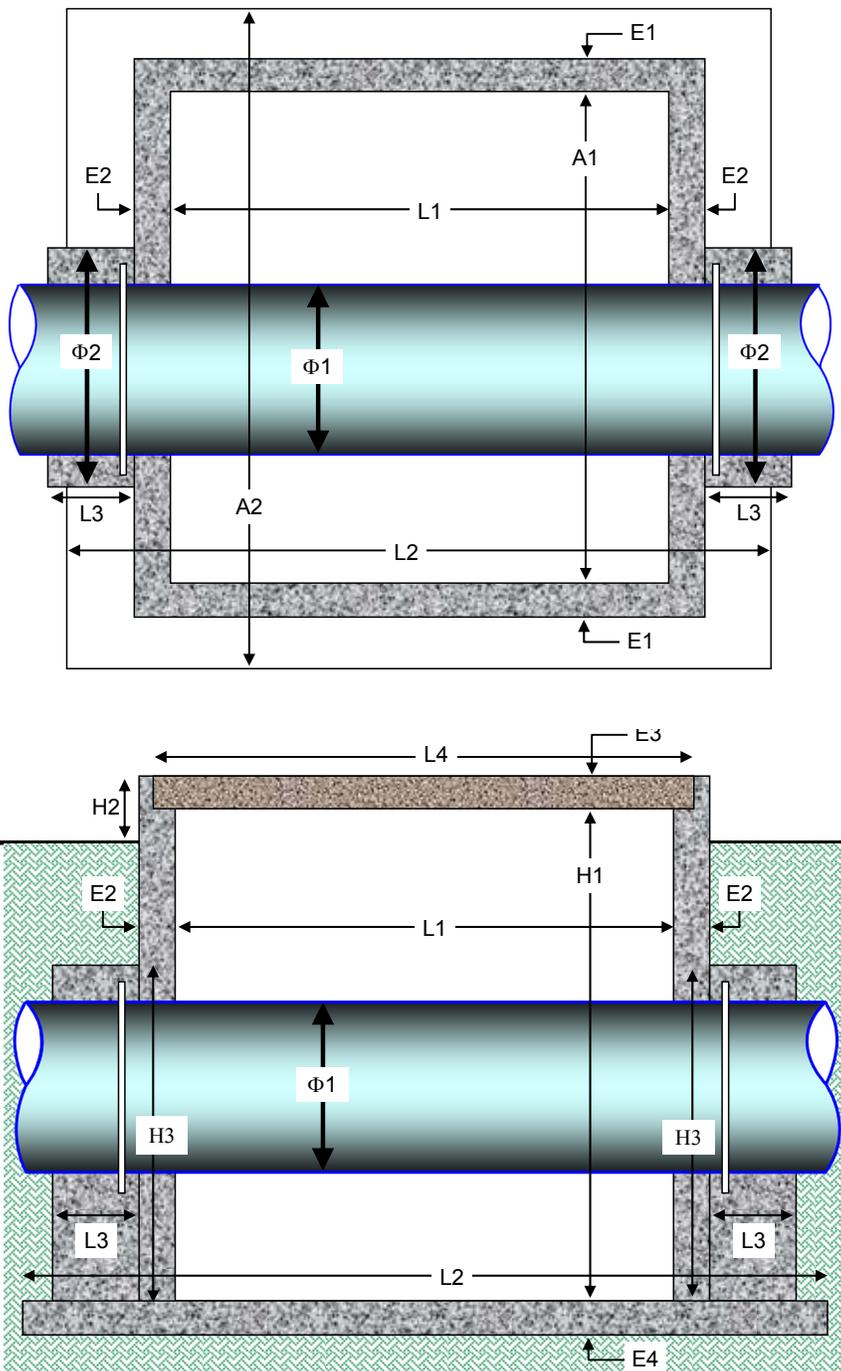
PRODUCTO 9.3.  
MEMORIA DE CÁLCULO ESTRUCTURAL  
PREDISEÑO CÁMARAS DE VÁLVULAS EN  
LAS INTERCONEXIONES PARA LA  
REHABILITACIÓN DEL TRAMO 1

RTC-MC-ET-012

VERSIÓN: 1

PÁGINA 13 DE 26

FECHA: 2009-02-10



	<b>ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA REHABILITACIÓN DE LA LÍNEA RED MATRIZ ACUEDUCTO DE 78" TIBITOC - CASABLANCA</b>	 <b>CONSORCIO TIBITOC 2006</b>						
<b>CONTRATO</b>  <b>1-02-25400-514-2006</b>	<b>PRODUCTO 9.3. MEMORIA DE CALCULO ESTRUCTURAL PREDISEÑO CÁMARAS DE VÁLVULAS EN LAS INTERCONEXIONES PARA LA REHABILITACIÓN DEL TRAMO 1</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">RTC-MC-ET-012</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">VERSIÓN: 1</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">PÁGINA 14 DE 26</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">FECHA: 2009-02-10</td> </tr> </table>	RTC-MC-ET-012	VERSIÓN: 1	PÁGINA 14 DE 26		FECHA: 2009-02-10	
RTC-MC-ET-012	VERSIÓN: 1							
PÁGINA 14 DE 26								
FECHA: 2009-02-10								

L1 : 4.80 m  
 L2 : 8.10 m  
 L3 : 1.20 m  
 L4 : 5.30 m  
 A1 : 4.80 m  
 A2 : 8.10 m  
 A3 : 5.30 m  
 H1 : 6.00 m  
 H2 : 0.00 m  
 H3 : 3.00 m  
 Φ1 : 1.58 m  
 Φ2 : 3.20 m  
 E1 : 0.45 m  
 E2 : 0.45 m  
 E3 : 0.30 m  
 E4 : 0.40 m  
 E5 : 0.20 m  
 Aleta : 1.20 m

**VOLUMEN DE CONCRETO**

Tapa y bordillos: 9.75 m<sup>3</sup>  
 Muros laterales: 25.92 m<sup>3</sup>  
 Muros entrada y salida: 29.01 m<sup>3</sup>  
 Recubrimientos tubo: 18.31 m<sup>3</sup>  
 Losa fondo: 26.24 m<sup>3</sup>  


---

 Total volumen concreto: 109.23 m<sup>3</sup>

Área rellenos: 33.12 m<sup>2</sup>  
**VOLUMEN RELLENO :** 199.01 m<sup>3</sup>

**VOLUMEN AGUA DESALOJADA :** 439.59 m<sup>3</sup>

Profundidad de cimentación : 6.70 m  
**ÁREA CIMENTACIÓN :** 65.61 m<sup>2</sup>

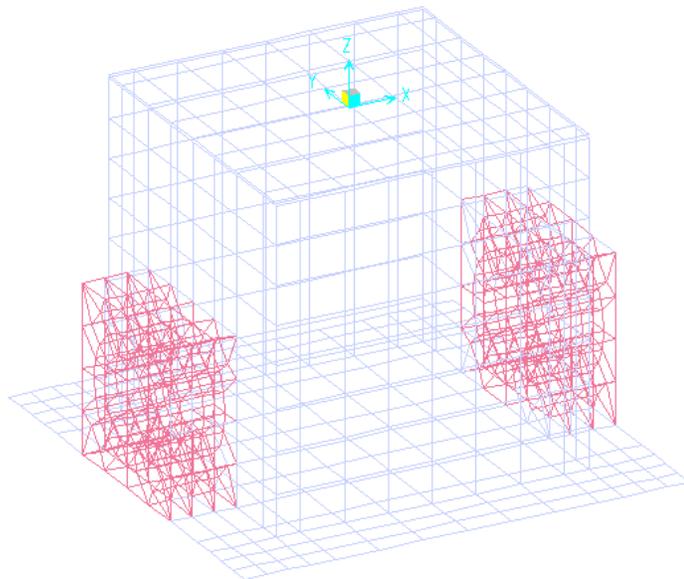
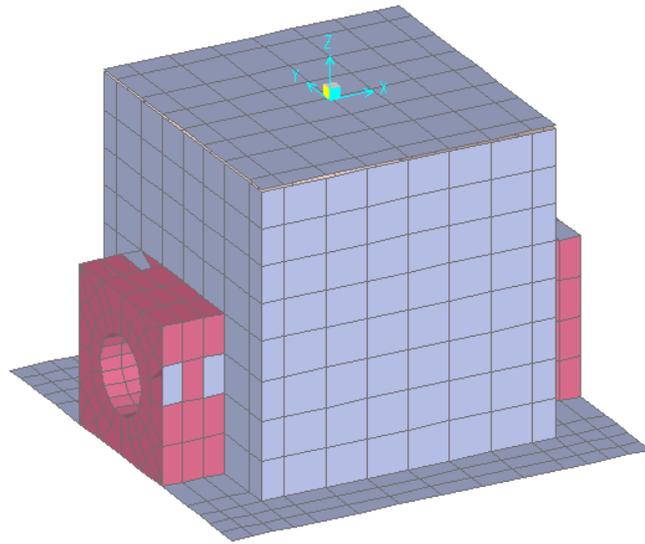
**7.2. DATOS DE ENTRADA DEL MODELO**

Se presenta a continuación una serie de imágenes que muestran el modelo de SAP2000 en tres dimensiones.

	<b>ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA REHABILITACIÓN DE LA LÍNEA RED MATRIZ ACUEDUCTO DE 78" TIBITOC - CASABLANCA</b>	 <b>CONSORCIO TIBITOC 2006</b>						
<b>CONTRATO</b>  <b>1-02-25400-514-2006</b>	<b>PRODUCTO 9.3. MEMORIA DE CALCULO ESTRUCTURAL PREDISEÑO CÁMARAS DE VÁLVULAS EN LAS INTERCONEXIONES PARA LA REHABILITACIÓN DEL TRAMO 1</b>	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">RTC-MC-ET-012</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">VERSIÓN: 1</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">PÁGINA 15 DE 26</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">FECHA: 2009-02-10</td> </tr> </table>	RTC-MC-ET-012	VERSIÓN: 1	PÁGINA 15 DE 26		FECHA: 2009-02-10	
RTC-MC-ET-012	VERSIÓN: 1							
PÁGINA 15 DE 26								
FECHA: 2009-02-10								

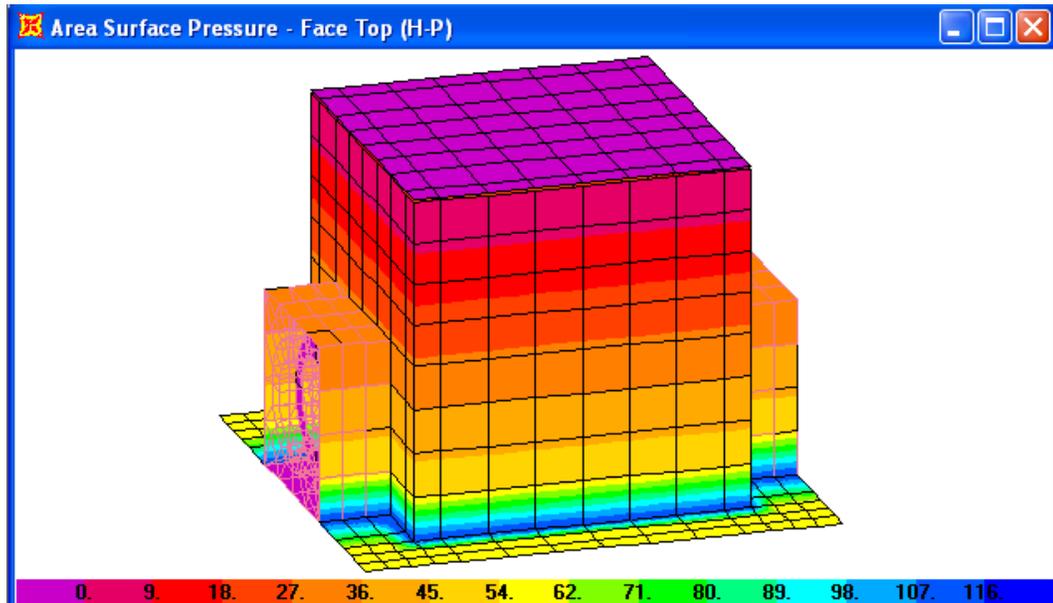
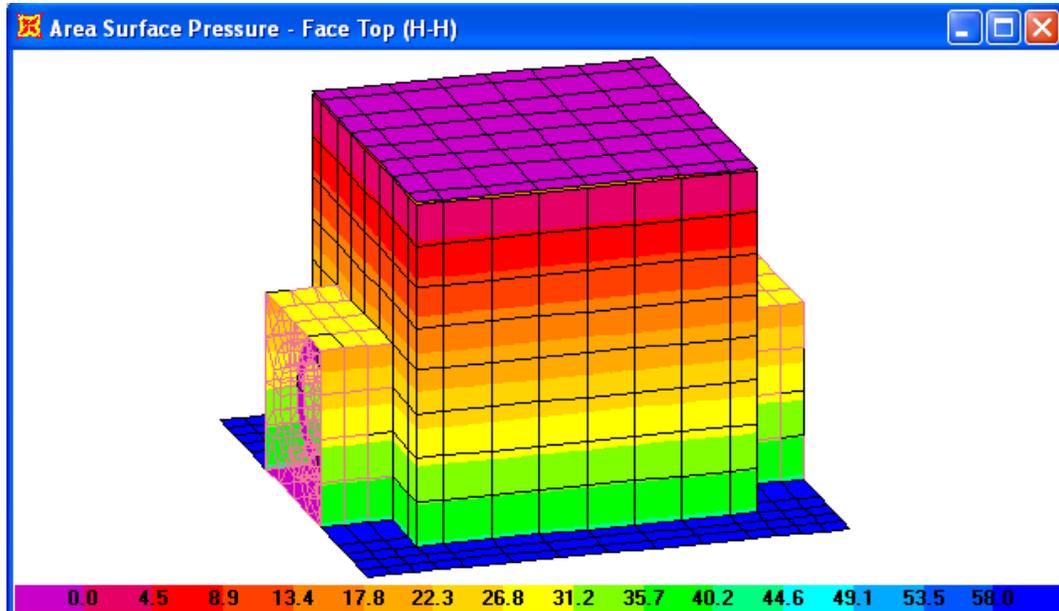
### VISTAS TRIDIMENSIONALES DEL MODELO

#### Modelo Definitivo



	<b>ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA REHABILITACIÓN DE LA LÍNEA RED MATRIZ ACUEDUCTO DE 78" TIBITOC - CASABLANCA</b>	 <b>CONSORCIO TIBITOC 2006</b>						
<b>CONTRATO</b>  <b>1-02-25400-514-2006</b>	<b>PRODUCTO 9.3.</b> <b>MEMORIA DE CALCULO ESTRUCTURAL</b> <b>PREDISEÑO CÁMARAS DE VÁLVULAS EN</b> <b>LAS INTERCONEXIONES PARA LA</b> <b>REHABILITACIÓN DEL TRAMO 1</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">RTC-MC-ET-012</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">VERSIÓN: 1</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">PÁGINA 16 DE 26</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">FECHA: 2009-02-10</td> </tr> </table>	RTC-MC-ET-012	VERSIÓN: 1	PÁGINA 16 DE 26		FECHA: 2009-02-10	
RTC-MC-ET-012	VERSIÓN: 1							
PÁGINA 16 DE 26								
FECHA: 2009-02-10								

ESQUEMA CARGA PRESIÓN DE TIERRAS SOBRE ESTRUCTURA EN KN/m<sup>2</sup>

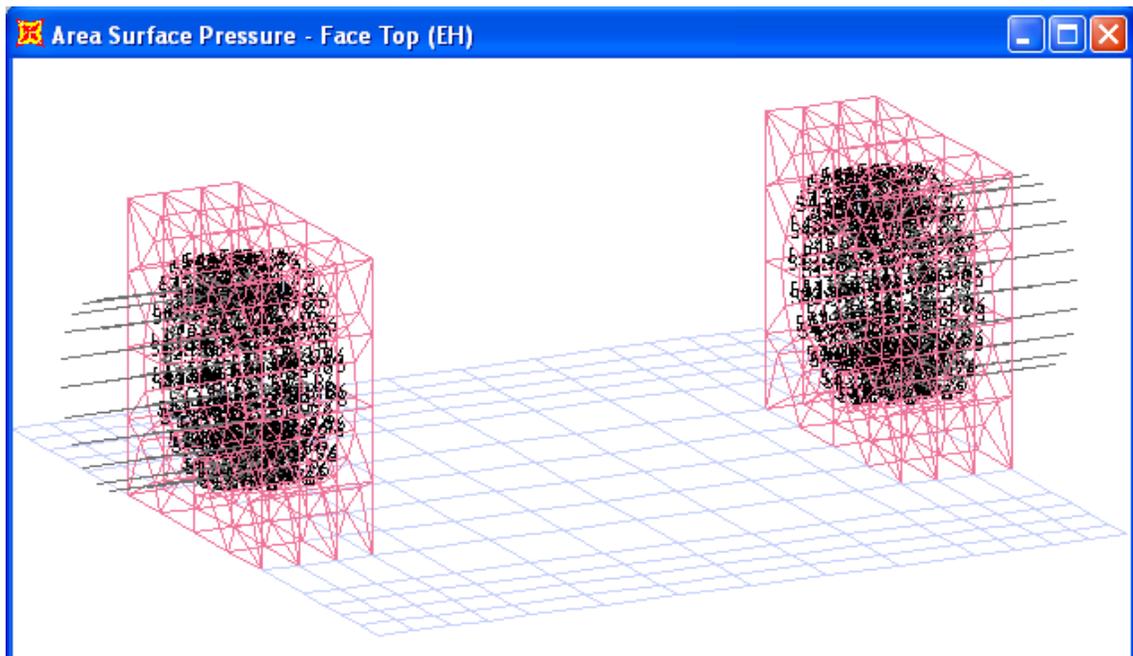


El esquema de presión de tierras lateral no incluye cargas de sobre presión de 0.70 m del terreno Este esta como carga aparte, el peso del terreno y la presión de poros por el nivel

	<b>ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA REHABILITACIÓN DE LA LÍNEA RED MATRIZ ACUEDUCTO DE 78" TIBITOC - CASABLANCA</b>	 <b>CONSORCIO TIBITOC 2006</b>						
<b>CONTRATO</b>  <b>1-02-25400-514-2006</b>	<b>PRODUCTO 9.3. MEMORIA DE CALCULO ESTRUCTURAL PREDISEÑO CÁMARAS DE VÁLVULAS EN LAS INTERCONEXIONES PARA LA REHABILITACIÓN DEL TRAMO 1</b>	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;">RTC-MC-ET-012</td> <td style="width: 50%;">VERSIÓN: 1</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">PÁGINA 17 DE 26</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">FECHA: 2009-02-10</td> </tr> </table>	RTC-MC-ET-012	VERSIÓN: 1	PÁGINA 17 DE 26		FECHA: 2009-02-10	
RTC-MC-ET-012	VERSIÓN: 1							
PÁGINA 17 DE 26								
FECHA: 2009-02-10								

freático asumido son los mostrados. Véase la curva de finida en el numeral 6.1.3 IV Empuje de Tierras (H).

### CARGAS HIDROSTÁTICAS SOBRE ESTRUCTURA EN kN/m<sup>2</sup>



Se muestran las cargas producida por la presión hidrostática sobre los muros de entrada y salida. La carga se concentra en cada uno de los elementos de área que asimilan las ruanas o platinas de apoyo en los muertos de entrada y salida de las aberturas de la tubería.

## 7.3. DATOS DE SALIDA

### 7.3.1. Diagramas de Fuerzas Internas Envolvente de Diseño

Se presenta a continuación los esquemas de fuerzas internas del modelo para la Envolvente de diseño Las unidades de fuerza y longitud son kN y m.

	<b>ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA REHABILITACIÓN DE LA LÍNEA RED MATRIZ ACUEDUCTO DE 78" TIBITOC - CASABLANCA</b>	 SILVA CARREÑO Y ASOCIADOS S.A. <b>CONSORCIO TIBITOC 2006</b>						
<b>CONTRATO</b>  <b>1-02-25400-514-2006</b>	<b>PRODUCTO 9.3.</b> <b>MEMORIA DE CALCULO ESTRUCTURAL</b> <b>PREDISEÑO CÁMARAS DE VÁLVULAS EN</b> <b>LAS INTERCONEXIONES PARA LA</b> <b>REHABILITACIÓN DEL TRAMO 1</b>	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;">RTC-MC-ET-012</td> <td style="width: 50%;">VERSIÓN: 1</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">PÁGINA 18 DE 26</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">FECHA: 2009-02-10</td> </tr> </table>	RTC-MC-ET-012	VERSIÓN: 1	PÁGINA 18 DE 26		FECHA: 2009-02-10	
RTC-MC-ET-012	VERSIÓN: 1							
PÁGINA 18 DE 26								
FECHA: 2009-02-10								

DIAGRAMA DE MOMENTOS MÁXIMOS Y MÍNIMOS M11

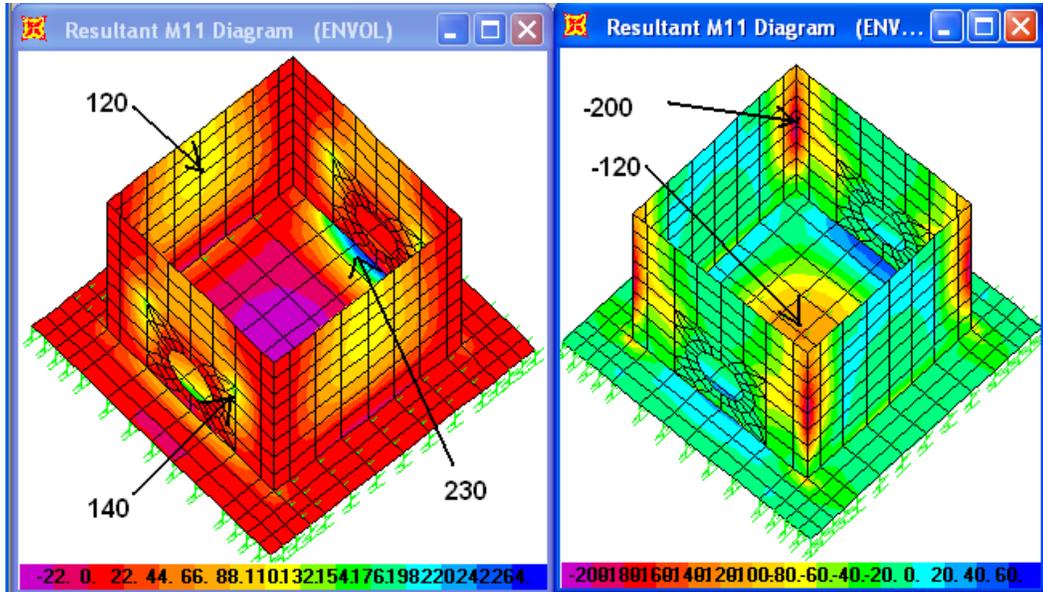
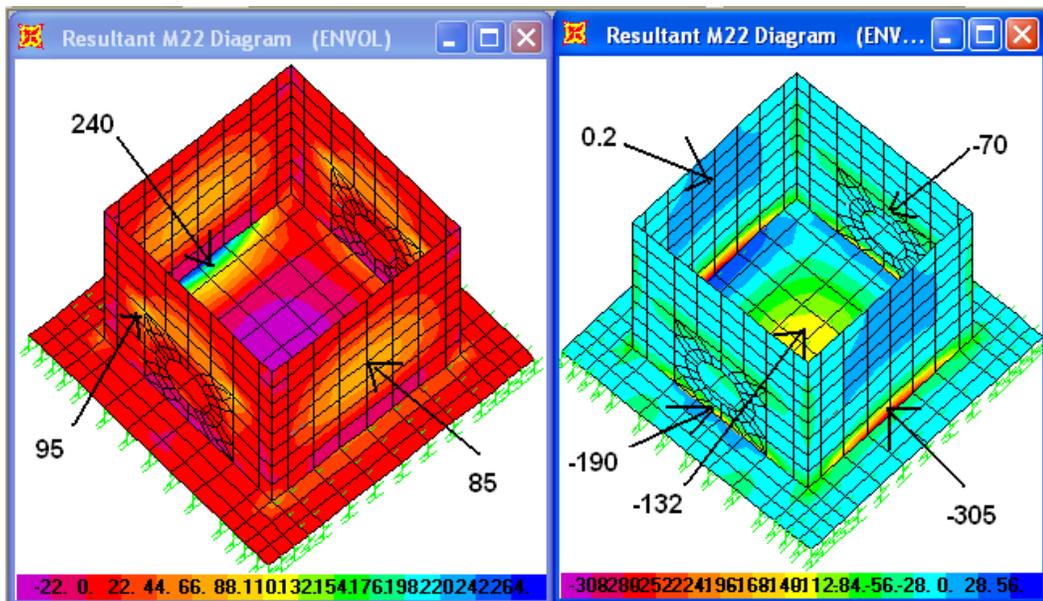
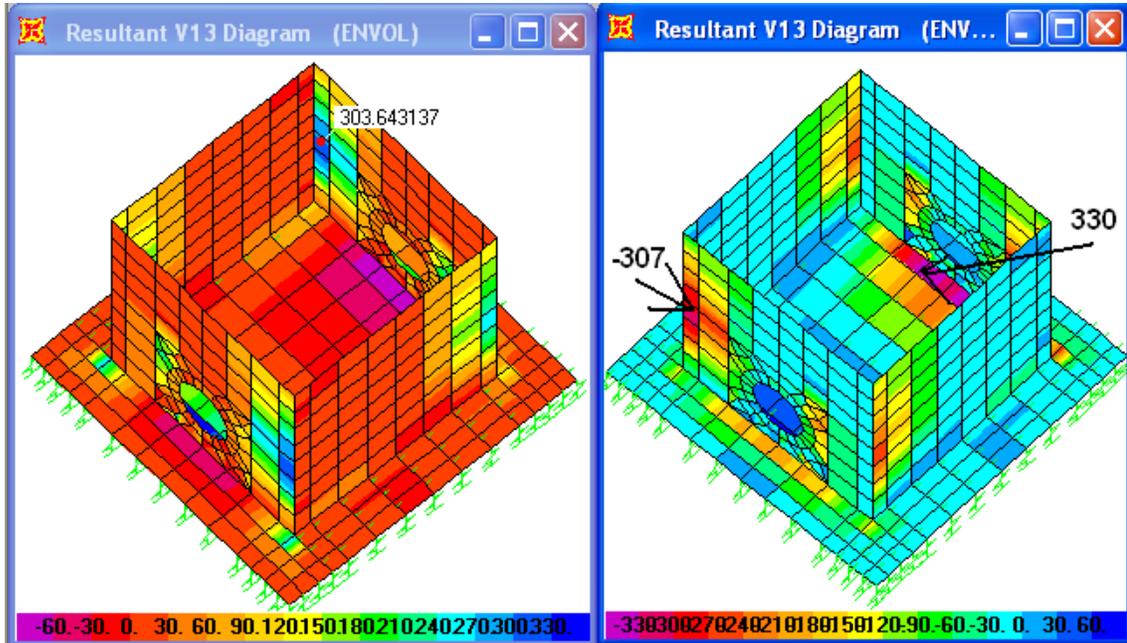


DIAGRAMA DE MOMENTOS MÁXIMOS Y MÍNIMOS M22



	<b>ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA REHABILITACIÓN DE LA LÍNEA RED MATRIZ ACUEDUCTO DE 78" TIBITOC - CASABLANCA</b>	 <b>CONSORCIO TIBITOC 2006</b>						
<b>CONTRATO</b>  <b>1-02-25400-514-2006</b>	<b>PRODUCTO 9.3.</b> <b>MEMORIA DE CALCULO ESTRUCTURAL</b> <b>PREDISEÑO CÁMARAS DE VÁLVULAS EN</b> <b>LAS INTERCONEXIONES PARA LA</b> <b>REHABILITACIÓN DEL TRAMO 1</b>	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;">RTC-MC-ET-012</td> <td style="width: 50%;">VERSIÓN: 1</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">PÁGINA 19 DE 26</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">FECHA: 2009-02-10</td> </tr> </table>	RTC-MC-ET-012	VERSIÓN: 1	PÁGINA 19 DE 26		FECHA: 2009-02-10	
RTC-MC-ET-012	VERSIÓN: 1							
PÁGINA 19 DE 26								
FECHA: 2009-02-10								

**DIAGRAMA DE CORTANTES MÁXIMOS Y MÍNIMOS V13**



**7.3.2. Diagramas de Fuerzas Internas de Trabajo**

Se presenta a continuación los esquemas de fuerzas internas del modelo para la condición de trabajo. Las unidades de fuerza y longitud son kN y m.

	<b>ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA REHABILITACIÓN DE LA LÍNEA RED MATRIZ ACUEDUCTO DE 78" TIBITOC - CASABLANCA</b>	 <b>CONSORCIO TIBITOC 2006</b>						
<b>CONTRATO</b>  <b>1-02-25400-514-2006</b>	<b>PRODUCTO 9.3.</b> <b>MEMORIA DE CÁLCULO ESTRUCTURAL</b> <b>PREDISEÑO CÁMARAS DE VÁLVULAS EN</b> <b>LAS INTERCONEXIONES PARA LA</b> <b>REHABILITACIÓN DEL TRAMO 1</b>	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;">RTC-MC-ET-012</td> <td style="width: 50%;">VERSIÓN: 1</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">PÁGINA 20 DE 26</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">FECHA: 2009-02-10</td> </tr> </table>	RTC-MC-ET-012	VERSIÓN: 1	PÁGINA 20 DE 26		FECHA: 2009-02-10	
RTC-MC-ET-012	VERSIÓN: 1							
PÁGINA 20 DE 26								
FECHA: 2009-02-10								

DIAGRAMA DE MOMENTOS M11 Y AXIALES F11 FUERZAS DE TRABAJO

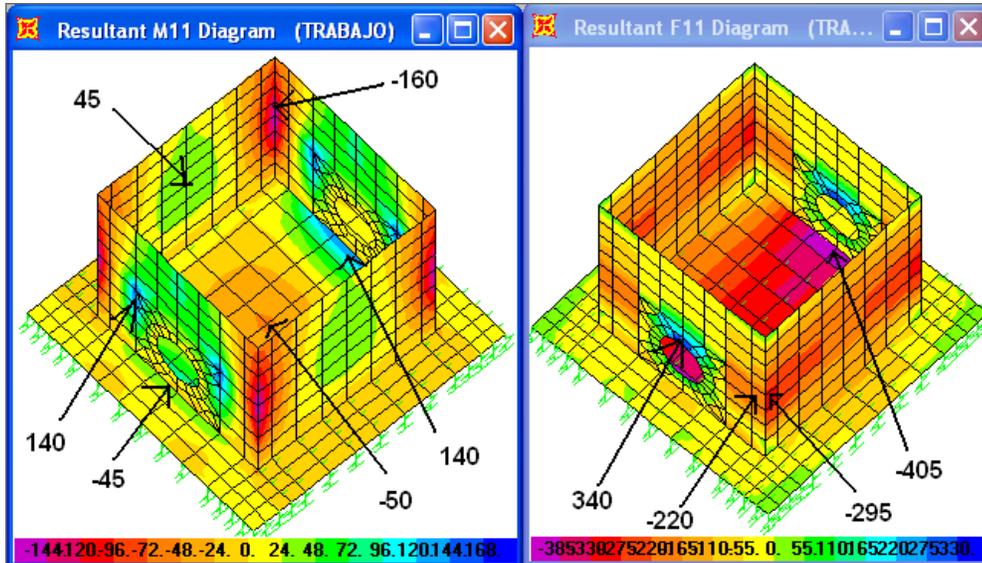
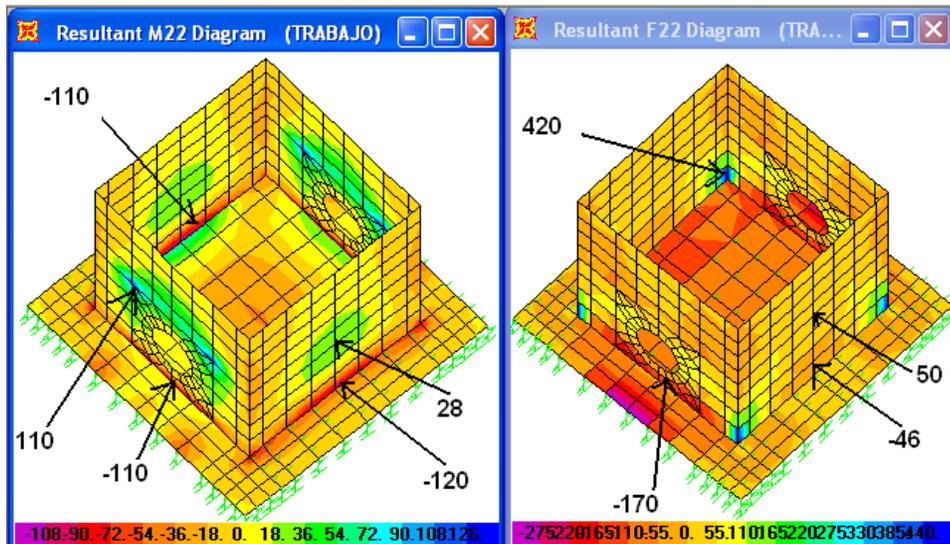


DIAGRAMA DE MOMENTOS M22 Y AXIALES F22 FUERZAS DE TRABAJO



	<b>ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA REHABILITACIÓN DE LA LÍNEA RED MATRIZ ACUEDUCTO DE 78" TIBITOC - CASABLANCA</b>	 <b>CONSORCIO TIBITOC 2006</b>						
<b>CONTRATO</b>  <b>1-02-25400-514-2006</b>	<b>PRODUCTO 9.3. MEMORIA DE CALCULO ESTRUCTURAL PREDISEÑO CÁMARAS DE VÁLVULAS EN LAS INTERCONEXIONES PARA LA REHABILITACIÓN DEL TRAMO 1</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">RTC-MC-ET-012</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">VERSIÓN: 1</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">PÁGINA 21 DE 26</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">FECHA: 2009-02-10</td> </tr> </table>	RTC-MC-ET-012	VERSIÓN: 1	PÁGINA 21 DE 26		FECHA: 2009-02-10	
RTC-MC-ET-012	VERSIÓN: 1							
PÁGINA 21 DE 26								
FECHA: 2009-02-10								

## 8. ESTABILIDAD

Por ser una estructura enterrada no se verifica volcamiento ni desplazamiento. Solamente se verificara flotabilidad de la estructura y la capacidad portante del suelo.

Se recuerda que el alcance de la memoria es de prediseño y los diseños definitivos deben garantizar la estabilidad conforme a los estudios de suelos pertinentes a cada sitio en particular donde se adapten los típicos aquí pre-dimensionados.

### 8.1. FLOTACIÓN

#### CHEQUEO A FLOTACIÓN

Densidad del agua:	<b>10.00</b> kN/m <sup>3</sup>
Densidad del relleno:	<b>20.00</b> kN/m <sup>3</sup>
Densidad del concreto:	<b>24.00</b> kN/m <sup>3</sup>
Volumen rellenos:	199.01 m <sup>3</sup>
Volumen Concreto:	109.23 m <sup>3</sup>
Volumen agua desalojada:	439.59 m <sup>3</sup>

Peso equipos :	30.00 kN
Peso de rellenos:	3980.10 kN
Peso de concretos:	2621.53 kN
Total peso resistente =	6631.63 kN

Peso agua desalojada: 4395.87 kN

Factor de seguridad a flotación mínimo: **1.50**  
**Factor de seguridad a flotación real = 1.51 OK > 1.50**

### 8.2. CAPACIDAD PORTANTE

Para encontrar los valores de volumen de rellenos, concretos y las áreas aferentes a la cimentación se utilizan los cálculos de pesos y áreas del cuadro anterior.

	<b>ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA REHABILITACIÓN DE LA LÍNEA RED MATRIZ ACUEDUCTO DE 78" TIBITOC - CASABLANCA</b>	 <b>CONSORCIO TIBITOC 2006</b>						
<b>CONTRATO</b>  <b>1-02-25400-514-2006</b>	<b>PRODUCTO 9.3.</b> <b>MEMORIA DE CALCULO ESTRUCTURAL</b> <b>PREDISEÑO CÁMARAS DE VÁLVULAS EN</b> <b>LAS INTERCONEXIONES PARA LA</b> <b>REHABILITACIÓN DEL TRAMO 1</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">RTC-MC-ET-012</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">VERSIÓN: 1</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">PÁGINA 22 DE 26</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">FECHA: 2009-02-10</td> </tr> </table>	RTC-MC-ET-012	VERSIÓN: 1	PÁGINA 22 DE 26		FECHA: 2009-02-10	
RTC-MC-ET-012	VERSIÓN: 1							
PÁGINA 22 DE 26								
FECHA: 2009-02-10								

Capacidad portante admisible:        **130.00** kPa  
Carga viva sobre caja:                **10.00** kPa

Carga viva vehicular:                **300.00** kN (2 ejes camión C-40-95)  
Peso carga viva sobre caja =        354.90 kN (equipos + carga viva)  
Peso total concreto:                2621.53 kN  
Peso sobrecarga:                    463.68 kN (70cm de suelo)  
Peso rellenos:                        3980.10 kN  
Total Peso =                            7720.21 kN

Esfuerzo natural terreno:    134.00 kPa

Área de cimentación:        65.61 m<sup>2</sup>  
**Esfuerzo cimentación = 117.67 kPa        OK < 130.00**

## 9. DISEÑO ESTRUCTURAL

### 9.1. CONTROL DE AGRIETAMIENTO

A fin de verificar lo establecido en el numeral 4.2.8.1 de la Norma Técnica NS 002, el control de agrietamiento para el caso de losas y muros armados en dos direcciones se realiza verificando los esfuerzos en el acero de refuerzo.

Para efectos de verificación de la estructura modelada fueron considerados las parejas de momentos y axial máximos de servicio actuante en la estructura, encontrados para diferentes puntos y para cada una de las direcciones ortogonales de la misma.

Los resultados de esta verificación se muestran en el siguiente cuadro:

	<b>ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA REHABILITACIÓN DE LA LÍNEA RED MATRIZ ACUEDUCTO DE 78" TIBITOC - CASABLANCA</b>	 <b>CONSORCIO TIBITOC 2006</b>						
<b>CONTRATO</b>  <b>1-02-25400-514-2006</b>	<b>PRODUCTO 9.3.</b> <b>MEMORIA DE CALCULO ESTRUCTURAL</b> <b>PREDISEÑO CÁMARAS DE VÁLVULAS EN</b> <b>LAS INTERCONEXIONES PARA LA</b> <b>REHABILITACIÓN DEL TRAMO 1</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">RTC-MC-ET-012</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">VERSIÓN: 1</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">PÁGINA 23 DE 26</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">FECHA: 2009-02-10</td> </tr> </table>	RTC-MC-ET-012	VERSIÓN: 1	PÁGINA 23 DE 26		FECHA: 2009-02-10	
RTC-MC-ET-012	VERSIÓN: 1							
PÁGINA 23 DE 26								
FECHA: 2009-02-10								

t (ancho sección con d <sub>c</sub> max. 5 cm) A <sub>Con</sub> (área concreto/barra) d <sub>c</sub> (recubrimiento al centro barras)	M (momento actuante por unidad de longitud) P (axial actuante por unidad de longitud)
s (separación barras) A <sub>s</sub> (Área de barras) f <sub>y</sub> (fluencia acero)	f <sub>s</sub> (esfuerzo actuante de trabajo) estado (comprobación del f <sub>s</sub> contra f <sub>s (Max)</sub> ) f <sub>s (Max)</sub> (esfuerzo admisible de trabajo) z (Parámetro z) = f <sub>s</sub> <sup>*3</sup> √(d <sub>c</sub> *A)

Datos Sección			Barras Acero			Fuerzas Trabajo		Revisión z y f <sub>s</sub>			
t	A <sub>con</sub>	d <sub>c</sub>	s	A <sub>s</sub>	f <sub>y</sub>	M	P	f <sub>s</sub>	estado	f <sub>s (Max)</sub>	z
cm	cm <sup>2</sup>	cm	cm	cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg-cm/cm	kg/cm	kg/cm <sup>2</sup>		kg/cm <sup>2</sup>	MN/m
43.0	214.30	5.0	22.0	5.70	4200	16316.5	-195.0	1156	OK	1890	11.83
43.0	106.13	5.0	11.0	3.87	4200	11217.6	-170.0	483	OK	1890	3.91
43.0	106.13	5.0	11.0	3.87	4200	12237.4	-46.0	923	OK	1890	7.47
43.0	197.15	5.0	20.0	2.85	4200	2433.0	23.5	682	OK	1890	6.79

**z Máximo encontrado en MN/m 11.83**

El valor z máximo obtenido para esta estructura es de 11.83 MN/m, el cual es menor a 17.00 MN/m, cumpliendo así con lo establecido en las NS 002 y el CCDSP-95.

## 9.2. CUANTÍA MÍNIMA DE REFUERZO A FLEXIÓN

De acuerdo con lo establecido en las Secciones A.7.6.10.3 y A.7.9.1 del CCDSP-95, el refuerzo mínimo suministrado para las secciones sometidas a momentos máximos con tracción debe ser el necesario para desarrollar un momento de por lo menos 1,20 veces el momento de agrietamiento. La cuantía correspondiente al momento antes señalado es la presentada en el siguiente cuadro y se calcula también la exigida por la NSR-98 para secciones sometidas a momento.

### 9.2.1. Refuerzo Mínimo de la Estructura

Además se estipula en el numeral C.20.2.4 que para una estructura con paredes de más de 20 cm de espesor; la separación de las barras no debe ser mayor a 30 cm y la barra más delgada debe ser por lo menos del numero 4 (Φ ½”).

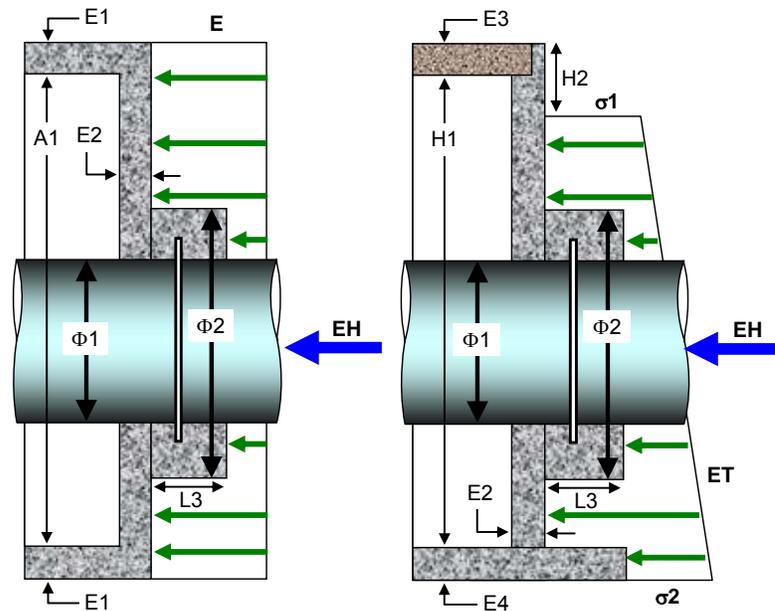
	<b>ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA REHABILITACIÓN DE LA LÍNEA RED MATRIZ ACUEDUCTO DE 78" TIBITOC - CASABLANCA</b>	 <b>CONSORCIO TIBITOC 2006</b>						
<b>CONTRATO</b>  <b>1-02-25400-514-2006</b>	<b>PRODUCTO 9.3.</b> <b>MEMORIA DE CALCULO ESTRUCTURAL</b> <b>PREDISEÑO CÁMARAS DE VÁLVULAS EN</b> <b>LAS INTERCONEXIONES PARA LA</b> <b>REHABILITACIÓN DEL TRAMO 1</b>	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;">RTC-MC-ET-012</td> <td style="width: 50%;">VERSIÓN: 1</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">PÁGINA 24 DE 26</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">FECHA: 2009-02-10</td> </tr> </table>	RTC-MC-ET-012	VERSIÓN: 1	PÁGINA 24 DE 26		FECHA: 2009-02-10	
RTC-MC-ET-012	VERSIÓN: 1							
PÁGINA 24 DE 26								
FECHA: 2009-02-10								

### 9.3. DISEÑO ESTRUCTURAL

Se efectúa un chequeo general asumiendo la carga hidrostática máxima posible que es la cota del tanque Suba.

#### EMPUJE HIDROSTÁTICO TUBERÍA Y PRESIÓN TIERRAS

Cabeza hidrostática:	<b>120.00</b> m.c.a =	1200.00 kPa
Área empuje:	1.97 m <sup>2</sup> (Tubería válvula cerrada)	
Empuje hidrostático; EH:	2363.80 kN	
Empuje tierras; ET:	2123.97 kN	
Empuje total mayorado:	5974.55 kN = (1.7ET + 1.0EH)	
Ancho mínimo arandela:	<b>30.48</b> cm	
f <sub>c</sub> =	<b>28.00</b> MPa	
Φ <sub>vc</sub> =	749.63 kPa	
Longitud perímetro arandela:	6.89 m	
Área de cortante requerida:	3.15 m <sup>2</sup> (medio espesor)	
Espesor requerido:	0.92 m	
L3 mínimo =	0.47 m OK < 1.20	
Φ2 mínimo =	3.11 m OK < 3.20	
Cortante último en perímetro:	355.63 kN/m en perímetro de muros y losa	



	<b>ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA REHABILITACIÓN DE LA LÍNEA RED MATRIZ ACUEDUCTO DE 78" TIBITOC - CASABLANCA</b>	 <b>CONSORCIO TIBITOC 2006</b>						
<b>CONTRATO</b>  <b>1-02-25400-514-2006</b>	<b>PRODUCTO 9.3.</b> <b>MEMORIA DE CALCULO ESTRUCTURAL</b> <b>PREDISEÑO CÁMARAS DE VÁLVULAS EN</b> <b>LAS INTERCONEXIONES PARA LA</b> <b>REHABILITACIÓN DEL TRAMO 1</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">RTC-MC-ET-012</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">VERSIÓN: 1</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">PÁGINA 25 DE 26</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">FECHA: 2009-02-10</td> </tr> </table>	RTC-MC-ET-012	VERSIÓN: 1	PÁGINA 25 DE 26		FECHA: 2009-02-10	
RTC-MC-ET-012	VERSIÓN: 1							
PÁGINA 25 DE 26								
FECHA: 2009-02-10								

### 9.3.1. Muros de Entrada y Salida

#### DATOS DE MATERIALES Y SECCIÓN : MUROS ENTRADA Y SALIDA

$f_y =$	420.00 Mpa	$I_g =$	759375.00	cm <sup>4</sup>
$f'_c =$	28.00 MPa	$Y_t =$	22.50	cm
$f_r =$	3.70 MPa	$M_{cr} =$	125011.75	kg-cm
$d' =$	7.00 cm	$\Phi M_n (min) = 1,2 * M_{cr} =$	150.01	kN-m
$b =$	100.00 cm	$\rho_{(mínimo)} \text{ CCDSP-95} =$	0.0028187	
$t =$	45.00 cm	$\rho_{(mínimo)} \text{ NSR-98} =$	0.0033333	
$\Phi v_c =$	749.63 kPa	$\rho_{(máxima)} \text{ NSR-98} =$	0.1204167	
$\Phi V_c =$	284.86 kN	$\rho_{(mínimo)} =$	0.0033333	

#### OPCIONES DE REFUERZO MUROS ENTRADA Y SALIDA

MOMENTO (kN-m)		CALCULO CUANTÍA		ACERO As	SEP. REFUERZO (m)				
LOCALIZACIÓN	FUERZA	SOLICITUD	DISEÑO	(cm <sup>2</sup> /m)	#4 c/	#5 c/	#6 c/	#7 c/	#8 c/
C.I Vertical:	23.40	0.00043034	0.003333	12.67	0.102	0.157	0.225	0.306	0.399
C.E. Vertical:	234.00	0.00446334	0.004463	16.96	0.076	0.117	0.168	0.228	0.298
C.I. Horizontal:	40.30	0.00074321	0.003333	12.67	0.102	0.157	0.225	0.306	0.399
C.E. Horizontal:	179.40	0.00338833	0.003388	12.88	0.100	0.155	0.221	0.301	0.393

### 9.3.2. Muros Laterales

#### DATOS DE MATERIALES Y SECCIÓN : MUROS LATERALES

$f_y =$	420.00 Mpa	$I_g =$	759375.00	cm <sup>4</sup>
$f'_c =$	28.00 MPa	$Y_t =$	22.50	cm
$f_r =$	3.70 MPa	$M_{cr} =$	125011.75	kg-cm
$d' =$	7.00 cm	$\Phi M_n (min) = 1,2 * M_{cr} =$	150.01	kN-m
$b =$	100.00 cm	$\rho_{(mínimo)} \text{ CCDSP-95} =$	0.0028187	
$t =$	45.00 cm	$\rho_{(mínimo)} \text{ NSR-98} =$	0.0033333	
$\Phi v_c =$	749.63 kPa	$\rho_{(máxima)} \text{ NSR-98} =$	0.1204167	
$\Phi V_c =$	284.86 kN	$\rho_{(mínimo)} =$	0.0033333	

	<b>ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA REHABILITACIÓN DE LA LÍNEA RED MATRIZ ACUEDUCTO DE 78" TIBITOC - CASABLANCA</b>	 <b>CONSORCIO TIBITOC 2006</b>						
<b>CONTRATO</b>  <b>1-02-25400-514-2006</b>	<b>PRODUCTO 9.3.</b> <b>MEMORIA DE CALCULO ESTRUCTURAL</b> <b>PREDISEÑO CÁMARAS DE VÁLVULAS EN</b> <b>LAS INTERCONEXIONES PARA LA</b> <b>REHABILITACIÓN DEL TRAMO 1</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">RTC-MC-ET-012</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">VERSIÓN: 1</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">PÁGINA 26 DE 26</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">FECHA: 2009-02-10</td> </tr> </table>	RTC-MC-ET-012	VERSIÓN: 1	PÁGINA 26 DE 26		FECHA: 2009-02-10	
RTC-MC-ET-012	VERSIÓN: 1							
PÁGINA 26 DE 26								
FECHA: 2009-02-10								

#### OPCIONES DE REFUERZO MUROS LATERALES

MOMENTO (kN-m)		CALCULO CUANTÍA		ACERO As	SEP. REFUERZO (m)				
LOCALIZACIÓN	FUERZA	SOLICITUD	DISEÑO	(cm <sup>2</sup> /m)	#4 c/	#5 c/	#6 c/	#7 c/	#8 c/
C.I. Vertical:	96.20	0.00179083	0.003333	12.67	0.102	0.157	0.225	0.306	0.399
C.E. Vertical:	390.00	0.00766501	0.007665	29.13	0.044	0.068	0.098	0.133	0.174
C.I. Horizontal:	140.40	0.0026336	0.003333	12.67	0.102	0.157	0.225	0.306	0.399
C.E. Horizontal:	260.00	0.00498313	0.004983	18.94	0.068	0.105	0.151	0.204	0.267

#### 9.3.3. Losa de Fondo

#### DATOS DE MATERIALES Y SECCIÓN : LOSA DE FONDO

$f_y =$	420.00 MPa	$I_g =$	533333.33	cm <sup>4</sup>
$f'_c =$	28.00 MPa	$Y_t =$	20.00	cm
$f_r =$	3.70 MPa	$M_{cr} =$	98774.72	kg-cm
$d' =$	7.00 cm	$\Phi M_{n (min)} = 1,2 * M_{cr} =$	118.53	kN-m
$b =$	100.00 cm	$\rho_{(mínimo)} \text{ CCDSP-95} =$	0.0029568	
$t =$	40.00 cm	$\rho_{(mínimo)} \text{ NSR-98} =$	0.0033333	
$\Phi v_c =$	749.63 kPa	$\rho_{(máxima)} \text{ NSR-98} =$	0.1204167	
$\Phi V_c =$	247.38 kN	$\rho_{(mínimo)} =$	0.0033333	

#### OPCIONES DE REFUERZO LOSA DE FONDO

MOMENTO (kN-m)		CALCULO CUANTÍA		ACERO As	SEP. REFUERZO (m)				
LOCALIZACIÓN	FUERZA	SOLICITUD	DISEÑO	(cm <sup>2</sup> /m)	#4 c/	#5 c/	#6 c/	#7 c/	#8 c/
C.Sup. Largo:	158.60	0.00399404	0.003994	13.18	0.098	0.151	0.216	0.294	0.384
C.Inf. Largo:	351.00	0.00929074	0.009291	30.66	0.042	0.065	0.093	0.126	0.165
C.Sup. Ancho:	171.60	0.00433498	0.004335	14.31	0.090	0.139	0.199	0.271	0.354
C.Inf. Ancho:	325.00	0.00854077	0.008541	28.18	0.046	0.071	0.101	0.137	0.180