

## **CAPITULO 1.- DEFINICIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.1 Descripción de la planta.**

La empresa donde se realizara el proyecto es la Compañía de Cervezas Nacionales ubicada en el Km 14 via a Daule.

La producción de cerveza posee 3 grandes fases identificables que son: el cocimiento, el embotellado y el pasteurizado.

El cocimiento es donde se procesa la materia prima para convertirla en el producto que se utilizara en el proceso de envasado que se lo realiza en el area de embotellado donde posteriormente pasara a la seccion de pasteurizado para lograr la remocion de bacterias en el interior del producto una vez culminado su proceso.

El proceso se lo realiza en forma continua por lo cual es necesario poseer el suficiente almacenamiento de modo que no entorpezca el sistema de envasado y posterior distribución del producto.

Para efectuar el cocimiento es necesario utilizar grandes cantidades de agua, si logramos precalentar el agua antes de entrar en el proceso de cocimiento ahorraremos combustible en el proceso.

## 1.2 Flujiograma del proceso

En un intercambiador de calor de placas o de cascada que utiliza como refrigerante amoníaco líquido, el agua blanda que ingresa a temperatura ambiente alrededor de 24°C y reduce su temperatura a 3°C, luego es almacenada en un tanque vertical aislado donde se conserva para luego ser utilizada en el proceso de enfriamiento del mosto, el tanque tiene una capacidad de almacenaje de 300 m<sup>3</sup>, el proceso de enfriamiento del agua se lo realiza en forma continua durante las 24 horas del día.

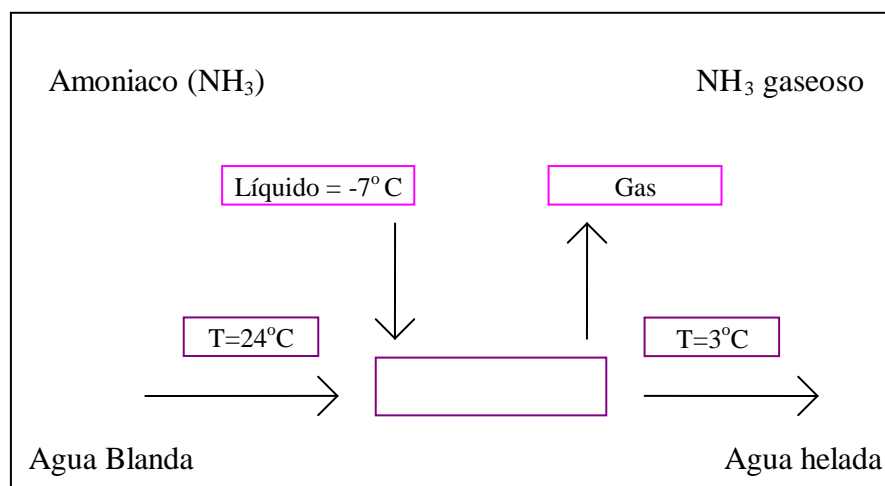


Figura 1: Diagrama esquemático del ciclo de enfriamiento del agua

El mosto es el resultado del cocimiento de la malta y cuya temperatura de salida del proceso de cocimiento es alrededor de unos 85°C, esta temperatura no permite la utilización del mismo, razón por la cual es necesario utilizar un intercambiador de calor para disminuir su temperatura.

En el proceso de enfriamiento de mosto se utiliza un intercambiador de calor con un sistema de placas o cortina en el cual ingresa agua helada aproximadamente a  $3^{\circ}\text{C}$  y sale a una temperatura de  $75^{\circ}\text{C}$ , el agua caliente proporcionada por el intercambiador de calor es bombeada para ser almacenada en un tanque vertical aislado de  $326\text{ m}^3$ , el mosto entra a una temperatura aproximada de  $85^{\circ}\text{C}$ , y sale a una temperatura de  $12.5^{\circ}\text{C}$ .

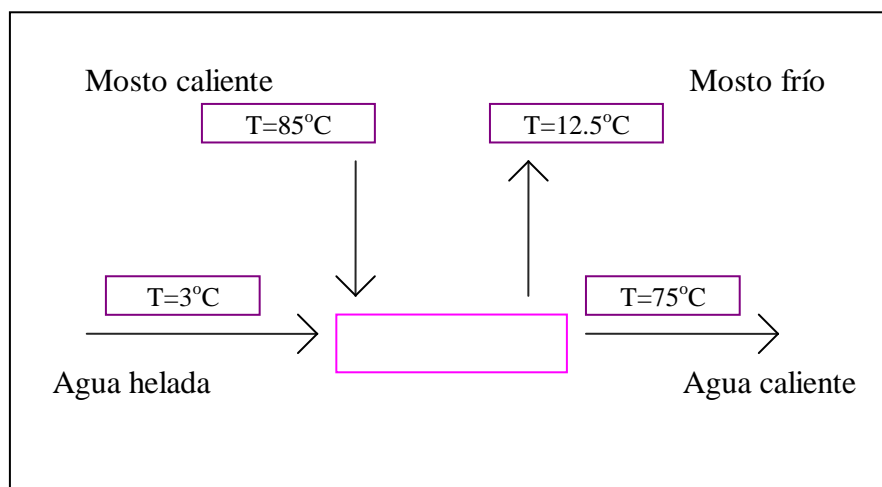


Figura 3: Diagrama esquemático ciclo enfriamiento del mosto

### **1.3 Requerimientos de agua caliente**

El agua caliente servirá para ser utilizada en el cocimiento de la malta, el consumo de agua por cocimiento es de  $120 \text{ m}^3$  y se produce en promedio 100 cocimientos mensuales, esto quiere decir un consumo de agua de  $12.000 \text{ m}^3$  si consideramos que el metro cúbico de agua cuesta S/. 3.450 (Tres mil cuatrocientos cincuenta sucres), el costo mensual en consumo de agua solamente para el cocimiento es de S/.41'400.000, adicionalmente precalentar estos  $12.000 \text{ m}^3$  de 24 grados a 70 grados costaría S/.65'000.000.

Para provocar este ahorro de energía se posee un tanque aislado que conserva el agua a la temperatura de  $75^\circ\text{C}$ , la misma que proviene del intercambiador de calor para enfriamiento del mosto.

La cantidad de calor necesaria para elevar la temperatura del agua de 75 grados a 100 grados en un proceso que trabaja a presión constante la encontramos a continuación:

$$Q = m * C_p * (T_{\text{cal}} - T_{\text{fría}})$$

$$\text{Donde } C_p = 1.102 - (24.6/T^{1/2}) + (231/T) \quad [\text{Cal/Kg o K}]$$

$$m = 8 \text{ m}^3 / \text{min} * 980 \text{ Kg/m}^3 = 117.600 \text{ Kg/min}$$

La densidad del agua a 90 grados es  $980 \text{ Kg/m}^3$

$$T_{\text{cal}} = 373 \text{ o K} \quad T_{\text{fría}} = 297 \text{ o K}$$

$$Q = 290.384 \text{ Cal/min} = 1.152 \text{ BTU/min}$$

Si el agua no proviniera del intercambiador de mosto la temperatura de entrada del agua sería 24°C , por tanto a esta cantidad de calor debemos añadirle el calor necesario para elevar la temperatura de 24 a 75°C., utilizando la misma fórmula con estas dos temperaturas encontramos la cantidad de calor adicional a este proceso.

$$Q = 616.590 \text{ Cal/min} = 2.447 \text{ BTU/min}$$

El costo de producir esta cantidad de calor es el ahorro económico que se posee al mantener el agua almacenada en un tanque aislado y usar el agua caliente proveniente de otro proceso.

La capacidad que se determinó debido a las frecuencias de funcionamiento de las pailas y de la producción de agua caliente del enfriador de mosto, adicionalmente con el aumento de capacidad que poseerá la planta desde el año 1995 por la puesta en funcionamiento de una nueva línea es de 400 m<sup>3</sup>, con lo que se cubriría la demanda de cocimiento así como el desalojo de agua de el intercambiador de calor.

Actualmente se posee un sistema de calentamiento en caso de que la temperatura del agua sea inferior a la necesaria en el proceso, y además para garantizar la homogeneidad de la temperatura y que esta no se eleve más de lo necesario en el proceso existe una línea paralela (bypass) con agua a temperatura ambiente que se

puede mezclar antes de ingresar a las pailas en caso de necesitar bajar la temperatura del agua.

Con todas estas seguridades el sistema garantiza una temperatura homogénea en el proceso, lo que garantiza un buen control del proceso de cocimiento.

#### **1.4 Evaluación de tanque instalado y nuevas opciones**

El tanque vertical existente fue construido en acero inoxidable en el año 1984 y comenzó a funcionar el mismo año, el estilo de diseño que se escogió era un tanque con diámetro de 4 m y una altura de 20.4 m con aislamiento para mantener una temperatura de máximo 80 grados centígrados, con compuerta de acceso para limpieza y revisión interna (manhold), ingreso del agua por la parte inferior del tanque, rebose y tubería para drenaje.

En el año 1994 se decide reparar este tanque por los problemas que presentaba en su estructura metálica y aislamiento, la decisión debía contemplar el eventual desperdicio de agua proveniente del proceso de enfriamiento del mosto, la energía que se iba a consumir para calentar 12.000 m<sup>3</sup> a una temperatura de 70°C para efectuar los cocimientos mensuales, y el costo adicional de esos 12.000 m<sup>3</sup> en el consumo de agua.

Se comenzó a planificar su reparación, además se comenzó a estudiar la posibilidad de la construcción de un tanque nuevo cuyo diseño podrá ser horizontal o vertical, la capacidad de este tanque deberá ser de  $400 \text{ m}^3$ , en cualquiera de los dos casos debe preverse la obra civil para la cimentación del tanque, los equipos hidráulicos, el sistema de aislamiento, y la interconexión con el sistema actual. Este estudio proporcionará los costos de construcción y el cronograma de trabajo para su ejecución.

#### **Reparación del tanque existente.**

La primera alternativa que se considera dentro del proyecto es la reparación del tanque vertical actual que se utiliza para almacenar el agua caliente proveniente del sistema de enfriamiento del mosto.

Fórmulas:

$$\text{Costo} = (\text{consumo/cocimiento}) \times (\# \text{ cocim.}) \times (\text{tiempo rep.}) \times (\text{valor } \text{m}^3)$$

$$\text{Tiempo de reparación} = 1 \text{ mes}$$

$$\text{Numero de cocimiento} = 100$$

$$\text{Consumo de agua/cocimiento} = 120$$

$$\text{Valor de } \text{m}^3 = \text{S/}. 3450$$

Independientemente del material y la mano de obra necesaria para la reparación de un tanque este costo encarecerá cualquier intento de reparación del mismo.

Antes de iniciar las reparaciones es necesario considerar los problemas que ha atravesado este tanque durante su tiempo de vida útil:

**Superficie del tanque.-** El aislamiento del tanque comenzó a presentar problemas desde el año 1992 producto de la humedad que presentaba en las paredes exteriores.

Las paredes exteriores muestran grietas y provocaban fugas de agua del tanque, estas grietas eran reparadas con un proceso de soldadura utilizando electrodos de acero inoxidable AISI 308 L.

El análisis de estas grietas mostró que el problema básico era producto de un mal cálculo estructural de las paredes lo que provocó la fatiga del material y el apareamiento de las grietas.

Esto nos indica que antes de pensar en la reparación del tanque debemos recalcular su estructura metálica lo cual utilizaremos los datos que se encuentran en el anexo I y que nos servirán para diseñar un tanque nuevo.

El primer problema con que nos encontramos es que la compañía que diseñó originalmente el tanque cerró sus dependencias y no existe memoria de los cálculos, sin embargo a fines del año 1993 en que se realizó una reparación de emergencia



para poder continuar trabajando con el sistema se encontró que el espesor de plancha utilizada en los 4 primeros anillos era de 6 mm ( 1/4 ").

Con este espesor de las paredes del tanque se procederá al calcular los esfuerzos en las paredes y determinar si la estructura estuvo correctamente diseñada. Los resultados se encuentran en el anexo I.

**Aislamiento.-** Debemos considerar que el sistema estaba concebido para que eventualmente se almacene agua fría y luego se precaliente en un intercambiador de calor antes de ser alimentado a las pailas de cocimiento, esto prevé que si eventualmente se produjera un daño en el intercambiador de calor del mosto, el tanque puede ser alimentado con agua blanda a temperatura ambiente.

La calidad del aislamiento se vio afectada por el mal diseño de las paredes del tanque y debido a esto se debe realizar un cambio completo del mismo.

Luego de revisar los cálculos proporcionados en el anexo I y procediendo a cotizar los materiales necesarios para la reparación del tanque encontramos que el valor del material necesario para su reparación es de S/.100'000.000,00, se estima que la reparación durará unos 45 días y la mano de obra necesaria para esta reparación aproximadamente es de S/.98'000.000,00 dentro de este costo se considera la utilización de equipos y contratistas necesarios para efectuar la reparación.

**Tabla I**  
**Costos involucrados en la reparación**

<b>Descripción</b>	
Consumo agua	41'400.000
Consumo energía (promedio histórico)	65'000.000
Materiales	100'000.000
Mano de obra	98'000.000
<b>TOTAL</b>	<b>357'600.000</b>

**Comprar tanque construido en el exterior.**

Para realizar esta compra se pensó en utilizar los servicios de una compañía colombiana dedicada a la construcción de tanque de almacenamiento para las compañías del mismo grupo de CCN.

Los parámetros básicos para efectuar su compra son:

- Capacidad del tanque: 400 m<sup>3</sup>
- Relación entre la altura y el diámetro (h/d) máximo: 2.5
- Temperatura máxima de almacenamiento del agua : 90° C
- Sistema hidráulico: 2 bombas en paralelo

- Sistema para control de nivel
- Sistema para sensor temperaturas
- Sistema de limpieza interior del tanque
- El tanque debe ser puesto en planta en las instalaciones de CCN

**Tabla II**

<b>VENTAJAS</b>	<b>DESVENTAJAS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– El tiempo de construcción no altera el proceso actual de las pailas de cocimiento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– En caso de existir algún problema técnico el tiempo de respuesta será mucho mayor.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Excelente tiempo de entrega debido a la facilidad de encontrar materiales a disponibilidad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Elevado costo de flete. ( Marítimo)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Empresa con amplia experiencia en construcción de tanques.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Tramites aduaneros complicados.</li> <li>– Transporte del puerto a la planta muy complejo y caro.</li> <li>– Costo de instalación elevados.</li> </ul>

El costo de instalación del tanque importado asciende a S/. 400'000.000,00 este costo es uno de los principales inconvenientes en la realización del proyecto sin embargo, nos servirá para la comparación respectiva de las demás propuestas.

### **Comprar tanque localmente.**

Esta alternativa muestra similares inconvenientes que comprar el tanque en el exterior debido al volumen de construcción que tiene el mismo.

Generalmente la compañía que se dedica a la construcción de tanques realiza este trabajo en el mismo sitio de instalación, por tanto la diferencia en comprarlo y contratar la mano de obra es el costo de los materiales y la selección aleatoria de los espesores en las paredes del tanque.

Para evitar esta selección aleatoria de forma que cada contratista piense en el espesor del tanque debemos proporcionar nuestra propia forma de diseñar el tanque y entregar este proyecto para que sea revisado por cada uno de ellos.

Esto adiciona el costo del diseño del tanque al valor del proyecto.

- Las desventajas de la compra del tanque es el poco control que se tiene en los materiales utilizados en la construcción y el costo de cada uno de ellos.

### **Importar materiales y contratar mano de obra local.**

Esta alternativa tiene la ventaja de poder desarrollar un proyecto sin ocasionar interrupciones en el proceso y contempla los siguientes aspectos:

1. Diseño de obra civil y cimentación del tanque
2. Diseño de la estructura metálica del tanque
3. Diseño del circuito hidráulico
4. Diseño del sistema eléctrico
5. Selección del aislamiento
6. Desarrollo del layout del sistema

La realización de este proyecto contempla 3 etapas que son: Diseño, Adquisición de materiales y Selección de mano de obra.

El diseño se lo realiza con la compañía Micaerinicorp s.a. proyecto, de la cual soy su Gerente General y personalmente realizo este.

El proyecto costará bajo esta alternativa aproximadamente S/. 300'000.000,00, y adicionalmente presenta ventajas como el control de los materiales a usar en el desarrollo del proyecto, la selección de los procesos de construcción adecuados a este tipo de obra.

El desarrollo del proyecto debe satisfacer todos los requerimientos expresados en el primer capítulo y adicionalmente aprovechar la construcción en paralelo con el trabajo del tanque actual.

#### VENTAJAS

1. Continuidad del proceso de producción de la malta.
2. Flexibilidad en la programación de la construcción.
3. Bajo costo del proyecto.
4. Interconexión del sistema en 2 horas lo que evita interrupciones del proceso.
5. Diseño flexible.
6. Fiscalización continua de proceso.
7. Selección y control de materiales adecuados a la construcción.
8. Menor tiempo de entrega de la obra.

#### DESVENTAJAS

1. Dependencia de otra compañía para el diseño del tanque.
2. Tiempo de adquisición de materiales (60 días).

### **1.5 Diseño estructural y especificaciones de aislamiento, protección seguridad y electricidad.**

**Características de construcción.-** El tanque por el trabajo que va a brindar en forma continua los 365 días al año no es susceptible de mantenimiento por lo cual su construcción deberá contemplar esto como primer objetivo, en la selección de materiales, la localización lo encontraremos más adelante cuando se realice el análisis de suelos y los análisis respectivos para la cimentación.

El tanque estará sometido a continuos cambios térmicos y se deberá considerar su dilatación para su eventual expansión y contracción volumétrica.

El tanque debe poseer un diseño estable para estar sometido a las corrientes de viento que circulan libremente en el área seleccionada, y la evacuación de las lluvias en su techo de modo que no contamine el aislamiento que poseerá en su exterior.

La temperatura máxima de trabajo será de 90 °C.

La interconexión con el sistema actual se debe hacer de tal forma que no se produzca una paralización del proceso y además que funcionen en forma totalmente independiente ambos sistemas, proporcionando flexibilidad al proceso de modo en

que el momento que entre a trabajar cualquiera de los dos sistemas, no se vea afectada la operación de la planta.

El tanque diseñado debe contemplar un sistema hidráulico para efectuar la limpieza, y que nos ayude al eventual mantenimiento de las paredes metálicas.

El tanque no trabaja a presión por lo cual se debe construir con una tubería de rebose para evitar que exista presión en el interior del tanque, y adicionalmente debe canalizarse esta tubería para evitar que se produzca un derrame en el área.

El tanque debe tener un control de temperatura con termocuplas en tres sitios diferentes a lo largo de toda su altura, y sensores de nivel mínimo para evitar que la bomba trabaje en vacío.

El sistema contempla una compuerta de ingreso (manhold) para labores de limpieza del tanque cuando sea necesario, esta compuerta deberá estar a una altura adecuada para facilitar el ingreso al tanque.

Debe poseer una escalera con sus respectivas protecciones para subir al techo del tanque y realizar mantenimiento en el aislamiento cuando sea necesario.

El sistema tendrá una tubería de drenaje en la parte inferior del tanque que facilite la limpieza y desalojo de sedimentos en el interior.



El sistema debe poseer dos motobombas con arranque independiente para poder efectuar el mantenimiento de una de ellas en cualquier instante sin provocar interrupciones en el proceso.

Todos los procedimientos de soldadura empleados como el material deben cumplir las normas recomendadas más adelante para conseguir un buen acabado de la superficie.

**Tiempo de ejecución del diseño.-** Debido al tiempo que empleó la compañía que efectuó el primer análisis del diseño del tanque (60 días), el contrato debe contemplar un tiempo de desarrollo no mayor a 30 días, y además su presentación debe ser ante todos los ingenieros y directores de planta involucrados en el proceso.

En la presentación se tomarán todas las sugerencias y preguntas como parte de desarrollo del sistema, por lo cual deberán las respuestas estar sustentadas en el diseño o proporcionar las soluciones viables a las mismas, esto ampliaría la entrega del proyecto en 20 días calendario adicionales.

Es decir el proyecto tendrá dos etapas una de desarrollo de 30 días y otra de presentación de 24 días.

**Tiempo para cotización y compra de materiales.-** El proyecto tiene como parte fundamental la adquisición de materiales metálicos, eléctricos, y de aislamiento que en su gran mayoría son importados debido a que no se encuentran en el mercado local.

Las políticas de CCN contemplan dos etapas una la de solicitud de cotizaciones a los diferentes proveedores (mínimo 3), y la selección de la mejor oferta, este proceso debido al volumen y características de los materiales se tomará aproximadamente un mes de trabajo.

Una vez ya seleccionado el proveedor se considera que haciendo todos los trámites respectivos el material se entregará puesto en planta en un lapso no mayor a 90 días es decir 3 meses.

El total por tanto para el proceso de compra de materiales produce un tiempo de inactividad en la construcción de 4 meses.

**Tiempo para cotización y selección de contratistas.-** Debido al volumen del proyecto y a las características de la construcción se debe seleccionar a una compañía con la suficiente infraestructura que sea responsable de todo el proyecto es decir de la obra civil, construcción mecánica, hidráulica y eléctrica.

Se ha considerado que el proceso de invitación a los contratistas así como la presentación del proyecto y la selección de la mejor oferta tomaría un tiempo aproximadamente de 2 meses.

Esta invitación y selección de los contratistas se realizará simultáneamente con la adquisición de materiales de forma que la construcción del tanque se comience a realizar a fines del mes de Diciembre o a mas tardar la primera semana de Enero.

**Tiempo de ejecución de la obra.-** No debe ser mayor de tres meses (90 días calendario ) de manera que se consiga que el sistema arranque y se pruebe en el mes de Abril, y se interconecte con el nuevo sistema en Mayo.

### **1.5 Diseño estructural y especificaciones de aislamiento, protección, seguridad y electricidad.**

Para efectuar el dimensionamiento del tanque se debe considerar la capacidad que CCN necesita en almacenamiento de agua caliente, y esta es tal como se ha dicho en los capítulos anteriores de 400 m<sup>3</sup>.

En el lugar seleccionado, el espacio disponible nos crea limitaciones porque poseemos en terreno alrededor de 15.60 m. de ancho y 50 m. de largo. (Ver plano # 03050).

La construcción debe considerar que eventualmente ingresan plataformas o grúas para retirar materiales y efectuar reparaciones en las demás instalaciones de la planta, el espacio libre para poder maniobrar perfectamente es de 5m., la construcción debe estar separada de la vereda 1m., el espacio disponible entonces es de 9.60m. como máximo.

Esto quiere decir que las dimensiones deben ser de 9.60 m incluida la cimentación del tanque.

El terreno no esta a nivel por lo cual habrá que considerar la preparación del terreno antes de iniciar cualquier construcción.

El tercer punto que consideramos en la selección de las dimensiones del tanque es el de mantener una relación entre la altura y el diámetro inferior a 1.5 ( $h/d < 1.5$ ).

Adicionalmente intentaremos escoger el diámetro de manera que se optimize la utilización de las planchas que formarán el cilindro del tanque, por lo cual la capacidad se ajustará al diseño utilizando una cantidad entera de planchas, para lograrlo realizaremos una tabla de los volúmenes en función de la cantidad de planchas utilizadas.

Dimensiones de la plancha = 2.44 x 1.22 [m]

Diámetro	=	Perímetro/(PHI)	[m]
Perímetro	=	2.44 x # de planchas	[m]
Altura	=	1.22 x # de planchas	[m]
Volumen	=	$\frac{1}{4} \times (\text{PHI}) \times (\text{Diámetro})^2 \times \text{Altura}$	[m <sup>3</sup> ]

En la tabla III se muestran los resultados, la primera fila es la cantidad de planchas utilizadas para la formación de cada anillo y la primera columna nos dice la cantidad de anillos necesarios, de esta forma podemos saber el volumen contenido por este tipo de construcción.

Como se muestra en la tabla III existen diversas soluciones las mismas que las agrupamos en la tabla IV, y seleccionamos aquella que cumpla con los requisitos de relación máxima  $h/d < 1.5$ , que utilice menor cantidad de material y que no sobrepase las dimensiones máximas disponibles de 9.60 m, consideraremos para todos que la cimentación ocupará 0.40 m adicionales al diámetro del tanque.

**Tabla III**

**Volumen en tanques cilíndricos**

	# Planchas	6	7	8	9	10	11	12
	DIAM. (m)	4.66	5.43	6.21	6.99	7.77	8.54	9.32
# Planchas	Altura	Vol. (m <sup>3</sup> )	Vol. (m <sup>3</sup> )	Vol. (m <sup>3</sup> )	Vol. (m <sup>3</sup> )	Vol. (m <sup>3</sup> )	Vol. (m <sup>3</sup> )	Vol. (m <sup>3</sup> )
1	1.22	20.81	28.32	36.99	46.82	57.80	69.94	83.23
2	2.44	41.62	56.64	73.98	93.64	115.60	139.88	166.46
3	3.66	62.42	84.97	110.98	140.45	173.40	209.82	249.70
4	4.88	83.23	113.29	147.97	187.27	231.20	279.75	332.93

5	<b>6.10</b>	104.04	141.61	184.96	234.09	289.00	349.69	416.16
6	<b>7.32</b>	124.85	169.93	221.95	280.91	346.80	419.63	499.39
7	<b>8.54</b>	145.66	198.25	258.95	327.73	404.60	489.57	582.63
8	<b>9.76</b>	166.46	226.58	295.94	374.55	462.40	559.51	665.86
9	<b>10.98</b>	187.27	254.90	332.93	421.36	520.20	629.45	749.09
10	<b>12.2</b>	208.08	283.22	369.92	468.18	578.00	699.38	832.32
11	13.42	228.89	311.54	406.91	515.00	635.80	769.32	915.56
12	14.64	249.70	339.87	443.91	561.82	693.60	839.26	998.79
13	15.86	270.51	368.19	480.90	608.64	751.40	909.20	1082.02
14	17.08	291.31	396.51	517.89	655.46	809.20	979.14	1165.25
15	18.3	312.12	424.83	554.88	702.27	867.00	1049.08	1248.49
16	19.52	332.93	453.15	591.87	749.09	924.80	1119.01	1331.72
17	20.74	353.74	481.48	628.87	795.91	982.60	1188.95	1414.95
18	21.96	374.55	509.80	665.86	842.73	1040.41	1258.89	1498.18
19	23.18	395.35	538.12	702.85	889.55	1098.21	1328.83	1581.42
20	24.4	416.16	566.44	739.84	936.36	1156.01	1398.77	1664.65

Tabla IV

## Posibles soluciones

Ítem	Posición	Volumen	h/d	Panchas utilizadas	Selección	Dimensiones
1	(6,20)	416.16	5.24	120	no	si
2	(7,15)	424.83	3.37	105	no	si
3	(8,11)	406.91	2.16	88	no	si
4	(9,9)	421.36	1.57	81	no	si
<b>5</b>	<b>(10,7)</b>	<b>404.66</b>	<b>1.10</b>	<b>70</b>	<b>si</b>	<b>si</b>
<b>6</b>	<b>(11,6)</b>	<b>419.63</b>	<b>0.86</b>	<b>66</b>	<b>si</b>	<b>si</b>
7	(12,5)	416.60	0.65	60	si	no

El primer análisis muestra 2 posibles selecciones que son las # 5 y 6 debido a que a menor cantidad de planchas menor es el costo del tanque, la selección se limita entonces a el ítem # 6.

El tanque posee entonces las siguientes características:

Diámetro: 8.54 m.

Altura: 7.32 m.

Capacidad a rebose: 419.63 m<sup>3</sup>

El techo se lo realizará de manera que sea autoportado y el ángulo que utilizaremos será de 20°.

### **Análisis estructural de la cimentación.**

El terreno escogido para la cimentación del tanque, es un suelo de muy buena característica portante, por ello se ha decidido utilizar este mismo material en el relleno, con la única particularidad de mejorar sus propiedades, compactándolo, para evitar algún tipo de asentamiento.

El esfuerzo al que va a estar sometido el suelo en la condición de carga es de 8 T/m<sup>2</sup>. que es menor a las 50 T/m<sup>2</sup>. que indica el estudio de suelos elaborado por Suelos y Concreto Cía. Ltda.

La viga de hormigón armado ha sido diseñada considerando la carga repartida que va a recibir de 8 T/m<sup>2</sup>. diseñada a esfuerzos de torsión y corte, además se ha analizado en función de las normas de AISC y se ha considerado las resistencias del acero de  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ . para varillas con diámetro mayores a 10 mm., y  $f_y = 2800 \text{ kg/cm}^2$ . para varillas de 8 mm. de diámetro; la resistencia de diseño para el hormigón es de 320 kg/cm<sup>2</sup>.

El lecho de arena ubicado en la zona central de la cimentación, tiene como objeto lograr una mejor disipación de la carga del tanque al suelo, ya que el proceso

constructivo le da la característica de confinamiento de la arena, cosa que se logra para un mejor comportamiento del suelo. (Ver plano 1.1)

Pruebas de laboratorio.- Se realizarán las pruebas de Proctor Modificado, para comprobar que la compactación sea la requerida en las especificaciones.

Además se tomarán muestras del hormigón empleado para comprobar su resistencia a los 7, 14, 21 y 28 días de hormigonado.

Este diseño de la cimentación del tanque fue realizado por el Ing. Civil Gabriel Pino con registro profesional 01-09-2390.

### **Análisis estructural del tanque**

Para el análisis estructural del tanque nos ayudaremos con las siguientes fórmulas deducidas a partir del análisis realizado para compuertas sumergidas y la desarrollaremos para nuestro caso particular considerando la fuerza distribuida que ejerce la columna de agua del tanque en cada anillo. (Referencia # 1).

La fórmula se detalla a continuación:

$$F_R = \int_A p dA \quad (3.4.1)$$



Utilizándolo para nuestro caso particular considerando el tanque lleno y cada anillo como si se tratara de una compuerta el resultado es el siguiente:

$$1. \quad Fr = ((D \times g \times \Phi \times B)/2) \times (y_2^2 - y_1^2) \quad (3.4.2)$$

Donde :

Fr = La fuerza radial ejercida por el líquido contra las paredes del cilindro

D = La densidad del agua a 70 grados Centígrados (980 kg./m<sup>3</sup>)

g = La aceleración de la gravedad ( 9.81 m/s<sup>2</sup>)

Phi = la constante 3.14159

B= Diámetro del tanque

y<sub>2</sub> = La altura final medida desde el nivel superior del agua

y<sub>1</sub> = La altura inicial medida desde el nivel superior del agua

Los valores de y<sub>2</sub> y y<sub>1</sub> nos da la posición correspondiente de cada uno de los anillos medidos en función del nivel superior del agua.

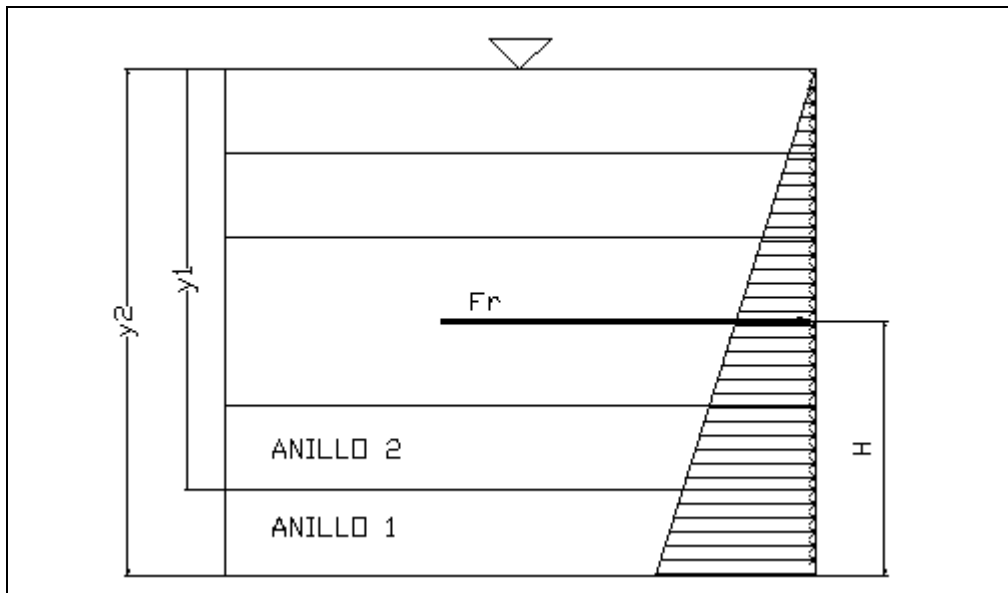


Figura 11: Fuerza ejercida sobre las paredes del tanque.

Los esfuerzos tangenciales son medidos con la fórmula de esfuerzo en cilindros de pared delgada que se ajusta perfectamente dada la relación entre el diámetro y el espesor de las paredes del cilindro.

$$\text{Esfuerzo} = Fr / (2 * e * L)$$

Donde : e = espesor de la pared del cilindro

L= Longitud del anillo del cilindro analizado

La altura en la que ocurre el mayor esfuerzo esta dada por la fórmula medida desde el nivel superior del agua.

$$y = \frac{1}{F_R} \left[ \int_{y_1}^{y_2} y \, p \, dA \right] \quad y = (1/3) * \rho * g * D * (\text{PHI}) * H^3 \quad (3.4.3.)$$

En una hoja de cálculo en la cual se introduce todos los datos de las fórmulas expresadas anteriormente, y utilizar la teoría de la energía de la distorsión y con un coeficiente de seguridad ( $N_{ENR} > 2$ ), seleccionaremos el espesor adecuado de las planchas que compondrán los anillos del cilindro de la estructura, ( ver Tabla V ).

### Teoría de la energía de la Distorsión

$$Esf = SQR((Esfuerzo normal)^2 + (3) * (Esfuerzo tangencial)^2) \quad (3.4.4.)$$

Donde : Esf = El esfuerzo resultante

SQR = Raíz Cuadrada

El factor de seguridad se calcula en función de la resistencia a la fluencia considerando que el material que vamos a utilizar será Acero AISI 304L, el cual posee una resistencia a la fluencia de 228 Mpa (Ref. Manual del Ingeniero Mecánico de Marks pág 6-40).

$$n_1 = S_y / Esf \quad (3.4.5.)$$

Donde  $n_1$  = factor de seguridad que aparece en la tabla como N ENR

Luego de estos resultados procedemos a realizar los planos de la estructura metálica del tanque.

El punto que ocurre el máximo esfuerzo lo constituye la unión entre la segunda y la tercera plancha, esta unión llevará un refuerzo de platina de 2" x 1/4 ", todos los planos de construcción del tanque se muestran a continuación en las próximas páginas.

### Tabla V

## Hoja de cálculo para la selección de espesores de las planchas

### Cálculo de la fuerza radial soportado por anillo

coefic.	Altura		Fuerza radial Pared	Altura de aplicación	Fuerza radial
	Y2	Y1	FR	ALT	FONDO
	m	m	Nt	m	Nt
128965	7,32	0	6910,27	4,88	12714,20
128965	7,32	6,1	2111,47	6,73	
128965	6,10	4,88	1727,57	5,51	
128965	4,88	3,66	1343,66	4,30	
128965	3,66	2,44	959,76	3,09	
128965	2,44	1,22	575,86	1,90	
128965	1,22	0	191,95	0,81	

### Calculo de coeficientes de seguridad para varios espesores

Ítem	Selección	Esfuerzos radiales y tangenciales			Resist. Fluencia	Coeficientes de seguridad	
	Espesores	Esf. tang.	Esf. long	Esf. comb.	Sy(Nt/m <sup>2</sup> )	N ENR.	N. NORM
Fondo	<b>0,008</b>	<b>59001,6</b>	<b>59292,4</b>	<b>83646,7</b>	<b>228000</b>	<b>2,73</b>	<b>3,85</b>
	0,006	78668,8	79038,0	111515,8	228000	2,04	2,88
	0,005	94402,6	94834,4	133811,1		1,70	2,40
Primero	<b>0,010</b>	<b>86535,7</b>	<b>47445,0</b>	<b>98688,7</b>		<b>2,31</b>	<b>2,63</b>
	0,009	96150,8	52710,5	109651,1		2,08	2,37
	0,008	108169,6	59292,4	123354,2		1,85	2,11
Segundo	0,006	144226,2	79038,0	164463,3		1,39	1,58
	<b>0,008</b>	<b>88502,4</b>	<b>59292,4</b>	<b>106528,2</b>		<b>2,14</b>	<b>2,58</b>
	0,006	118003,2	79038,0	142027,3		1,61	1,93
Tercero	0,005	141603,9	94834,4	170426,6		1,34	1,61
	<b>0,008</b>	<b>68835,2</b>	<b>59292,4</b>	<b>90850,8</b>		<b>2,51</b>	<b>3,31</b>
	0,006	91780,3	79037,95	121122,34		1,88	2,48
Cuarto	0,005	110136,4	94834,4	145339,6		1,57	2,07
	<b>0,006</b>	<b>65557,4</b>	<b>79038,0</b>	<b>102687,7</b>		<b>2,22</b>	<b>3,48</b>
	0,005	78668,8	94834,4	123216,6		1,85	2,89
Quinto	0,003	131114,7	158020,4	205332,7		1,11	1,74
	<b>0,005</b>	<b>47201,3</b>	<b>94834,4</b>	<b>105931,7</b>		<b>2,15</b>	<b>4,83</b>
	0,003	78668,8	158020,4	176519,7		1,29	2,90
Sexto	0,005	15733,8	94834,4	76323,9		2,99	14,49
	<b>0,003</b>	<b>26222,9</b>	<b>158020,4</b>	<b>79154,5</b>		<b>2,88</b>	<b>8,69</b>

### Sistema hidráulico

Para la instalación hidráulica debemos tomar dos aspectos importantes; el primero el diámetro de la tubería de ingreso, y la distancia existente entre la bomba de agua caliente del intercambiador de calor del mosto y el tanque nuevo.

La bomba de salida del intercambiador de mosto actualmente está diseñada para abastecer de agua al tanque actual, como nuestra instalación hidráulica ahora va a ser diferente compararemos las pérdidas totales que existen debido a la longitud de la tubería, accesorios y el cabezal que debe vencer en el tanque.

No tomamos las pérdidas de presión debido a que para ambos sistemas necesitamos que sea la misma, de modo que la comparación se la detalla a continuación con la aplicación de las siguientes fórmulas:

$$\text{Pérdidas mayores: } f \times (L/D) \times V_{\text{prom}}^2 / (2 \times g) \quad [\text{m}] \quad \mathbf{(3.5.1)}$$

Donde:

f = Factor de fricción

L = Longitud

D = Diámetro

$V_{\text{prom}}$  = Velocidad promedio

g = Aceleración de la gravedad [ 9.81 m<sup>2</sup>/seg ]

Las pérdidas debido a los accesorios las determinaremos de acuerdo a la siguiente formula que detallamos a continuación.

$$\text{Pérdidas menores} = f \times (L_e/D) \times V_{\text{prom}}^2 / (2 \times g) \quad [\text{m}] \quad (3.5.2)$$

$L_e/d$  = Longitud equivalente

Los datos correspondientes a la instalación se detallan en la tabla VI, y los resultados de los cálculos se encuentran en la tabla VII.

**Tabla VI**

**Especificaciones del sistema hidráulico**

Descripción	Actual	Nueva	Longitud equivalente	
			Actual	Nueva
			[m]	[m]
Longitud [m]	34	43	272.000	344.000
Diámetro[m]	0.125	0.125		
Codos a 90°	4	4	120.000	120.000
Vál. compuerta	1	1	13.000	13.000
Vál. check	1	1	50.000	50.000
[Le/D] Total			455.000	527.000
Altura	19	7.32 m.	19.000	7.320

Debemos prever una instalación rápida para evitar pérdidas en el proceso y que nos permita trabajar independientemente de el sistema actual.

Las tuberías actuales no poseen aislamiento y la razón es que la temperatura a la cual llegue al agua es superior a la que ellos necesitan (70 °C), por tanto necesita disipar calor a lo largo de la tubería.

Esta instalación hidráulica tendrá dos características la primera es el ingreso de agua a 1m de la base y la segunda que vamos a prevenir la limpieza del tanque.

**Tabla VII**

**Cálculo comparativo de las pérdidas del cabezal**

Descripción	Actual	Nueva
Caudal	0.013	0.013
Área	0.012	0.012
Velocidad	1.028	1.028
Viscosidad	3.00E-04	3.00E-04
Reynolds	4.28E+05	4.28E+05
e/d	3.50E-04	3.50E-04
Factor de fricción	0.030	0.030
Pérdidas Totales [m]	0.741	0.858
Altura[m]	20.340	7.320
Cabezal[m]	21.081	8.178

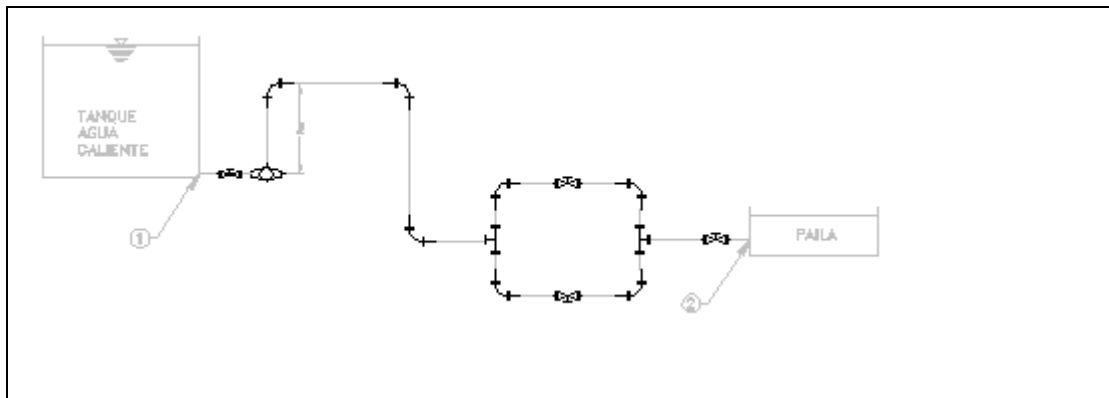


Figura 12: Diagrama hidráulico esquemático

El diagrama hidráulico del sistema se muestra en los planos adjuntos, el sistema de bombeo lo posee la compañía debido a que se tenía un equipo de repuesto para el sistema anterior.

Para el cálculo del sistema de bombeo utilizaremos la ecuación de la primera ley de la termodinámica para un volumen de control involucrado en un sistema de fluidos.

$$Q^o + W_{\text{eje}} = \int_{\text{cs}} (u + V^2/2 + gz + P/\rho) \rho^* V^* dA$$

Consideraciones:

1. El único trabajo que existe es el realizado por la bomba
2. Flujo estable
3. Flujo uniforme en c/sección,  $\alpha = 1.0$
4. Flujo incomprensible
5.  $Q = 0$

De donde:

$$W = g^* \{ m [ P_2/\rho g + V_2/2g + z_2 ] - [ P_1/\rho g + V_1/2g + z_1 ] + m^* hl \} \quad [\text{HP}]$$

El caudal de la bomba consideramos que debe ser el necesario para llenar los 120 m<sup>3</sup> en 15 minutos como máximo esto quiere decir que el caudal es de 0.07 m<sup>3</sup>/seg.

$$hl_T = K_{\text{en}} + V_1^2/2 + f^* L_{\text{válvula}}/D V_1^2/2 + f^* L_1/d V_1^2/2 + 4 f^* L_{\text{codo}}/D V_2^2/2 + 2 f^* L_{\text{T/D}} V_2^2/2 + 4 f^* L_{\text{válvula}}/D V_2^2/2 + K_{\text{salida}} V_2^2/2 + f^* L_2/d + f^* V_2^2/2 \quad [ \text{m}^2/\text{s}^2 ]$$

Si dividimos  $hl_T/g$  las unidades son compatibles en [m]

### Tabla VIII



### Longitudes equivalentes utilizadas

<b>Accesorios</b>	<b>Le/D</b>
T	60
Codo	30
Válvula de compuerta	13
<b>Accesorios</b>	<b>K</b>
Entrada	0.5
Salida	1.0

Factores de conversión:

$$1\text{HP} = 745.6999 \text{ W.}$$

$$1\text{W} = 1 \text{ Nt*m/s}$$

**Tabla IX**

### Especificaciones del sistema hidráulico

Descripción	Línea de 8" Tramo 1	Línea de 6" Tramo 2	Longitud equivalente	
			Actual [m]	Nueva [m]
Longitud [m]	1	30	5.00	200.00
Diámetro[m]	0.200	0.150		
Codos a 90°	1	6	30.00	180.00
Vál. compuerta	1	5	13.00	65.00
T	0	2	0.00	120.00
K1	1	0	0.50	0.00
K2	0	1	0.00	1.00
[Le/D] Total			48.00	445.00

**Tabla X**

### Cálculo de potencia bomba para alimentar las pailas

Descripción	Línea de 8"	Línea de 6"
Caudal	0.07	0.07
Área	0.03	0.02
Velocidad	2.12	3.77
Viscosidad	3.00E-04	3.00E-04
Reynolds	1.41E+06	1.89E+06
e/d	7.50E-05	1.00E-03
Factor de fricción	2.15E-02	2.10E-02
Pérdidas Totales [m]	0.24	6.78
Altura[m]	0.00	2.10
Caída de presión [m]		2.20
Velocidades [m]		0.50
Flujo de masa [kg/s]		65.33
Potencia bomba [HP]		14.51

#### Especificaciones de soldadura.

Debemos considerar tres tipos diferentes de uniones soldadas, las de la pared, las del piso y las del techo, en todos los casos consideraremos uniones a tope para conservar la estética interior y exterior del tanque.

Como se expresó en el análisis estructural del tanque el material a utilizar es acero inoxidable AISI 304L, para efectos de controlar la precipitación de carburos cuando se suelda acero inoxidable AISI 304L el proceso de soldadura a utilizar es el MIG (Metal inter gas) que posee temperaturas inferiores en el proceso y evita la precipitación de carburos dentro del rango de temperatura ( 538 - 649 °C ).

Para efectuar la soldadura a tope se prepara la superficie de unión de las planchas como lo muestra el plano # 3007, el bisel en V forma un ángulo de 60 grados y la separación que se considera para la penetración es de  $\frac{1}{16}$ " entre planchas.

Para los demás ángulos y platinas que se utilizarán como soporte es necesario realizar cordones de  $\frac{1}{4}$ " como lo muestra el dibujo # 3007.

Las planchas del techo similarmente se soldarán a tope con biseles en V a 60 grados y una separación de  $\frac{1}{32}$ " para la penetración.

El tipo de electrodo para soldar acero inoxidable AISI 304L con proceso MIG es el ER 308L (AWS 308L) que puede ser encontrado en alambres de diámetro = 0.8 mm hasta diámetro = 0.9 mm.

El tanque posee planchas de 10, 8, 6, 4, y 3 mm de espesor, el alambre que posee mayor diámetro será el que nos proporcione mayor velocidad al proceso.

Los biseles para su preparación no pueden realizarse con discos de esmeril de acero convencional pues producen contaminación en el acero inoxidable y por tanto corrosión en la uniones luego de su preparación.

Al igual que las planchas que conforman los anillos, fondo, y techo las uniones soldadas están sometidas a los mismos esfuerzos, y si recordamos la fórmula para el cálculo de esfuerzos en uniones soldadas a tope encontramos:

$$\text{Esfuerzo} = F_{\text{tangencial}} / (\text{espesor} * \text{longitud})$$

Siendo el espesor determinado por las planchas y la longitud equivale a la circunferencia del cilindro, las fórmulas utilizadas en el ítem 3.4 son las mismas, sin embargo es necesario comparar la resistencia a la fluencia que posee la soldadura para lo cual nos ayudaremos con el manual de AGA que proporciona la resistencia a la fluencia de la soldadura que ellos comercializan y es de 317 Mpa para electrodos ER 308L, si recordamos que el factor de seguridad lo obtuvimos a partir de una resistencia a la fluencia de 228 Mpa entonces la selección de la soldadura como su unión cumplen las especificaciones que calculamos en el inciso 3.4.

El proceso de soldadura a utilizar es MIG, la soldadura es ER 308L y el diámetro de el alambre es de 0.9 mm.

**Especificaciones de Aislamiento.**

Es necesario tomar en cuenta las condiciones básicas que necesita poseer el sistema para cumplir el tipo de trabajo que va a realizar, las mismas que detallamos a continuación, al igual que las condiciones que debe poseer el aislamiento:

- a) Temperatura del agua en el interior del tanque: 70 ° C
- b) Temperatura en el exterior del tanque: 27 ° C
- c) Bajo peso para facilitar el manejo e instalación.
- d) Exentos de cloruros para evitar corrosión de las partes metálicas.
- e) Posea integridad estructural (dimensionalmente estable)
- f) No posea características combustibles.
- g) De origen inorgánico para evitar la proliferación de hongos y bacterias.

El aislamiento seleccionado en base a estas características lo detallamos a continuación:

Conductividad térmica promedio: 0.0346 Watt/m ° C a 24 ° C.

0.24 BTU/hr\*pie<sup>2</sup>\*°F/pulg a 75 ° F

Temperatura máxima de utilización: 510 ° C. (950 ° F).

Dimensiones: L= 3.05 m (120") W= 1.22 m (48")

Peso: 1.22 kg/m<sup>2</sup>.pulg (2.7 lb/ m<sup>2</sup>.pulg)

Espesor = 1.5" a 4" en incrementos de ½"

Todas las especificaciones necesarias están adjuntas en el ANEXO 2.

El fabricante Fiberglass Colombia s.a. que distribuye este tipo de aislamiento posee un programa que proporciona rápidamente el espesor de aislamiento adecuado para la utilización en superficies planas, tuberías y tanques cilíndricos.

El programa se basa en la transferencia de calor a través de un cilindro y en continuas iteraciones hasta obtener las menores pérdidas de calor a través de las paredes.

Donde la fórmula es:  $Q = U \cdot A_0 \cdot (T_{\text{caliente}} - T_{\text{fría}})$

Donde U está dado por la conductividad térmica de el aislamiento, la emisividad de la superficie a aislar.

La utilización del programa la detallamos a continuación así como los diferentes menú que se presentan.

El nombre del programa es ECO 94, y para ejecutarlo se digita ECO y enseguida aparece el siguiente menú:

MENÚ No 1

- A TUBERÍAS Y TANQUES CILÍNDRICOS SIN EVALUACIÓN DE ENERGÍA
- B SUPERFICIES PLANAS SIN EVALUACIÓN DE ENERGÍA
- C ENTRAR AL MENÚ 2
- D ENTRAR AL MENÚ 3
- E SALIR AL DOS

\*\*\*\*\* OPRIMA LA TECLA CORRESPONDIENTE AL PROGRAMA DESEADO\*\*\*\*\*

DISPONIBLE EN EL MENÚ DOS Cálculos con evaluación de Energía	DISPONIBLE EN EL MENÚ TRES Tablas de Espesor y sensibilidad
---	--

Si ejecutamos el programa para tuberías y tanques cilíndricos sin evaluación de energía encontraremos el espesor de aislamiento a utilizar, la temperatura superficial con aislamiento y las pérdidas de calor con y sin aislamiento.

Sin embargo si utilizamos el MENÚ No 2 encontraremos además de estos resultados también el costo de la energía disipada en miles de sucres por año de el tanque sin aislamiento y con aislamiento, además el ahorro de energía provocado por la utilización del aislamiento utilizando el precio actual del combustible que para efectos de análisis será gasolina.

Los datos necesarios para ejecutar el programa son los siguientes:

Temperatura Ambiente: 27 °C (86.6 °F)

Temperatura de operación : 70 °C ( 168 °F)

Emisividad del acero inoxidable: 0.672 (Marks pág 4-73)

Poder calorífico de la gasolina : 3496 BTU/galón (Marks pág 7-14)

Eficiencia de conversión: 90%

Altura del tanque : 7.32 m

Tiempo de operación al año : 5000 horas

Utilizando el menú 2 encontramos los siguientes resultados:

PROGRAMA ECO: CAÑUELAS AMPLIO RANGO

\*\*\*\*\*

DISTRIBUIDOR: JUAN VÁSCONES

-----  
EMPRESA : MICAERINICORP S.A.

SECCIÓN : DISEÑO

VARIABLES DE ENTRADA PARA CALCULO DE ESPESOR

-----

1 -	TEMPERATURA AMBIENTE ( GRADOS F )	:	86.6
2 -	TEMPERATURA OPERACIÓN ( GRADOS F )	:	168
3 -	EMISIVIDAD DE LA SUPERFICIE AISLADA	:	.672
4 -	DIÁMETRO NOMINAL DE LA TUBERÍA ( PULG. )	:	336.22
5 -	RADIO REAL TUBERÍA DESNUDA ( PULG. )	:	168.11
6 -	VELOCIDAD DEL VIENTO ( PIES/MIN )	:	3554
7 -	PODER CALORÍFICO DEL COMBUSTIBLE ( BTU/GALÓN )	:	3496
8 -	EFICIENCIA DE CONVERSIÓN ( % )	:	90
9 -	PRECIO ACTUAL DEL COMBUSTIBLE EN PLANTA ( \$/GAL )	:	2450
10 -	TIEMPO DE OPERACIÓN, ( HORAS/AÑO )	:	5000
11 -	LONGITUD TUBERÍA A AISLAR, ( METROS )	:	7.32

EL CALCULO ARROJA LOS SIGUIENTES RESULTADOS :

-----

>>>>>>>	ESPESOR RECOMENDADO DE AISLAMIENTO ( PULG. )	:	2.5 <<<
	EFICIENCIA DE AISLAMIENTO ( % )	:	98.8
	TEMPERATURA SUPERFICIAL CON AISLAMIENTO ( GRADOS F )	:	88.8
	PERDIDAS DE CALOR CON AISLAMIENTO, ( BTU/Hr-M2 )	:	78.7
	PERDIDAS DE CALOR CON AISLAMIENTO, ( BTU/Hr-M2 )	:	6763.7
	COSTO ENERGÍA DISIPADA TUBERÍA DESNUDA,	( miles \$/AÑO	: 5688771
	)		
	COSTO ENERGÍA DISIPADA TUBERÍA AISLADA,	( miles \$/AÑO	: 67176.9
	)		
	AHORRO POR CONCEPTO DE AISLAMIENTO,	( miles \$/AÑO	: 5621594
	)		



\*\*\*\*\*  
 También utilizaremos el MENÚ No 3 para observar el comportamiento con varios espesores de aislamiento las pérdidas de calor de la superficie aislada y la eficiencia del aislamiento.

En el menú número 3 utilizaremos la selección A que indica la Tabla para una tubería con diferentes temperaturas, y lo describimos a continuación:

#### MENÚ No 3

- A TABLA PARA UNA TUBERÍA CON DIFERENTES TEMPERATURAS
- B TABLA PARA UNA TEMPERATURA EN VARIOS TUBERÍAS
- C SUPERFICIE PLANA CON VARIAS TEMPERATURAS
- D SENSIBILIDAD DE ESPESORES
- E ENTRAR AL MENÚ 1
- F ENTRAR AL MENÚ 2
- G SALIR AL DOS

\*\*\*\*\* Oprima la tecla correspondiente al programa deseado\*\*\*\*\*

DISPONIBLE EN EL MENÚ 1 Cálculos sin evaluación de Energía	DISPONIBLE EN EL MENÚ 2 Cálculos con evaluación de Energía
---	---

Los resultados se los muestra a continuación:

## PROGRAMA ECO: CAÑUELAS AMPLIO RANGO

\*\*\*\*\*

DISTRIBUIDOR: JUAN VÁSCONES

-----  
EMPRESA : MICAERINICORP S.A.

SECCIÓN : DISEÑO

VARIABLES DE ENTRADA PARA CALCULO DE ESPESOR

-----  
1 - TEMPERATURA AMBIENTE ( GRADOS F ) : 86.6  
2 - TEMPERATURA OPERACIÓN ( GRADOS F ) : 168  
3 - EMISIVIDAD DE LA SUPERFICIE AISLADA : .672  
4 - DIÁMETRO NOMINAL DE LA TUBERÍA ( PULG. ) : 336.22  
5 - RADIO REAL TUBERÍA DESNUDA ( PULG. ) : 168.11  
6 - VELOCIDAD DEL VIENTO ( PIES/MIN ) : 3554

EL CALCULO ARROJA LOS SIGUIENTES RESULTADOS :

-----  
TABLA DE SENSIBILIDAD CON VARIOS ESPESORES

=====

DIÁMETRO DE TUBERÍA 336.22 PULGADAS

T1 °F	E Pulg	Ts °F	Qa BTU/HrM <sup>2</sup>	Qd BTU/Hr M <sup>2</sup>	Ea %
168	0.0	168.0	6763.7	6763.7	0.0
168	1.5	89.9	129.3	6763.7	98.1
168	2.0	89.2	99.9	6763.7	98.5
168	2.5	88.8	81.4	6763.7	98.8
168	3.0	88.5	68.7	6763.7	99.0
168	3.5	88.3	59.4	6763.7	99.1

-----  
T1 = Temp. de operación

Qa = Pérdidas calor aislado

Ea = Eficiencia aislamiento

Ts = Temp. superficial aislada

Qd = Pérdidas calor desnudo

E = Eficiencia recomendado aislamiento

\*\*\*\*\*

**Protección del tanque.**

Las tuberías utilizadas en CCN son de acero inoxidable doble y su aspecto luego de varios años es el de una tubería con puntas corroídos a lo largo de su longitud.

Es deseo de la compañía que adicionalmente se pinte el tanque con pintura epóxica en el exterior.

La pintura que puede ser utilizada es la TYLE CLAD 2 primer para el recubrimiento de las paredes de tanque, el espesor de pintura es de 3 mils.

Diferenciamos el fondo (primer) y el de acabado con colores, el primer será rojo y el de acabado verde.

Adicionalmente el tanque posee un sistema de limpieza que será utilizado para realizar un mantenimiento interno de las paredes del tanque y efectuar la pasivación del acero inoxidable interiormente.

Esto ayudará a extender el tiempo de vida útil del tanque.

### **Acceso y seguridades.**

El tanque para realizar mantenimiento en su interior necesita de una compuerta de ingreso en la que pueda caber una persona, esta compuerta debe estar ubicada en el primer anillo del tanque.

Un diámetro adecuado para una persona promedio es 0.50 m ( ver plano # 3004 ).

Para el mantenimiento del aislamiento en el techo es necesario tener una escalera exterior que nos permita llegar a la parte superior del tanque.

La construcción de la escalera debe cumplir los requisitos de seguridad industrial, para lo cual se construye un anillo alrededor de la escalera que impida la caída de la persona que esta haciendo uso de ella.

Igualmente si se va a caminar en el techo necesitamos pasamanos que nos permita caminar alrededor del mismo. ( ver plano # 3008 )

Existe en la parte superior del tanque 3 desfogaderos que permitirán poseer siempre presión positiva en el interior del tanque y el desfogue del vapor que se genera.

Su construcción no debe permitir el ingreso de agua desde el exterior para evitar la contaminación del tanque. ( ver plano # 3040 )

El agua que podría ser desalojada por la tubería de rebose debe ser conducida a través de una canal que la desaloje y evite suciedad en el área del tanque.

El aislamiento para su protección poseerá en el exterior planchas de aluminio traslapados que eviten el ingreso de agua y provoquen el deterioro del mismo.

( ver plano # 3031)

El sistema debe ser lo suficientemente seguro para evitar quedarnos sin abastecimiento de agua caliente en las pailas, para lo cual usaremos 2 bombas en paralelo c/u totalmente independiente de la otra, y de esta manera poder dar mantenimiento al sistema de bombeo en cualquier momento.

### **Circuito eléctrico.**

El circuito eléctrico debe contemplar los puntos analizados en el ítem anterior, además de los controladores de temperatura y nivel para evitar daños en el sistema de bombeo.

El tanque poseerá 3 termocuplas para sensar la temperatura, y un sensor de nivel mínimo para evitar que la bomba trabaje en vacío.

El panel eléctrico estará lo más cerca a la bombas y poseerá pulsadores remotos de control en el panel principal o consola de mando, paradas de emergencia con enclavamiento mecánico en el panel de las bombas para seguridad de la persona que este dando mantenimiento al sistema de bombeo.

El circuito del control se lo detalla en el plano #3200, y para el circuito de fuerza utilizaremos en lugar de breaker guardamotors que nos ofrecen protección contra cortocircuito y además protección térmica, adicionalmente instalaremos una protección de bajo voltaje en el guardamotor.

El guardamotor nos da la flexibilidad para independiente de que este trabajando una bomba poder desconectar el circuito de fuerza de la otra bomba, y de esta manera dar mantenimiento a los contactores de los motores.