

I/620.1/096

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA – ENERGÍA**



**“Calculo, Selección y Montaje de los Componentes de un Banco de Instrucción Experimental, Para un Motor Diesel de 100 HP a Régimen Variable”**

**INFORME**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO MECÁNICO**

**PRESENTADO POR:**

**GUTIERREZ HERVIAS ESTEBAN ANTONIO**

**ASESOR:**

**ING. JORGE LUIS ALEJOS ZELAYA**

**CALLAO – PERÚ**

**2005**

**Mi eterna gratitud :**

**A mis padres Manuel Gutierrez Diaz.  
Señora Santos Hervías Flores y  
hermanos Víctor, Alejandro, Luis,  
Elizabeth; gracias a sus esfuerzos y  
sacrificios hicieron la posible  
culminación de mis estudios  
profesionales.**

**A mi asesor por su ayuda  
profesional desinteresada,  
Ing. Jorge Luis Alejos  
Zelaya.**

**A mis Amigos :**

**Quienes me apoyaron con su  
aliento indesmayable.**

## **INDICE GENERAL**

	<b>PAGINA</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	6
<b>CAPITULO I : GENERALIDADES.</b>	9
1.1 .- OBJETIVOS.	10
1.2 .- ORGANIZACIÓN DE LA INSTITUCION.	10
1.3 .- ACTIVIDADES DESARROLLADAS POR LA INSTITUCION	11
1.4 .- JUSTIFICACION.	13
1.5.- UBICACIÓN	14
<b>CAPITULO II : MARCO CONCEPTUAL DE LOS M.C.I.</b>	15
2.1 .- DEFINICIÓN Y CLASIFICACION.	16
2.2 .- CICLOS TERMODINAMICOS DE LOS M.C.I.	19
2.3 .- INDICES DEL COMPORTAMIENTO REAL	23
2.3.1.- INDICES INDICADO Y EFECTIVO	24
2.3.2.- POTENCIA INDICADA Y EFECTIVA	24
2.3.3.- EFICIENCIA MECÁNICA	25
2.3.4.- PRESIÓN MEDIA INDICADA Y EFECTIVA	26
2.3.5.- EFICIENCIA TÉRMICA	28
2.3.6.- CONSUMO ESPECÍFICO DE COMBUSTIBLE	29
2.3.7.- CONSUMO ESPECÍFICO DE CALOR	29
2.3.8.- EFICIENCIA VOLUMÉTRICA	30
2.4 .- CARACTERÍSTICAS DEL REGIMEN DE FUNCIONAMIENTO	31
2.5 .- SISTEMA AUXILIARES	32
2.6 .- PERFORMANCE Y ANÁLISIS ENERGÉTICO	36

<b>CAPITULO III :</b>	<b>PROYECTO DE INGENIERIA.</b>	39
3.1 .-	ASPECTOS TÉCNICOS DEL MOTOR ISUZU-4BC2	40
3.2 .-	CALCULO Y SELECCIÓN DE LAS VIGAS.	40
3.2.1 .-	VIGA TRANSVERSAL PARA EL MOTOR.	40
3.2.2 .-	VIGA TRANSVERSAL PARA EL DINAMOMETRO Y TANQUE DE COMBUSTIBLE.	42
3.2.3 .-	VIGA LONGITUDINAL.	43
3.3 .-	CALCULO DEL SOPORTE DEL MOTOR.	45
3.4 .-	CALCULO Y DISEÑO DEL TANQUE DE COMBUSTIBLE	48
3.4.1 .-	CONSIDERACIONES DEL DISEÑO	48
3.4.2 .-	CALCULO DEL ESPESOR DEL CUERPO DEL CLINDRO	49
3.4.3 .-	CALCULO DE LA BASE INFERIOR	51
3.4.4 .-	CALCULO DEL PESO DEL TANQUE	52
3.4.5 .-	CALCULO DEL PESO DEL COMBUSTIBLE	54
3.5 .-	CALCULO DEL SOPORTE DEL TABLERO DE MANDO Y CONTROL	54
3.6 .-	CALCULO DEL CORDON DE SOLDADURA EN LAS VIGAS	58
3.7 .-	SELECCIÓN DE LOS DISPOSITIVOS DE MEDICIÓN Y CONTROL	60
3.8 .-	CONSIDERACIONES Y SELECCIÓN DEL DINAMOMETRO	66
3.9 .-	CONSIDERACIONES Y SELECCIÓN DEL TIPO DE ACOPLAMIENTO	67
3.10.-	CALCULO Y SELECCIÓN DEL INTERCAMBIADOR DE CALOR	72
<b>CAPITULO IV :</b>	<b>CIMENTACIÓN – MONTAJE Y MANTENIMIENTO.</b>	77
4.1 .-	ANALISIS DEL SUELO.	78
4.2 .-	CIMENTACION DE LA UNIDAD DE INSTRUCCIÓN EXPERIMENTAL.	79
4.3 .-	MONTAJE DE LOS COMPONENTES DE LA U.I.E.	82
4.4 .-	CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN	85

4.5 .-	MANTENIMIENTO	86
<b>CAPITULO V : INVESTIGACIÓN EXPERIMENTAL.</b>		94
5.1 .-	CONSIDACIONES PARA EL ENCENDIDO DE LA U.I.E.	95
5.2 .-	CURVA CARACTERÍSTICAS EXTERNA DE VELOCIDAD	95
5.3 .-	CURVA CARACTERÍSTICAS DE CARGA	101
5.4 .-	BALANCE TERMICO DEL MOTOR DE COMBUSTION INTERNA	102
<b>CAPITULO VI : INGENIERIA ECONOMICA.</b>		109
6.1 .-	COSTOS DIRECTOS	110
6.2 .-	COSTOS INDIRECTOS	114
6.3 .-	MARGEN DE BENEFICIOS	115
<b>CAPITULO VII : CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.</b>		117
7.1 .-	CONCLUSIONES.	123
7.2 .-	RECOMENDACIONES.	126
<b>- BIBLIOGRAFÍA</b>		123
<b>- ANEXOS</b>		126
•	ANEXOS 01 TABLAS	127
•	ANEXOS 02 CATALOGOS	128
•	ANEXOS 03 PLANOS	129

## INTRODUCCION

El avance tecnológico actual de la **Industria Automotriz** permite contar con unidades modernas en sus **Componentes y Sistemas Auxiliares** para satisfacer necesidades de **carga a regímenes de operación variable**, esto hace necesario contar con un **Banco de Instrucción Experimental**, para contrastar parámetros de **Performance** y su correspondiente **Balance Térmico del MCI**; a fin de tomar las medidas correctivas del caso.

El **Banco de Prueba del Motor Diesel de 100 HP régimen variable** permitirá a los alumnos y profesores realizar **Investigación Experimental** en la **Ingeniería Automotriz** con el sustento teórico de conocimientos en **Termodinámica y Motores de Combustión Interna**. Así mismo se presenta como una alternativa para la **implementación del Laboratorio de Mecánica de Fluidos y Maquinas Térmicas de la Facultad de Ingeniería Mecánica -Energía de la Universidad Nacional del Callao**. La Unidad de Instrucción Experimental será fija y ocupará un espacio de 1.80 m<sup>2</sup> de área con dimensiones apropiadas a las medidas de nuestro laboratorio.

El **Banco de Prueba del Motor Diesel de 100 HP** tiene como componentes:

- Motor ISUZU – 4BC2 – Diesel de 4 tiempos.
- Dinamómetro Hidráulico DPX – 2
- Intercambiador de Calor: Agua – Agua (Tubo - Coraza) de contraflujo.
- Panel de Mando y Control para la medición de flujos, presiones y temperaturas.
- Tanque de combustible de Planchas de Acero A – 36

En el **Capítulo II**, se da un Marco Conceptual, de la clasificación, análisis termodinámico de los ciclos Ideales y Reales de los Motores de Combustión Interna y los Parámetros efectivos e indicados correspondiente, que permitirá hacer un análisis de las curvas características de funcionamiento y el balance térmico. Así mismo se hace una descripción detallada de las características del régimen de funcionamiento y Sistemas Auxiliares del Motor

En el **Capítulo III**, se hacen los cálculos, para la selección de los perfiles transversales y longitudinales de la estructura por el método de la resistencia y la selección del perfil para el soporte del motor por el método de la columna.

Así mismo, se hace el dimensionamiento del tanque de combustible considerando el recipiente de pared delgada

Tomando consideraciones de diseño y criterios generales de la Unidad de Instrucción experimental proyectado, entre las que destacan Cargas y Comodidades del Usuario, el tablero de mando y control se hará de planchas acrílicas de 1/8" de espesor con dimensiones de 700mm de altura y 1800mm de longitud, en el que se podrán tomar lecturas de presiones, temperaturas, flujos de aire – agua y el régimen de operación del M.C.I.

La selección del dinamómetro Hidráulico, se hizo considerando la carga y el Régimen de Operación a altas velocidades, costo reducido, armadura pequeña y peso reducido.

El intercambiador de calor seleccionado, será del tipo tubo - coraza y de contraflujo.

En el **Capítulo IV**, se hace un estudio del análisis de suelo para determinar la resistencia respectiva, que permitirá hacer la cimentación de la unidad experimental el montaje correspondiente y se da las pautas generales antes, durante y después de

la operación de la unidad experimental, como el respectivo mantenimiento preventivo (diario, mensual, semestral y anual), para lograr una prolongada vida útil del equipo.

En el **Capítulo V**, se pone en consideración la metodología a seguir para determinar: los **Parámetros de Performance** (efectivos) que permitirá graficar y analizar las Curvas: **Características Externas de Velocidad y Carga** y los **Parámetros de Evaluación** del **balance Térmico del MCI**, a fin de cuantificar el **Calor útil** y las **Pérdidas de energía** establecidos para su análisis en el respectivo diagrama de **Sankey**.

En el **Capítulo VI**, se evalúa el costo de la **Unidad de Instrucción**, determinándose que su valor de ejecución es factible de ser construido

Cabe recalcar que la unidad de instrucción experimental proyectada tiene un precio muy por debajo con respecto a la cotización en el mercado internacional.

# **CAPITULO I**

## **GENERALIDADES**

### **1.1.- OBJETIVOS**

- Analizar los parámetros de performance y las curvas características externas de velocidad y carga de un motor de combustión interna a diferentes Regímenes de operación.
- Realizar el balance térmico del motor de combustión interna a fin de cuantificar el calor útil y los calores perdidos, para establecer comparación con los valores recomendados por los fabricantes; con el propósito de tomar las medidas correctivas del caso.
- Orientar y desarrollar investigación experimental con profesores y estudiantes, para afianzar los conocimientos teóricos - prácticos impartidos en las asignaturas de termodinámica, máquinas térmicas y motores de combustión interna.

### **1.2- ORGANIZACIÓN DE LA INSTITUCION.**

La Universidad Nacional del Callao, institución que brinda capacitación científica y tecnológica al servicio de la comunidad.

Cuenta con una diversidad de facultades profesionales, dentro de la cual se encuentra ubicada la facultad de Ingeniería Mecánica - Energía, conformada por el consejo de facultad, Un Decano, El Secretario de Docentes y Un Jefe de los Laboratorios de Ingeniería Mecánica, las cuales comprenden 07 Laboratorios, dentro del cual se encuentra El Laboratorio de Mecánica de Fluidos y Máquinas Térmicas que es donde actualmente me desempeño como profesor del Laboratorio de Termodinámica II.

El organigrama de la FIME esta contemplada en la resolución N° 019-03 (14 de Enero 2003).

Manual de organización y funciones de la Facultad de Ingeniería Mecánica – Energía (MOF – FIME).

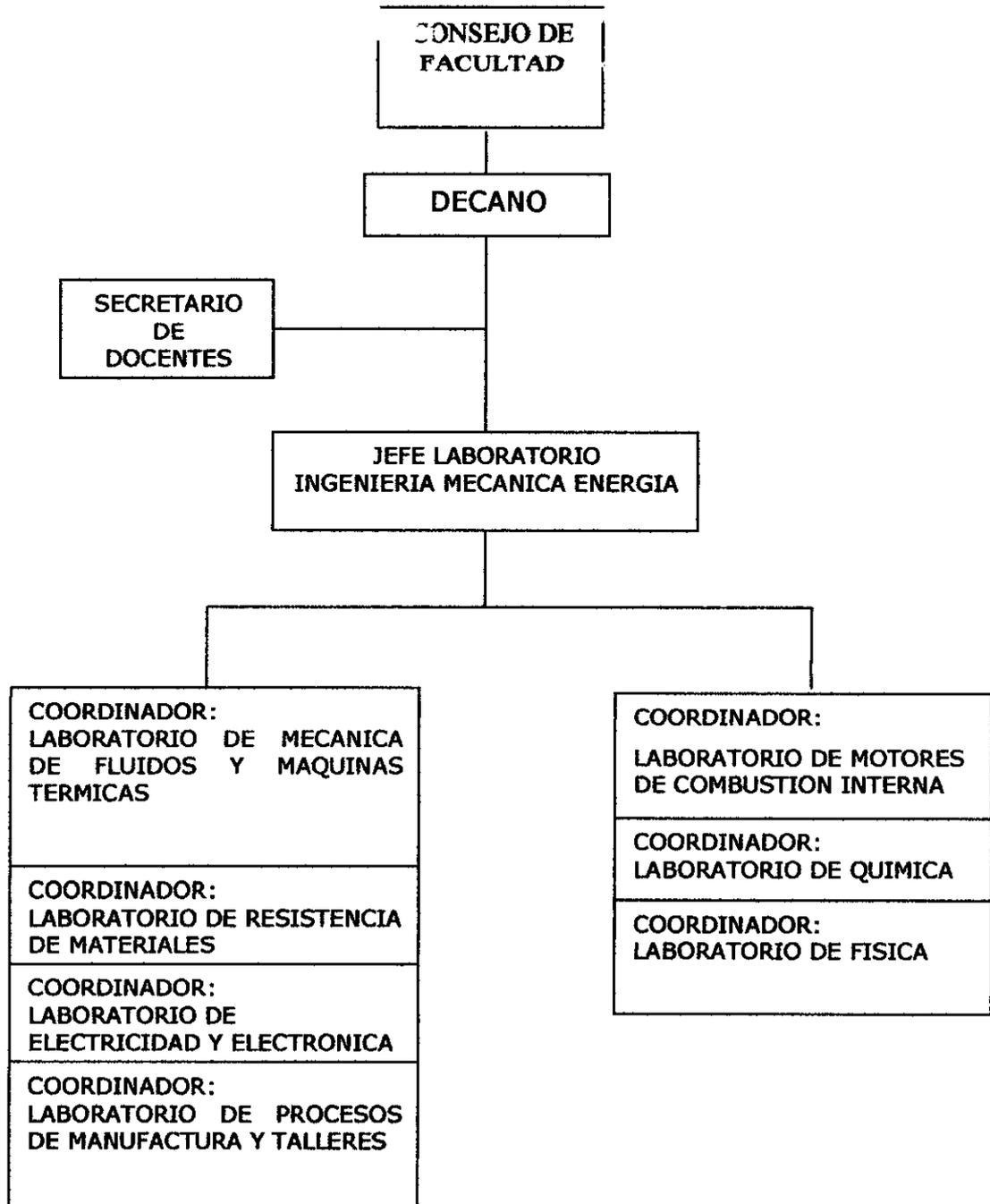
### **1.3- ACTIVIDADES DESARROLLADAS POR LA INSTITUCION.**

La Universidad Nacional del Callao, a través de la Facultad de Ingeniería Mecánica – Energía por intermedio de sus Laboratorios, de Mecánica de Fluidos y Maquinas Térmica, brinda los servicios a Universidades e Institutos Superiores, al igual que a una población estudiantil de 300 alumnos de la FIME, por semestre académico acorde a los cursos de Mecánica de Fluidos I, Termodinámica II y Laboratorio de Ingeniería Mecánica.

Entre las actividades a desarrollar son las siguientes:

# ORGANIGRAMA

## FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA – ENERGIA



Las experiencias a realizarse son:

**A) Área de Mecánica de Fluidos y Maquinas Hidráulicas:**

- Medición directa de caudal.
- Viscosidad cinemática.
- Contrastación y calibración de manómetros.
- Empuje hidrostático.
- Estabilidad rotacional de cuerpo parcialmente sumergido.
- Impacto de un chorro hidráulico.
- Ensayo Elemental de bombas centrifugas
- Ensayo Completo de bombas centrifugas
- Asociación de bombas centrifugas - punto de operación.
- Perdida de carga en tuberías.

**B) Área de Termodinámica y Maquinas Térmicas:**

- Análisis de gases de combustión.
- Poder calorífico de combustible.
- Intercambiador de calor.
- Performance de TAG de 2 ejes.
- Balance térmico de un generador de vapor.

**1.4.- JUSTIFICACION E IMPORTANCIA.**

- Se cumpliría con uno de los objetivos más primordiales de la Universidad, al dar una capacitación tanto teórica como experimental, elevando el nivel

académico, lo cual redundaría tanto en beneficio propio como institucional, al formar excelentes cuadros profesionales y cumplirse además con un importante objetivo nacional.

- Se implementaría el laboratorio de mecánica de fluidos y maquinas térmicas con una unidad de instrucción experimental del Motor Diesel, reforzándose no solo los conocimientos energéticos de un motor de combustión interna, si no que también se iría familiarizando al estudiante.
- Se evitaría cada vez en mayor medida el alquiler de laboratorios a terceras instituciones, al irse contando con proyectos de este tipo, elaborado con recursos propios e ir satisfaciendo nuestras propias necesidades.

#### **1.5.- UBICACIÓN.**

Estaría ubicado en el Laboratorio de Mecánica de Fluidos y Máquinas Térmicas de la FIME de la UNAC, la misma que se encuentra frente a la actual Av. Juan Pablo II del distrito de Bellavista – Provincia Constitucional del Callao, la misma que se ubica en la primera planta de los laboratorios de la FIME.

Ver plano 01

# **CAPITULO II**

## **MARCO CONCEPTUAL DE LOS MOTORES DE COMBUSTION INTERNA (MCI)**

## 2.1- DEFINICIÓN Y CLASIFICACION.

### DEFINICIÓN M.C.I.

Son máquinas térmicas de Combustión Interna (Sustancia de trabajo participa en el proceso de combustión), en cuyo cilindro de trabajo tiene lugar la quema de un combustible y la transformación de calor en trabajo.

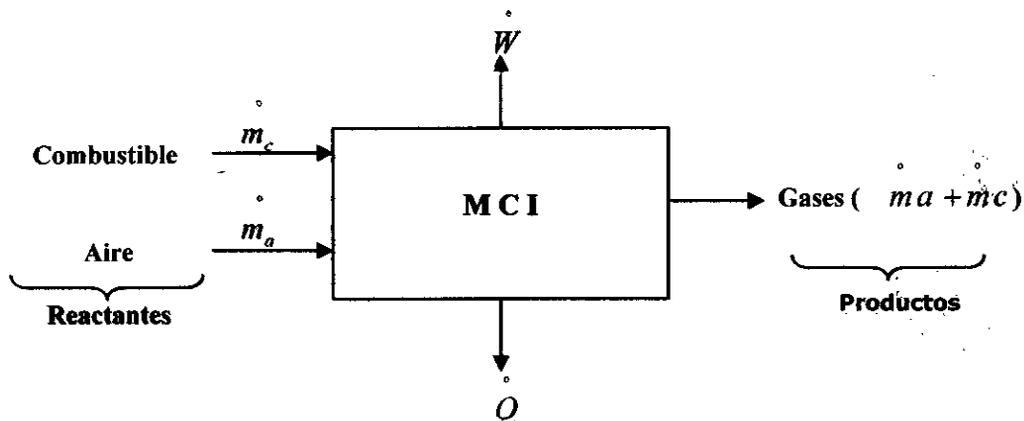


FIG. 2.1 PROCESO DE COMBUSTIÓN

Donde:

-  $\dot{W}$  = Potencia suministrada por la máquina

-  $\dot{Q}$  = Flujo de calor que se transfiere al agua de enfriamiento.

### CLÁSIFICACIÓN M.C.I

Los motores de Combustión Interna se puede clasificar atendiéndose a diversas características según:

#### 1.- SEGÚN EL CAMPO DE APLICACIÓN:

- a) ESTACIONARIOS.- Son utilizados en los grupos electrógenos, en oleoductos y gasoductos.

- b) **TRANSPORTE.-** Los que se instalan en automóviles, tractores, aviones, barcos.

**2.- SEGÚN EL TIPO DE COMBUSTIBLE:**

- a) Líquido ligero (gasolina, kerosene).
- b) Aceite pesado (diesel, gas oil).
- c) Gaseoso (gas natural, gas licuado).

**3.- SEGUN EL MODO DE TRANSFORMAR LA ENERGIA CALORIFICA EN MECANICA:**

- a) **MOTORES DE COMBUSTION INTERNA.-** De embolo de pistón rotativo, en los cuales los procesos de la reacción química y la transformación de energía calorífica en trabajo mecánico se realizan dentro del cilindro.
- b) **MOTORES DE COMBUSTION EXTERNA.-** Las turbinas de gas, en las cuales los procesos de la reacción química se realizan en un hogar aparte y el fluido operante que se forma, pasa a los alabes del rotor de la turbina donde efectúa el trabajo.
- c) **MOTORES COMBINADOS.-** En los cuales la combustión se realiza en un motor de pistón, que a su vez es generador de gas y parte del trabajo mecánico se efectúa en el cilindro de dicho motor, en tanto que otra parte en los álabes del rotor de una turbina de gas.

**4.- SEGUN EL PROCEDIMIENTO DE FORMACION DE LA MEZCLA:**

- a) MOTORES CON FORMACION EXTERNA DE LA MEZCLA.- En los cuales la mezcla carburante se prepara fuera del cilindro.
- b) MOTORES CON FORMACION INTERNA DE LA MEZCLA.- En los cuales durante el proceso de admisión ingresa solo aire al cilindro y la mezcla operante se forma dentro del cilindro.
- c) MOTORES DE CARGA ESTRATIFICADA .- En los cuales el fluido operante tiene distinta composición en diferentes zonas de la cámara de combustión.

**5.- SEGUN EL PROCEDIMIENTO DE ENCENDIDO DEL COMBUSTIBLE**

- a) Motores encendido por chispa eléctrica.
- b) Motores de ignición por compresión.
- c) Motores de pre-combustión.

**6.- SEGUN EL METODO DE EFECTUAR EL CICLO DE TRABAJO.**

- a) Cuatro tiempos.
- b) Dos tiempos.

**7.- SEGÚN SU ESTRUCTURA:**

- a) Motores de pistón.
- b) Motores de pistones rotativos.

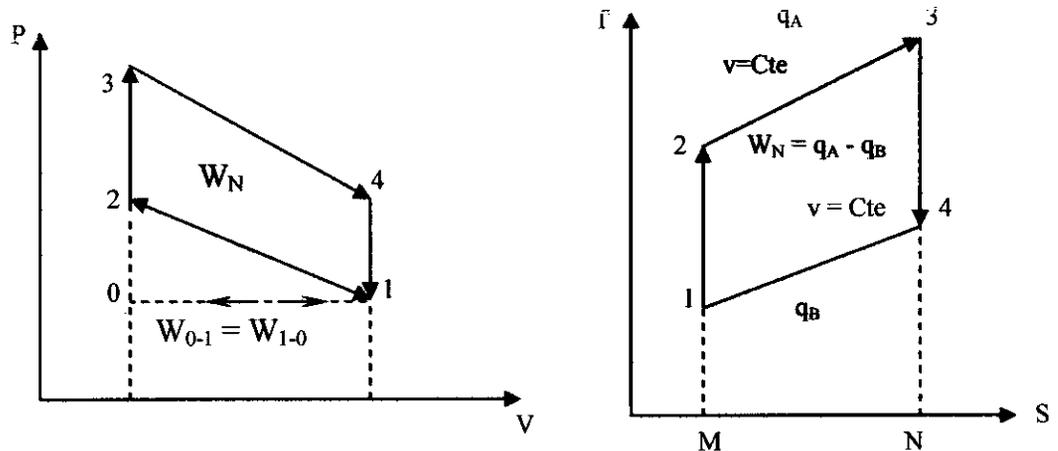
**8.- SEGÚN EL MÉTODO DE ENFRIAMIENTO.**

- a) Refrigerados por líquido.
- b) Refrigerados por aire.

**2.2- CICLOS TERMODINAMICOS TEÓRICOS.**

**CICLO OTTO STANDART DE AIRE**

Es el prototipo ideal del comportamiento de los motores de encendido por chispa o de combustión a volumen constante.



**1 ciclo <> 4 carreras <> 2 vueltas**

$q_A = \text{AREA: M-2-3-N-M}$

CALOR AÑADIDO

$q_B = \text{AREA: M-1-4-N-M}$

CALOR RECHAZADO

$W_N = 1-2-3-4-1$

TRABAJO NETO

**Tabla A:**

**DESCRIPCIÓN TEORICA DEL FUNCIONAMIENTO**

PISTON DE -A	V. ABIERTA	DESCRIPCION	DENOMINACIÓN	PROCESO TERMODINÁMICO	CARRERA	REV.
PMS - PMI	V.A	Admite la mezcla	ADMISIÓN	NO	1	1/2 V
PMI - PMS	-	El desplazamiento del piston comprime	COMPRESIÓN	1-2	1	1/2 V
PMS	-	Se quema el combustible	COMBUSTIÓN	2-3	-	-
PMS - PMI	-	Se expande los gases	EXPANSIÓN	3-4	1	1/2 V
PMI	-	Enfriamiento o cesión de calor	ENFRIAMIENTO	4-1	-	-
PMI - PMS	V.C	Expulsión de gases.	ESCAPE	NO	1	1/2

**EFICIENCIA TERMICA DEL CICLO: ( $\eta_0$ )**

$$\eta_0 = 1 - \frac{1}{r_k^{K-1}} \quad \dots \dots \dots \quad (2.1)$$

**Donde:**

- $\eta_0$  = EFICIENCIA TERMICA DELCICLO
- $r_k$  = RELACIÓN DE COMRENSIÓN
- $K$  = EXPONENTE ADIABÁTICO

**PRESIÓN MEDIA TEORICA: (p.m.t)**

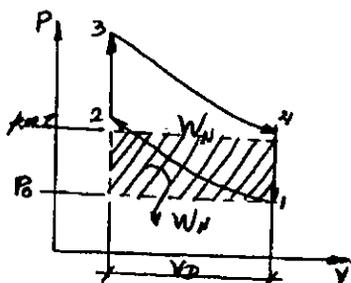


Fig- 2.3

DIAGRAMA P- V

$$p.m.t.(KPA) = \frac{W_N (KJ)}{V_D (m^3)}$$

652

## CICLO DIESEL STANDART DE AIRE

Estudia el comportamiento ideal de los Motores Diesel de Ignición por compresión, donde la adición de calor se considera a presión constante.

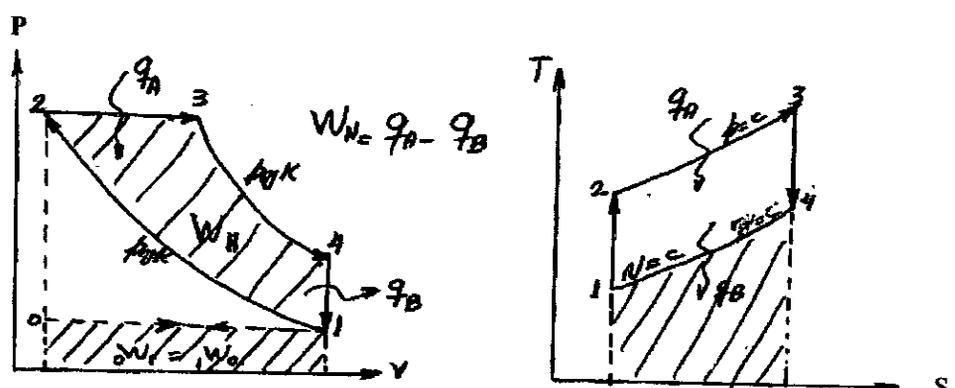


Fig. 2.4

### 1 CICLO <> 4 TIEMPOS <> CARRERAS <> 2 VUELTAS

- 0-1: Admisión
- 1-2: Compresión
- 2-3: Combustión
- 3-4: Expansión
- 4-1: Enfriamiento
- 1-0: Escape

TABLA B:

### DESCRIPCIÓN TEÓRICO DE FUNCIONAMIENTO

PISTON DE -A	V. ABIERTA	DESCRIPCION	DENOMINACIÓN	PROCESO TERMODINÁMICO	CARRERA	REV.
PMS - PMI	V.A	Entrada de aire al cilindro	ADMISIÓN	-	1	1/2 V
PMI - PMS	-	La manivela gira ↓	COMPRESIÓN	1-2	1	1/2 V
PMS - R	-	Adición de q <sub>A</sub> al ciclo	COMBUSTIÓN	2-3	% 1	% 1/2 V
R - PMI	-	Expansión de los gases	EXPANSIÓN	3-4	1 - % 1	1/2 V - % 1/2 V
PMI	-	Cesión de q <sub>B</sub> del ciclo	ENFRIAMIENTO	4-1	-	-
PMI - PMS	V.C	Salida de gases al exterior	ESCAPE	-	1	1/2

**EFICIENCIA TERMICA DEL CICLO: ( $n_D$ )**

$$n_D = 1 - \frac{1}{r_k^{k-1}} \times \left[ \frac{r_c^k - 1}{K(r_c - 1)} \right] \dots\dots\dots (22)$$

**Donde:**

**$n_D$  = Eficiencia térmica de ciclo**

**$r_k$  = Relación de compresión:**  $r_k = \frac{V_{MAX}}{V_{MIN}}$

**$r_c$  = Relación de Corte:**  $r_c = \frac{V_3}{V_2}$

**K = Exponente adiabático**

**CICLO SABATHE O DUAL:**

Es un ciclo teórico que sirve de comparación en el estudio de los ciclos reales de los M.C.I. puesto que en la practica ni los motores de explosión como los de combustión por compresión, realizan el proceso de combustión a  $V = cte.$  ó  $P = cte.$ , respectivamente

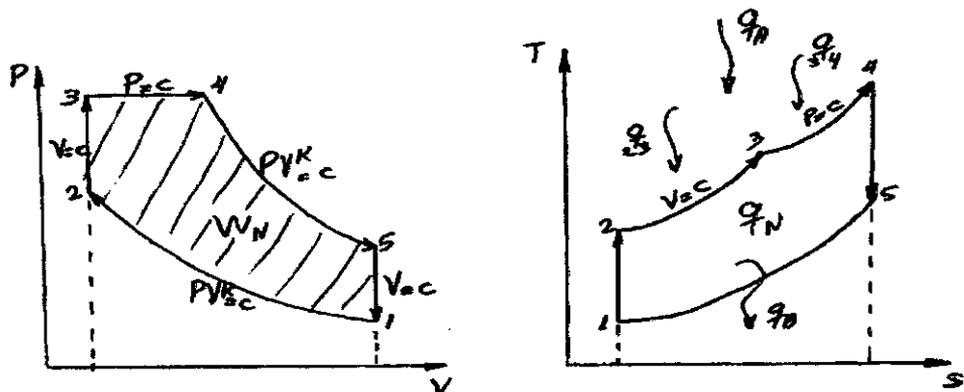


Fig 2.5 diagrama ( P-V ) y ( T-S )

- 1-2: Compresión adiabática reversible ( $q = 0$ )
- 2-3: transferencia de calor al ciclo ( $V = C$ )
- 3-4: Transferencia de calor al ciclo ( $P = C$ )
- 4-5: Expansión adiabática reversible ( $S = C$ )
- 5-1: Proceso de Transferencia de calor del ciclo ( $V = C$ )

**EFICIENCIA DEL CICLO DUAL ( $n_s$ )**

$$\eta_s = 1 - \frac{1}{(r_k)^{K-1}} \times \frac{r_c^K (r_T - 1)}{(r_T - 1) + K (r_T r_c - r_T)} \dots\dots\dots (2.3)$$

**Donde:**

**$n_s$  = EFICIENCIA DEL CICLO DUAL**

**$r_k$  = RELACIÓN DE COMPRESIÓN**

**$r_c$  = RELACIÓN DE CORTE**

**$r_T$  = RELACIÓN DE PRESIONES**

**$K$  = EXPONENTE ADIABÁTICO**

**2.3.- INDICES DEL COMPORTAMIENTO REAL**

Es el análisis del ciclo real según el cual funcionan, debido al cambio continuo que experimenta el aire y los productos de la combustión.

### 2.3.1.- INDICES INDICADOS Y EFECTIVOS.

Para estimar el grado de perfeccionamiento del ciclo realizado en un motor térmico sirven sus Índices indicados.

Mientras que en calidad de perfeccionamiento mecánico de la estructura del Motor, intervienen los índices efectivos.

### 2.3.2.- POTENCIA INDICADA Y EFECTIVA.-

**POTENCIA INDICADA** ( $\dot{W}_i$ ).- Es la potencia desarrollada por la sustancia de trabajos, dentro de los cilindros del Motor, a medida que el pistón se mueve con movimiento alternativo.

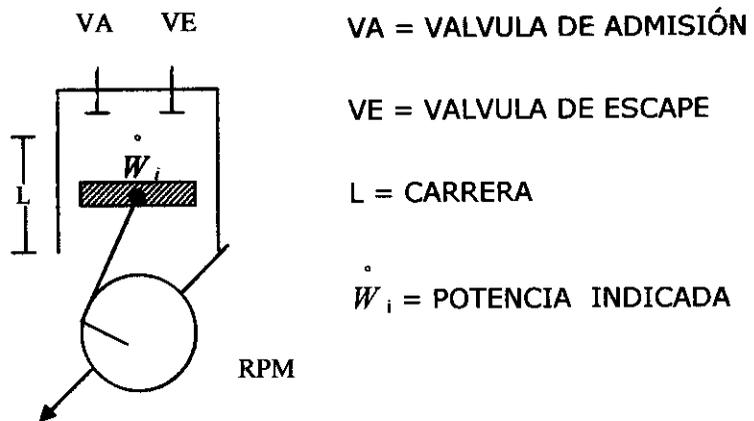
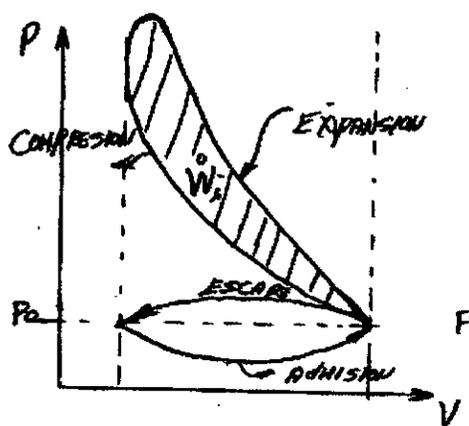


FIG. 2.6

### **DIAGRAMA DEL INDICADOR O DIAGRAMA INDICADO.**

Este diagrama es un registro gráfico de la variación de la presión y del volumen de la sustancia de trabajo en un cilindro a medida que el pistón se mueve con movimiento alternativo. El registro se obtiene con un indicador.

El área de diagrama indicado se halla empleando un planímetro.

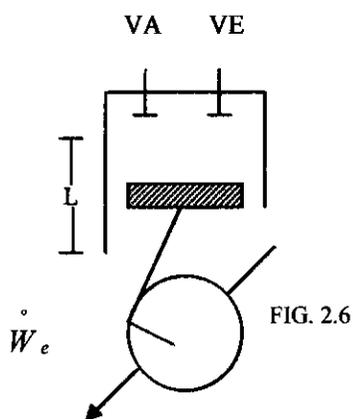


EL DIAGRAMA INDICADO VARIA EN GRAN MEDIDA CON LA CARGA.

$$\dot{A}REA DI = \dot{W}_i (Kw)$$

FIG. 2.7 Diagrama P - V

**POTENCIA EFECTIVA. ( $\dot{W}_e$ ).**- Es la potencia realmente disponible en el cigueñal ó potencia neta que puede extraerse de un motor.



Donde:

$$\dot{W}_e = T_0 \times W \quad \text{-----} \quad (24)$$

$\dot{W}_e$  = Potencia Efectiva (kw)  
 $T_0$  = Torque (KN x M)  
 $W$  = Revoluciones (rad/s)

### 2.3.3.- EFICIENCIA MECÁNICA ( $n_m$ )

Es el trabajo que producen los gases sobre el pistón (Trabj. Ind.), y el que se entrega al acoplamiento de la máquina (Trabj. Efect.), y la relación entre ambos es la eficiencia mecánica.

$$n_m = \frac{\dot{W}_e}{\dot{W}_i} \quad \text{.....} \quad (25)$$

$$n_m = (0.7 \dots 0.9)$$

Donde:

$n_m$  = EFICIENCIA MECÁNICA

$\dot{W}_e$  = POTENCIA EFECTIVA

$\dot{W}_i$  = POTENCIA INDICADA

#### 2.3.4.- PRESIÓN MEDIA INDICADA Y EFECTIVA

- **PRESIÓN MEDIA EFECTIVA (p.m.e.)**.- Es un concepto conveniente a la hora de juzgar cual es la potencia útil que puede dar un motor en condiciones de seguridad no puede medirse directamente, pero puede calcularse conociendo;  $\dot{W}_e$ , RPM,  $d_p$ , CARRERA.

$$p_{me} = \frac{we}{vd} = \frac{We}{V_D} = \frac{\dot{W}_e}{\dot{V}_D} \quad \text{-----} \quad (26)$$

Donde:

**p.m.e.** = Presión Media Efectiva

$\dot{W}_e$  = Potencia Efectiva

**vd** = Volumen específico

**V<sub>D</sub>** = Volumen desplazado

$\dot{V}_D$  = Caudal desplazado

**We** = Trabajo efectivo

- **PRESIÓN MEDIA INDICADA (p.m.i).**- Es una medida del trabajo que se genera en el interior de los cilindros del motor por unidad de volumen barrido ( $V_D$ ), es una presión constante convencional.

$$p.m.i = \frac{we}{vd} = \frac{W_i}{V_D} = \frac{\overset{\circ}{W}_i}{\overset{\circ}{V}_D} \quad \text{-----} \quad (2.7)$$

**Donde:**

**p.m.i. = Presión Media Indicada**

$\overset{\circ}{W}_i$  = Trabajo Indicado

**vd = Volumen específico**

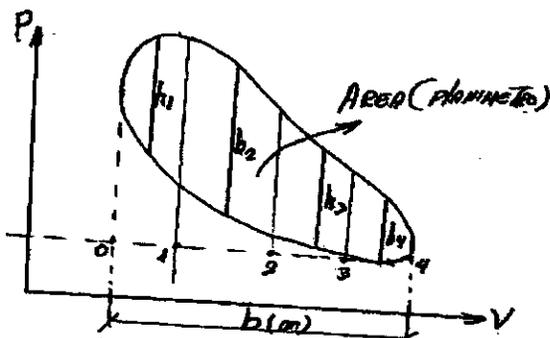
**$V_D$  = Volumen desplazado**

$\overset{\circ}{W}_i$  = Potencia Indicada

$\overset{\circ}{V}_D$  = Caudal desplazado

### **PRESIÓN MEDIA INDICADA (p.m.i)**

$$p.m.i.(kPA) = h_m (mm) \times e \left( \frac{kPA}{mm} \right)$$



**Donde:**

**hm = Altura Media del Diagrama**

**e = Resorte del Diagrama.**

**b = base del diagrama Ind. (m)**

**$H_m = h_1 + h_2 + h_3 + h_4/4$**

**S = Sup. Del diagrama Ind. ( $m^2$ )**

**FACTOR DE DIAGRAMA (f.d.)**.- Es el área del diagrama indicado dividido al área del diagrama teórico P-V.

$$f.d. = \frac{A_{REAL}(P-V)}{A_{TEORICA}(P-V)} = \frac{\dot{W}_i}{\dot{W}_t} \quad \text{-----} \quad (2.8)$$

### 2.3.5.- Eficiencia térmica ( $n_t$ )

**EFICIENCIA TERMICA EFECTIVA ( $n_{te}$ )**.- Nos informa acerca de la eficacia con que un motor convierte en energía real, la energía contenido en el combustible que consume.

Es parte del calor suministrado al motor y transformado en trabajo efectivo.

$$n_{te} = \frac{\dot{W}_e}{m_c \times P.C.} \quad \text{-----} \quad (29)$$

**Donde:**

$\dot{W}_e$  = potencia efectiva

$m_c$  = flujo masico de combust

P.C. = Poder calorífico

$n_{te}$  = (0.3.....0.42) M.D.

$n_{ii}$  = (0.21..... 0.28) M.G.

**EFICIENCIA TERMICA INDICADA ( $n_{ti}$ ).**- Es un concepto muy útil para los trabajos de investigación y de laboratorio, pero es de muy poca utilidad para los procesos de motores.

$$n_{ti} = \frac{\dot{W}_i}{\dot{m}_c p.c} \quad \text{-----} \quad (2.10)$$

DONDE:

$\dot{W}_i$  = Potencia indicada

$\dot{m}_c$  = flujo masico de combustible  
p.c= poder calorifico

$$n_{ti} = (0.4 - 0.48) M.D$$

$$n_{ti} = (0.25 - 0.35) M.G$$

### 2.3.6.- CONSUMO ESPECÍFICO DE COMBUSTIBLE (Cec)

Es el gasto de combustible referido a una unidad de potencia del motor.

Donde:

$$Cec = \frac{\dot{m}_c}{\dot{W}}$$

$\dot{m}_c$  = Flujo masico de combustible  
 $\dot{W}$  = Potencia

#### DEPENDIENDO DEL TIPO DE POTENCIA:

$$Cec_e = \frac{\dot{m}_c}{\dot{W}_e} = Kg / KW - H \quad \text{-----} \quad (2.11)$$

$$Cec_i = \frac{\dot{m}_c}{\dot{W}_i} = Kg / KW - H \quad \text{-----} \quad (2.12)$$

### 2.3.7.- CONSUMO ESPECÍFICO DE CALOR (Ceca)

Es la energía que se carga a los motores, cuando la producción de estos es la Unidad trabajo apropiada.

**Donde:**

$$C_{e_{ca}} = \frac{\dot{m}_c \times P.C}{W}$$

$\dot{m}_c =$  Flujo masico de combustible  
 $pc =$  Poder calorifico  
 $W =$  Potencia

**DEPENDIENDO DEL TIPO DE POTENCIA:**

$$C_{e_{ca}} = \frac{\dot{m}_c \text{ (kg/s)} \times p.c. \text{ (KJ/Kg)}}{\frac{W_e \text{ (KW)}}{3600}} \text{ ----- (2.13)}$$

$$C_{e_{ca}} = \frac{\dot{m}_c \text{ (Kg/s)} \times p.c. \text{ (KJ/Kg)}}{\frac{W_i \text{ (kW)}}{3600}} \text{ ----- (2.14)}$$

**2.3.8.- EFICIENCIA VOLUMÉTRICA ( $n_v$ )**

Es la relación entre el  $\dot{m}_a$  realmente aspirado en comparación con el  $\dot{m}_a$  máximo posible en las condiciones ambientales (1.013 bar, 15°C), cabría en el VD.

$$n_v = \frac{\dot{m}_a}{\dot{m}_a(c.amb)} \text{ ..... (2.15)}$$

$$\dot{m}_a = n_v \times \frac{P_0 \times \dot{V}_D}{Ra \times T_0}$$

Donde:

$\dot{m}_a =$  Flujo masico de aire real  
 $\dot{m}_{a,c.n.} =$  Flujo masico de aire a C.N.

## 2.4.- CARACTERÍSTICAS DEL RÉGIMEN DE FUNCIONAMIENTO

El vehículo automotor opera siendo variables las condiciones de carga, velocidad, por eso la potencia del motor siempre deberá corresponder a aquella que sea necesaria para el movimiento del vehículo con la velocidad requerida y asegurando las cualidades dinámicas dadas a elevados índices de economía de combustible,

Para analizar el funcionamiento del motor es necesario tener una serie de características que determinan la variación de sus principales índices en función de alguno de sus parámetros característicos.

### - CARACTERÍSTICAS EXTERNA DE VELOCIDAD.

Se denomina características externa de velocidad a la variación en función de la frecuencia de rotación de:

- La Potencia efectiva  $(\dot{W}_e)$
- Par motor efectivo ( $T_0$ )
- Consumo horario de combustible ( $m_c$ )
- Consumo específico efectivo ( $Ce_{ce}$ )

Cuando la cremallera de la Bomba de combustible se encuentra en la posición correspondiente a la máxima alimentación establecida para el motor diesel.

El MC.I. no puede experimentar cargas cuando el número de revoluciones del cigüeñal es pequeño.

## - **CARACTERÍSTICAS DE CARGA**

Se denomina característica de carga a la variación de los principales índices del motor en función de la carga, siendo constante la frecuencia de rotación.

Al hacer las pruebas, la carga del motor se varia, desplazando el órgano de mando de la alimentación del combustible.

La característica de carga queda determinada por tres parámetros que definen los regímenes de funcionamiento.

- Consumo Horario y Específico de Combustible a plena carga
- Consumo Horario y específico de Combustible Mínima Carga
- Consumo Horario y Específico de Combustible en marcha en vacío

## **2.5.- SISTEMAS AUXILIARES**

El banco de prueba de motores estarán formados como partes complementarias para el funcionamiento los siguientes componentes básico como son:

- a) Sistema de arranque.
- b) Sistema de alimentación de aire.
- c) Sistema de combustible.
- d) Sistema de lubricación.
- e) Sistema de refrigeración.

f) Sistema de gases de escape.

g) Sistema eléctrico.

### 2.5.1 SISTEMA DE ARRANQUE.

El sistema de arranque del motor de nuestro banco de prueba, se acciona por intermedio de la corriente y voltaje de un acumulador y es el que va a poner en accionamiento al motor del banco de prueba, componentes :

Arrancador de 24 voltios.

Volante.

Cables.

Batería de 24 voltio

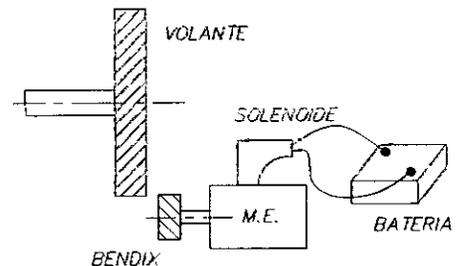


FIG. 2.10 Sistema de Arranque

### 2.5.2 SISTEMA DE ALIMENTACION DE AIRE.

Puesto que la cantidad de flujo masico de aire es importante en el motor para obtener una combustión completa y así el motor pueda dar su mayor potencia, componentes :

Filtros de aire.

Deposito de filtro de aire.

Mangueras.

Múltiple de admisión.

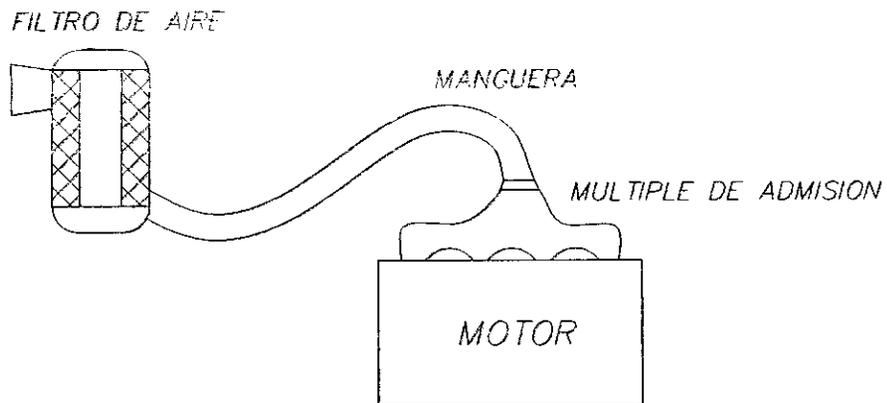


FIG. 2.11 Sistema de alimentación

### 2.5.3 SISTEMA DE COMBUSTIBLE.

El equipo de inyección que se instala en el motor efectúa el suministro de combustible al cilindro, la posterior pulverización y la distribución parcial en el volumen de la cámara de combustión, componentes:

Tanque de combustible.

Filtro primario de combustible.

Bomba de alimentación.

Filtro secund. de combustible.

Bomba de inyección.

Inyectores.

Cañerías.

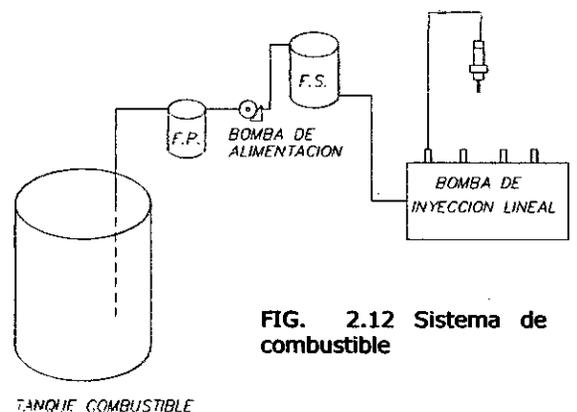


FIG. 2.12 Sistema de combustible

#### 2.5.4 SISTEMA DE LUBRICACION.

Cuando los motores se intensifican con respecto a sus índices energéticos, aumentan las velocidades, las presiones, las temperaturas y estos inciden sobre los componentes internos del motor.

El sistema de lubricación en estas condiciones debe asegurar:

- a) La existencia de una película portante de aceite.
- b) La refrigeración de las superficies mediante la evacuación del calor por el aceite.
- c) El arrastre de las partículas debidas al desgaste de los elementos internos.

Componentes:

- Bomba de aceite.
- Filtro de aceite.
- Conductos de aceite.
- Cáster.

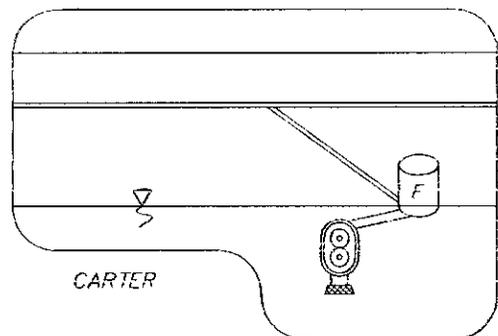


FIG. 2.13 Sistema de Lubricación

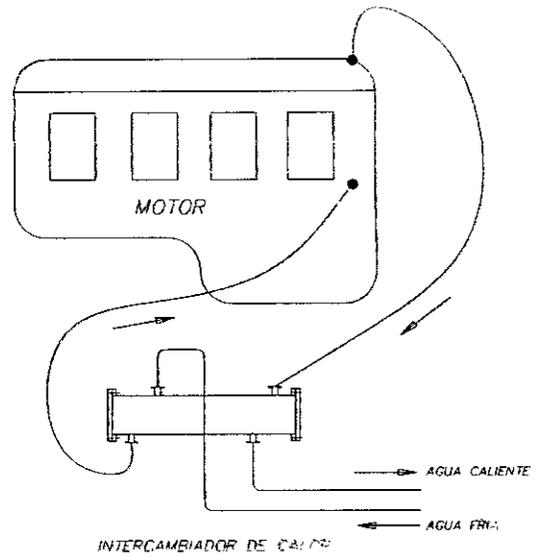
#### 2.5.5 SISTEMA DE REFRIGERACION

El incremento de la potencia en las maquinas térmicas, da lugar al aumento de la cantidad de calor que se transfiere al sistema de refrigeración.

La efectividad del sistema de refrigeración por agua se eleva con el aumento de la circulación del líquido, su temperatura máxima y la cantidad de calor disipado en el intercambiador.

Componentes:

- Cámara de agua.
- Termostato.
- Intercambiador.
- Bomba de agua.
- Ventilador.
- Mangueras.



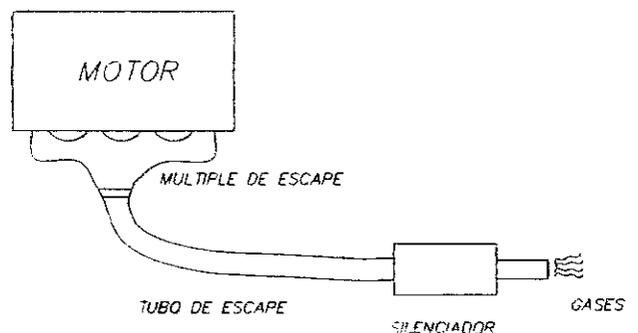
**FIG. 2.14 Sistema de Refrigeración**

### 2.5.6 SISTEMA DE GASES DE ESCAPE.

Luego de producido la combustión en el motor, estos deben ser devueltos al medio ambiente, una obstrucción en su salida repercutiría en un recalentamiento del motor.

Componentes:

- Múltiple de escape.
- Silenciador.
- Válvula de escape.



**FIG. 2.15 Sistema de Escape**

## 2.6 .- PERFOMANCE Y ANÁLISIS ENERGÉTICO

La performance lo utilizamos para establecer la relación que existe entre las potencias, eficiencia y consumo específicos a régimen variable del motor de combustión interna.

El análisis energético corresponde al Balance Térmico, el cual se realiza con la finalidad de establecer si la energía aprovechada y la energía que se pierde, están entre los rangos pre-fijados por el fabricante para su funcionamiento y de no ser así, analizar a que se deben las discrepancias y ver su incidencia en la performance y detectar las fallas de dicho motor.

$$q_A = q_1 + q_2 + q_3 + q_4 + q_5 + q_6 + q_7 \quad \text{-----} \quad (216)$$

Donde:

$q_A$  = Cantidad total de calor introducida con el combustible al motor.

$q_1$  = Calor equivalente al trabajo efectivo del motor.

$q_2$  = Calor que se lleva del motor los gases reescape.

$q_3$  = Calor cedido al medio refrigerante

$q_4$  = Parte del calor del combustible que se pierde debido a su combustión incompleta.

$q_5$  = Calor que se lleva el agua por el  $H_2$  del combustible

$q_6$  = Calor perdido por calentamiento de la humedad del aire.

$q_7$  = Término independiente que determina las pérdidas no incluidas en los demás componentes del balance térmico.

El Balance térmico puede determinarse en porcentaje de la cantidad total de calor introducido.

$$q_1 = \frac{Q_1}{Q_9} \times 100$$

$$q_2 = \frac{Q_2}{Q_A} \times 100$$

$$q_3 = \frac{Q_3}{Q_9} \times 100$$

$$q_4 = \frac{Q_4}{Q_A} \times 100$$

$$q_5 = \frac{Q_5}{Q_9} \times 100$$

$$q_6 = \frac{Q_6}{Q_A} \times 100$$

$$q_7 = \frac{Q_7}{Q_9} \times 100$$

**SEGÚN MALEEV:**

Q<sub>1</sub> = (20 a 40)% calor útil

Q<sub>2</sub> = (30 a 50)% Gases de escape

Q<sub>3</sub> = (12 a 30)% Agua de refrigeración

Q<sub>4</sub> = (5 a 30)% Combustión incompleta

Q<sub>7</sub> = (2 a 10)% Pérdidas de calor no calculable

# **CAPITULO III**

## **PROYECTO DE INGENIERÍA.**

### 3.1 .- ASPECTOS TÉCNICOS DEL MOTOR ISUZU – 4BC2

a) Motor ISUZU – 4BC2 – Diesel – 4 tiempos.

Disposición cilindro .....	lineal
Diámetro .....	96 mm
Carrera .....	110 mm
Orden de encendido .....	1 – 3 – 4 – 2
Relación de compresión .....	17 : 1
Torque .....	23.5 Lib-pie @ 2200 rpm
RPM .....	3500 RPM
Potencia al freno .....	100 HP @ 3500 rpm
Cilindrada .....	3268 cm <sup>3</sup>
Peso del motor .....	460 Kg.
Combustible.....	DIESEL N° 2

### 3.2.- CALCULO Y SELECCIÓN DE LAS VIGAS.

#### 3.2.1.- VIGA TRANSVERSAL PARA EL MOTOR :

➤ Considerando una carga de :

$$W_{\text{MOTOR}} = 460 \text{ Kg}$$

$$N = \text{Factor de seguridad} = 2$$

(estructura estática material dúctil con

grado de confianza)

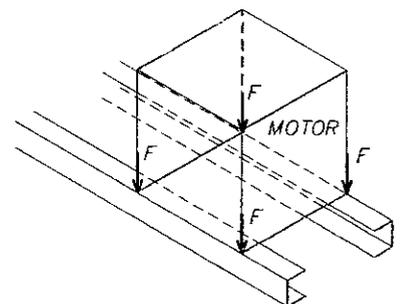


FIG. 3.1.- VIGA TRANSVERSAL.

Considerando 5% a fin de absorber vibraciones.

$W_M = 460 \times 1.05 = 483 \text{ Kg}$  ( el mismo que actúa simétricamente en 4 partes de la viga transversal).

La carga puntual será :

$$W_s = 483 / 4 = 120.7 \text{ Kg}$$

$$M_{\max} = 120.75X - 120.75(X-15) - 120.75(X-85) \dots\dots\dots (3.1)$$

$$M_{\max} = 1811 \text{ Kg-cm}$$

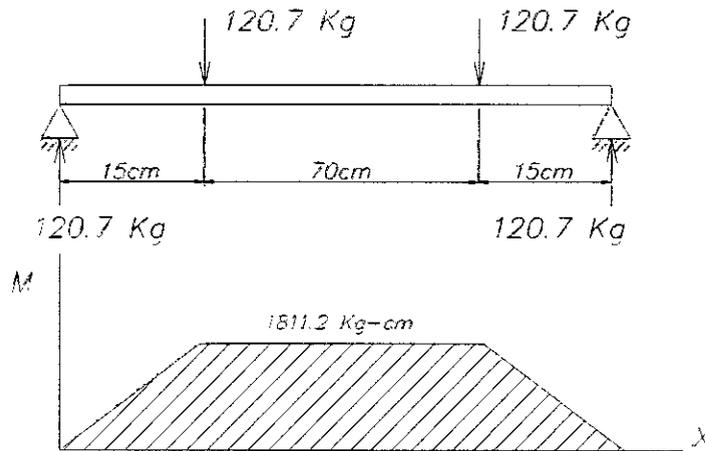


FIG. 3.2 DIAGRAMA DE MOMENTO FLECTOR

Entonces: De tabla N° 07 (ver anexo N° 01)

Acero Estructural ASTM-A36

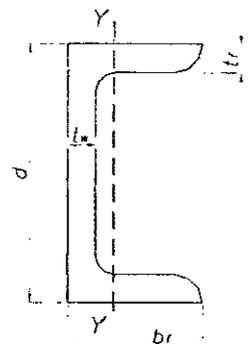
$$S_{\text{req}} = M_{\max} / \sigma_{\text{adm}} \quad \sigma_{\text{adm}} = \frac{\sigma_f}{N} = \frac{248 \text{ MPA}}{2} = 124 \text{ MPa} \quad 1265 \text{ Kg/cm}^2$$

$$S_{\text{req}} = 1811 \text{ Kg-cm} / 1270 \text{ Kg/cm}^2$$

$$S_{\text{req}} = 1.42 \text{ cm}^3 \approx 0.087 \text{ pulg}^3$$

Seleccionamos de tabla N° 02: (ver anexo N° 1)

Perfil C3 x 4.1



S = Área de sección: 0.202 pulg<sup>3</sup>

I<sub>y</sub> = Momento Inercia: 0.197 pulg<sup>4</sup>

t<sub>f</sub> = Espesor del perfil: 0.273 pulg

b<sub>f</sub> = Ancho del perfil: 1.41 pulg

t<sub>w</sub> = Espesor del perfil: 0.170 pulg

d = Altura del perfil: 3 pulg.

$\bar{x}$  = Centro de gravedad del perfil: 0.437 pulg.

### 3.2.2.- VIGA TRANSVERSAL PARA TANQUE DE COMBUSTIBLE Y DINAMOMETRO.

Considerando una carga del dinamómetro  $W_D = 150 \text{ Kg}$

Considerando 5% a fin de absorber vibraciones

$W_D = 150 \times 1.05 = 175.5$  (actúa simétricamente en 2 partes de la Viga)

$$W_D = \frac{175.5}{2} \text{ Kg}$$

$$W_D = 87.75 \text{ Kg}$$

$$W_T = 80 \text{ Kg}$$

$$M_{\max} = R_A X - 80(X-17.5) - 87.75(X-50)$$

$$M_{\max} = 112X - 80(X-17.5) - 87.75(X-50). \dots\dots\dots (3.2)$$

$$M_{\max} = 2902 \text{ Kg-cm}$$

De Tabla N° 07 seleccionamos: Acero estructural ASTM-A36 (Anexo N° 01)

$$S_{req} = M_{max} / \sigma_{adm} = 2902 \text{ Kg-cm} / 1270 \text{ Kg/cm}^2$$

$$S_{req} = 2.29 \text{ cm}^3 \approx 0.139 \text{ pulg}^3$$

Seleccionamos: De Tabla N° 02 (ver anexo N° 01)

Perfil: C3 x 4.1

$$S = 1.10 \text{ pulg}^2$$

$$b_f = 1.41 \text{ pulg.}$$

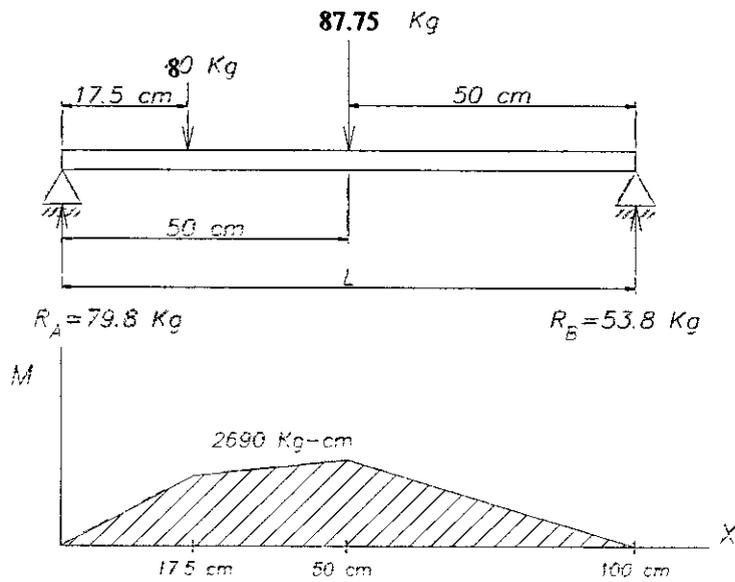
$$T_f = 0.273 \text{ pulg}$$

$$I_x = 1.16 \text{ pulg}^4$$

$$d = 3 \text{ pulg.}$$

$$87.75 \text{ Kg.}$$

$$\bar{x} = 0.437 \text{ pulg.}$$



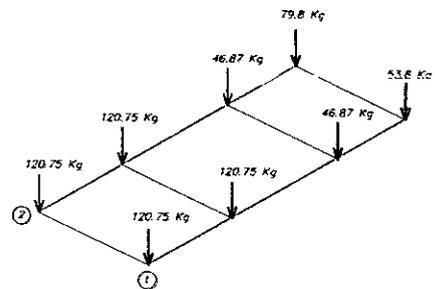
**Fig. 3.3 DIAGRAMA MOMENTO FLECTOR**

### 3.2.3.- VIGA LONGITUDINAL

Trabajamos con la Viga N° 2, por ser la que soporta mas carga.

DEL GRAFICO:

Acero estructural (Tabla N° 07)



ASTM-A36 (ver anexo 01)

$$\sigma_f = 248 \text{ MPA}$$

$$F.S. = 2$$

$$\sigma_{adm} = \frac{\sigma_f}{F.S.} = \frac{248}{2} = 124 \text{ MPA}$$

$$\sigma_{adm} = 1265 \text{ Kg/cm}^2$$

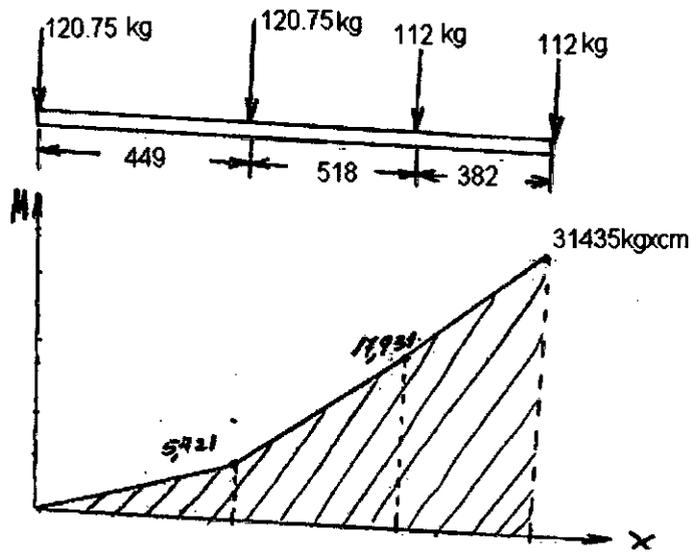


FIG. 3.4 DIAGRAMA DE MOMENTO FLECTOR

Luego:

$$M_{MAX} = 120.75 X + 120.75(X - 449) + 112(X - 967) \quad \dots\dots\dots (3.3)$$

$$M_{MAX} = 31,435 \text{ Kg x cm}$$

Entonces :

$$S_{REQ} = \frac{M_{MAX}}{\sigma_{adm}} = \frac{31,435}{1265} = 24 \text{ cc} = 1.4 \text{ pulg}^3$$

De Tabla (ver anexo 01)

Elegimos 2 perfiles: C4 x 5.4

$$bf = 1.584 \text{ pdg}$$

$$I_x = 3.85 \text{ pulg}^4$$

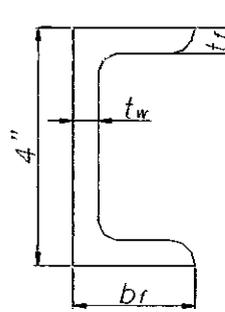
$$d = 4 \text{ pulg.}$$

$$t_w = 0.184 \text{ pulg.}$$

$$t_f = 0.296 \text{ pulg}$$

$$S_x = 1.93 \text{ pulg}^3$$

$$X = 0.458 \text{ pulg}$$



### 3.3.- CALCULO DEL SOPORTE DEL MOTOR

$$W \text{ motor} = 483 \text{ Kg.}$$

Como el soporte esta a la mitad del motor, entonces tomaremos:

$$W = W_{\text{MOTOR}} / 4$$

Para diseñar el soporte.

$$W = 483 / 4 = 120.75 \text{ Kg.}$$

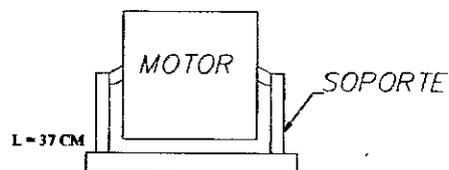


FIG. 3.5 SOPORTES DEL MOTOR

Luego la carga a soportar cada soporte será de 120.7 Kg. Con una longitud de 37 cm.

Asumimos un perfil: C3 X 4.1 lib/pie, ACERO ASTM -A36 de Tabla N° 02 (ver anexo N° 01)

A = Área de la sección de perfil: 1.21 pulg<sup>2</sup>

b<sub>f</sub> = Ancho de perfil: 1.41 pulg.

t<sub>f</sub> = Espesor del perfil: 0.273 pulg

t<sub>w</sub> = Espesor del perfil: 0.170 pulg

EJE XX: I<sub>x</sub> = 166 pulg<sup>4</sup>

S<sub>x</sub> = 1.10 pulg<sup>3</sup>

N<sub>x</sub> = 1.17 pulg.

EJE YY: I<sub>y</sub> = 0.197 pulg<sup>4</sup>

S<sub>y</sub> = 0.202 pulg<sup>3</sup>

N<sub>y</sub> = 0.404 pulg

E = 2.03X10<sup>6</sup> Kg/cm<sup>2</sup> (Modelo de elasticidad del material)

S<sub>y</sub> = 2480 Kg/cm<sup>2</sup> 8Esfuerzo de fluencia del material

### **CALCULOS:**

Para columna soldada y articulada en un extremo K = 0.7

### **RAZÓN DE DELGADEZ (λ)**

$$\lambda = \frac{KL}{r_{\min}} = \frac{(0.7)(37/2.54) \text{ pulg}}{0.404 \text{ pulg}} = 25$$

### **RAZÓN DE TRANSICIÓN (Cc)**

$$C_c = \sqrt{\frac{2\pi^2 E}{\delta_y}} = \sqrt{\frac{2\pi^2 (2.03 \times 10^6 \text{ Kg/cm}^2)}{0.40 \text{ Kg/cm}^2}} = 127$$

COMO  $\frac{KL}{r} < C_c \Rightarrow$  Columna Intermedià

LUEGO POR JOHNSON:

$$P_{CN} = A x \delta_y \left[ 1 - \frac{\delta_y (\lambda)^2}{4\pi^2 E} \right] \dots\dots\dots (3.4)$$

$$P_{cr} = (7.8 \text{ cm}^2)(2480 \text{ Kg/cm}^2) \left[ 1 - \frac{(2480 \text{ Kg/cm}^2)(25)^2}{4\pi^2 (2.03 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2)} \right]$$

$$P_{cr} = 18976 \text{ Kg.}$$

- FACTOR DE SEGURIDAD (F.S)

$$F_s = \frac{5}{3} + \frac{3}{8} \left( \frac{\lambda}{C_c} \right) - \frac{1}{8} \left( \frac{\lambda}{C_c} \right)^3 \dots\dots\dots (3.5)$$

$$F_s = \frac{5}{3} + \frac{3}{8} \left( \frac{25}{127} \right) - \frac{1}{8} \left( \frac{25}{127} \right)^3$$

$$F_s = 2$$

Luego:

$$P_{adm} = \frac{P_{cr}}{F.S.} = \frac{18976 \text{ Kg}}{2}$$

$$P_{adm} = 9488 \text{ Kg}$$

Se debe cumplir.

$$P_{cr} < P_{adm} \rightarrow \text{okey}$$

### 3.4.- CALCULO Y DISEÑO DEL TANQUE DE COMBUSTIBLE.

#### 3.4.1.- CONSIDERACIONES DEL DISEÑO:

- El motor requiere de un flujo másico de combustible de 17.7 Kg/s (características del Motor)
- Son necesario de 2 horas de trabajo, para la realización de las experiencias.
- La atención será de 4 grupos horarios (15 alumnos por grupo)

$$\text{Luego: } m_c = \rho_c \times \dot{V}_c. \quad \dots\dots\dots (3.6)$$

$$\dot{V}_c = \frac{m_c}{\rho_c} = \frac{17.7 \text{ Kg/H}}{860 \text{ Kg/cm}^3}$$
$$\dot{V}_c = 0.020 \text{ m}^3 / \text{H}$$

EL VOLUMEN REQUERIDO SERÁ:

$$V = 0.020 \text{ m}^3/\text{H} \times 2 \text{ Hora} \times 4$$

$$V = 0.16 \text{ m}^3 \text{ <> } 42 \text{ galones}$$

EL DIMENSIONAMIENTO SE HARÁ:

$$V = \frac{\pi}{4} \phi^2 H \quad \text{Asumiendo } \phi = 500 \text{ mm}$$

$$0.16 = \frac{\pi}{4} (0.5)^2 H$$

$$H = 814 \text{ mm} = 81.4 \text{ cm}$$

Además se considera 10cm de margen de instalación de los accesorios previstos.

$$H_{\text{TOTAL}} = 81.48 + 10 = 91.48 \text{ cm} \approx 92 \text{ cm}$$

Luego:  $D = 50 \text{ cm.}$

$H = 92 \text{ cm.}$

El volumen ocupado del liquido de prueba es aproximadamente 80%.

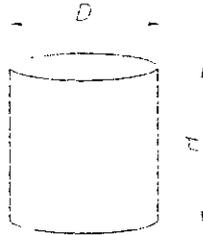


FIG. 3.6 Tanque volumétrico

### 3.4.2.- CALCULO DEL ESPESOR DEL CILINDRO.

Para paredes delgadas:

$$t_m = \frac{P \times D}{2(SE + 0.4P)} + C \quad \dots\dots\dots (3.7)$$

Donde:

$\gamma = \text{Densidad combustible} = 860 \text{ Kg/m}^3$

$P = \text{presión interna} = \gamma \cdot H + P_o = 860 \times 0.92 + 1.02 = 1.099 \text{ Kg/cm}^2$

$D = \text{diámetro interno} = 50 \text{ cm}$

$E = \text{eficiencia de la soldadura} = 0.6 \text{ (asumido)}$

$C = \text{factor por corrección} = 1/16'' \approx 0.1587 \text{ cm}$

$S = \text{esfuerzo de diseño del material (máximo admisible) A-36}$

$S = 2000 \text{ Kg/cm}^2$

$0.4 = \text{coeficiente para aceros a menos de } 400^\circ\text{C}$

$t_m$  = espesor mínimo admisible.

$$t_m = \frac{1.09912 \times 50}{2(2000 \times 0.6 + 0.4 \times 1.09912)} + 0.1587$$

$$t_m = 0.1815 \text{ cm, asumimos } t_m = 1/8$$

Para ser considerado como recipiente de pared delgada, tenemos :

$$\frac{t}{D_i} = \frac{t}{D - 2t} < 0.07 \quad \text{-----} \quad (3.8)$$

Entonces:

$$\frac{t}{D_i} = \frac{0.3175}{50 - 2(0.3175)} < 0.07$$

$$0.0064 \ll 0.07 \quad \text{Ok!!!}$$

$$P < 0.385 \text{ SE} \quad \text{-----} \quad (3.9)$$

$$P < 0.385 \times 2000 \times 0.6$$

$$0.0705 < 462 \quad \text{-----} \quad \text{Ok!!!}$$

Siendo la presión máxima a verificar en consecuencia a soportar:

$$P_{\text{max adm}} = \frac{2t \times SE}{D - 0.8t} \quad \text{-----} \quad (3.10)$$

$$P_{\text{max adm}} = \frac{2 \times 0.3175 \times 2000 \times 0.6}{50 - 0.8 \times 0.3175} = 15.31 \text{ Kg/cm}^2$$

Entonces verificando esfuerzos en el cuerpo cilíndrico.

$$\sigma_c = \frac{P \times D}{2t} = \frac{1.09912 \times 50}{2(0.3175)} = 86.5 \text{ Kg/cm}^2 \text{ (esfuerzo circunferencial)}$$

$$\sigma_l = \frac{P \times D}{4t} = \frac{1.09912 \times 50}{4 \times 0.3175} = 43.2 \text{ kg/cm}^2 \text{ (esfuerzo longitudinal)}$$

Siendo mucho menor que el admisible del material =  $0.3 \times 2000 = 600$  Kg/cm<sup>2</sup>

### 3.4.3.- CALCULO DE LA BASE INFERIOR DEL TANQUE VOLUMETRICO.

De acuerdo a la norma ASME, para tapas planas soldadas se tiene:

$$t = d \times \sqrt{\frac{KP}{P_i}} \text{ ----- (3.11)}$$

Donde:

t = espesor de la tapa.

d = diámetro interior =  $D_{\text{ext}} - 2t = 50 - 2(0.3175) = 49.36 \text{ cm}$

$P_i$  = presión máxima admisible del material a compresión.

$P_i = 0.45 \times 2000 = 900 \text{ Kg/cm}^2$

K = 0.5

Luego:

$$t = 49.36 \times \sqrt{\frac{0.5 \times 1.09912}{900}} = 1.219 \text{ cm} = 7/16''$$

Por tanto asumiremos  $t = 7/16''$

**Concluyendo que :**

Con  $t_{\text{min adm}}$  cilindro de 1/8" y tapa base de 7/16".

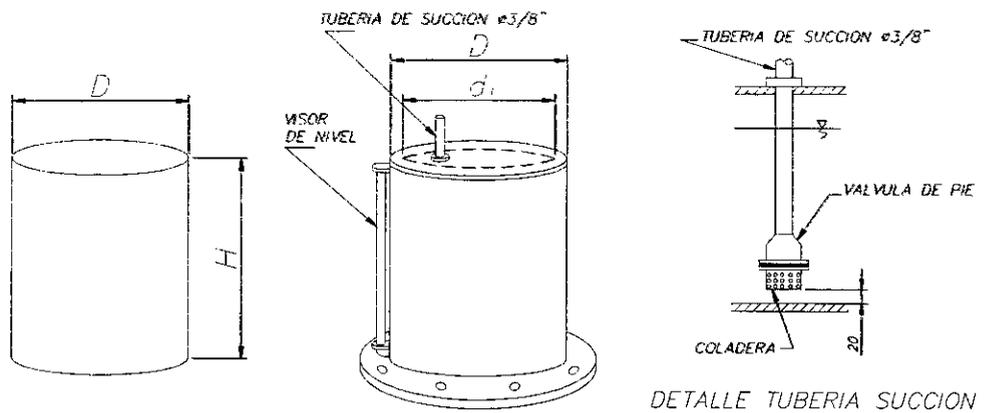
Se recomienda:

$$t_{\text{cilindro}} = 1/8''$$

$$t_{\text{base inferior}} = 7/16'' \quad (\text{con margen } \phi_{\text{exterior}} = 50 \text{ cm} + 2(2.254))$$

$$\phi_{\text{exterior}} = 55 \text{ cm})$$

### 3.4.4.- CALCULO DEL PESO DEL TANQUE



**FIG. 3.7 COMPONENTES DEL TANQUE VOLUMETRICOS**

Peso del cilindro ( $W_c$ ).

$$W_c = \gamma_{\text{HIERRO}} \times \text{VOL}_{\text{HIERRO}} = \gamma_H \times \pi \times D \times H \times t \quad \dots\dots\dots (3.12)$$

Donde:

$\gamma_H$  = peso específico de la plancha = 7800 Kg/m<sup>3</sup>

D = diámetro externo del cilindro = 0.5 mt.

H = altura total del tanque = 0.92 mt.

t = espesor de diseño de la plancha = 1/8''

Luego :

$$W_C = 7800 \times \pi \times 0.5 \times 0.92 \times 0.0031 = 26.8 \text{ Kg}$$

**Peso de la tapa del cilindro:**

a) Base inferior :  $W_{bi}$

$$W_{bi} = \frac{\pi D^2}{4} \times t \times \gamma_H = \frac{\pi}{4} \times (0.55)^2 \times 0.010 \times 7800 = 5.7 \text{ Kg}$$

b) Tapa superior :  $W_{ts}$

$$W_{ts} = \frac{\pi \gamma_H}{4} \times D^2 \times t = \frac{\pi}{4} \times (0.55)^2 \times 0.0031 \times 7800 = 5.1 \text{ Kg}$$

Donde:

$$D_{ts} = D_{T VOL} + 2 \text{ margen} = 50 + 2(1) = 52 \text{ cm}$$

**ENTONCES EL PESO TOTAL DEL CILINDRO**

$$W_T = W_C + W_{bi} + W_{ts}$$

$$W_T = 26.8 + 5.7 + 5.1 = 37.6 \text{ Kg}$$

**Y ESTIMANDO ACCESORIOS EN UN 5%.**

$$W_T = 37.6 \times 1.05 = 39.4 \text{ Kg}$$

### 3.4.5.- CALCULO DEL PESO DEL LIQUIDO ( $W_{D2}$ )

$$W_{D2} = \gamma_{D2} \times Vol = 860 \text{ Kg/m}^3 \times 160 \text{ Lt} \times 1\text{m}^3/1000 \text{ Lt}$$

$$W_{D2} = 137 \text{ Kgr.}$$

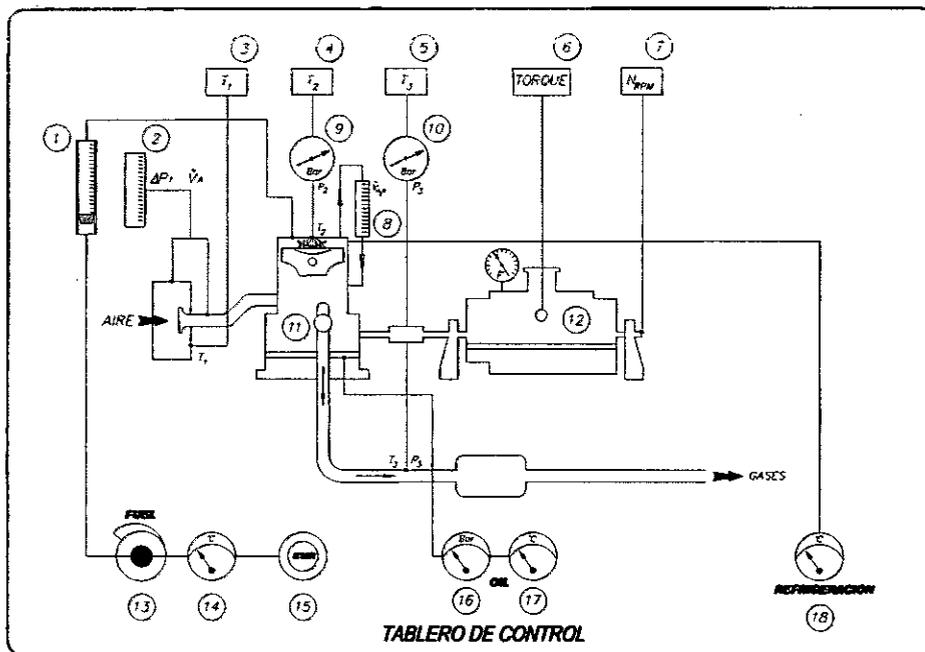
#### EN CONSECUENCIA:

Peso total del tanque volumétrico con  $D_2$  (incluido accesorio).

$$W = W_T + W_{D2} = 39.4 + 137$$

$$W = 176 \text{ Kg}$$

### 3.5.- CALCULO DEL SOPORTE DEL TABLERO DE MANDO Y CONTROL.



#### LEYENDA:

- 1.- ROTAMETRO DE CAUDAL DE COMBUSTIBLE.
- 2.- MANOMETRO DIFERENCIAL DE PRESION.
- 3.- TERMOMETRO DE AIRE, DIGITAL.
- 4.- TERMOMETRO DE CAMARA DE COMBUSTION DIGITAL.
- 5.- TERMOMETRO DE GAS DE ESCAPE DIGITAL.
- 6.- DINAMOMETRO.
- 7.- TACOMETRO DIGITAL.
- 8.- ROTAMETRO DE CAUDAL DE AGUA.
- 9.- MANOMETRO DE CAMARA DE COMBUSTION.
- 10.- MANOMETRO DE PRESION DE GAS DE ESCAPE.
- 11.- MOTOR ISUZU - 4BC2, DIESEL.
- 12.- FRENO HIDRAULICO, FROUDE.
- 13.- REGULADOR DE COMBUSTIBLE.
- 14.- INTERRUPTOR DE ARRANQUE.
- 16.- TERMOMETRO DE ACEITE.
- 17.- MANOMETRO DE ACEITE.
- 18.- TERMOMETRO DE AGUA, ENTRADA Y SALIDA DEL MOTOR.

FIG. 3.8

Tomando en cuenta las consideraciones y criterios generales de diseño para el banco, entre las que destacan cargas, estatura y comodidades para los usuarios, se desarrollo el siguiente tablero de control:

Con capacidad holgada para manómetros, termómetros digitales, rotámetros, tacómetro, medidores de caudal de aire.

Considerando 2 planchas acrílicas de 1/8" de espesor por 70cm de altura y 180 cm de longitud.

Luego:

Considerando un 15% por accesorio de las 2 planchas (cada plancha acrílica tiene un peso de 15 Kg)

$$W_{TC} = 15\% \text{ de } 30 \text{ Kg}$$

$$W_{TC} = 4.5 \text{ Kg}$$

$$W_{TOTAL} = 30 + 4.5 = 34.5 \text{ Kg}$$

Luego:

$$W_{soporte} = W_{TOTAL} / 2 = 34.5 / 2$$

$$W_{soporte} = 17.25 \text{ Kg}$$

Luego :

Columna con extremo superior libre y empotrado en la parte inferior.

$$L = 70 \text{ cm}$$

$$\delta_y = 35 \text{ Ksi} = 2466 \text{ Kg/cm}^2 \text{ (esfuerzo de fluencia)}$$

$$E = 10.1 \times 10^6 \text{ Psi} = 7101310 \text{ Kg/cm}^3 \text{ (Módulo de elasticidad)}$$

$$F = 17.25 \text{ Kg}$$

Tomando un perfil cuadrado 2x2x ¼", según ASME – A153, TABLA N° 3 (VER ANEXO N° 01)

Area = Área del perfil: 1.59 pulg<sup>2</sup>

Peso x pie = 5.41 Lb

I<sub>xx</sub> = Momento de inercia: 0.766 pulg<sup>4</sup>

r<sub>y</sub> = Radio de giro. 0.694 pulg

I<sub>yy</sub> = Momento de inercia: 0.766 pulg<sup>4</sup>

r<sub>x</sub> = Radio de giro: 0.694 pulg

Donde:

F = FUERZA

A = ÁREA DE LA SECCIÓN CUADRADA

C<sub>c</sub> = RAZÓN DE TRANSICIÓN

$\lambda$  = RAZÓN DE DELGADEZ

F.S. = FACTOR DE SEGURIDAD

$\delta_d$  = ESFUERZO ADMISIBLE

F.E. = FACTOR DE EULER

M = MOMENTO MÁXIMO

$$\frac{F}{A} = \frac{(17.25)(2.2)Lb}{1.59 \text{ pulg}^2} = 23.86 \text{ Lb/pulg}^2 = 1.68 \text{ Kg/cm}^2$$

$$C_c = \sqrt{\frac{2\pi^2 (7.1013 \times 10^6) \text{ Kg/cm}^2}{2466 \text{ Kg/cm}^2}} = 238$$

$$\lambda = \frac{2L}{r_{\min}} = \frac{2 \left( 70 \times \frac{1}{2.54} \right) \text{ pulg}}{0.694 \text{ pulg}} = 79.42$$

Si  $\lambda < C_c = \text{Columna Intermedia}$

Si  $\lambda > C_c = \text{Columna Larga}$

Para nuestro caso.  $\lambda > C_c$ , entonces lo analizamos como columna intermedia.

$$F.S. = \frac{5}{3} + \frac{3}{8} \left( \frac{\lambda}{C_c} \right) - \frac{1}{8} \left( \frac{\lambda}{C_c} \right)^3$$

$$F.S. = \frac{5}{3} + \frac{3}{8} \left( \frac{79.42}{238} \right) - \frac{1}{8} \left( \frac{79.42}{238} \right)^3$$

$$F.S. = 2$$

**LUEGO:**

$$\sigma_a = \frac{\delta_y}{F.S.} \left[ 1 - \frac{1}{2} \left( \frac{\lambda}{C_c} \right)^2 \right]$$

$$\sigma_a = \frac{2466}{2} \text{ Kg/cm}^2 \left[ 1 - \frac{1}{2} \left( \frac{79.42}{238} \right)^2 \right]$$

$$\sigma_a = 1165 \text{ Kg/cm}^2$$

$$F.E. = \frac{12}{23} \cdot \frac{\pi^2}{\lambda^2} \times E$$

$$F.E. = \frac{12}{23} \frac{\pi^2}{(79.42)^2} (7.1013 \times 10^6) \text{ kg/cm}^2$$

$$F.E. = 5791 \text{ kg/cm}^2$$

$$M = W x e = (34.5 \text{ kg})(92.54)$$

$$M = 3192.63 \text{ kg x cm}$$

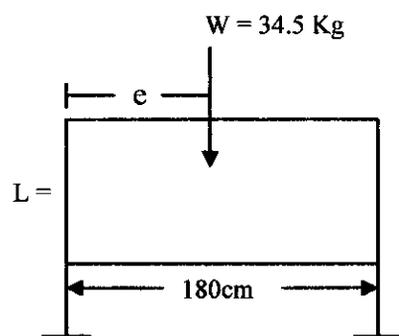


FIG. 3.9 SECCION DEL PERFIL

$$S = \frac{I}{C} = \frac{0.766}{1}$$

$$S = 0.766 \text{ pulg}^3$$

$$S = 12.55 \text{ cc}$$

Luego: debe cumplirse que:

$$\frac{\frac{F}{A}}{\sigma_d} + \frac{\frac{M}{S}}{\left(1 - \frac{(F/A)}{F.E.}\right) \times 0.6 \times \sigma_y} \leq 1. \quad \dots \dots \dots (3.13)$$

REEMPLAZANDO:

$$\frac{1.68 \text{ kg/cm}^2}{1165 \text{ kg/cm}^2} + \frac{\frac{3192.63 \text{ Kg} \times \text{cm}}{12.55 \text{ cc}}}{\left[1 - \frac{(1.68 \text{ kg/cm}^2)}{5791 \text{ kg/cm}^2}\right] \times 0.6 \times 2466 \text{ kg/cm}^2}$$

$$0.17 \leq 1$$

### 3.6.- CÁLCULO DEL CORDON DE SOLDADURA EN LA VIGAS.

En el presente diseño se hace uso de soldadura para unir algunos componentes, tal como es el caso de los siguientes elementos:

- La unión de las vigas transversales con la viga longitudinal.
- La unión de los soportes tanto del motor como del freno hidráulico con la viga longitudinal.
- La unión de la estructura metálica con la viga longitudinal.

En la mayor parte de estas uniones la soldadura cumple la función de unir, ya sea que los esfuerzos a los cuales están sometidos las uniones no representan mayor consideración.

Se sabe que los esfuerzos permisibles en uniones soldadas, se toma igual al del metal base, para elementos sometidos a esfuerzos de compresión normal al cordón soldado a tope, que es lo que sucede la mayor parte de las uniones soldadas mencionada anteriormente.

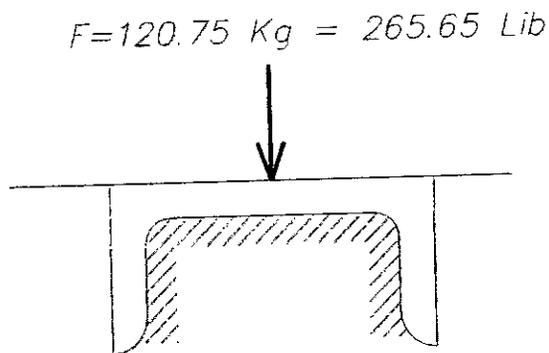
Realizada las consultas con personal especializado en soldadura se recomienda para el presente diseño utilizar electrodos E-6011.

**TABLA C**

<b>ESPESOR DE LA PLANCHA MAS GRUESA EN PULG (t)</b>	<b>TAMAÑO MÍNIMO DEL CORDON DEL FILETE EN PULG (W)</b>
$t \leq 1/4$	$w = 1/8$
$1/4 < t \leq 1/2$	$w = 3/16$
$1/2 < t \leq 3/4$	$w = 1/4$

**CORDON DE SOLDADURA EN LAS VIGAS:**

$$F = 120.75 \text{ KG} = 265.65 \text{ Ub.}$$



**FIG. 3.10 CORDON DE SOLDAURA**

Para un electrodo E-6011  $\rightarrow S_w = 9600 \text{ psi}$

Tamaño del cordón de soldadura "W", según código AWS.

F = carga de corte directa = 265.65 libra

Se sabe que los esfuerzos permisibles en uniones soldadas, se toma igual al del metal base, para elementos sometidos a esfuerzos de compresión normal al cordón soldado a tope, que es lo que sucede la mayor parte de las uniones soldadas mencionada anteriormente.

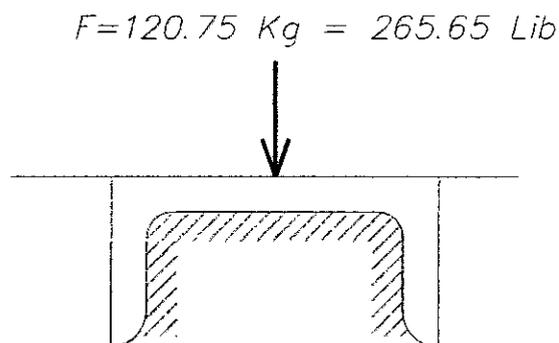
Realizada las consultas con personal especializado en soldadura se recomienda para el presente diseño utilizar electrodos E-6011.

**TABLA C**

<b>ESPESOR DE LA PLANCHA MAS GRUESA EN PULG (t)</b>	<b>TAMAÑO MÍNIMO DEL CORDON DEL FILETE EN PULG (W)</b>
$t \leq 1/4$	$w = 1/8$
$y_4 < t \leq 1/2$	$w = 3/16$
$y_2 < t \leq 3/4$	$w = 1/4$

**CORDON DE SOLDADURA EN LAS VIGAS:**

$$F = 120.75 \text{ KG} = 265.65 \text{ Ub.}$$



**FIG. 3.10 CORDON DE SOLDAURA**

Para un electrodo E-6011 →  $S_w = 9600 \text{ psi}$

Tamaño del cordón de soldadura "W", según código AWS.

F = carga de corte directa = 265.65 libra

$L_w =$  longitud de cordón de soldadura = 4.934 pulg

$$f_w = \frac{F}{L_w} = \frac{265.65 \text{ lib}}{4.93 \text{ pulg}}$$

$f_w = 53.81$  lib/pulg.

$$W = \frac{f_w}{S_w} = \frac{53.81 \text{ Lib / pulg}}{9600 \text{ Lib}}$$

$W = 0.0056$  pulg.

Según tamaño mínimo de cordón de filete, no debe exceder del espesor de la plancha más delgada.

Para casos prácticos no es aplicable este tamaño de cordón, mejor usar un tamaño de soldadura  $W = 1/8''$

### **3.7.- SELECCION DE LOS DISPOSITIVOS DE MEDICIÓN Y CONTROL.**

La medida del caudal es junto con la medida de presión y temperatura la que se realiza con mayor frecuencia en los laboratorios de ensayo e investigación, necesarios entre otras aplicaciones para el control y regulación de sus respectivos procesos.

**TERMOMETROS.-** Selección:

#### **a) TEMPERATURA DEL AIRE AL INGRESO DEL MOTOR.**

Considerando la temperatura del aire a la entrada de 25°C en verano y 18°C en invierno, seleccionamos un termómetro Bourdon circular cuya características son: (ANEXO -2)

**d) TEMPERATURA DEL COMBUSTIBLE.**

Dado que el combustible se encuentra almacenado en un deposito especialmente diseñado (ver diseño del tanque volumétrico).

Siendo la temperatura promedio de 24°C por lo cual optamos por un termómetro tipo BOURDON CIRCULAR cuya característica son: (ANEXO-2)

TERMOMETRO DE DISTANCIA

MARCA : ARMATHERM

RANGO : 0 a 100°C

**e) TEMPERATURA DEL ACEITE DEL MOTOR.**

La temperatura del aceite alcanza valores entre 40 a 100°C.

Seleccionamos un Termómetro tipo BOURDON CIRCULAR cuya características son: (anexo-2)

TERMOMETRO DE DISTANCIA

MARCA : ARMATHERM

RANGO : 0 a 120°C.

**MANOMETROS.- Selección :**

**f) MANOMETRO DE PRESION DE ACEITE.**

Dado que la presión de aceite del motor diesel esta dentro del rango 4 @ 6 bar.

- MODELO: R WEGER
- RANGO: 0 A 50°C

**b) TEMPERATURA DEL AGUA A LA SALIDA Y ENTRADA AL MOTOR.**

Considerando la temperatura del liquido refrigerante a la salida del motor de 82°C, tomando en cuenta la caída de temperatura del liquido en el radiador de  $\Delta T \geq 8^\circ\text{C}$  a  $10^\circ\text{C}$ , optamos por un termómetro de indicador digital con conmutador para seleccionar cuya características son: (ANEXO 2)

TERMOMETRO DE DISTANCIA

MARCA : ARMATHERM

RANGO : 0 a 120°C.

**c) TEMPERATURA DE LOS GASES DE ESCAPE.**

La temperatura de los gases de un motor diesel varía entre 450 @ 600°C, por lo cual optamos en seleccionar un termómetro de indicador digital cuya características son: (ANEXO -2)

MODELO : SD - 15 PARA CONEION CON TERMOCUPLAS K.

RANGO Y TIPOS:

0 a 1200°C TIPO K.

Optamos por un manómetro BOURDON CIRCULAR cuya característica son:  
(ANEXO-2)

MANOMETRO: CLASE 1.6

ROSCA HORIZONTAL: ¼"

RANGO : 0 a 7 Bar

$\phi = 63 \text{ mm ( 2.5" )}$

**g) TACOMETRO .-** Selección.

Puesto que la máxima revolución del motor ISUZU-4BC2 es de 3500 rpm,  
optamos un tacómetro digital cuya características son: (ANEXO-2)

RANGO : 0 a 5000 RPM

MARCA : MOD – TUDIT.

**h) CAUDAL DE COMBUSTIBLE.-** Selección.

El caudal de combustible alcanza un valor entre 0 a 20 Lit/h, lo cual  
permite seleccionar un rotámetro cuya características son: (ANEXO-2)

MODELO : 2300 MEDIDOR DE CAUDAL.

$$\text{LUEGO: } C_{ec} = \frac{\dot{m}_c}{w_e} = \frac{\rho_c \times \dot{V}_c}{W_e}$$

$$\dot{V}_c = \frac{(224 \text{ gr})(74.6 \text{ kw})}{KW \times H \times 860 \text{ kg} / m^3}$$

$$\dot{V}_c = 19 \text{ Li} / H$$

## CONSIDERACIONES.

Para el motor cuya potencia efectiva es de 74.6 KW

El Rango del consumo específico de combustible es de (210-238)

$$\frac{gr}{Kw \times H}$$

RANGO : 0.1 L/H a 1000L/H

MATERIAL : AISI - 316 - PVC, PTFE

LONGITUD : 165 - 390 mm.

PRESION : 10 a 20 BAR.

### i) MEDIDOR DE FLUJO DE AIRE.

$$\frac{ra/c}{m_c} = \frac{\dot{m}_c}{m_c} = \dot{m}_a = ra/c \times m_c$$

$$\dot{m}_a = 14.45 \frac{Kg \text{ aire}}{Kg \text{ comb}} \times 17 \frac{Kg \text{ comb}}{H}$$

$$\dot{m}_a = 245.64 \text{ Kg }^{aire} / H$$

Luego:

$$\dot{V}_{aire} = \frac{\dot{m}_a}{\rho_a} = \frac{245.64 \text{ Kg} / H}{1.02 \text{ Kg} / m^3}$$

$$\dot{V}_{aire} = 233.9 m^3 / H = 3,898 \text{ Lit} / \text{min}$$

**Seleccionamos:**

Un medidor de placa de orificio y manómetro diferencial de presión.

- para conductos de 3" a 6" de diámetro exterior.
- Tomamos  $\phi = 6''$  y espesor de placa 1/8"
- La Asme recomienda: Diámetro de Orificio no debe exceder la quinta parte del  $\phi$  del conducto

Luego tenemos las siguientes características.

- Diámetro exterior = 6"
- Espesor de placa = 1/8"
- Diámetro interior de orificio = 1.9"
- Longitud del conducto = 16"

#### j) CAUDAL DE AGUA EN EL MOTOR.-

Sabemos:  $Q_{REF} = (12 - 30)\% \dot{Q}_{TOTAL}$

$$\frac{30}{100} (98.15 \text{ KW}) = \dot{m}_{H_2O} \times C_{e_{H_2O}} \times (T_s - T_e)$$

$$\frac{30}{100} (98.15 \text{ kw}) = \dot{m}_{H_2O} \times \left( 4.195 \frac{\text{KJ}}{\text{Kg}^\circ \text{K}} \right) (10) \text{K}$$

Luego:

$$\dot{V}_{H_2O} = \frac{\dot{m}_{H_2O}}{\rho_{H_2O}} = \frac{0.7 \text{ Kg/s}}{970 \text{ Kg/m}^3}$$

$$\dot{V}_{H_2O} = 7.2 \times 10^{-4} \text{ m}^3 / \text{s}$$

$$\dot{V}_{H_2O} = 2.5 \text{ m}^3 / \text{H} \quad (2500 \text{ Li/H})$$

## SELECCIÓN DEL ACOPLAMIENTO TIPO CARDAN.

Tenemos según datos técnicos del motor ISUZU:

$$\text{Torque} = 23.5 \text{ Lib x pie} = 3.2 \text{ Kgf x m}$$

$$N = 2200 \text{ RPM}$$

Del catalogo, hoja 264 (Atlas de Máquinas, edit. CEAC), acoplamientos de transmisión, obtenemos las siguientes características: (ANEXO-2)

$$M_{NO} = 4 \text{ Kgf-m}$$

$$D = 75 \text{ mm}$$

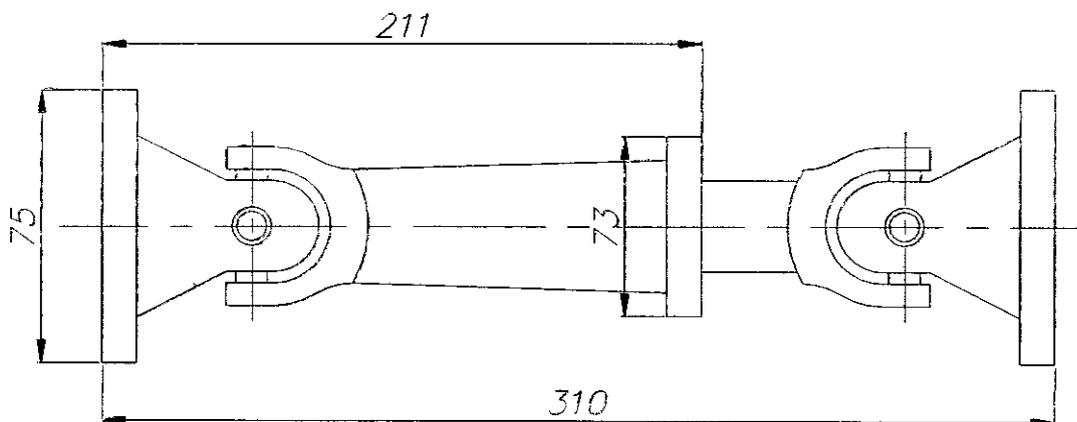
$$D_1 = 70 \text{ mm}$$

$$D_2 = 73 \text{ mm}$$

$$d = 25.4 \text{ mm}$$

$$L = 310 \text{ mm}$$

$$t = 211 \text{ mm}$$



**FIG. 3.11 JUNTA UNIVERSAL**

### **3.9.- CONSIDERACIONES Y SELECCIÓN DEL TIPO DE ACOMPLAMIENTO**

#### **CONSIDERACIONES:**

Para la selección de estos elementos de acople se ha tomado en cuenta las siguientes consideraciones:

- a) Facilidad de instalación y montaje.
- b) Fácil mantenimiento, garantizando de este modo un mayor vida útil al conjunto.
- c) Adecuada resistencia a las condiciones de trabajo, considerando una potencia de 100HP y revoluciones de 3500 rpm y un torque de 23.5 Libxpie
- d) Es difícil obtener una verdadera alineación de los ejes de los árboles conectados entre si, debido a causa de asentamiento de las cimentaciones, deformación desigual de los soportes. Seleccionándose para dicho fin las Juntas Universales ( Junta de Cardan ).
- e) Un desalineamiento angular entre 3° y 5° prohíbe el uso de acoplamientos rígidos, flexibles metálicos, de engranes, de resorte, Schmidt, de fluido; excepto bajo pares muy pequeños de torsión normalmente se seleccionan Juntas Universales para grandes pares y ángulos intermedio de intersección entre ejes.

**SELECCIÓN DE LAS UNIONES ATORNILLADAS PARA LA BRIDA DE ACOPLAMIENTO, TIPO CARDAN.**

Tenemos : Torque = 23.5 Lib-pie = 31.39 N-m

Luego :

$$F_{Si} = \frac{T \times C_i}{C_j^2} \dots\dots\dots (3.14)$$

Donde:

$F_{Si}$  = carga de corte en el perno.

T = momento torsor actuante.

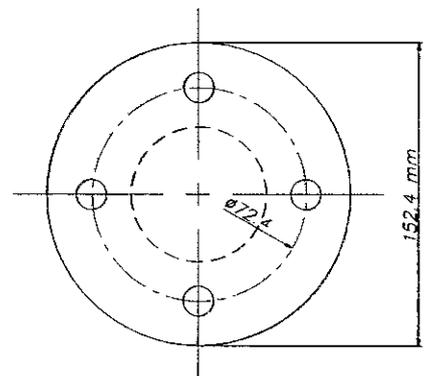
$C_i$  = distancia del centro de gravedad de los pernos a un perno.

$C_j$  = distancia del centro de gravedad de los pernos a un perno cualesquiera.

Como la base es circular, por lo tanto la distancia  $C_i$  y  $C_j$ , resultan ser iguales.

$$F_{Si} = \frac{31.39N - m \times 0.0362m}{0.0362^2 m^2}$$

$$F_{Si} = 867 \text{ N.}$$



**FIG. 3.12 BRIDA DE ACOPLER**

Distribución de los pernos en la brida.

$$F_e = \sqrt{F_t^2 + 4F_s^2}$$

$$F_e = 2 F_c$$

$$F_e = 2 (867) = 1734 \text{ N.}$$

### Cálculo del área de esfuerzo.

Formula de Seatons & Routhewaite.

$$As = \left( \frac{6Fe}{Sy} \right)^{2/3} \dots\dots\dots (3.15)$$

para : db < φ1 ¾ pulg.

$$db = \phi \text{ perno}$$

Asumiendo un sae grado 2, bajo y medio carbono.

Características:

TABLA: Especificación SAE para materiales de pernos (ANEXO N° 01)

φ	Sy (kg/mm <sup>2</sup> )	Sr (kg/mm <sup>2</sup> )
¼" @ ½"	38.7	48.6
9/16" @ ¾"	36.6	45.1
7/8" @ 1 ½"	19.7	38.7

Tomamos : Perno de 7/16".

$$As = \left( \frac{6(176.7)Kg}{38.7Kg / mm^2} \right)^{2/3}$$

$$As = 9.08 \text{ mm}^2$$

De tabla #1 y 5 : especificaciones SAE para pernos, del manual Diseño de Elementos de Máquinas, Hori.

Rosca gruesa, estándar Americano.

$$\phi_{\text{NOMINAL}} = 7/16"$$

$$\text{Hilo / pulg} = 14$$

Luego : área de esfuerzo = 68.59 mm<sup>2</sup>

$$AS_{\text{calculada}} < AS$$

$$9.08 < 68.59 \dots\dots\dots\text{Ok!!}$$

**Torque de ajuste para pernos no lubricados (seco) y para metal uniones metal-metal.**

$$T = 0.20 F_i \times d \dots\dots\dots (3.16)$$

$$T = 0.20 (176.7 \text{ Kg})(7/16 \text{ pulg})$$

$$T = 0.20 (388.74 \text{ Lib})(7/16 \text{ pulg})$$

$$T = 15.46 \text{ Lib} \times \text{pulg}$$

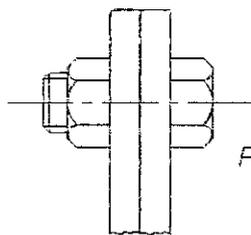
**En conclusión usaremos :**

4 pernos de 7/16" - 14 UNC, SAE grado 2, acero SAE 1020.

Torque de ajuste = 15.46 Lib-pulg.

Unión atornillada de la brida de acople con el freno hidráulico y el motor.

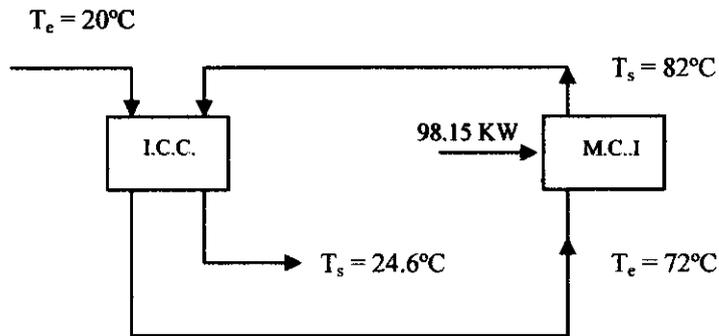
Perno 7/16" - 14 UNC - SAE grado 2.



PERNO 7/16" - 14 UNC - SAE GRADO 2

**FIG. 3.13 BRIDA DE ACOPE**

### 3.10.- CALCULO Y SELECCIÓN DEL INTERCAMBIADOR DE CALOR



#### Flujo Masico Del Agua Caliente:

Por Maleev:  $\dot{Q}_{\text{pierde el agua}} = (12 a 30)\% \dot{Q}_{\text{total}}$

$$\frac{30}{100} (98.15 \text{ kW}) = \dot{m}_c \times 4.195 \frac{\text{KJ}}{\text{Kg.k}} \times 10 \text{ k}$$

$$\dot{m}_{H_2O} = 0.70 \text{ kg/s}$$

#### FLUJO MASICO DEL AGUA FRIA.

Para un diámetro de tubo = 1" = 0.0254 MT.

$V = (1 a 5) \text{ m/s}$  (para el agua de servicio domestio)

$$V = 3 \text{ m/s}$$

$$\dot{m}_{H_2O} = \rho \times Q = \left( 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) \left( 3 \frac{\text{m}}{\text{s}} \right) \left( \pi / 4 \times (0.0254)^2 \right)$$

$$\dot{m}_{H_2O} = 1.52 \text{ kg/s}$$

**CALCULO DEL FLUJO CALORIFICO, QUE GANA EL AGUA DEL MOTOR.**

$$\dot{Q} = m_c \times C_e \times (T_s - T_e) \dots\dots\dots (3.17)$$

$$\dot{Q} = \left( 0.7 \frac{Kg}{s} \right) \left( 4195 \frac{J}{Kg.K} \right) (82 - 72) K$$

$$\dot{Q} = 29.44 KW$$

**CALCULO DE LA TEMPERATURA DE SALIDA DEL AGUA FRIA.**

Aplicando la primera ley de la termodinámica (FEES) considerando,  $\Delta C_e \approx 0$

$\Delta C_p \approx 0$  y  $\dot{W} \approx 0$

$$\dot{Q}_{GANA\ EL\ AGUA\ FRIA} = \dot{Q}_{PIRDE\ EL\ AGUA\ DEL\ MOTOR}$$

$$m_F \times C_e \times (T_s - T_e) = \dot{Q} \dots\dots\dots (3.18)$$

$$T_s = \frac{\dot{Q}}{m_F \times C_e} + T_e$$

$$T_s = \frac{29.44\ kw}{\left( 1.52 \frac{kg}{s} \right) \left( 4.186 \frac{kJ}{kg^\circ K} \right)} + 20^\circ C$$

$$T_s = 24.6^\circ C$$

AGUA CALIENTE	AGUA FRIA
°(SALIDA DEL MOTOR)	(DE SEDAPAL)
$\dot{m}_c = 0.70 \text{ kg/s}$ $T = 82^\circ \text{C} = 179.6^\circ \text{F}$ $T = 72^\circ \text{C} = 161.6^\circ \text{F}$ $V = 2 \text{ mts/s} = 6.56 \text{ pie/s}$	$\dot{m}_F = 1.52 \text{ kg/s}$ $T = 20^\circ \text{C} = 68^\circ \text{F}$ $T = 24.6^\circ \text{C} = 76.28^\circ \text{F}$ $V = 3 \text{ mt/s} = 9.8 \text{ pie/s}$

**CONSIDERANDO:**

- Se permite una caída de presión de 10 Lib/pulg<sup>2</sup>.
- Se prevé un factor de obstrucción, de tabla 12.

Para agua caliente = 0.001

Para agua fría = 0.003

- Cuando la velocidad excede los 6 pies/s, en los tubos, se dispone para este servicio un intercambiador.

De tabla N° 11 8VER ANEXO N° 01), para la coraza.

$$D_I = 7.981'' = 7 \frac{63}{64}''$$

$$D_E = 8.625'' = 8 \frac{5}{8}''$$

Cedula SCH 40

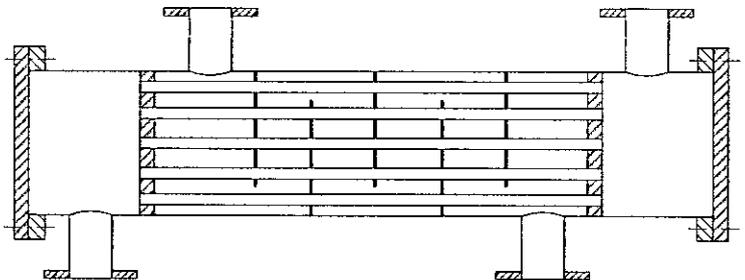
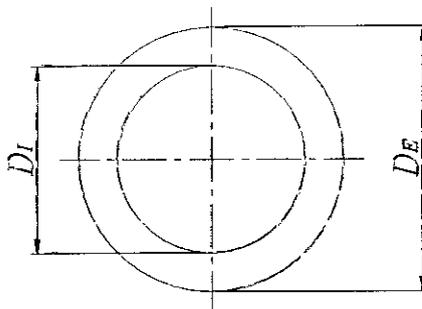


FIG. 3.14 INTERCAMBIADOR CON CABEZAL

FIG. 3.10  
DIAMETRO  
EXTERIOR DELA  
CORAZA



$$e = 0.322'' = 5/16''$$

Tubos con arreglo  
tabla 9.

Nº tubos = 36 , de tabla 9.

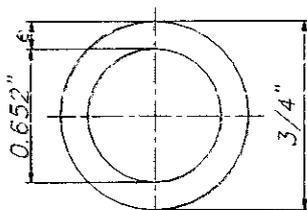


FIG. 3.11 DIAMETRO  
EXTERIOR DE LOS  
TUBOS

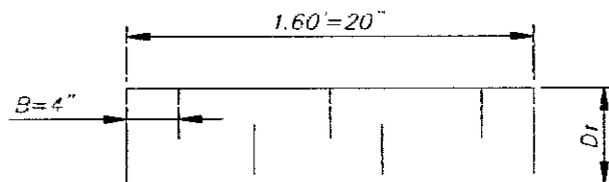


FIG. 3.12 UBICACIÓN DE  
FLECTORES

$$D_T / 5 < B < D_T$$

Lado de la coraza	Lado de los tubos
$D_I = 7.981'' = 7 \frac{63}{64}''$	Nº = 36      longitud = 1.66'
Espaciado de deflectores = 4''	$D_E = \frac{3}{4}''$ BWG = 18
Paso = 1	Paso = $\frac{15}{16}''$ en triángulo.

	Paso = 1
$N+1 = \frac{12xL'}{B''} = \frac{12x1.66'}{4''} = 4 \text{ deflectores}$	

# **CAPITULO IV**

## **CIMENTACIÓN, MONTAJE Y MANTENIMIENTO**

#### 4.1.- ANALISIS DEL SUELO:

Antes de construir las cimentaciones de la UIC ya sea para maquinas muy pesadas y grandes, es necesario realizar una investigación, ya que de acuerdo a la calidad del suelo se decide el tipo de cimentación procurando de ser posible llegar hasta el suelo resistente. Pudiendo la cimentación colocarse sobre una capa de hormigón armado lo suficientemente ancha y gruesa para los casos en que no se encontrase suelo resistente si no hasta una gran profundidad.

Recomendándose además que dicha resistencia sea de **1 Kg/cm<sup>2</sup>**, según un estudio que se llevo el año 1974 de mecánica de suelos por encargo del Consejo Nacional de la Universidad Peruana (CONUP) de entonces.

Destacándose por ser de interés para el proyecto lo siguiente :

- a) La zona donde actualmente se encuentran ubicados los laboratorios de la Facultad de Ingeniería Mecánica, existe " suelo Hormigón" entre los 2.50 y 4.00 mt.
- b) No existe Napa Freatica, de acuerdo a exploraciones efectuadas hasta los 13.5 mt.
- c) Se recomendó que la mínima profundidad de cimentación contados a partir de la superficie libre del terreno sería de 1.50 mt.
- d) La presión de trabajo, presión de diseño o presión admisible del subsuelo de cimentación a la profundidad de 1.50 mt fuera de 1 Kg/cm<sup>2</sup>.
- e) De modo que los elementos cimientos, deben ser diseñados de modo que la presión de contacto sea inferior o cuando menos igual a la presión de diseño,  
( $\sigma_{adm} = 1 \text{ kg/cm}^2$ )

De modo que los elementos cimientos, deben ser diseñados de modo que la presión de contacto sea inferior o cuando menos igual a la presión de diseño, tomándose en consecuencia el valor de  $\sigma_{\text{SUELO}} = 1 \text{ kg/cm}^2$  para las evaluaciones pertinentes en el presente proyecto.

#### **4.2.- CIMENTACION DE LA UNIDAD DE INSTRUCCIÓN EXPERIMENTAL**

- Consideración que toda la UIE, actúa como una sola unidad sobre el cimiento
- Que el peso de la UIE es 1032 Kgr
- Que actúa sobre un área de  $1.00 \times 1.80\text{mt} = 1.80 \text{ m}^2$
- Siendo la carga de:  $1032/ 1.08 = 573 \text{ Kg/m}^2$
- Resistencia del concreto a los 28 días = 3000 Lb/pulg<sup>2</sup>
- $\sigma$  diseño del suelo =  $1 \text{ Kg/cm}^2$
- Peso específico del concreto =  $2400 \text{ Kg/m}^3$

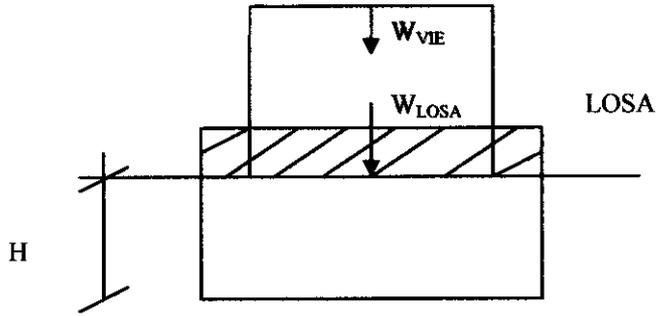
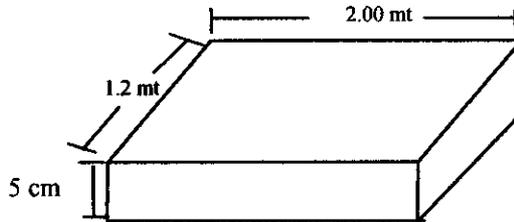


FIG. 4.1.- CIMENTACIÓN

- Peso de la UIE = 1032 Kgr. =  $W_{vie}$

- Peso de la losa



$$W_{losa} = \gamma_{losa} \times \nabla_{concreto} \dots\dots\dots (4.1)$$

$$W_{losa} = 2400 \frac{kg}{m^3} (2 \times 1.2 \times 0.05) m^3$$

$$W_{losa} = 288 kg$$

**Considerando un 5% de sobre carga para absorber convenientemente las vibraciones.**

$$W_{UIE} = 1032 \times 1.05 = 1083 Kgr$$

**Luego:**

$$W_{UIE} + W_{losa} = (H_{cimiento})(\gamma_c)(2 \times 1.2)_{MT}$$

$$1371 = H_{Cl} \times 2400 \frac{kg}{m^3} \times 2.4 m^2$$

$$H_{Cl} = \frac{1371}{5760} = 0.23 mt$$

$$H_{Cl} = 23 cm$$

Peso del cemento: ( $W_{cemento}$ )

$$W_{Ci} = 2400 \frac{kg}{m^3} \times 2 \times 1.2 \times 0.23$$

$$W_{ci} = 1324 kgr$$

Se determina el esfuerzo admisible sobre el suelo ( $\sigma_{ad}$ ) suelo:

$$\sigma_{ads} = \frac{W_{total}}{Area C_{cimiento}} \dots\dots\dots (4.2)$$

$$\sigma_{ads} = \frac{1032 + 288 + 1324}{2 \times 1.2}$$

$$\sigma_{ads} = \frac{2644}{2.4} = 1101 \frac{kg}{m^3} = 0.11 \frac{kg}{cm^2}$$

$$Por\ lo\ tanto: 0.11 \frac{kg}{cm^2} < 1 \frac{kg}{cm^2}$$

Esto es debido a que la carga de compresión es baja comparada con la resistencia del suelo.

Luego:

Dimensiones de la losa:

$L = \text{Longitud de la losa} : 2.00 \text{ m}$

$A = \text{Ancho de la losa} : 1.2 \text{ m}$

$h = \text{Altura de la losa} : 5 \text{ CM}$

$W_L = \text{Peso de la losa} : 288 \text{ kgr.}$

Dimensiones del Cimiento:

$L = 2.00 \text{ MT}$

$A = 1.20 \text{ MT}$

$H = 23 \text{ cm}$

$W_{ci} = 1324 \text{ kgr}$

#### **4.3.- MONTAJE DE LOS COMPONENTES UIE**

##### **MOTOR:**

El motor debe ser instalado en lugares donde no haya material combustible, para evitar que los gases producto de la combustión no produzca incendios, debe estar amortiguada por dos soportes con jebe en la parte superior del soporte sujetado mediante pernos y unido a la viga transversal.

##### **INTERCAMBIADOR DE CALOR**

La alimentación del agua al motor debe ser accionada por un bomba de agua y una válvula de termostato el cual debe aperturarse a la temperatura de salida del agua, para luego ser enfriado por intermedio de un intercambiador

que estará ubicada a un costado del motor y sostenida por dos placas de media luna unida las vigas transversales mediante pernos.

#### **TANQUE DE COMBUSTIBLE:**

El tanque está diseñado para almacenar 40 galones de combustible diesel # 2, provisto de un filtro de combustible en su interior e irá sujeto a la base por pernos de 3/8" x 16 NC - 1 3/4" long. - cabeza hexagonal.

#### **DINAMOMETRO:**

Su fijación a la base está dada por intermedio de pernos 7/16"- 14NC - 1 3/4" long. - cabeza hex. y alineada al motor por medio de acoples tipo Junta Universal.

- Característica de la sala del banco de prueba del motor debe estar correctamente iluminada en la sala del banco, debe existir un adecuado espacio alrededor del banco para permitir la inspección y mantenimiento.
- Deberá contar con adecuados equipos de prevención de fuego.

#### **TUBERIA DE PURGA:**

Una tubería de purga debe instalarse cerca al intercambiador para evitar daños posteriores.

### **CONEXIONES ELECTRICAS:**

Las conexiones eléctricas deben ser instaladas de acuerdo a los códigos eléctricos de la localidad donde se instalan.

Todas las conexiones deben tener un sistema de protección para sobrecargas a fin de proteger al personal de la planta, tanto del motor como del dinamometro.

### **SUMINISTRO DE COMBUSTIBLE:**

Las cañerías de combustible deben seleccionarse de acuerdo a lo recomendado por los fabricantes para asegurar una correcta succión y un buen funcionamiento del equipo.

Todas las líneas deben ser herméticas.

Se deben usar la menor cantidad posible de codos, uniones, válvulas, en el ensamblaje de la línea.

El más leve ingreso de aire, ocasionan arranques pobres, ineficiente operación y combustión.

### **INSTRUMENTOS:**

Los manómetros termómetros, rotametros interruptores de encendido y demás contados Irán acoplados en las planchas acrílicas sostenidos por elementos de unión.

ITEM	NOMBRE DE LA TAREA	DURACIÓN DIAS	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4		
1	Selección de los materiales	6						
2	Corte y soldado de los componentes de la Unidad Experimental	5						
3	Armado de las partes componentes de la Unidad Experimental	4						
4	Montaje e instalación del motor, dinamómetro y tanque de combustible.	2						
5	Montaje e instalación de equipos e instrumentos	2						
6	Prueba de	2						

**4.4.- CRONOGRAMA DE EJECUCION**

#### **4.5.- MANTENIMIENTO**

Destacándose en principio que un mantenimiento adecuado tiene las siguientes ventajas:

- a) Permite aumentar la vida útil del equipo.
- b) Incrementa la posibilidad y confiabilidad del equipo, asegurando el cumplimiento de los programas de trabajo proyectados, garantizando su normal funcionamiento en cualquier instante, "especialmente si se establece la practica de inspeccionar el banco de manera periódica y rutinariamente.
- c) Reduce la probabilidad de incurrir en altos costos indirectos y en consecuencia totales, al evitar fallas importantes a tiempo al detectarse oportunamente.
- d) Se utilizará mano de obra de manera más eficiente, al realizarse mejores reparaciones sin tener que rehacer el mismo por improvisaciones de ultimo momento, y aún cuando el diseño del banco ha sido concebido para funcionar sin mayor mantenimiento dentro del Laboratorio de Mecánica de Fluidos de la UNAC.

Se tiene :

Para fines de mantenimiento del banco de prueba de M.C.I., se le consideraría a este como una máquina constituida por varios componentes (alguno de ellos más susceptibles a fallar que otros) y a fin de garantizar el cumplimiento de los objetivos planteados, se hace necesario que se tomen en cuenta las siguientes consideraciones:

## **1) CONJUNTO MOTOR-DINAMOMETRO.**

### **A) MOTOR DIESEL :**

- © La base fundamental de un correcto mantenimiento, es el riguroso control del sistema de combustible, refrigeración y lubricación, esto evitara las paradas y posteriores reparaciones costosas, que a la final alargada la vida útil del motor y resultara más económica.

#### **a) MANTENIMIENTO DIARIO :**

- © Hágase una completa inspección de la sala de la ubicación del motor y dinamometro, revise las tuberías y válvulas para observar la presencia de fugas, obsérvese si algún elemento (componente) del motor funcionan de manera normal (válvulas, fajas, bomba de agua, etc.)
  - Verifique la lubricación del motor su nivel y el manómetro de presión de aceite.
  - Verifique la lubricación del motor, su nivel y el manómetro de presión de aceite.
  - Verifique el nivel del agua de refrigeración en el radiador.
  - Verifique el estado del electrolito en la batería (acumulador de energía).

- Realizar un lavado interno del motor aplicando presión de agua.
- Después del lavado del motor, examine las superficies para ver si hay picaduras, fisuras.

#### **d) MANTENIMIENTO ANUAL.**

- Revisar la bomba de inyección lineal (regular el caudal y presión del combustible).
- El programa de mantenimiento anual incluye los puntos del chequeo del programa de mantenimiento semestral.
- Cambiar las empaquetaduras (cárter, culata, tapa de balancines).
- Revisar los motores eléctricos y realizar mantenimiento con personal entrenado.
- Revisión y mantenimiento del sistema de alimentación y combustible por técnico autorizado.

#### **B) DINAMOMETRO HIDRAULICO.**

Normalmente requieren de poco mantenimiento, pero pueden tomarse en cuenta las siguientes recomendaciones.

##### **Cada 2 semanas :**

Cuando menos deben limpiarse externamente la carcasa.

##### **Cada 3 a 4 meses :**

Caso de trabajo pesado debe cambiarse los sellos mecánicos, debiendo verificarse este elemento cuidadosamente, además de chequear el alineamiento entre el motor y el dinamómetro.

**Cada 300 horas de trabajo o 4 a 6 meses :**

Lo que sea más frecuente, debido a la humedad de la zona, se debe lubricar periódicamente los rodamientos.

Para lo cual se debe utilizar una grasa de buena calidad, resistente ala agua y apropiada para temperaturas de servicio.

**2) INSTRUMENTACION.**

**A) INSTRUMENTOS DE MEDIDA PERIODICAMENTE :**

- Deben verificarse (conexión de manómetros, termómetros digitales, tacómetros, medidores de caudal) que en las uniones con las cañerías no exista fugas, lo cual debe corregirse en forma inmediata.
- Así mismo se debe verificar que las conexiones de los instrumentos se encuentren en buen estado, debiéndose limpiarse los mismos.
- Según el grado o tipo de experiencia puede determinarse la calibración o no de todos estos instrumentos, observándose a los mismos durante el funcionamiento y reportándose cualquier

## **b) MANTENIMIENTO MENSUAL :**

- Limpie con cuidado el polvo de los controles eléctricos y revise los contactos de los arrancadores.
- Limpie los filtros de combustible y de aceite con la frecuencia que exijan las condiciones (cambiarlos si es necesario).
- Agregar anti-oxidantes al agua del radiador para evitar la formación de caliche.
- Limpie el tanque de combustible, lave posteriormente, compruebe el buen funcionamiento de la válvula flotadora.
- Revise los tornillos de andaje del motor.
- Verifique el estado de funcionamiento del arrancador.
- Revise la tensión de la faja, los coples, ajuste si es necesario.

## **c) MANTENIMIENTO SEMESTRAL :**

- Desmonte y limpie los inyectores, realiza sus pruebas del inyector.
- Revise las empaquetaduras del cárter, bomba de agua, culata, etc.
- Realizar una calibración de las válvulas del motor.

anomalía como fluctuaciones en las medidas o vibraciones inconvenientes.

- Por lo menos cada 4 a 6 meses.

Se deben verificar todos los instrumentos fin de comprobar la exactitud requerida de cada uno de ellos.

Debiéndose tomar en cuenta todas las recomendaciones dada por los fabricantes o norma de cada instrumento.

## **B) INSTRUMENTOS DE CONTROL Y REGULACION.**

Llámesse llaves principales de apertura o cierre del fluido eléctrico, sistema de arranque y parada y regulación de revoluciones.

### **PERIODICAMENTE:**

- Deben efectuarse inspecciones tanto de las instalaciones, funcionamiento, limpieza y chequeos de modo que no anulen la garantía del fabricante.
- Estos deben operarse gradualmente de modo que no se incurra en golpes bruscos de funcionamiento.
- Los fusibles no deben estar corroídos ni sucios, ni mucho menos encontrarse empalmados debiéndose cambiar de inmediato.

- Las aperturas y cierres de las válvulas de control y distribución deben ser correctas, no debiendo observarse fugas.
  
- Los arranques y paradas deben ser de tal modo que no se escuche o produzca mucho ruido o vibración ni chisporroteos.

## PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

		DIARIO	MENSUAL	SEMESTRAL	ANUAL
MOTOR	LUBRICACION	Δ			
	MANOMETRO	Δ			
	TUBERIAS		Δ		
	VALVULAS	Δ			
	BOMBA DE AGUA			Δ	
	FAJAS		Δ		
	PRESION DE ACEITE	Δ			
	NIVEL DE AGUA S.R.	Δ			
	NIVEL DE AGUA DE BATERIA	Δ			
	ARRANCADOR		Δ		
	FILTROS DE AIRE		Δ		
	FILTRO DE ACEITE		Δ		
	FILTRO DE COMBUSTIBLE		Δ		
	INYECTORES			Δ	
	EMPAQUETADURAS DE CARTER, BOMBA DE AGUA Y CULATA.			Δ	
CALIBRACION DE VALVULA			Δ		
BOMBA DE INYECCION				Δ	
DINAMOMETRO Y FRENO HIDRAULICO	CARCASA	Δ			
	SELLOS MECANICOS		Δ		
	ALINEAMIENTO		Δ		
	RODAMIENTOS			Δ	
	CALIBRACION			Δ	
INSTRUMENTOS DE PANEL	TERMOMETRO	Δ			
	TACOMETROS	Δ			
	MEDIDORES DE CAUDAL	Δ		Δ	
	CALIBRACIONES				
INSTRUMENTO DE CONTROL	LLAVES PRINCIPALES DE APERTURA O CIERRE ELECTRICO.	Δ			
	SISEMAS DE ARRANQUE Y PARADA.	Δ			
	REGULACION DE RPM	Δ			
	FUSIBLES	Δ			
	VALVULAS DE CONTROL Y DISTRIBUCION.	Δ			

# **CAPITULO V**

## **INVESTIGACIÓN EXPERIMENTAL**

4. Disminuyendo la carga del freno 8aflojarse) aumentar la velocidad del cigüeñal en la magnitud de 500 en 500 RPM y luego efectuar las mediciones.
5. repetir sucesivamente el punto (4) y efectuar la última medición, cuando el motor alcance la máxima velocidad.  $N_{max}$
6. para apagar el motor, ir disminuyendo la carga y al mismo tiempo restringir el suministro de combustible, después de 5 minutos apagar el motor.

**b) Tabulación de Datos:**

**RPM  $\neq$  cte.**

<b>PUNTO</b>	<b>N (rpm)</b>	<b>F (Lb)</b>	<b><math>\dot{V}_{com}</math> (cc)</b>	<b>Ah<sub>(cm)</sub></b>	<b>Pa<sub>(bar)</sub></b>	<b>Ta(°c)</b>
<b>1</b>						
<b>2</b>						
<b>3</b>						

**Donde:**

**N = REGIMEN DE OPERACIÓN DEL MOTOR.**

**F = CARGA EN EL DINAMOMETRO**

**$\dot{V}_c$  = CONSUMO DE COMBUSTIBLE**

**$\Delta h$  = ALTURA MANOMÉTRICA**

**P<sub>A</sub> = PRESIÓN AMBIENTAL**

**T<sub>A</sub> = TEMPERATURA AMBIENTAL (TBS)**

**c) Procedimiento de cálculo**

**1. Flujo masico de combustible ( $\dot{m}_c$ )**

### **5.1.- CONSIDERACIONES PARA EL ENCENDIDO DE LA U.I.E.**

1. Reconocimiento y verificación del estado de los componentes.
2. Poner en funcionamiento el circuito de agua de alimentación del freno hidráulico.
3. Purgar el freno hidráulico
4. verificar que el control de aceleración del motor, este cercano al mínimo
5. Al actuar el interruptor de arranque se debe verificar lo siguiente:
  - a. La Presión de aceite
  - b. La temperatura del agua del motor.
6. hacer trabajar el motor hasta que alcance su temperatura normal de funcionamiento ( $T = 70^{\circ}\text{C}$ ), durante 10 minutos
7. la temperatura máxima del agua a la salida del freno no debe exceder de  $60^{\circ}\text{C}$

### **5.2.- CURVA CARACTERÍSTICA EXTERNA DE VELOCIDAD**

#### **a) Procedimiento:**

1. Con la posición de la cremallera del combustible, en su máximo suministro ayudándose con el freno, establecer el régimen de velocidad mínima ( $N_{\text{min}}$ ) midiendo con el tacómetro.
2. Esperar el funcionamiento estable del motor y luego efectuar las mediciones.
3. Para medir la carga aplicada es necesario coincidir la aguja fija del freno hidráulico y la aguja móvil del dinamómetro, mediante la manivelas.

$$\dot{m}_c = \rho_c \times \dot{V}_c \quad \dots\dots\dots (5.1)$$

Donde:

$\rho_c =$  densidad del combustible ( $kg / m^3$ )

$\dot{V}_c =$  consumo de combustible ( $m^3 / s$ )

$\dot{m}_c = kg / s$

### 2. Flujo masico de aire ( $\dot{m}_a$ )

$$\dot{m}_a = \rho_a \times C_d \times A_o \times \sqrt{2g \Delta h}. \quad \dots\dots\dots (5.2)$$

Donde:

$C_d =$  Coeficiente de descarga  $< 1$

$A_o =$  área de placa de Orificio ( $m^2$ )

$\Delta h =$  Deflexión del líquido manómetro (m)

$G =$  Gravedad ( $m/s^2$ )

$$\rho_a = \frac{P_A}{R_A \times T_A} = kg / m^3$$

$P_A =$  Presión Atmosférica: bar

$T_A =$  Temperatura Ambiente: TBS = K

$R_A =$  Constante del aire: 0.287 KJ/Kg K

$$\dot{m}_a = kg / s$$

### 3. Coeficiente de Exceso de aire ( $\alpha$ )

$$\alpha = \frac{\dot{m}_a}{\dot{m}_c \times (r_a / c)T} \quad \dots\dots\dots (5.3)$$

**Donde:**

$(ra/c)$  = relación aire – combustible estequiometrico

$\dot{m}_a$  = flujo masico de aire (kg / s)

$\dot{m}_c$  = flujo masico de combustible (kg / s)

#### 4. Coeficiente de llenado ( $n_v$ )

$$n_v = \frac{\dot{m}_a}{\left(\frac{60}{\tau}\right) \times V_h \times \rho_A \times N} \dots\dots\dots (5.4)$$

**Donde:**

$\dot{m}_a$  = Flujo masico de aire (kg/s)

$V_h$  = Cilindrada del motor ( $m^3$ )

$\rho_A$  = Densidad del aire ( $kg/m^3$ )

$N$  = Revoluciones por minuto (RPM)

$\tau$  = Revoluciones por ciclo del motor

4 tiempos  $\rightarrow \tau = 2$

2 tiempos  $\rightarrow \tau = 1$

#### 5. Momento efectivo ó par torsor ( $T_o$ )

$$T_o = F \times L \dots\dots\dots (5.5)$$

**Donde:**

$F$  = Fuerza en el dinamometro (N)

$L$  = Brazo de palanca del dinamómetro (m)

$T_o$  = Par torsor (N x MT)

## 6. Potencia efectiva ( $W_e$ )

$$\dot{W}_e = \frac{T_o \times N}{9550} \quad \dots\dots\dots (5.6)$$

**Donde:**

$T_o$  = par torsor (N.m)

$N$  = revoluciones por minuto (RPM)

$\dot{W}_e$  = potencia efectiva (KW)

## 7. Consumo específico efectivo de combustible ( $Ce_{ce}$ )

$$C_{e_{ce}} = \frac{\dot{m}_c}{\dot{W}_e} \quad \dots\dots\dots (5.7)$$

**Donde:**

$\dot{m}_c$  = Flujo masico de combustible (kg / H)

$\dot{W}_e$  = Potencia efectiva (kw)

$Ce_{ce}$  = kg / kwxH

## 8. Presión media efectiva (p.m.e.)

$$p.m.e. = \frac{1200 \times \dot{W}_e}{V_h \times N} \quad \dots\dots\dots (5.8)$$

**Donde:**

$\dot{W}_e$  = Potencia efectiva (kw)

$V_h$  = Cilindrada del motor (litro)

$N$  = RPM

$p.m.e.$  = Bar

**9. Eficiencia termica efectiva ( $n_{te}$ )**

$$n_{te} = \frac{\dot{W}_e}{\dot{m}_c \times p.c.} \quad \dots\dots\dots (5.9)$$

**Donde:**

$\dot{W}_e$  = Potencia efectiva (kw)

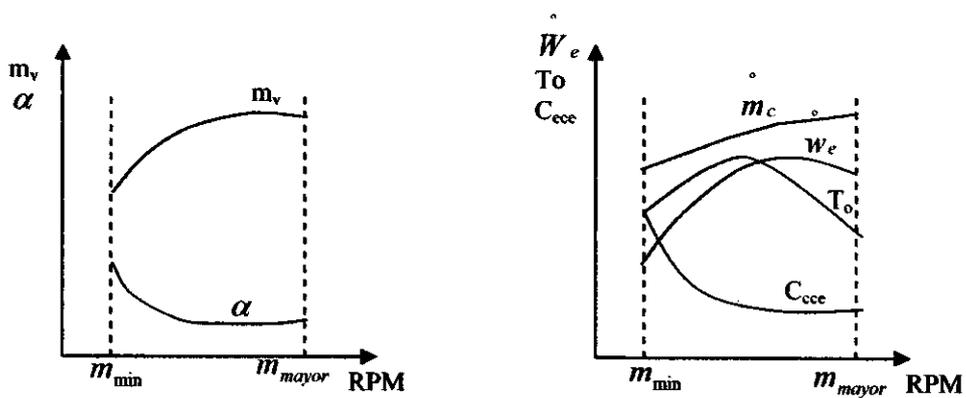
$\dot{m}_c$  = Flujo masico de combustile (kg / s)

p.c. = Poder calorifico (KJ / kg)

**d) Tabulación de Resultados:**

Punto	$\dot{m}_c$	$\dot{m}_a$	$\alpha$	$n_v$	To	$\dot{W}_e$	C <sub>ece</sub>	Pme	$n_{te}$
1									
2									

**e) Graficas:**



**FIG. 5.1 – CURVAS CARACTERÍSTICAS**

### 5.3.- CURVAS CARACTERÍSTICAS DE CARGA

#### a. PROCEDIMIENTOS

1. Establecer el régimen de velocidad correspondiente al máximo par del motor ( $N_{\min}$ ).
2. Mantenimiento constante las Rpm, del motor hacer variar la carga aplicando el freno, y efectuar las mediciones.
3. desplazar la posición de la cremallera, en el sentido de mayor suministro de combustible (acelerar), con el objeto de incrementar la velocidad del motor (500 en 500) RPM
4. Con la ayuda del freno, restablecer la velocidad inicial ( $n_{\min}$ )
5. Esperar el funcionamiento estable del motor y luego efectuar las mediciones.
6. Desplazar nuevamente la posición de la cremallera, haciendo que la velocidad del motor se incremente en 500 RPM.
7. Restablecer con la ayuda del freno, la velocidad inicial ( $n_{\min}$ )
8. Esperar el funcionamiento estable del motor y luego efectuar las mediciones
9. Repetir el mismo procedimiento, pero para la velocidad correspondiente al régimen normal ( $n_{\max}$ )
10. Apagar el motor, disminuyendo la carga y al mismo tiempo, restringir el combustible.

#### b) Tabulación de datos:

Condición	N (RPM)	F (lib)	$V_c$ (cc)	Ah (cm)	Pa (bar)	Ta (°C)
Plena carga						
Mínima Carga						
Vacío						

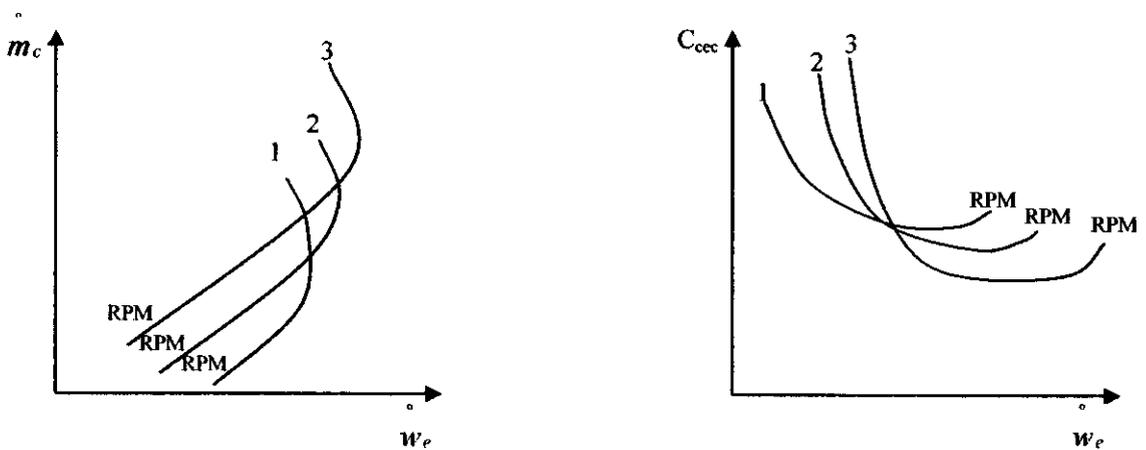
**b) Modelo de calculo:**

Son similares a los de las curvas características externas de velocidad, solo que en este caso todos los parámetros se toman con respecto a RPM constante.

**c) Tabla de resultados:**

Punto	$\dot{m}_c$	$\dot{m}_a$	$\alpha$	$n_v$	To	$\dot{W}_e$	Ce <sub>ce</sub>	Pme	n <sub>te</sub>
1									
2									

**d) Graficas:**



**FIG 5.2 CURVAS CARACTERÍSTICAS**

**5.4.- BALANCE TÉRMICO DEL MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA**

**a) Procedimiento:**

- 1) Encender el motor, mediante el interruptor del arrancador.
- 2) Trabajando en máxima velocidad ( $n_{max}$ ), dejarlo funcionando durante 10 minutos, hasta que alcance su temperatura de trabajo.
- 3) Anotar las siguientes lecturas:

- a) Temperatura de entrada y salida del agua de refrigeración del motor ( $T_e, T_s$ )
  - b) Temperatura de los gases de escape ( $T_g$ )
  - c) Consumo de combustible ( $\dot{V}_c$ )
  - d) Consumo De agua de refrigeración ( $\dot{m}_{Nef}$ )
  - e) Lectura en el dinamómetro (F)
  - f) Régimen de operación del motor (RPM)
  - g) Temperatura del combustible ( $T_c$ )
  - h) Temperatura del aire ( $T_a$ )
- 4) Luego de realizar el paso anterior, se repite el ensayo pero aumentando la carga, pero manteniendo la velocidad a  $n = cte$
- 5) Después de haber realizado la misma operación para varias cargas, se va descargando y desacelerando en forma alternada, para finalmente apagar el motor.

**b) Tabulación de Datos:**

Para un régimen de operación a  $\frac{1}{4}$   $\frac{1}{2}$  ,  $\frac{3}{4}$  de plena carga

Punto	$\dot{V}_c$	F	N	% CO <sub>2</sub>	% CO	% O <sub>2</sub>	T <sub>g</sub>	TBS	TBH	T <sub>eH2O</sub>	T <sub>sH2O</sub>	$\dot{V}_{H_2O}$	T <sub>c</sub>
1													

**Donde:**

$\dot{V}_c$  = Consumo de combustible

F = Carga en el Dinamometro

N = Régimen de Operación del Motor.

% CO<sub>2</sub>, % CO, % O<sub>2</sub> = análisis porcentual de los gases de combustión.

Tg = temperatura delgas.

TBS = Temperatura de bulbo seco

TBH = Temperatura de bulbo húmedo

Ts = Temperatura de salida del agua del motor.

$\dot{V}_{H_2O}$  = Consumo de agua

Tc = Temperatura de combustible.

**c) Procedimiento de Cálculo:**

Los calores se determinarán por masa de combustible (BTU/Lbc)

- **FLUJO CALORÍFICO ENTREGADO AL MOTOR  $\dot{Q}_A$**

$$\dot{Q}_A = \dot{m}_c \times p.c. = (5.10)$$

**Donde:**

*p.c.* = poder calorífico superior del combustible

$\dot{m}_c$  = flujo de combustible (Lbc/s)

- **CALOR ÚTIL (Q<sub>1</sub>)**

$$q_1 = \frac{\dot{W}_e}{\dot{m}_c} \dots\dots\dots (5.11)$$

**Donde:**

$\dot{W}_e$  = potencia al eje o efectiva (HP)

$\dot{m}_c$  = flujo de combustible (Lbc / s)

- **CALORES QUE SE PIERDEN:**

**a) Calor que se llevan los gases de escape (q<sub>2</sub>)**

$$q_2 = mg \times C_{eg} \times (T_g - T_a) \dots\dots\dots (5.12)$$

donde:

mg = masa de gas por masa de combustible (Lbg/Lbc)

C<sub>eg</sub> = Calor específico del gas (0.24 BTU/Lbg x °F)

T<sub>a</sub> = temperatura del aire (°F)

T<sub>g</sub> = Temperatura de los gases (°F)

$$mg = \frac{4\%CO_2 + \%O_2 + 700}{3(\%CO_2 + \%CO)} \times C = (Lbg / Lbc)$$

%CO<sub>2</sub>, %CO, %O<sub>2</sub> = Análisis de gases de combustible

La composición gravimétrica del combustible Diesel:

C: 0.85 (Lb carbono / Lb Comb)

H: 0.15 (Lb hidrogeno / Lb Comb)

Donde:

$Ce_v = \text{calor específico del vapor (0.48 Lb vap / Lb com)}$   
 $W = \text{Humedad específica (con TBS y TBH) = Lb vap / Lb aire}$   
 $r a / c = \text{relación aire - combustible (Lb aire / Lb comb)}$   
 $C = 0.85$

**f) Calor pedido por radiación y otras pérdidas no calculadas ( $q_7$ )**

$$q_7 = p.c. - \sum_{i=1}^7 q_i \quad \dots\dots\dots (5.16)$$

**SEGÚN MALEEV:** Los rangos establecidos de calores son.

$Q_e = (20 \text{ a } 40)\% \rightarrow \text{calor útil}$   
 $Q_{H_2O} = (12 \text{ a } 30)\% \rightarrow \text{agua de refrigeración}$   
 $Q_{gas} = (30 \text{ a } 50)\% \rightarrow \text{gases de escape}$   
 $Q_{c.i.} = (5 \text{ a } 30)\% \rightarrow \text{combustión incompleta}$   
 $Q_{otros} = (2 \text{ a } 10)\% \rightarrow \text{calores no calculables}$

**b) Calor que se lleva el agua de refrigeración (q<sub>3</sub>)**

$$q_3 = \frac{\dot{m}_{H_2O}}{m_c} \times C_{e_{H_2O}} \times (T_s - T_e) \quad \dots\dots\dots (5.13)$$

Donde:

- $\dot{m}_{H_2O}$  = Flujo de agua de refrigeración (Lb / s)
- $C_{e_{H_2O}}$  = Calor específico del agua (1 BTU / Lb x °F)
- $T_s$  = Temperatura de salida del agua (°F)
- $T_e$  = temperatura de entrada del agua (°F)

**c) Calor perdido por combustible incompleta (q<sub>4</sub>)**

$$q_4 = \frac{\%CO}{\%CO_2 + \%CO} \times C \times 10190$$

**d) Calor que se lleva el agua por el, H<sub>2</sub> en el combustible (q<sub>5</sub>)**

$$q_5 = 9H [(212 - T_c) + 970.3 + 0.46 (T_g - 212)] \quad \dots\dots\dots (5.14)$$

DONDE:

T<sub>g</sub> = temperatura de los gases de escape (°F)

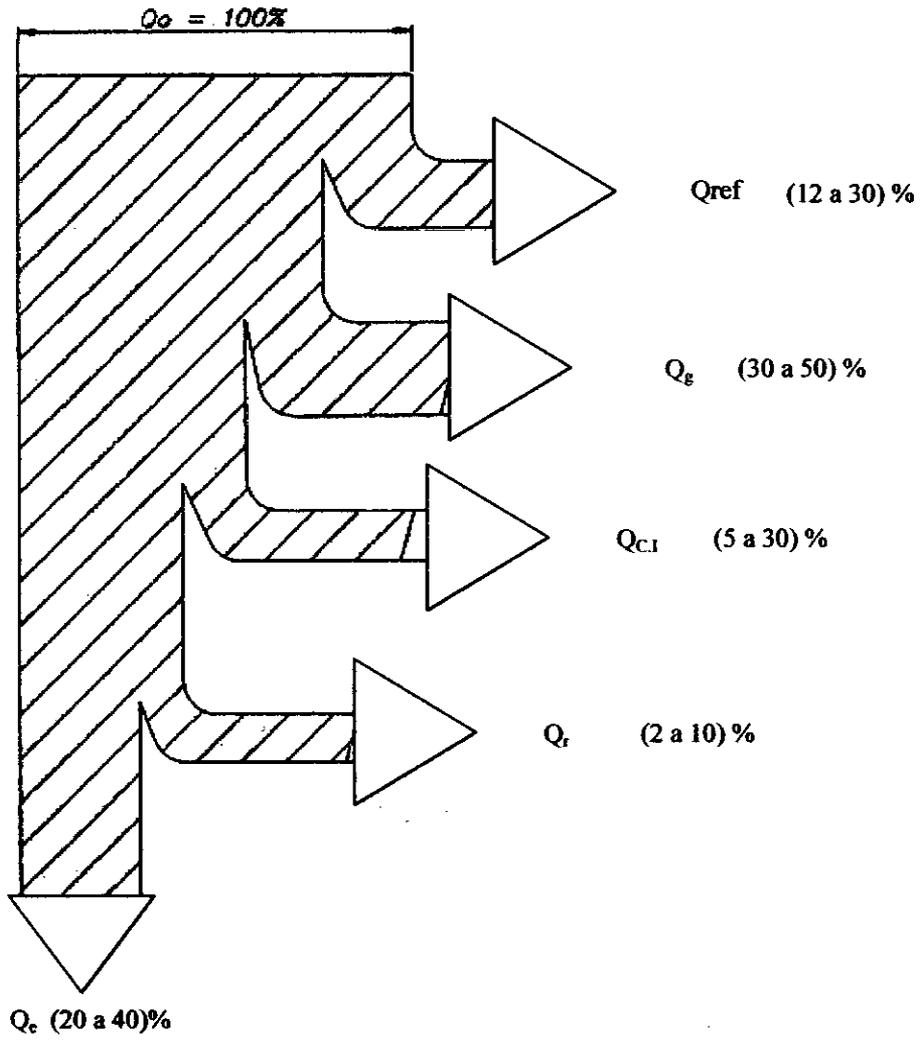
T<sub>c</sub> = temperatura del combustible (°F)

H = 0.15 (Lb H<sub>i</sub> / Lb com)

**e) Calor pedido por calentamiento de la Humedad del aire (q<sub>6</sub>)**

$$q_6 = r a / c \times W \times C_{e_v} \times (T_g - T_a) \quad \dots\dots\dots (5.15)$$

## DIAGRAMA DE SANKEY DEL M.C.I.



### 6.1.- COSTOS DIRECTOS (C<sub>D</sub> ).-

Los costos directos comprenden los gastos por mano de obra, materiales y maquinarias y/o equipos.

#### > Costos de Materiales (C<sub>MAT</sub> ).-

Son los materiales que hemos suministrado y forman parte de la instalación del Banco de Pruebas.

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	SUB-TOTAL
		Unid.	US\$	US\$
1	Motor ISUZU -4BC2, 100 HP - DIESEL	01 pza.	2000.00	2000.00
2	Freno Hidráulico FROUDE-DPX-2 , 150HP-B33143-A	01 pza.	3000.00	3000.00
3	Viga C4"x 5.4 Lib/pie	02 pza.	28.00	56.00
4	Viga C3"x 4.1 Lib/pie	01	19.37	19.37
5	Viga C3" x 4.1 Lib/pie	02 pza.	19.37	38.74
6	Viga C3" x 4.1 Lib/pie	01 pza.	19.37	19.37
7	Ploteado lamina tablero de control.	01 pza.	30.00	30.00
8	Electrodos	02 Kg	2.47	4.94
9	Remache 1/16"x 1/2"	100 U	4.00	4.00
10	Plancha acrílica Plexiglass - blanco, 0.92mx1.25m x 3 mm.	02 pza.	33.00	66.00
11	Viga cuadrada, 2"x2"x 1/4"	02 pza.	20.6	41.20
12	Plancha de 2.4 m x 1.2 m x 1/8" Acero estructural	01 pza.	61.8	61.8
13	Termómetro indicador, modelo SD-15,	01 U	120.00	120.00

	para conexión con termocupla tipo J, rango 0 @ 600°.			
14	Termómetro electrónico digital, marca AMADIGIT - 4d14th , rango ( 35 @ 500°C ).	01 U	100.00	100.00
15	Termómetro indicador modelo SD-15, para conexión con termocupla, rango 0 @ 1200°C .	01 U	130.00	130.00
16	Termómetro tipo Bourdon, marca ARMATHEN, rango 0 @ 120°C.	02 U	68.00	136.00
17	Manómetro de clase 1.6, rosca horizontal, rango 0 @ 7 bar.	01 U	20.00	20.00
18	Tacómetro digital, marca MOD-TUDIT, rango 0 @ 500 RPM.	01 U	150.00	150.00
19	Rotámetro, medidor de caudal, modelo 2300, rango 0.1 Lt/hr @ 1000Lt/hr	01 U	120.00	120.00
20	Rotámetro marca KOBOLD, caudal 400 @ 4000 Lt/min	01 U	120.00	120.00
21	Rotámetro, medidor de caudal, TEOFLUID 6001, Rango 0.1 Lt/hr @ 40 m <sup>3</sup> /hr	01 U	120.00	120.00
23	Cruzeta para junta universal.	01 pza.	109	109
24	Filtro de combustible.	01 pza.	5.00	5.00
25	Filtro de aceite.	01 pza.	5.00	5.00
26	Faja en V	01 pza.	10.00	10.00

# **CAPITULO VI**

## **INGENIERÍA ECONÓMICA**

27	Perno cabeza hexagonal 5/16" x 18 NC x 1/2" Long.	06 U	5.00	30.00
28	Bateria 12V - 13 placas.	01 U	50.00	50.00
29	Intercambiador de calor.	01 U	300.00	300.00
			TOTAL	6866.42

**COSTO DE MATERIALES (  $C_{MAT}$  ).-**

$$C_{MAT} = \$ 6,866.42$$

**COSTO DE MANO DE OBRA PARA LA FABRICACION.-**

En lo que respecta a este rubro se determina por los gastos siguientes:

DESCRIPCION	CANTIDA D	S/DIA	DIAS	SUB-TOTAL
Técnico soldador	01	40.00	03	120.00
Ayudante de la obra	01	25.00	15	375.00
Mecánico	01	30.00	03	90.00
Electricista	01	30.00	03	90.00
			<b>TOTAL</b>	S/. 675.00
			<b>TOTAL</b>	\$193.00

El costo de Hora-Máquina es de :

$$C_{Mq} = 15 \times 2 + 12 \times 6 = S/. 102.00$$

$$C_{Mq} = S/. 102.00 = \$ 29.00 \text{ (Dolares)}$$

Resumiendo, tenemos :

$$C_{MAT} = \$ 6,866.42$$

$$C_{MO} = \$ 235.00$$

$$C_{Mq} = \$ 29.00$$

Luego :

$$C_D = C_{MAT} + C_{MO} + C_{Mq}$$

$$C_D = \$ 7,130.42$$

## **6.2.- COSTOS INDIRECTOS ( $C_I$ ).-**

Comprende los gastos por remuneración de personal, combustible, material de oficina para este caso consideramos al  $C_I$  como un 5% del costo directo  $C_D$  .

Luego :

$$C_I = \$ 356.00$$

### **El costo de fabricación total ( $C_T$ ).-**

$$C_T = C_D + C_I = 7130.42 + 356$$

$$C_T = \$ 7,486.42$$

### **6.3 .- MARGEN DE BENEFICIO.-**

$$M.B. = \text{Costo Extranjero} - \text{Costo País.}$$

$$M.B. = \$ 30,000.00 - \$ 7486.42$$

$$M.B. = \$ 22,467.25$$

El costo total del banco de prueba viene a ser aproximadamente el 25 % del costo que representa con respecto al costo extranjero, por lo cuál se hace rentable la construcción del Banco de Prueba.

#### **PRECIO DE COMPARACION :**

Precio de la fabrica ..... \$ 105,000.00 - Impianto Didacta - Italia.

Precio de la fabrica ..... \$ 30,000.00 - Ruso Solo Motor Diesel.

Por la comparación expuesta, ello constituye que nuestro precio de fabricación es mucho más rentable y además existe la gran ventaja del mantenimiento e instalación directa.

### **SERVICIOS.**

La Unidad Instrucción experimental, tendrá la capacidad de brindar servicios de alquiler a instituciones como: Institutos técnicos, ENAN, universidades, en cuanto a las siguientes experiencias.

Experiencia 01: curva característica de velocidad----- s/. 500.00

Experiencia 02: Curva característica de carga-----s/. 500.00

Experiencia 03: Balance térmico-----s/. 500.00

Cada experiencia, tendrá como máximo 20 alumnos por grupo de trabajo.

Asumiendo que se realizará 04 prestaciones servicio de alquiler por cada ciclo entonces tendríamos

$$1500 \times 4 = \text{s/. } 6,000.00$$

En 02 ciclos:  $6000 \times 2 = \text{s/. } 12,000$

En 02 años:  $12000 \times 2 = \text{s/. } 24000 = \$ 7,500$

Lo cual se tendrá que en 2 años el gasto invertido en la construcción de la Unidad de Instrucción experimental (Banco de Prueba).

**COSTO DE MANO DE OBRA PARA EL MONTAJE.-**

Estimamos que el montaje se realizará en 04 días.

<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDA D (DIAS)</b>	<b>S/DIA</b>	<b>SUB- TOTAL (SOLES)</b>
Ensamblaje total	03	150.00	450.00
Pintado total	01	25.00	25.00
Mano de obra	-	-	345.00
			S/. 820.00
		<b>TOTAL</b>	
		<b>TOTAL</b>	<b>\$ 235.00</b>

**COSTO DE MANO DE OBRA (C<sub>M.O.</sub>).-**

$$C_{M.O.} = \$ 235.00 \text{ (Dolares)}$$

**COSTO DEL TIEMPO DE EQUIPOS.**

Para las Horas-Máquinas, se considera el costo a utilizar.

a) Máquina de Corte :	2 horas	S/. 15.00 C/H
b) Máquina de Soldar :	6 horas	S/. 12.00 C/H
<b>TOTAL</b>	<u>8 horas</u>	<u>S/. 27.00</u>

# **CAPITULO VII**

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## **2.1 CONCLUSIONES**

Entre las conclusiones más importantes a destacar tenemos:

- 1) Se cumpliría con los objetivos centrales planteados en este proyecto a saber.
  - Por ser adecuado a las medidas del laboratorio y características antropomórficas de los usuarios, pues las dimensiones externas del mismo serían de 1.00 mt de ancho por 1.80 mt de largo, el mismo que ocuparía un área de 1.80 m<sup>2</sup> , la misma que representa aproximadamente poco menos del 2 % de el área efectiva del laboratorio dispuesto por la FIME para los equipos de Mecánica de Fluidos. Además que la altura máxima a la que se encuentran instalados los instrumentos de medición es de 1.70 mt , tomándose en consideración la altura promedio de la mayoría de los estudiantes de la UNAC.
  - Es un diseño básico; tal como se podrá apreciar en los planos (montaje o ensamble).
  - Constando básicamente de 01 motor Diesel y 01 Dinamómetro, una adecuada ubicación y distribución de las tuberías de los diversos sistemas, medidores de caudal, un tanque volumétrico y los respectivos instrumentos de medición y control.

prácticamente estarían siendo lubricados durante el funcionamiento del banco, así como de seguir las consideraciones de puesta en marcha, parada, funcionamiento, disposiciones del diseño en general del banco de prueba propuesto, más todas las medidas de seguridad pertinentes; se estima en unos 10 años la vida útil del banco.

2) Además, adicionalmente a todos estos factores se podrían conseguir los siguientes beneficios o ventajas.

- Se beneficiarían unos 100 alumnos mínimo en la UNAC por ciclo.
- Se generaría mayor orden, así como optimización de tiempo y dinero, tanto para los estudiantes, docentes y la universidad misma.

**Orden :** Pues permitiría aprovechar el tiempo y dinero de una manera más conveniente dentro de la actual ciudad universitaria a la comunidad en general.

**Tiempo :** Pues solo por transporte se emplea hasta más de 1 hora en ir y regresar fuera de la universidad para realizar las experiencias de laboratorio.

**Dinero :** Pues en algunos casos se requiere hasta de 4 pasajes por cada experiencia ( 2 de ida y 2 de regreso ), ya sea para los estudiantes como sería el caso de algunos docentes.

Sin dejar de mencionar finalmente en esta pretensión, que además de poder cumplir con los principales objetivos planteados en principio, así como los beneficios adicionales antes mencionados, se iría obteniendo una mayor autonomía en la FIME, promoviéndose más bien el

autosostenimiento con proyectos no solo Técnico - Académicos, si no que generen cierta rentabilidad o ahorrar divisas al país.

Se permitiría mejorar como consecuencia de todos estos factores la formación profesional de los estudiantes, en un campo cada vez más especializado y competente.

## **7.2 .- RECOMENDACIONES**

- Analizar el Diesel 2, antes de ingresarlo por primera vez al deposito de combustible, al cambiarlo y por lo menos una vez al mes.
- Adquirir el dinamómetro en el mercado o hacer el pedido con unos meses de anticipación.
- La ubicación del banco debe ser preferentemente en sitios de adecuada ventilación.
- Pintar el banco con por lo menos dos capas de protección contra la herrumbre y corrosión, por la humedad reinante del ambiente.
- Construir un banquillo de aproximadamente 30 cm. de altura para los casos en que se desee visualizar con mayor comodidad los parámetros a tomar.
- Construir el banco con personal responsable de la FIME preferentemente y de acuerdo a los planos de ensamble.
- Preparar avisos de seguridad, cuando menos los alusivos a los peligros de incendio.

- Instalar un extinguidor, lo más inmediatamente cercano al banco de prueba, para líquidos inflamables como el Diesel 2 o incendio de origen eléctrico.
- Cumplir con las instrucciones de operación o funcionamiento, mantenimiento y seguridad sugeridas, a fin de garantizar la confiabilidad de funcionamiento y la vida útil factible del banco.
- Todas las uniones roscadas deben ser teflonadas, pintadas o engrasadas, con la finalidad de permitir un fácil desmontaje para mantenimiento en cualquier instante.
- Construir el banco preferentemente con ingresos propios de la FIME.
- Recomendándose la designación de una persona responsable del cuidado y mantenimiento del banco de prueba.

# **BIBLIOGRAFÍA**

- Sería práctico; puesto que tanto los accesorios como los componentes requeridos según la experiencia planteada, se encuentran ubicados al alcance de la mano, que permiten una gran comodidad para la ubicación de los estudiantes o instructor.
- De fácil construcción y mantenimiento; puesto que se ha buscado un diseño sencillo, que básicamente estaría constituido por perfiles; planchas acrílicas y tuberías, habiéndose tomado particular atención para las facilidades de mantenimiento y/o desmontaje de los más importantes componentes del banco.
- Factible de ser construido con materiales nacionales; pues como se menciono anteriormente los componentes básicos como perfiles, planchas acrílicas, tuberías, etc., se pueden adquirir en cualquier parte del país.
- Económico; pues de construirse en la UNAC, el costo sería de \$ 7,532.75 aproximadamente al ahorrarse por mano de obra y utilidades, siendo este costo inferior en un 25 % al monto actualizado solicitado por un Banco de prueba de M.C.I. de \$ 30,000.00 .
- Seguro y Confiable; pues se han tomado en cuenta diversas medidas de seguridad, tanto mecánicas como eléctricas, las mismas que van desde el apagado automático, debido a una baja de presión de aceite a un posible recalentamiento del motor, dando lugar a una elevación de temperatura y también la protección del acoplamiento.
- De Larga Vida; pues considerándose en principio que, prácticamente se estaría trabajando con un aceite, que los únicos elementos de giro

## BIBLIOGRAFÍA

- 1.- VIRGIL MORING FAIRES      DISEÑO DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS, 1999,  
EDIT. LIMUSA.
  
- 2.- ROBERT L. MOTT            DISEÑO DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS, 2<sup>DA</sup>  
EDICIÓN, 1995, PRENTICE HALL  
HISPANOAMERICNA S.A.
  
- 3.- R.C. HIBBELER              MECÁNICA DE MATERIALES 3<sup>RA</sup> EDICIÓN,  
PEARSON PRENTICE HALL.
  
- 4.- GERE Y TIMOSHENKO       MECÁNICA DE MATERIALES, 1998,  
INTERNATIONAL THOMSON EDITORES S.A. DE  
C.V.
  
- 5.- WILLIAM C. ORTHWEIN      DISEÑO DE COMPONENTES DE MÁQUINAS, 1<sup>RA</sup>  
EDICIÓN MÉXICO 1996.
  
- 6.- FERDINAND P. BEER        MECÁNICA DE MATERIALES, 2<sup>DA</sup> EDICIÓN, 1993.
  
- 7.- EDWARD F. OBERT          MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA, 2<sup>DA</sup>  
EDICIÓN, 1997, MÉXICO.

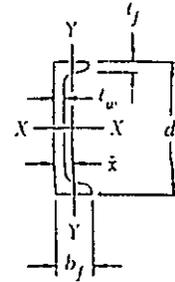
	0	Acero, templado y revenido	¼ - 1 ½	84.5	105.6	302/352	SAE : 8635, 8640, 4140, 4037. ASTM : A354 grado BD A490
--	---	----------------------------------	---------	------	-------	---------	--

\* Valores de esfuerzos mínimos. (tomado de "Diseño de elementos de maquinas", J. Hori)

	Densidad kg/m <sup>3</sup>	Resistencia última			Fluencia <sup>3</sup>		Módulo de elasticidad, GPa	Módulo de rigidez, GPa	Coeficiente de expansión térmica 10 <sup>-6</sup> /°F	Ductilidad, porcentaje de elongación en 50 mm
		Tensión, MPa	Compresión <sup>2</sup> , MPa	Cortante, MPa	Tensión, MPa	Cortante, MPa				
ctural (ASTM-A36)	7860	400			250	145	200	77	11.7	23
resistencia ASTM-A242	7860	480			345	205	200	77	11.7	22
ASTM-A441	7860	460			320		200	77	11.7	21
ASTM-A572	7860	415			290		200	77	11.7	24
plado ASTM A-514	7860	760			690	380	200	77	11.7	18
ISI 302										
onado en frío	7920	860			520		190	75	17.3	12
cido	7920	655			260	150	190	75	17.3	50
o de refuerzo										
istencia media	7860	480			275		200	77	11.7	
resistencia	7860	620			415		200	77	11.7	
CIÓN:										
cción gris										
4.5% C, ASTM A-48	7200	170	655	240			69	28	12.1	0.5
ro fundido										
2% C, 1% Si, ASTM A-47	7300	345	620	330	230		165	65	12.1	10
INIO:										
cción 1100-H14 (99% Al)	2710	110		70	100	55	70	26	23.6	9
cción 2014-T6	2800	455		275	400	230	75	27	23.0	13
cción 2024-T4	2800	470		280	325		73		23.2	19
cción 5456-H116	2630	320		185	230	130	72		23.9	16
cción 6061-T6	2710	260		165	240	140	70	26	23.6	17
cción 7075-T6	2800	570		330	500		72	28	23.6	11
E										
e de oxígeno										
(99.9% Cu)										
cocido	8910	220		150	70		120	44	16.9	45
durecido	8910	390		200	265		120	44	16.9	4
n amarillo										
(65% Cu, 35% Zn)										
minado en frío	8470	510		300	410	250	105	39	20.9	8
cocido	8470	320		220	100	60	105	39	20.9	65
n rojo										
(85% Cu, 15% Zn)										
minado en frío	8740	585		320	435		120	44	18.7	3
cocido	8740	270		210	70		120	44	18.7	48
ño bronce	8800	310			145		95		18.0	30
(88 Cu, 8Sn, 4Zn)										
ganeso bronce	8360	655			330		105		21.6	20
(3 Cu, 25 Zn, 6 Al, 3 Mn, 3 Fe)										
minio bronce	8330	620	900		275		110	42	16.2	6
(81 Cu, 4 Ni, 4 Fe, 11 Al)										

(Continúa en la página 701)

Apéndice C. Propiedades de los perfiles laminados de acero  
(Unidades americanas)



Formas C  
(Canales americanos normales)

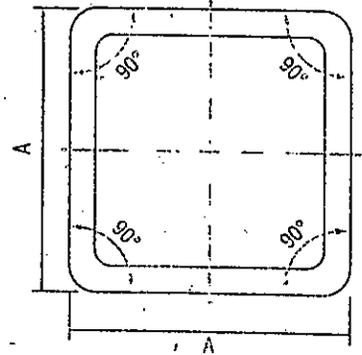
Designación	Área A, pulg. <sup>2</sup>	Altura d, pulg.	Aleta		Espesor del alma t <sub>w</sub> , pulg.	Eje X-X			Eje Y-Y			
			Ancho b <sub>f</sub> , pulg.	Espesor t <sub>f</sub> , pulg.		I <sub>x</sub> , pulg. <sup>4</sup>	S <sub>x</sub> , pulg. <sup>3</sup>	r <sub>x</sub> , pulg.	I <sub>y</sub> , pulg. <sup>4</sup>	S <sub>y</sub> , pulg. <sup>3</sup>	r <sub>y</sub> , pulg.	r <sub>z</sub> , pulg.
C15 × 50	14.7	15.00	3.716	0.650	0.716	404	53.8	5.24	11.0	3.78	0.867	0.799
	40	11.8	3.520	0.650	0.520	349	46.5	5.44	9.23	3.36	0.886	0.778
	33.9	9.96	3.400	0.650	0.400	315	42.0	5.62	8.13	3.11	0.904	0.787
C12 × 30	8.82	12.00	3.170	0.501	0.510	162	27.0	4.29	5.14	2.06	0.763	0.677
	25	7.35	3.047	0.501	0.387	144	24.1	4.43	4.47	1.88	0.780	0.671
	20.7	6.09	2.942	0.501	0.282	129	21.5	4.61	3.88	1.73	0.799	0.659
C10 × 30	8.82	10.00	3.033	0.436	0.673	103	20.7	3.42	3.94	1.65	0.669	0.649
	25	7.35	2.886	0.436	0.526	91.2	18.2	3.52	3.36	1.48	0.676	0.617
	20	5.88	2.739	0.436	0.379	78.9	15.8	3.66	2.81	1.32	0.691	0.606
	15.3	4.49	2.600	0.436	0.240	67.4	13.5	3.87	2.28	1.16	0.713	0.634
C9 × 20	6.88	9.00	2.648	0.413	0.448	60.9	13.5	3.22	2.42	1.17	0.642	0.588
	15	4.41	2.485	0.413	0.285	51.0	11.3	3.40	1.93	1.01	0.661	0.586
	13.4	3.94	2.433	0.413	0.233	47.9	10.6	3.48	1.76	0.962	0.663	0.601
C8 × 18.75	5.51	8.00	2.527	0.390	0.487	44.0	11.0	2.82	1.98	1.01	0.599	0.565
	13.75	4.04	2.343	0.390	0.303	36.1	9.03	2.99	1.53	0.853	0.615	0.553
	11.5	3.38	2.260	0.390	0.220	32.6	8.14	3.11	1.32	0.781	0.625	0.571
C7 × 14.75	4.33	7.00	2.299	0.366	0.419	27.2	7.78	2.51	1.38	0.779	0.564	0.522
	12.25	3.60	2.194	0.366	0.314	24.2	6.93	2.60	1.17	0.702	0.571	0.525
	9.8	2.87	2.090	0.366	0.210	21.3	6.08	2.72	0.966	0.625	0.581	0.541
C6 × 13	3.83	6.00	2.157	0.343	0.437	17.4	5.80	2.13	1.05	0.642	0.525	0.514
	10.5	3.09	2.034	0.343	0.314	15.2	5.06	2.22	0.865	0.564	0.529	0.500
	8.2	2.40	1.920	0.343	0.200	13.1	4.38	2.34	0.692	0.492	0.537	0.512
C5 × 9	2.64	5.00	1.885	0.320	0.325	8.90	3.56	1.83	0.632	0.449	0.489	0.478
	6.7	1.97	1.750	0.320	0.190	7.49	3.00	1.95	0.478	0.378	0.493	0.481
C4 × 7.25	2.13	4.00	1.721	0.296	0.321	4.59	2.29	1.47	0.432	0.343	0.450	0.459
	5.4	1.59	1.584	0.296	0.184	3.85	1.93	1.56	0.319	0.283	0.449	0.458
C3 × 6	1.76	3.00	1.596	0.273	0.356	2.07	1.38	1.08	0.305	0.268	0.416	0.455
	5	1.47	1.498	0.273	0.258	1.85	1.24	1.12	0.247	0.233	0.410	0.438
	4.1	1.21	1.410	0.273	0.170	1.66	1.10	1.17	0.197	0.202	0.404	0.437

† Un canal americano normal se designa por la letra C seguida de la altura nominal en pulg y el peso en lb/pie.

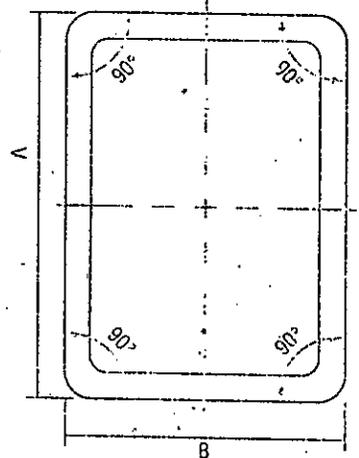
# TUBOS CUADRADOS Y RECTANGULARES

Dimensiones y espesores reducidos

Dimensión Nominal		espesores (mm)						
Pulgadas	mm	1.8	2.0	2.3	2.5	3.0	3.3	4.0
1 x 1	---	X	X					
1 1/4 x 1 1/4	---	X	X					
1 1/2 x 1 1/2	---	X	X	X	X	X		
---	40 x 40	X	X					
---	50 x 50		X	X	X	X		
2 x 2	---		X	X	X	X	X	
---	60 x 60		X	X	X	X	X	
3 x 3	---		X	X	X	X	X	X
---	100 x 100				X	X	X	X
4 x 4	---				X	X	X	X



Dimensión Nominal		espesores (mm)						
Pulgadas	mm	1.8	2.0	2.3	2.5	3.0	3.3	4.0
1 x 2	---	X	X					
---	40 x 50		X					
---	40 x 60		X	X	X			
---	40 x 80		X	X	X			
---	50 x 70		X		X			
---	50 x 100				X	X	X	X
2 x 3	---				X	X	X	X
2 x 4	---				X	X	X	X



Tolerancias en el diámetro exterior (mm):

Dimensión exterior mayor A (mm)	Máximo
4,80 < A ≤ 15,88	0,20
15,88 < A ≤ 28,58	0,25
28,58 < A ≤ 38,10	0,35
38,10 < A ≤ 50,80	0,45
50,80 < A ≤ 63,50	0,55
63,50 < A ≤ 76,20	0,65
76,20 < A ≤ 101,60	0,90

Longitud: La longitud estándar es 6,0m. Previa consulta, es posible suministrar el material en otras longitudes

Tolerancia en la longitud: + 15mm - 5mm

Tolerancia en el espesor de pared:

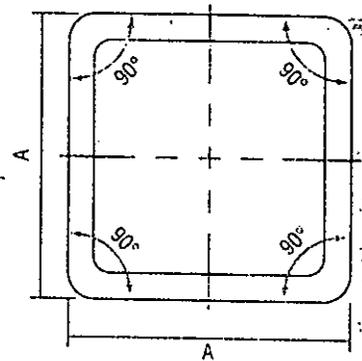
De acuerdo a ASTM A 513, a espesores iguales o inmediatamente mayores.

Acabado: Sin aceitar

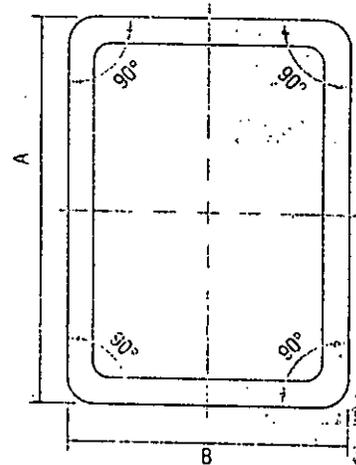
# TUBOS CUADRADOS Y RECTANGULARES

Dimensiones y espesores producidos

Dimensión Nominal		espesores (mm)						
Pulgadas	mm	0,75	0,8	0,9	1,0	1,2	1,5	2,0
1/2 x 1/2		X	X	X	X	X	X	X
5/8 x 5/8	---	X	X	X	X	X	X	X
3/4 x 3/4	---	X	X	X	X	X	X	X
	20 x 20		X	X	X	X	X	X
7/8 x 7/8		X	X	X	X	X	X	X
---	25 x 25		X	X	X	X	X	X
1 x 1	---	X	X	X	X	X	X	X
---	30 x 30		X	X	X	X	X	X
1 3/16 x 1 3/16	---		X	X	X	X	X	X
1 1/4 x 1 1/4	---	X	X	X	X	X	X	X
1 1/2 x 1 1/2	---	X	X	X	X	X	X	X
---	40 x 40		X	X	X	X	X	X
---	50 x 50					X	X	X
2 x 2	---					X	X	X
---	60 x 60					X	X	X



Dimensión Nominal		espesores (mm)						
Pulgadas	mm	0,75	0,8	0,9	1,0	1,2	1,5	2,0
---	12 x 25		X	X	X	X		
1/2 x 1	---		X	X	X	X		
1/2 x 1 1/2	---		X	X	X	X	X	X
3/4 x 1	---		X	X	X	X	X	X
---	20 x 40		X	X	X	X	X	X
---	20 x 50		X	X	X	X	X	X
---	25 x 50		X	X	X	X	X	X
1 x 2	---	X	X	X	X	X	X	X
---	30 x 40		X	X	X	X	X	X
---	30 x 50		X	X	X	X	X	X
---	40 x 50					X	X	X
---	40 x 60					X	X	X
---	40 x 80						X	X
---	50 x 70						X	X
---	50 x 100						X	X



## TOLERANCIAS - DIMENSIONES EXTERIORES TUBOS CUADRADOS Y RECTANGULARES

Dimensión exterior mayor A (mm)	Máximo
4,80 < A < 15,88	0,20
15,88 < A < 28,58	0,25
28,58 < A < 38,10	0,35
38,10 < A < 50,80	0,45
50,80 < A < 63,50	0,55
63,50 < A < 76,20	0,65
76,20 < A < 101,60	0,90

Longitud: 6,0m. Previa consulta, se puede suministrar en otras longitudes.

Tolerancia en la longitud: ±10mm ±5mm

Tolerancia en el espesor de pared:

De acuerdo a ASTM A 513, para espesores iguales o inmediatamente mayores

Tolerancia en rectitud y torsión: de acuerdo a ASTM A 513

Identificación y embalaje: Cada tubo está marcado mediante inyección de tinta indicando nuestra marca, diámetro, espesor y longitud.

TABLA 4. CONDUCTIVIDADES TERMICAS DE LIQUIDOS\*

$$k = \frac{1}{(h)(\text{pie}^2)}(^{\circ}\text{F}/\text{pie})$$

Puede suponerse una variación lineal con la temperatura. Los valores extremos que se dan constituyen también los límites de temperatura en los cuales se recomiendan los datos.

Líquido	°F	k	Líquido	°F	K
Aceites			Bromobenceno	86	0.074
Ricino	68	0.104		212	0.070
Oliva	68	0.097	Bioxido de azufre	5	0.128
Acetato de etilo	212	0.095	Bisulfuro de carbono	86	0.111
Alcohol 100%	68	0.101	Tetracloruro	86	0.093
80%	68	0.105	Cloruro de calcio, salmuera 30%	167	0.088
60%	68	0.137	15%	32	0.107
40%	68	0.176	Cloruro de sodio, salmuera 25%	154	0.094
20%	68	0.224	12.5%	86	0.32
100%	68	0.281	Clorobenceno	86	0.34
Benceno	122	0.087	Cloroformo	86	0.33
Bromuro	86	0.086	Cymene (para)	86	0.34
Eter	140	0.082		50	0.083
Yoduro	68	0.070	Decano (n-)	86	0.080
Acetato de amilo	86	0.080		86	0.078
Alcohol (n-)	167	0.078	Diclorodifluorometano	140	0.079
	104	0.064		86	0.085
	167	0.063		140	0.083
	50	0.083		20	0.057
	86	0.094		60	0.053
	212	0.089		100	0.048
	86	0.088		140	0.043
	167	0.087		180	0.038
	77 - 86	0.085		122	0.082
	86	0.097		5	0.111
	167	0.095		86	0.096
	50	0.091		86	0.075
	86	0.102		167	0.073
	167	0.095		32	0.153
	68	0.099		86	0.078
	68	0.20		68	0.164
	212	0.0786		68	0.189
	212	0.102		68	0.220
	212	0.0925		68	0.259
	212	0.0835		68	0.278
	86	0.21		212	0.164
	86	0.25		86	0.081
	86	0.30		140	0.079
	32	0.330		86	0.080
	86	0.356		140	0.078
	140	0.381		68	0.086
	176	0.398		167	0.081
	77 - 86	0.104		82	4.83
	86	0.094		86	0.095
	167	0.091		212	0.088
	86	0.093		86	0.125
	167	0.090		140	0.120
	68	0.124		86	0.084
	68	0.154		140	0.082
	68	0.190		86	0.083
	68	0.234		140	0.081
	68	0.284		86	0.084
	122	0.114		212	0.078
	5	0.111		86	0.078
	86	0.089		167	0.074
	86	0.099		122	0.092
	167	0.095		212	49
	86	0.091		410	46
	140	0.090		86	0.086
	5 - 86	0.29		167	0.084
	68	0.261		122	0.077
	140	0.29		122	0.080
	32 - 68	0.100		59	0.074
	86	0.092		59	0.106
	140	0.087		68	0.090
				68	0.090

\* De Perry, J.H., "Chemical Engineers' Handbook 3d. ed., Mc Graw-Hill Book Company, Inc., New York, 1950.

TABLA 8. VALORES APROXIMADOS DE LOS COEFICIENTES TOTALES PARA DISEÑO. LOS VALORES INCLUYEN UN FACTOR DE OBSTRUCCION TOTAL DE 0.003 Y CAIDA DE PRESION PERMISIBLE DE 5 A 10LB/PULG<sup>2</sup> EN LA CORRIENTE QUE CONTROLE.

## Enfriadores

Fluido caliente	Fluido frio	U <sub>D</sub> total
Agua	Agua	250 - 500 <sup>4</sup>
Metanol	Agua	250 - 500 <sup>4</sup>
Amoniaco	Agua	250 - 500 <sup>4</sup>
Soluciones acuosas	Agua	250 - 500 <sup>4</sup>
Sustancias organicas ligeras <sup>1</sup>	Agua	75 - 150
Sustancias organicas medias <sup>2</sup>	Agua	50 - 125
Sustancias organicas pesadas <sup>3</sup>	Agua	5 - 75
Gases	Agua	2 - 50
Agua	Salmuera	100 - 200
Sustancias organicas ligeras	salmuera	40 - 100

## Calentadores

Fluido caliente	Fluido frio	U <sub>D</sub> total
Vapor de Agua	Agua	200 - 700 <sup>4</sup>
Vapor de Agua	Metanol	200 - 700 <sup>4</sup>
Vapor de Agua	Amoniaco	200 - 700 <sup>4</sup>
Vapor de Agua	Soluciones acuosas :	
Vapor de Agua	Menos de 2.0 cp	200 - 700
Vapor de Agua	Mas de 2.0 cp	100 - 500 <sup>4</sup>
Vapor de Agua	Sustancias organicas ligeras	50 - 100
Vapor de Agua	Sustancias organicas ligeras	100 - 200
Vapor de Agua	Sustancias organicas ligeras	6 - 60
Vapor de Agua	Gases	5 - 50 <sup>6</sup>

## Intercambiadores

Fluido caliente	Fluido frio	U <sub>D</sub> total
Agua	Agua	250 - 500 <sup>4</sup>
Soluciones acuosas	Soluciones acuosas	250 - 500 <sup>4</sup>
Sustancias organicas ligeras	Sustancias organicas ligeras	40 - 75
Sustancias organicas medias	Sustancias organicas medias	20 - 60
Sustancias organicas pesadas	Sustancias organicas pesadas	10 - 40
Sustancias organicas pesadas	Sustancias organicas pesadas	30 - 60
Sustancias organicas ligeras	Sustancias organicas ligeras	10 - 40

<sup>1</sup> Las sustancias organicas ligeras son fluidos con viscosidades menores de 0.5 centipoises e incluyen benceno, tolueno, acetona, etanol, metil-etil-cetona, gasolina, kerosen y nafta.

<sup>2</sup> Las sustancias organicas medias tienen viscosidades de 0.5 a 1.0 centipoises e incluyen kerosen, strawoil, gasoil caliente, aceite de absorbedor caliente y algunos crudos.

<sup>3</sup> Las sustancias organicas pesadas tienen viscosidades mayores de 1.0 centipoises e incluyen gasoil frío, aceites lubricantes, petroleo combustible, petroleo crudo reducido, breas y asfaltos.

<sup>4</sup> Factor de obstruccion 0.001.

<sup>5</sup> Caída de presión de 20 a 30 lb/pulg<sup>2</sup>.

<sup>6</sup> Estas tasas están influenciadas grandemente por la presión de operación.

TABLA 9. DISPOSICIÓN DE LOS ESPEJOS DE TUBOS (NUMERO DE TUBOS)(CONTINUA).  
ARREGLO TRIANGULAR.

Tubos de ¾" DE, arreglo triangular de 15/16"						Tubos de ¾" DE, arreglo traingular de 1"					
Coraza DI, Plg	1-P	2-P	4-P	6-P	8-P	Coraza DI, Plg	1-P	2-P	4-P	6-P	8-P
8	36	32	26	24	18	8	37	30	24	24	
10	62	56	47	42	36	10	61	52	40	36	
12	109	98	86	82	78	12	92	82	76	74	70
13 ¼	127	114	96	90	86	13 ¼	109	106	86	82	74
15 ¼	170	160	140	136	128	15 ¼	151	138	122	118	110
17 ¼	239	224	194	188	178	17 ¼	203	196	178	172	166
19 ¼	301	282	252	244	234	19 ¼	262	250	226	216	210
21 ¼	361	342	314	306	290	21 ¼	316	302	278	272	260
23 ¼	442	420	386	378	364	23 ¼	384	376	352	342	328
25	532	506	468	446	434	25	470	452	422	394	382
27	637	602	550	536	524	27	559	534	488	474	464
29	721	692	640	620	594	29	630	604	556	538	508
31	847	822	766	722	720	31	745	728	678	666	640
33	974	938	878	852	826	33	856	830	774	760	732
35	1102	1068	1004	988	958	35	970	938	882	864	848
37	1240	1200	1144	1104	1072	37	1074	1044	1012	986	870
39	1377	1330	1258	1248	1212	39	1206	1176	1128	1100	1078
Tubos de 1" DE, arreglo triangular de 1 ¼ "						Tubos de 1 ¼ " DE, arreglo triangular de 1 9/16"					
8	21	16	16	14							
10	32	32	26	24		10	20	18	14		
12	55	52	48	46	44	12	32	30	26	22	20
13 ¼	68	66	58	54	50	13 ¼	38	36	32	28	26
15 ¼	91	86	80	74	72	15 ¼	54	51	45	42	38
17 ¼	131	118	106	104	94	17 ¼	69	66	62	58	54
19 ¼	163	152	140	136	128	19 ¼	95	91	86	78	69
21 ¼	199	188	170	164	160	21 ¼	117	112	105	101	95
23 ¼	241	232	212	212	202	23 ¼	140	136	130	123	117
25	294	282	256	255	242	25	170	164	155	150	140
27	349	334	302	296	286	27	202	196	185	179	170
29	397	376	338	334	316	29	235	228	217	212	202
31	472	454	430	424	400	31	275	270	255	245	235
33	538	522	486	470	454	33	315	305	297	288	275
35	608	592	562	546	532	35	357	348	335	327	315
37	674	664	632	614	598	37	407	390	380	374	357
39	766	736	700	688	672	39	449	436	425	419	407

TABLA 9. DISPOSICIÓN DE LOS ESPEJOS DE TUBOS (NUMERO DE TUBOS). ARREGLO EN CUADRO.

Tubos de ¾" DE, arreglo en cuadro de 1"						Tubos de 1" DE, arreglo en cuadro de 1 ¼"					
Coraza DI, Plg	1-P	2-P	4-P	6-P	8-P	Coraza DI, Plg	1-P	2-P	4-P	6-P	8-P
8	32	26	20	20		8	21	16	14		
10	52	52	40	36		10	32	32	26	24	
12	81	76	68	68	60	12	48	45	40	38	36
13 ¼	97	90	82	76	70	13 ¼	61	56	52	48	44
15 ¼	137	124	116	108	108	15 ¼	81	76	68	68	64
17 ¼	177	166	158	150	142	17 ¼	112	112	96	90	82
19 ¼	224	220	204	192	188	19 ¼	138	132	128	122	116
21 ¼	277	270	246	240	234	21 ¼	177	166	158	152	148
23 ¼	341	324	308	302	292	23 ¼	213	208	192	184	184
25	413	394	370	356	346	25	260	252	238	226	222
27	481	460	432	420	408	27	300	288	278	268	260
29	553	526	480	468	456	29	341	326	300	294	286
31	657	640	600	580	560	31	406	398	380	368	358
33	749	718	688	676	648	33	465	460	432	420	414
35	845	824	780	766	748	35	522	518	488	484	472
37	934	914	886	866	838	37	596	574	562	544	532
39	1049	1024	982	968	948	39	665	644	624	612	600
Tubos de 1 ¼" DE, arreglo en cuadro de 1 9/16"						Tubos de 1 ½" DE, arreglo en cuadro de 1 7/8"					
10	16	12	10								
12	30	24	22	16	16	12	16	16	12	12	
13 ¼	32	30	30	22	22	13 ¼	22	22	16	16	
15 ¼	44	40	37	35	31	15 ¼	29	29	25	24	22
17 ¼	56	53	51	48	44	17 ¼	39	39	34	32	29
19 ¼	78	73	71	64	56	19 ¼	50	48	45	43	39
21 ¼	96	90	86	82	78	21 ¼	62	60	57	54	50
23 ¼	127	112	106	102	96	23 ¼	78	74	70	66	62
25	140	135	127	123	115	25	94	90	86	84	78
27	166	160	151	146	140	27	112	108	102	98	94
29	193	188	178	174	166	29	131	127	120	116	112
31	226	220	209	202	193	31	151	146	141	138	131
33	258	252	244	238	226	33	176	170	164	160	151
35	293	287	275	268	258	35	202	196	188	182	170
37	334	322	311	304	293	37	224	220	217	210	202
39	370	362	348	342	336	39	252	246	237	230	224

APENDICE

Tubos de 1 1/2" DE, arreglo triangular de 1 7/8"					
12	18	14	14	12	12
13 1/4	27	22	18	16	14
15 1/4	36	34	32	30	27
17 1/4	48	44	42	38	36
19 1/4	61	58	55	51	48
21 1/4	76	72	70	66	61
23 1/4	95	91	86	80	76
25	115	110	105	98	95
27	136	131	125	118	115
29	160	154	147	141	136
31	184	177	172	165	160
33	215	206	200	190	184
35	246	238	230	220	215
37	275	268	260	252	246
39	307	299	290	284	275

TABLA 10. DATOS DE TUBOS PARA CONDENSADORES E INTERCAMBIADORES DE CALOR.

Tubo DE, Ptg.	BWG	ESPESOR DE LA PARED	DI, Ptg.	AREA DE FLUJO POR TUBO, Ptg <sup>2</sup>	SUPERFICIE POR PIE		PESO POR PIE LINEAL, Lb, DE ACERO
					Lin. Pie <sup>2</sup> a <sup>2</sup>		
					EXTERIOR	INTERIOR	
1/2	12	0.109	0.282	0.0625	0.1309	0.0748	0.493
	14	0.083	0.334	0.0876		0.0874	0.403
	16	0.065	0.370	0.1076		0.0969	0.329
	18	0.049	0.402	0.1270		0.1052	0.258
	20	0.035	0.430	0.1450		0.1125	0.190
3/4	10	0.134	0.482	0.182	0.1963	0.1263	0.965
	11	0.120	0.510	0.204		0.1335	0.884
	12	0.109	0.532	0.223		0.1393	0.817
	13	0.095	0.560	0.247		0.1466	0.727
	14	0.083	0.584	0.268		0.1529	0.647
	15	0.072	0.606	0.289		0.1587	0.571
	16	0.065	0.620	0.302		0.1623	0.520
	17	0.058	0.634	0.314		0.1660	0.469
1	8	0.165	0.670	0.355	0.2618	0.1754	1.61
	9	0.148	0.704	0.389		0.1843	1.47
	10	0.134	0.732	0.421		0.1916	1.36
	11	0.120	0.760	0.455		0.1990	1.23
	12	0.109	0.782	0.479		0.2048	1.14
	13	0.095	0.810	0.515		0.2121	1.00
	14	0.083	0.834	0.546		0.2183	0.890
	15	0.072	0.856	0.576		0.2241	0.781
	16	0.065	0.870	0.594		0.2277	0.710
	17	0.058	0.884	0.613		0.2314	0.639
1 1/4	8	0.165	0.920	0.665	0.3271	0.2409	2.09
	9	0.148	0.954	0.714		0.2498	1.91
	10	0.134	0.982	0.757		0.2572	1.75
	11	0.120	1.01	0.800		0.2644	1.58
	12	0.109	1.03	0.836		0.2701	1.45
	13	0.095	1.06	0.884		0.2775	1.28
	14	0.083	1.08	0.923		0.2839	1.13
	15	0.072	1.11	0.960		0.2896	0.991
	16	0.065	1.12	0.985		0.2932	0.900
	17	0.058	1.13	1.01		0.2969	0.808
1 1/2	8	0.165	1.17	1.075	0.3925	0.3063	2.57
	9	0.148	1.20	1.14		0.3152	2.34
	10	0.134	1.23	1.19		0.3225	2.14
	11	0.120	1.26	1.25		0.3299	1.98
	12	0.109	1.28	1.29		0.3356	1.77
	13	0.095	1.31	1.35		0.3430	1.56
	14	0.083	1.33	1.40		0.3492	1.37
	15	0.072	1.36	1.44		0.3555	1.20
	16	0.065	1.37	1.47		0.3587	1.09
	17	0.058	1.38	1.50		0.3623	0.978
18	0.049	1.40	1.54	0.3670	0.831		

TABLA 11. DIMENSIONES DE TUBERIA DE ACERO ( IPS )

Tamaño nominal del tubo IPS, Plg.	DE, plg.	Cedula No.	DI, Plg.	Area de flujo por tubo, plg <sup>2</sup>	SUPERFICIE POR PIE Lineal, Pie <sup>2</sup> /pie a <sup>2</sup>		Peso por Pie lineal, Lb, de acero.
					EXTERIOR	INTERIOR	
1/8	0.405	40*	0.269	0.058	0.106	0.070	0.25
		80 <sup>1</sup>	0.215	0.036		0.056	0.32
1/4	0.540	40*	0.364	0.104	0.141	0.095	0.43
		80 <sup>1</sup>	0.302	0.072		0.079	0.54
3/8	0.675	40*	0.493	0.192	0.177	0.129	0.57
		80 <sup>1</sup>	0.423	0.141		0.111	0.74
1/2	0.840	40*	0.622	0.304	0.220	0.163	0.85
		80 <sup>1</sup>	0.546	0.235		0.143	1.09
3/4	1.05	40*	0.824	0.534	0.275	0.216	1.13
		80 <sup>1</sup>	0.742	0.432		0.194	1.48
1	1.32	40*	1.049	0.864	0.344	0.274	1.68
		80 <sup>1</sup>	0.957	0.718		0.250	2.17
1 1/4	1.66	40*	1.380	1.50	0.435	0.362	2.28
		80 <sup>1</sup>	1.278	1.28		0.335	3.00
1 1/2	1.90	40*	1.610	2.04	0.498	0.422	2.72
		80 <sup>1</sup>	1.500	1.76		0.393	3.64
2	2.38	40*	2.067	3.35	0.622	0.542	3.66
		80 <sup>1</sup>	1.939	2.95		0.508	5.03
2 1/2	2.88	40*	2.469	4.79	0.753	0.647	5.80
		80 <sup>1</sup>	2.323	4.23		0.609	7.67
3	3.50	40*	3.068	7.38	0.917	0.804	7.58
		80 <sup>1</sup>	2.900	6.61		0.760	10.3
4	4.50	40*	4.026	12.7	1.178	1.055	10.8
		80 <sup>1</sup>	3.826	11.5		1.002	15.0
6	6.625	40*	6.065	28.9	1.734	1.590	19.0
		80 <sup>1</sup>	5.761	26.1		1.510	28.6
8	8.625	40*	7.981	50.0	2.258	2.090	28.6
		80 <sup>1</sup>	7.625	45.7		2.000	43.4
10	10.75	40*	10.02	78.8	2.814	2.62	40.5
		60	9.75	74.6		2.55	54.8
12	12.75	30	12.09	115	3.338	3.17	43.8
14	14.0	30	13.25	138	3.665	3.47	54.6
16	16.0	30	15.25	183	4.189	4.00	62.6
18	18.0	20 <sup>2</sup>	17.25	234	4.712	4.52	72.7
20	20.0	20	19.25	291	5.236	5.05	78.6
22	22.0	20 <sup>2</sup>	21.25	355	5.747	5.56	84.0
24	24.0	20	23.25	425	6.283	6.09	94.7

\* Comumente conocido como estandar.

<sup>1</sup> Comumente conocido como extragrueso.

<sup>2</sup> aproximadamente.

TABLA 12. FACTORES DE OBSTRUCCION\*

Temperatura del medio calefactor .....	Hasta 240 °F		240 - 400 °F <sup>1</sup>	
Temperatura del agua .....	125 °F		Mas de 125 °F	
Agua	Velocidad del agua, pps.		Velocidad del agua, pps.	
	3 pies o menos	Mas de 3 pies	3 pies o menos	Mas de 3 pies
Agua de mar .....	0.0005	0.0005	0.001	0.001
Salmuera natural .....	0.002	0.001	0.003	0.002
Torre de enfriamiento y tanque con rocío artificial :				
Agua de compensacion tratada .....	0.001	0.001	0.002	0.002
Sin tratar .....	0.003	0.003	0.005	0.004
Agua de la ciudad o de pozo (como grandes Lagos) .....	0.001	0.001	0.002	0.002
Grandes Lagos .....	0.001	0.001	0.002	0.002
Agua de rio :				
Minimo .....	0.002	0.001	0.003	0.022
Mississippi .....	0.003	0.002	0.004	0.003
Delaware, Schykill .....	0.003	0.002	0.004	0.003
East River y New York Bay .....	0.003	0.002	0.004	0.003
Canal sanitario de Chicago .....	0.008	0.006	0.010	0.008
Lodosa o turbia .....	0.003	0.002	0.004	0.003
Dura (mas de 15 granos/gal ) .....	0.003	0.003	0.005	0.005
Enfriamiento de maquinas .....	0.001	0.001	0.001	0.001
Destilada .....	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005
Alimentacion tratada para calderas .....	0.001	0.0005	0.001	0.001
Purga de calderas .....	0.002	0.002	0.002	0.002

<sup>1</sup> Las cifras de las ultimas columnas dos columnas se basan en una temperatura del medio calefactor de 240 a 400°F. Si la temperatura de este medio es mayor de 400° F, y si se sabe que el medio enfriador forma depositos, estas cifras deben modificarse convenientemente.

TABLA 12. FACTORES DE OBSTRUCCION\* (Continua)  
FRACCIONES DE PETROLEO

Aceites (industriales) :		Liquidos (industriales) :	
Combustorio .....	0.005	Organicos .....	0.001
Aceite de recirculacion limpio .....	0.001	Liquidos refrigerantes, calefaccion, enfriadores, o evaporantes .....	0.001
Aceites para maquinarias y transformadores .....	0.001	Salmueras (enfriamiento) .....	0.001
Aceite para quenching .....	0.004	Unidades de destilacion atmosferica :	
Aceites vegetales .....	0.003	Fondos residuales, menos de 25 ° API	0.005
Gases, vapores (industriales) :		Fondos residuales, de 25 ° API o más	0.002
Gas de hornos de coque, gas manufacturado .....	0.01	Unidades de destilacion atmosferica :	
Gases de escape de maquinas Diesel ...	0.01	Vapores superiores sin tratar .....	0.0013
Vapores organicos .....	0.0005	Vapores superiores tratados .....	0.003
Vapor (sin aceite) .....	0.0	Cortes intermedios .....	0.0013
Vapores de alcohol .....	0.0	Unidades de destilacion al vacio :	
Vapor, de escape (con aceite) .....	0.001	Vapores superiores a aceite :	
Vapores refrigerantes (condensando de compresores reciprocantes) .....	0.002	De la torre de burbujeo (condensador parcial) .....	0.001
Aire .....	0.002	Del tanque flash (sin reflujo apreciable) .....	0.003
Vapores superiores en condensadores enfriados por agua :		Aceite delgado .....	0.002
De la torre de burbujeo (condensador final) .....	0.001	Vapores superiores .....	0.001
Del tanque flash .....	0.04	Gasolina .....	0.0005
Cortes intermedios :		Debutanizador, Depropanizador, Depentanizador y unidades de Alkilacion :	
Aceite .....	0.001	Alimento .....	0.001
Para agua .....	0.002	Vapores superiores .....	0.001
Fondos residuales, menos de 20 ° API ...	0.005	Enfriadores de producto .....	0.001
Fondos residuales, más de 20 ° API .....	0.002	Calderetas de producto .....	0.002
Estabilizador de gasolina natural :		Alimento del reactor .....	0.002
Alimento .....	0.0005	Unidades de tratamiento de lubricantes :	
Vapores superiores .....	0.0005	Alimento de aceite solvente .....	0.002

TABLA 12. FACTORES DE OBSTRUCCION\* (Continua)

Enfriadores de producto e intercambiadores .....	0.0005	Vapores superiores .....	0.001
Calderetas de producto .....	0.001	Aceite refinado .....	0.001
Unidades de eliminacion de HS <sub>2</sub> :		Intercambiadores calentadores de aceite refinado enfriados por agua <sup>2</sup> .....	0.003
Para vapores superiores .....	0.001	Gomas y breas :	
Intercambiadores enfriadores de solucion	0.0016	Generadores de vapor enfriados por aceite .....	0.005
Caldereta .....	0.0016	Enfriados por agua .....	0.003
Unidades Cracking :		Solvente .....	0.001
Alimento gas - oil :		Unidades desasfaltizadoras :	
Menos de 500 °F .....	0.002	Aceite de alimento .....	0.002
500 °F y más .....	0.003	Solvente .....	0.001
Alimento de nafta :		Asfalto y resina :	
Menos de 500 °F .....	0.002	Generadores de vapor enfriados por aceite .....	0.005
500 °F y más .....	0.004	Enfriados por agua .....	0.003
Separador de vapores, vapores del separador, tanque flash, y vaporizador .....	0.006	Vapores solvente .....	0.001
Aceite refinado .....	0.001	Unidades para eliminar ceras :	
Aceite refinado enfriado por agua .....	0.003	Aceite lubricante .....	0.001
Vapores de la torre de burbujeo .....	0.002	Solvente .....	0.001
Residuo .....	0.010	Calentamiento de mezcla aceite - cera ..	0.001
Unidades de absorcion :		Enfriamiento de mezcla aceite - cera <sup>2</sup> ...	0.003
Gas .....	0.002		
Aceite graso .....	0.002		

CORRIENTES DE ACEITE CRUDO

	0 - 199°F			200 - 299°F			300 - 499°F			500 y más		
	Velocidad, pps											
	Menos de 2 pies	2 - 4 pies	4 pies o más	Menos de 2 pies	2 - 4 pies	4 pies o más	Menos de 2 pies	2 - 4 pies	4 pies o más	Menos de 2 pies	2 - 4 pies	4 pies o más
Seco	0.003	0.002	0.002	0.003	0.002	0.002	0.004	0.003	0.002	0.005	0.004	0.003
Sal §	0.003	0.002	0.002	0.005	0.004	0.004	0.006	0.005	0.004	0.007	0.006	0.005

\* Standards of Tubular Exchanger Manufacturer Association, 2d ed., New York, 1949.

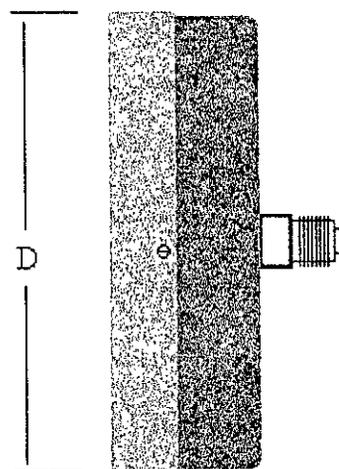
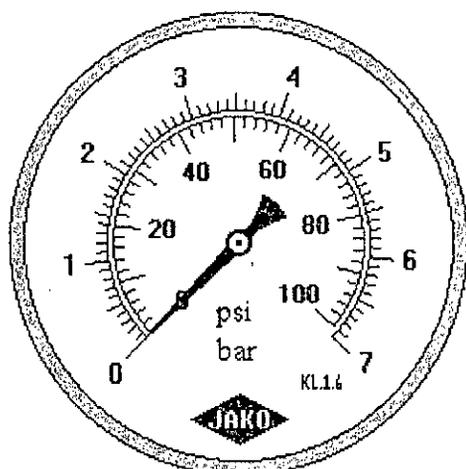
<sup>2</sup> Deben tomarse precauciones contra la depositación de cera.

§ Se refiere a un crudo húmedo-cualquier crudo que no ha sido deshidratado.

# **ANEXO N° 2: FIGURAS**



Manómetros Industriales clase 1.6 rosca horizontal



Descripción:

cuerpo: acero laqueado, bisel: cromado, visor: vidrio,  
mecanismo: aleación de cobre, rosca: 1/4" BSP

Tamaños y rangos:

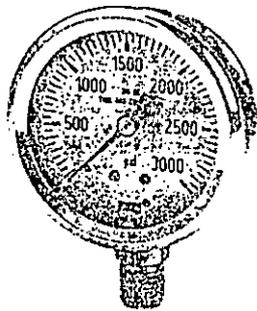
D = 63 mm (2.5")

0/2.5 BAR y 0/36 LBS  
0/7 BAR y 0/100 LBS  
0/10 BAR y 0/140 LBS

0/25 BAR y 0/350 LBS  
0/40 BAR y 0/580 LBS

# Manómetros Industriales y de Acero Inoxidable

Tipo 232.53 2 1/2" & 4"



- PARTES EN CONTACTO CON EL PROCESO DE ACERO INOXIDABLE

- CAJA DE ACERO INOXIDABLE Y ARO GRAPADO

- LLENABLE DE LÍQUIDO EN EL CAMPO

La construcción rígida de los manómetros de acero inoxidable WIKA Tipo 232.53 proveen resistencia a los medios más corrosivos. Los manómetros Tipo 232.53 tienen las partes en contacto con el proceso de acero inoxidable 316 y la caja de acero inoxidable 304 y el aro grapado, y puede llenarse de líquido en el campo (Ver Tipo 233.53 en la sección Manómetros Llenos de Líquidos).

## CARACTERÍSTICAS ESTÁNDAR

Tamaños: 2 1/2" (63 mm)  
4" (100 mm)

Partes en  
contacto con

el proceso: Acero Inoxidable 316

Caja: Acero Inoxidable 304

Aro Grapado: Acero Inoxidable 304

Visor: Policarbonato (2 1/2")

Acrílico (4")

Carátula: Aluminio blanco

Aguja: Aluminio negro

O-ring: EPDM

Precisión: ± 1.5% de span (2 1/2")

± 1.0% de span (4")

ASME B40.1 Grado A

El o-ring estándar es adecuado para llenado  
de líquido de glicerina y silicona.

### Opciones Disponibles en Inventario

Brida frontal de acero inoxidable (FF)

Brida posterior de acero inoxidable (RF)

Grapa en forma de U para montar en el  
panel (UC)

Restrictor de acero inoxidable

### BREVIATURAS

M - Montaje inferior

BM - Montaje posterior central

Los artículos indicados con números de partes están  
disponibles en inventario (sujeto a venta previa).

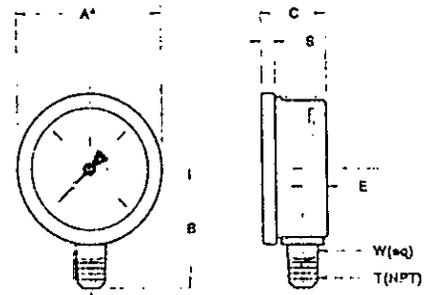
Los artículos indicados sin números de partes  
están disponibles bajo pedido especial. Pueden  
aplicarse cantidades mínimas de pedido.

## RANGOS ESTÁNDAR Y NUMEROS DE PARTES

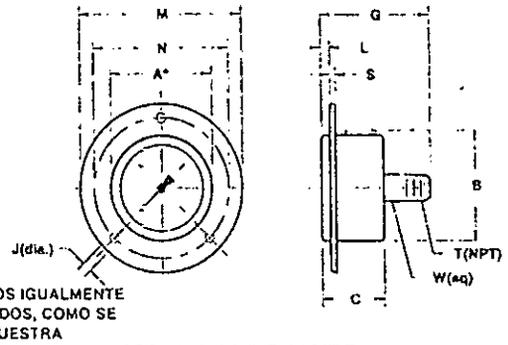
Tipo	232.53				
	Seco, Llenable de Líquido				
Tamaño	2 1/2"				
Conexión	LM	CBM			
Tamaño de Conexión	1/4" NPT				
Escala de Presión	PSI	PSI	PSI/BAR	PSI/KPA	PSI/KG/CM <sup>2</sup>
30" Hg	9768777	9768394			
30"-0-15 psi					
30"-0-30 psi	9768769	9768386			
30"-0-60 psi	9768750	9768378			
30"-0-100 psi					
30"-0-160 psi	9768742	9768360			
30"-0-200 psi					
15 psi	9768734	9768351			
30 psi	9768726	9768343			
60 psi	9768718	9768335	8992848	8993089	8992962
100 psi	9768700	9768327	8992856	8993097	8992970
160 psi	9768696	9768319	8992865	8993101	8992988
200 psi	9768688	9768300	8992873	8993119	8992996
300 psi	9768670	9768297	8992881	8993127	8993004
400 psi	9768661	9768289			
600 psi	9768653	9768270			
800 psi					
1,000 psi	9768645	9768262	8992899	8993135	8993012
1,500 psi	9768637	9768254	8992903	8993144	8993020
2,000 psi	9768629	9768246	8992911	8993152	8993038
3,000 psi	9768610	9768238	8992929	8993160	8993046
5,000 psi	9768602	9768220	8992937	8993178	8993055
6,000 psi			8993208	8992945	8993186
10,000 psi	9768599	9768211	8992954	8993195	8993071
15,000 psi					

# ANGOS ESTANDAR Y NUMEROS DE PARTES

Modelo	232.53		
Tamaño	Seco, Llenable de Líquido		
Conexión	4"		
Tamaño de Conexión	LM 	LM 	LBM 
Escala de Presión	1/4" NPT	1/2" NPT	
	PSI	PSI	PSI
0-15 psi	9767576	9768459	9737057
0-30 psi	9737910	9768467	9737065
0-60 psi	9767398	9768475	9737073
0-100 psi	9767401	9768483	9737081
0-160 psi	9737898	9737880	9737090
0-200 psi	9767410	9768491	9737103
250 psi	9737901	9768505	9737111
350 psi	9767428	9768513	9737120
500 psi	9767436	9768521	9737138
750 psi	9767444	9768530	9737146
1000 psi	9767452	9768548	9737154
1500 psi	9767460	9768556	9737162
2000 psi	9767479	9768564	9737170
3000 psi	9767487	9768572	9737189
4000 psi	9767495	9768580	9737197
5000 psi	9767509	9768963	9737200
6000 psi			9737219
7000 psi	9767517	9768858	9737227
8000 psi		9768866	9737235
9000 psi		9768807	9737243
10000 psi		9768874	9737251
15000 psi		9768823	9737260
20000 psi		9768831	9737278
25000 psi		9768840	9737286

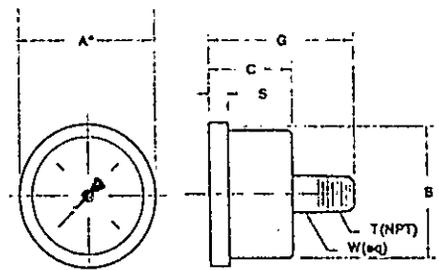


2XX.53 2 1/2"-4.0" LM

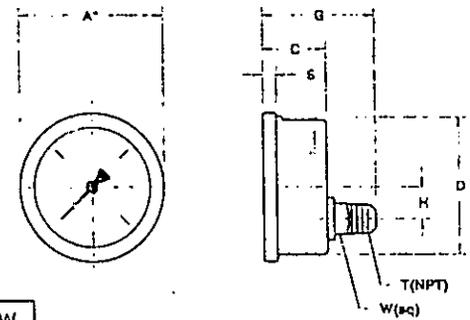


3 ORIFICIOS IGUALMENTE ESPACIADOS, COMO SE MUESTRA

2XX.53 2 1/2" CBM/FF



2XX.53 2 1/2" CBM



2XX.53 4.0" LBM

2XX.53 2 1/2" LM	Peso		A'	B	C	E	S	T	W
	0.33 lbs.	mm	63	53	31	13	6	--	14
		in	2.5	2.10	1.23	.51	.24	1/4"	.55

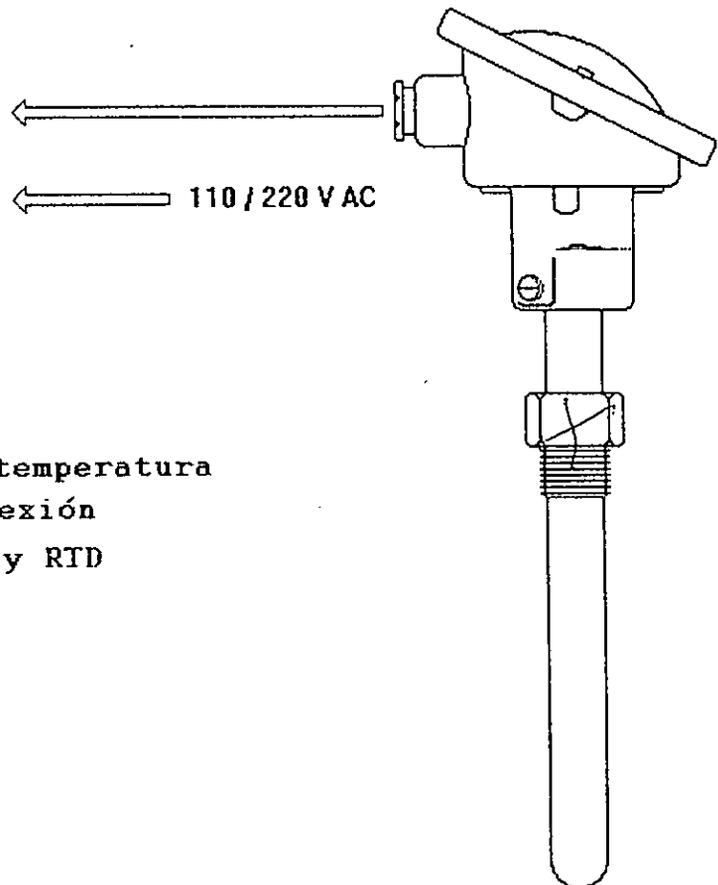
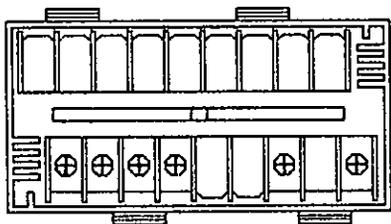
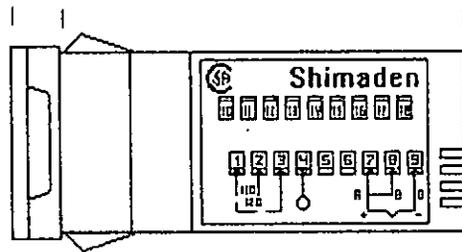
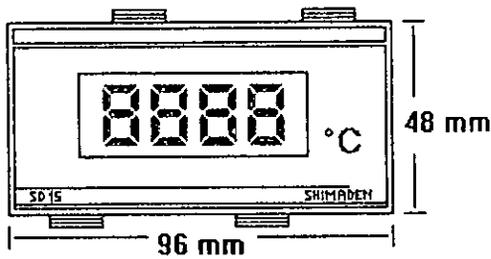
2XX.53 2 1/2" CBM	Peso		A'	B	C	G	S	T	W
	0.33 lbs.	mm	63	62	32	47	6	--	14
		in	2.5	2.44	1.25	1.85	.24	1/4"	.55

2XX.53 2 1/2" CBM/FF	Peso		A'	B	C	G	J	L	M	N	S	T	W
	0.58 lbs.	mm	63	62	29	47	3.5	5.5	85	75	1	--	14
		in	2.5	2.44	1.14	1.85	.14	0.22	3.35	2.95	.04	1/4"	.55

2XX.53 4" LM	Peso		A'	B	C	E	S	T	W	A' TAMAÑO NOMINAL
	1.76 lbs.	mm	100	86	47	16.3	8	--	22	
		in	4.0	3.40	1.85	.64	.30	1/2"	.86	

2XX.53 4" LBM	Peso		A'	C	D	G	H	S	T	W
	1.76 lbs.	mm	100	47	99	80	33	8	--	22
		in	4.0	1.85	3.89	3.14	1.30	.31	1/2"	.86

Indicador digital de temperatura



Indicador digital de temperatura  
Modelo SD-15 para conexión  
con termocuplas J, K y RTD

Rangos y tipos

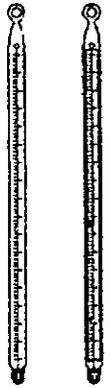
0/600°C tipo "J"

0/500°C tipo "RTD"

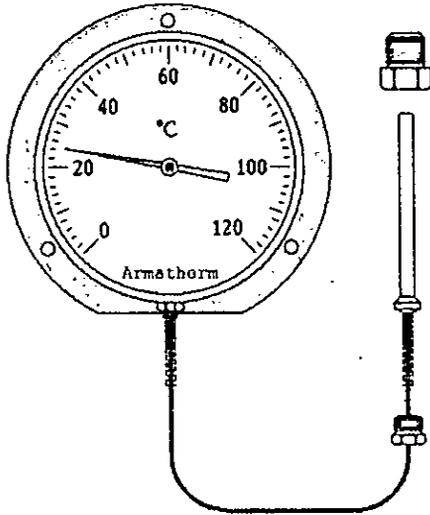
0/1200°C tipo "K"

ros  
i  
ra

Termómetros de laboratorio



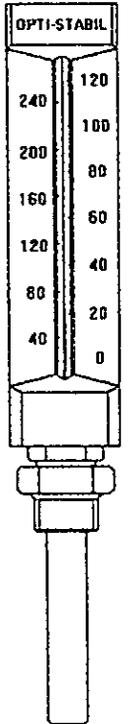
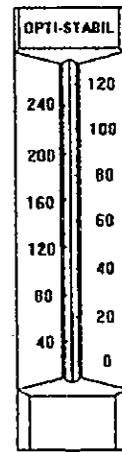
Termómetros de Distancia



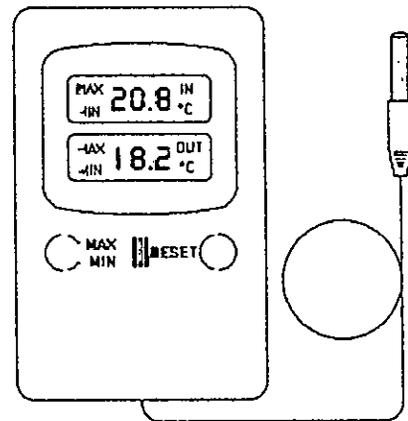
Termómetros en canastilla de acero galvanizado



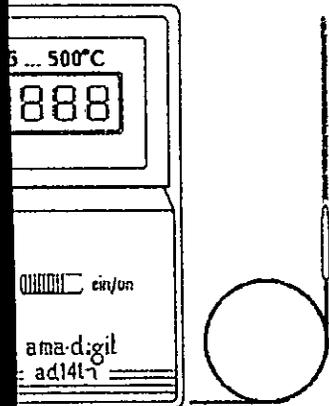
Termómetros tipo bastón de bronce bulbo vertical y horizontal



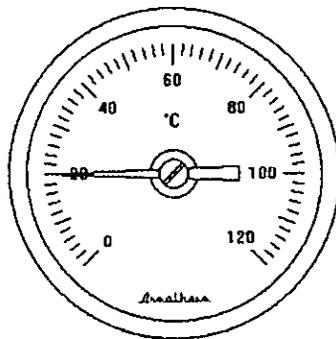
Termómetro de máxima y mínima electrónico para interior / exterior



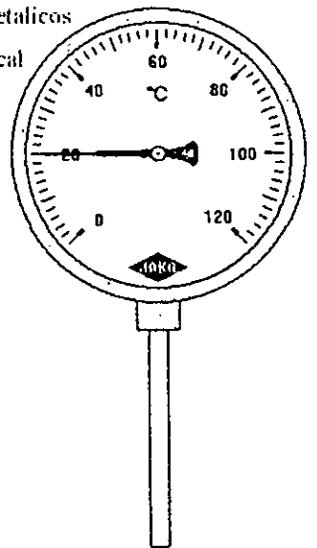
Termómetro electrónico digital



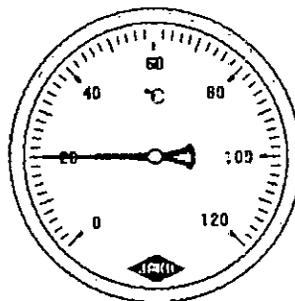
Termómetros bimetalicos bulbo horizontal con terminal en punta



Termómetros bimetalicos bulbo vertical



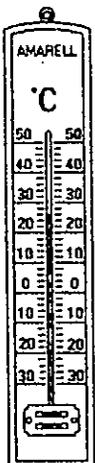
Termómetros bimetalicos bulbo horizontal



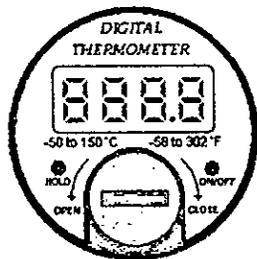
Termómetro de máxima y mínima



Termómetro de ambiente



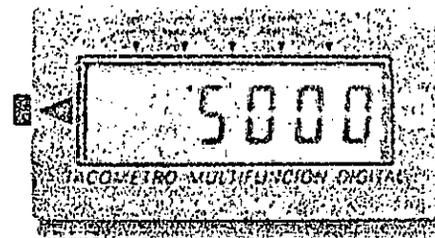
Termómetro electrónico digital de bolsillo sensor horizontal con terminal en punta



## **Recomiendo Con Memória**

Especial para Karting

- Tacómetro especial para motores de explosión de 2 y 4 tiempos y de uno o varios cilindros.
- Indica R.P.M. en motores 2 y 4 tiempos.
- Memoria R.P.M. mínimo de cada tanda.
- Memoria R.P.M. máximo de cada tanda.
- Memoria tiempo total funcionamiento tacómetro.
- Memoria tiempo parcial cada tanda.
- Muy económico.
- Garantía 1 año
- Dimensiones: 90 x 45 x 30 mm



*Masalles Comercial s.a*

División Competición  
C/ Industria 6, 08291 Ripollet (Barcelona)  
Teléfono (93) 580.96.48  
Fax (93) 580.97.55  
[karting@masalles.com](mailto:karting@masalles.com)



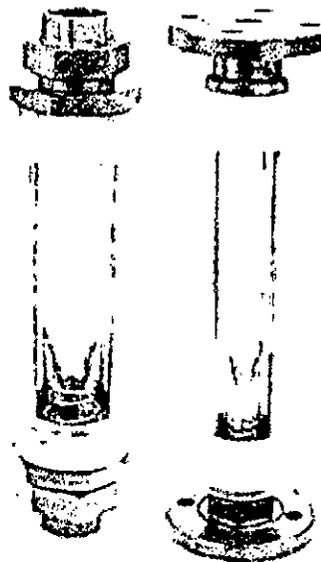
[Home Page](#)



**MEDIDORES DE  
CAUDAL**

**TUBO DE VIDRIO**

"6001 - 6002"



<b>Precisión</b>	1%
<b>Caudales</b> Agua Aire	0,1 l/h...40m <sup>3</sup> /h 20 NI/h...1.200 Nm <sup>3</sup> /h
<b>Conexiones</b> Racords Bridas	1/2" ... 3" DN-15...DN-80
<b>Materiales</b> En contacto con el fluido	Hierro / Steel / Acier. AISI-316, PVC, PTFE, Hasteloy
<b>Datos Técnicos</b> Ambito de escala Temperatura Presión Longitud	10 : 1 -10...+150 °C 20...5 Bar 375...415 mm

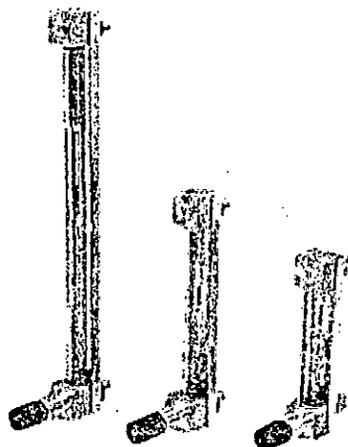
<b>Automáticos</b>	AMM, AMD, AMO, AMR
<b>Transmisor eléctrico</b>	TGMUR 0...4-20 mA



**◊MEDIDORES  
DE CAUDAL**

**TUBO DE  
VIDRIO**

**"2300 / 2150 /  
2100"**



<b>Precisión</b>	2.300=1% - 2.150=2,5% - 2.100=4%
<b>Caudales</b> Agua Aire	0,1 l/h...1000 l/h 10 NI/h...17 Nm <sup>3</sup> /h
<b>Conexiones</b> Racordés Bridas	1/4"...3/4" G, NPT -
<b>Materiales</b> En contacto con el fluido	AISI-316, PVC, PTFE Hasteloy
<b>Datos Técnicos</b> Ambito de escala Temperatura Presión Longitud	10 : 1 -10...+120 °C 10...20 Bar 165...390 mm

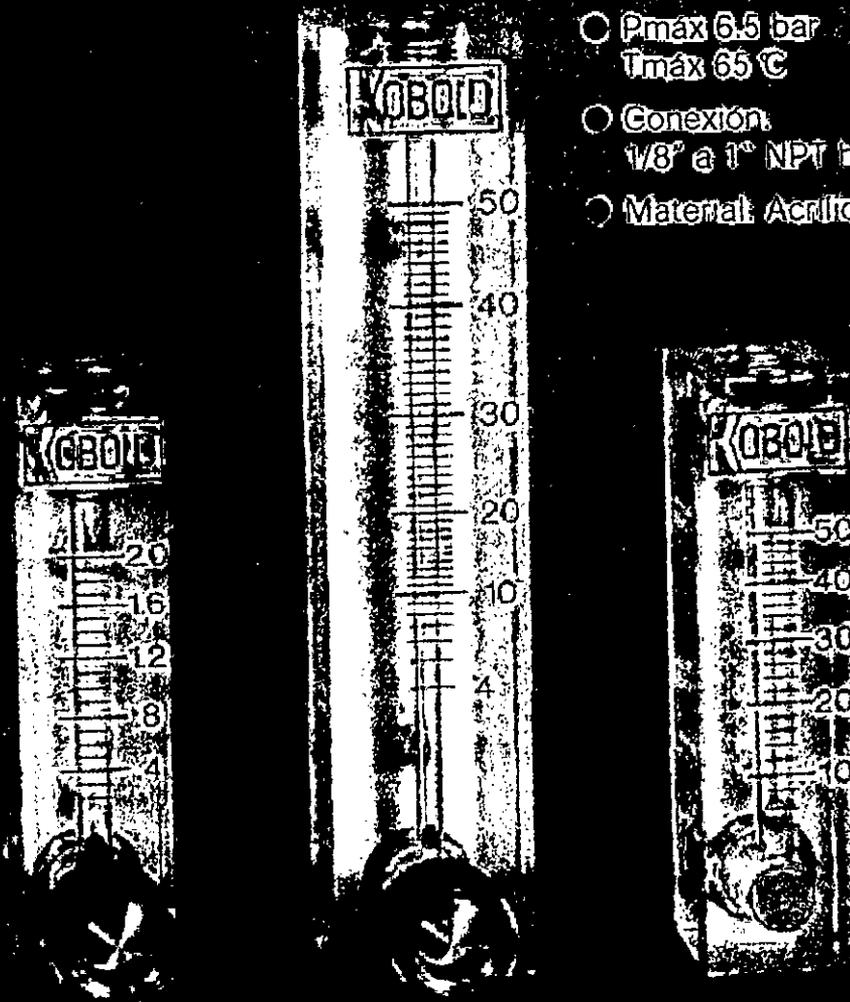


## Rotámetros para muy Bajos Flujos para líquidos y gases



Medir  
•  
Monitorear  
•  
Analizar

- Caudal:  
Agua: 5-50 cm<sup>3</sup>/min  
5-75 l/min  
Aire: 0.05-0.5 l/min...  
400-4000 l/min
- Precisión:  
± 2% a 5% f. s.
- P<sub>max</sub> 6.5 bar  
T<sub>max</sub> 65 °C
- Conexión:  
1/8" a 1" NPT hembra
- Material: Acrílico



Las oficinas KOBOLD existen en los siguientes países:

ARGENTINA, AUSTRIA, BELGICA, CANADA, CHINA,  
FRANCIA, ALEMANIA, INGLATERRA, PAISES BAJOS,  
POLONIA, ITALIA, SUIZA, USA, VENEZUELA

KOBOLD Messring GmbH  
Nordring 22-24  
D-65719 Hofheim/Ts.  
☎ (06192) 299-0  
Fax (06192) 23398  
E-mail: info.de@kobold.com  
Inte.net: www.kobold.com

Modelo:  
KFR

# **ANEXO N° 3: PLANOS**

**P01.- PLANO DE UBICACIÓN**

**P02.- ESTRUCTURA DEL BANCO DE PRUEBA (BASTIDOR)**

**P03.- TANQUE DE COMBUSTIBLE Y SOPORTE DEL MOTOR**

**P04.- TABLERO DE CONTROL DE LOS INSTRUMENTOS.**

**P05.- ENSAMBLE GENERAL DEL BANCO DE PRUEBA**

**P06.- INTERCAMBIADOR DE CALOR.**