

Universidad Nacional de Ingeniería

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA



“ Proyecto de un Banco de Pruebas para Turbo Refrigeradores Empleados en Aviación ”

T E S I S

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO MECANICO

EDMUNDO ESMARO GUTIERREZ JAVE

PROMOCION : 1980 - I

LIMA • PERU • 1986

C O N T E N I D O

PROLOGO -----	1
1. INTRODUCCION -----	5
2. SISTEMAS DE ACONDICIONAMIENTO DEL AIRE EMPLEADOS EN AVIACION	
2.1 Principios Básicos -----	9
2.1.1 Sistema Simple -----	10
2.1.2 Sistema de dos etapas -----	12
2.1.3 Sistema regenerativo -----	14
2.2 Descripción general del sistema de acondicionamiento de aire del Avión Hércules -----	17
2.2.1 Descripción General -----	20
2.3. Sistema de Distribución de aire Av. Hércules	23
2.3.1 Distribución de aire del compartimiento de carga -----	24
2.3.2 Distribución de aire en estado de vuelo	24
2.4 Sistema de aire acondicionado - Av. Hércules	25
2.4.1 Sistema de Calentamiento -----	27
2.4.2 Sistema de enfriamiento -----	28
2.5 Sistema de Control de Temperatura -----	29
2.5.1 Sistema Indicador de Temperatura -----	31

3. LOS TURBOREFRIGERADORES SU REPARACION Y MANTENIMIENTO

3.1 Descripción de la Unidad Turborefrigeradora--	33
3.1.1 Unidad del Hércules -----	33
3.1.2 Unidad del Mirage -----	35
3.1.3 Unidad del Sukoi -----	38
3.2 Ciclos de Inspección y Mantenimiento de Aero naves -----	40
3.2.1 Propósito -----	40
3.2.2 Inspecciones -----	40
3.3 Secuencia de Operaciones para el Mantenimien- to de Accesorios -----	43
3.4 Procedimientos de Reparación de la Unidad Tur- borefrigeradora -----	48
3.5 Uso de los Bancos de Prueba -----	53
3.5.1 Clasificación de los Bancos de Prueba '---	53
3.6 Métodos de prueba a realizarse -----	57

4. PARAMETROS DEL BANCO D ENSAYOS

4.1 Análisis de los Parámetros de Operación de los Turborefrigeradores -----	60
4.1.1 Parámetros de la Unidad del Sukoi -----	62
4.1.2 Parámetros de la Unidad del Mirage 1 --	63
4.1.3 Parámetros de la Unidad del Hércules 1 -	64
4.1.4 Parámetros de la Unidad del Hércules 2	65

4.1.5	Parámetros de la Unidad del Búfalo -----	66
4.1.6	Parámetros de la Unidad del A-37 -----	67
4.2	Definición de Parámetros del Banco de Prue- bas -----	69
4.2.1	Impulsión de aire -----	69
4.2.2	Calefacción -----	71
 5. INGENIERIA DEL BANCO DE PRUEBA		
5.1	Esquemas Básicos -----	75
5.1.1	Esquemas para la Unidad del Mirage -----	75
5.1.2	Esquemas para la Unidad del Hércules ---	77
5.1.3	Esquemas para la Unidad del A-37 -----	80
5.1.4	Análisis de los Componentes del Banco de Prueba -----	82
5.1.5	Esquemas Básico del Banco de Prueba ----	87
5.2	Principios de funcionamiento -----	93
5.2.1	Sistema Principal -----	93
5.2.2	Sistema Auxiliar -----	93
5.3	Ingeniería Básica - Cálculo de tamaño y se- lección de equipo de los Sistemas Componen <u>tes</u> del Banco de prueba -----	94
5.3.1	Sistema de aire presurizado seco -----	94
5.3.2	Sistema de aire-gases calientes -----	99
5.3.3	Sistema de alimentación y evacuación de aire de la Un dad -----	107
5.3.4	Selección de nstrumentos de Medición y	

Control para el Banco de Prueba -----	122
5.3.5 Soportes y otros elementos complementa rios -----	132
5.4 Equipos é Instrumentos de Medición selec- cionados -----	133
5.4.1 Sistema de aire presurizado seco -----	133
5.4.2 Sistema aire-gases calientes -----	140
5.4.3 Sistema de alimentación y evacuación de aire de la Unidad -----	151
5.4.4 Instrumentos de Medición y Control ---	157
5.4.5 Tuberías y accesorios -----	161
5.5 Disposición General -----	165
5.5.1 Obras civiles -----	165
5.5.2 Disposición de equipos del sistema de aire presurizado seco -----	167
5.5.3 Disposición de equipos del sistema aire-gases calientes -----	168
5.5.4 Disposición de equipos del Sistema de Alimentación y evacuación de aire de la Unidad -----	169
5.5.5 Disposición de Instrumentos de Medición y Control -----	170
6. ANALISIS DE COSTOS	
6.1. Inversión total -----	171
6.1.1 Inversiones de Capital fijo -----	171

6.1.2 Inversiones de Capital circulante ----	183
6.1.3 Inversión total -----	185
6.2 Costos de reparación y pruebas -----	185
6.2.1 Presupuesto de gastos é ingresos ----	185
6.2.2 Costos fijos de reparación y prueba --	190
6.2.3 Costos variables de reparación y prueba	190
6.3 Análisis Económico -----	191
6.3.1 Por inversión total -----	191
6.3.2 Por costo de reparación -----	193
6.4 Financiamiento y organización -----	195
6.4.1 Financiamiento -----	195
6.4.2 Organización - -----	198
CONCLUSIONES - -----	203
BIBLIOGRAFIA	
APENDICES	
TABLAS Y GRAFICOS	
PLANOS	

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

"PROYECTO DE UN BANCO DE PRUEBA PARA TURBOREFRIGERADO-
RES EMPLEADOS EN AVIACION"

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO
MECANICO

AUTOR: EDMUNDO ESMARO GUTIERREZ JAVE

BACHILLER EN INGENIERIA MECANICA

LIMA - 1985

ROLOGO

El presente trabajo tiene por objeto, el de elaborar un proyecto sobre la confección de un Banco de Pruebas para un accesorio componente del Sistema de Acondicionamiento de aire, de los aviones con que cuenta la F.A.P.; encuadrado dentro del plan de expansión de la capacidad instalada del Servicio de Mantenimiento de la Fuerza Aérea. Este estudio se desarrolla en 6 capítulos: que resumimos a continuación; a excepción del CAP. 1 que corresponde a la introducción que no necesita resumirse.

CAPITULO 2. Principios básicos de los ciclos de acondicionamiento de aire empleados en aviación; siendo estos: ciclo simple, ciclo doble, ciclo regenerativo, y se hace la comparación con los empleados en los a-

viones con que cuenta la Fuerza Aérea, que serán tomados como base para el desarrollo del estudio; los cuales son: A-37, Mirage, Hérules; siendo este último el de mayor capacidad y por lo tanto la unidad de turborefrigeración es la de mayor capacidad.

CAPITULO 3. Breve descripción de los principales turborefrigeradores que servirán de base para el pte estudio; se hace también una descripción general de la reparación y mantenimiento (incluye pruebas) de los accesorios que se procesan en el SEMAN desde el momento que llega el accesorio al taller, hasta el otorgamiento de calidad al mismo, todo este proceso de acuerdo a las normas establecidas en el SEMAN-FAP.

CAPITULO 4. En este capítulo presentamos los diferentes parámetros y registros de entrada y salida, con que deben ser probadas las unidades mencionadas y nos servirán de base para el dimensionamiento de los diferentes accesorios que componen el Banco, estos datos han sido tomados de las ordenes técnicas de los accesorios; que han sido proporcionados por los fabricantes, se hace también cuadros comparativos de estos parámetros, a fin de obtener los máximos, que nos permitirán el dimensionamiento del Banco. Entre los parámetros tenemos: presión, temperatura, flujo, registros: humedad, velocidad, vibración, etc.

$$p = 1.0 \text{ bar.}$$

$$T = 13^{\circ}\text{C}$$

$$M = 15.1 \text{ Kg/min.}$$

CAPITULO 5 . Ingeniería del Banco de Prueba, en este capítulo, con el uso de ecuaciones prácticas, se calcula y selecciona los diferentes equipos que componen el Banco de Pruebas, tal como: compresores, ventiladores, secadores, quemador, cámara de combustión, tuberías, válvulas, etc, instrumentos de medición y control; todo esto servirá para la evaluación de costos; el desarrollo de cálculos se encuentran en los apéndices.

CAPITULO 6 . Análisis de Costos del Banco de Prueba; en la que se hace una comparación entre las alternativas de adquisición del Banco, en el extranjero y la confección local (SEMAN-FAP). E que en definitiva resultará más económico es el de confección local; frente a su adquisición en el extranjero; siendo estos costos los siguientes:

- Costo confección local. \$ 318,864.00 (SEMAN-FAP)
- Costo adquisición extranjero : \$ 1'126,000.00 (GARRET CORPORATION)

Desde el punto de vista de la reparación del accesorio también es más económico realizarla en el SEMAN-FAP:

- Reparación Nacional SEMAN-FAP - \$ 4,717.00
- Reparación Extranjero - \$ 22,635.00

Concluyendo por lo tanto que la confección del Banco de Pruebas, para la reparación de los turborefrigeradores es sumamente económico hacerlo en el país, ahorrando con ello salida de divisas por ambos conceptos; todo esto contenido en un breve análisis técnico económico del proyecto.

MI AGRADECIMIENTO MUY ESPECIAL A LAS SIGUIENTES
PERSONAS

MAYOR FAP.	JUAN ARCE SOLIS
CAPITAN FAP.	OSCAR BAUER LOZANO
ING ^o MECANICO	JORGE CUADROS BLAS
ING ^o MECANICO	ALFREDO VASQUEZ AMPUDIA
LNG ^o MECANICO	JORGE VERA ERMITANO

1. INTRODUCCION

El Servicio de Mantenimiento de la Fuerza Aérea Peruana (SEMAN-FAP), es una organización encargada de la reparación y mantenimiento de las aeronaves con que cuenta la FAP. Esta labor la viene desempeñando desde hace 51 años, a través de los cuales ha cumplido un papel muy importante dentro de la defensa nacional; como un servicio estratégico y también como punto de partida para el desarrollo técnico peruano en la rama aeronáutica, con gran proyección en la industria nacional.

Este Servicio a través de éstos años transcurridos ha ido desarrollando tanto su capacidad de reparación de partes de las aeronaves, y por lo tanto también de su capacidad instalada. Esto ha permitido la realización de trabajos de investigación y desarrollo de proyectos.

Las aeronaves modernas, deben ofrecer un máximo de comodidad y confort, tanto para el piloto (s) (cabina) como para los pasajeros, lo cual es necesario, que éstas cuenten con un sistema de acondicionamiento de aire, ya que las condiciones ambientales no son igua

les a diferentes alturas. En la aviación tanto comercial como militar, en lo que la industria aerotécnica ha alcanzado notables progresos en la última década, ha hecho imperativo que éstos sistemas y equipos de acondicionamiento de aire sean los más eficientes y compactos posibles. Dentro de los sistemas de acondicionamiento de aire de las aeronaves, el más utilizado es el de ciclo de aire; el que para ser acondicionado tiene que ser sucesivamente, comprimido, enfriado y expandido en un turborefrigerador; siendo éste uno de los accesorios principales que componen el sistema de acondicionamiento de aire del avión.

El Servicio de Mantenimiento FAP, desde su creación a la fecha, dentro de la ampliación de su capacidad para la reparación y mantenimiento de las aeronaves, su objetivo principal a sido la reparación y mantenimiento integral de los aviones con que cuenta la FAP; esto ha motivado el desarrollo de diferentes proyectos con el fin de ampliar esta capacidad instalada, permitiendo así depender cada vez menos de los fabricantes de aviones, los que inicialmente se encargaban de la reparación y mantenimiento de los aviones de nuestra Fuerza Aérea, empleando por ello fuertes egresos de sumas de dinero en moneda extranjera (divisas).

Después de la reparación de cada parte ó accesorio es imprescindible que pase por un período de prueba; el

7

mismo que es realizado en un Banco de Pruebas; en el que se reproducen o simulan las condiciones de funcionamiento del accesorio, durante vuelo del avión, siendo esta pues la fase fundamental para decidir si un accesorio está o nó en condiciones de ser colocado nuevamente en el avión.

Hasta hace aproximadamente unos diez años atrás los Bancos de Prueba para los accesorios de los aviones eran comprados en el extranjero, a los fabricantes de los accesorios o al fabricante de los aviones; de ese tiempo a la fecha en este Servicio se vienen haciendo diversos estudios de factibilidad sobre la construcción de Bancos de Prueba con tecnología y técnicos peruanos. Se comenzó con sistemas sencillos, para paulatinamente ir a sistemas más complejos, los que han sido diseñados y construídos por ingenieros peruanos, obteniéndose buenos resultados.

En este momento dentro del desarrollo estratégico nacional, es necesario la ejecución de éstos proyectos, para la confección de Bancos de Prueba; siendo uno de ellos el Proyecto del Diseño de Banco de Prueba de unidades de Turborefrigeración, siendo también conveniente desde el punto de vista económico y desarrollo técnico.

Parte de ese afán innovador y desarrollo lo constituye el estudio del presente Proyecto, con el que se trata de contribuir con una valiosa experiencia en el desarrollo de Proyectos para el diseño de Bancos de

Prueba, con el propósito de cimentar nuestro desarrollo técnico.

Este estudio se basará en la elaboración de un Proyecto para un Banco Universal básico, el cual con las respectivas adaptaciones servirá para probar todo tipo de turborefrigeradores empleados por los aviones de la Fuerza Aérea Peruana.

2. SISTEMAS DE ACONDICIONAMIENTO DE AIRE EMPLEADOS EN AVIACION

2.1.- PRINCIPIOS BASICOS

Dentro del sistema de acondicionamiento de aire en los aviones, es necesario que el aire sea enfriado, por lo cual existe un sistema de enfriamiento, el que forma parte del sistema de aire acondicionado.

En aviación se emplea el ciclo de aire para enfriamiento, el cual acondicionará la cabina del piloto y el compartimiento de cargo, donde el refrigerante es el aire, éste es sucesivamente comprimido, enfriado en un intercambiador de calor y expandido a una turbina; debido a su poco peso y poco espacio, el ciclo de aire es ideal para ser utilizado en aviación.

La necesidad de la refrigeración en los aviones, deriva de que el calor del sol, el calor generado en el interior del avión por los diferentes equipos, la compresión del aire de la cabina y las altas velocidades, contribuyen a aumentar la temperatura de la cabina; el

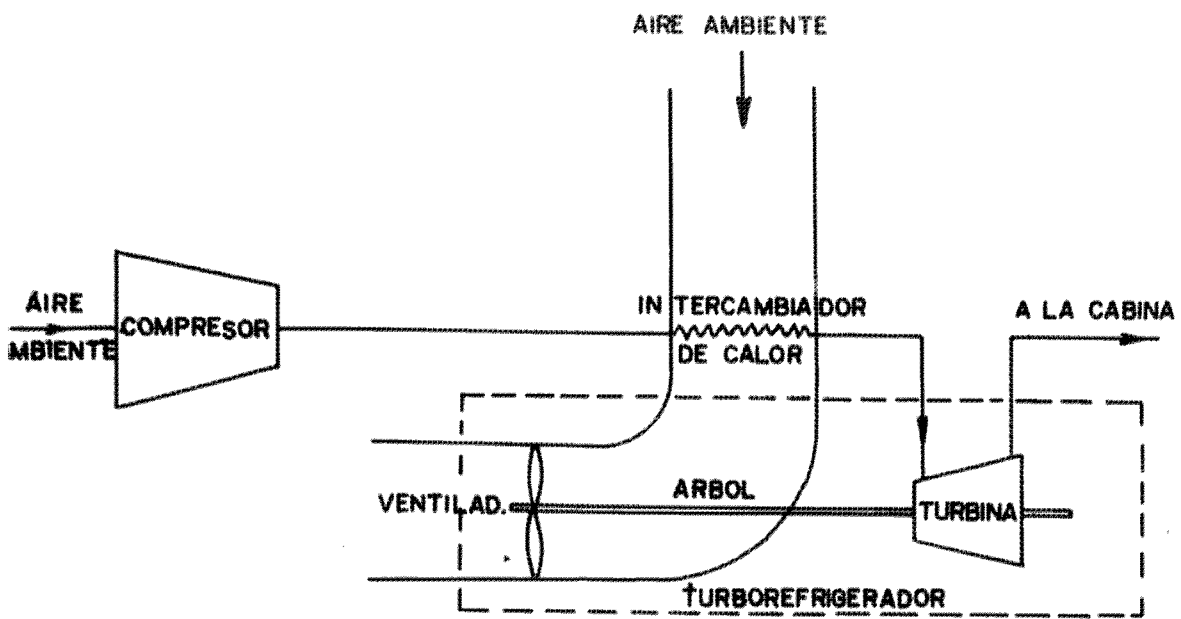


FIG.2.1 CICLO SIMPLE

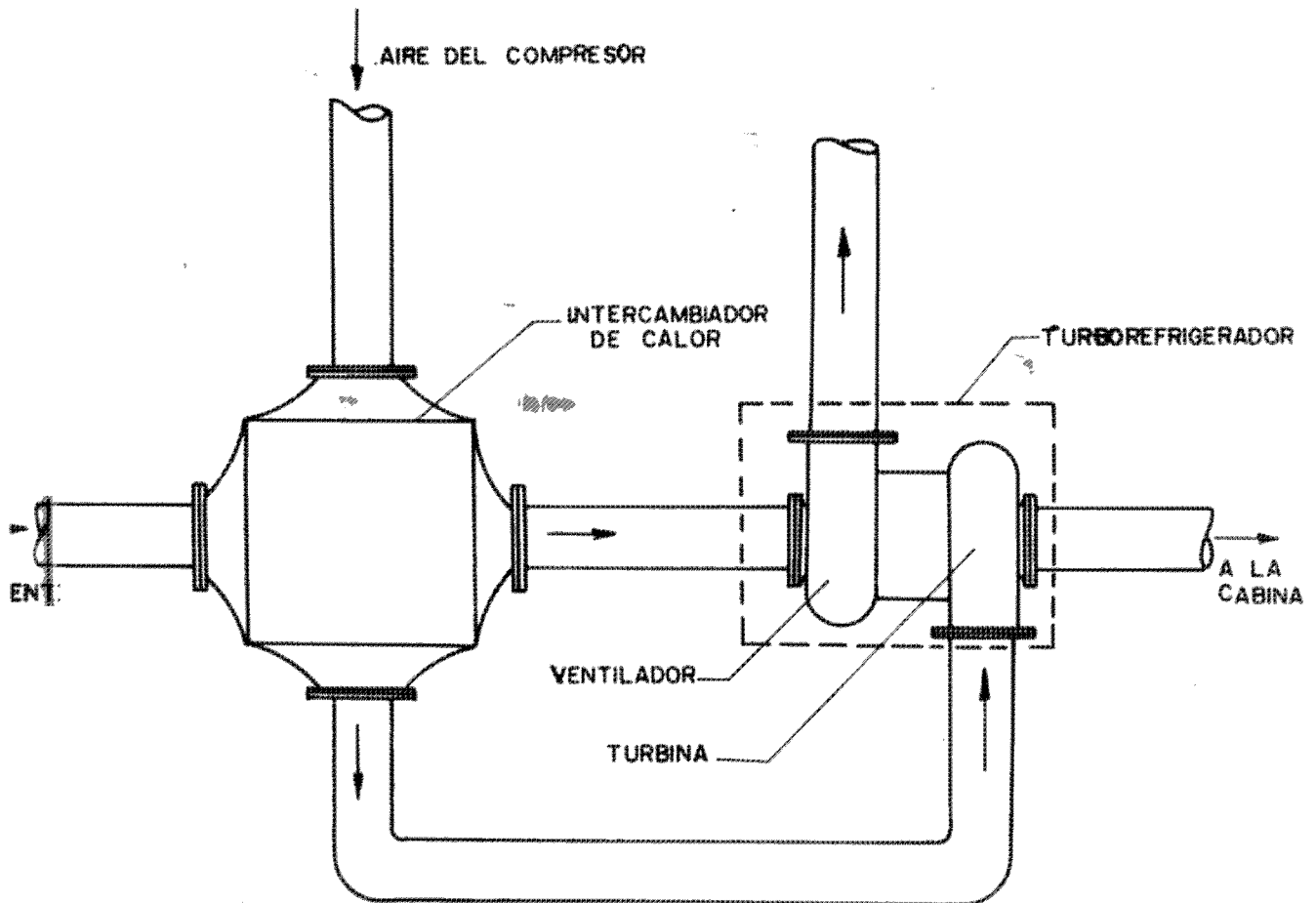


FIG.2.2 CICLO DEL A-37

piloto, los pasajeros y el equipo eléctrico del avión generan también calor; a grandes alturas se necesita comprimir el aire que se toma del exterior del avión para introducirlo en la cabina a casi la presión atmosférica normal, aún cuando el aire ambiente está a baja temperatura, entrará caliente en la cabina, a causa de la compresión.

Los sistemas más frecuentes, usados en aviación son:

- 1) El sistema simple
- 2) El sistema de dos etapas
- 3) El sistema regenerativo

2.1.1 SISTEMA SIMPLE

En este sistema representado en la fig. 2.1, el aire exterior pasa primeramente por un compresor; o bien si el avión está movido a propulsión a chorro o por un turbohélice, se puede tomar aire del mismo compresor del motor (sangrado). El aire está caliente después de la compresión por lo que es enfriado en un intercambiador de calor, por una corriente de aire ambiente; del intercambiador de calor el aire comprimido entra en la turbina y se expande hasta la presión de la cabina. El trabajo proporcionado por la turbina se emplea en mover un ventilador que hace pasar el aire ambiente a través del intercambiador de calor.

Se cumple este ciclo en unidades como el A-37

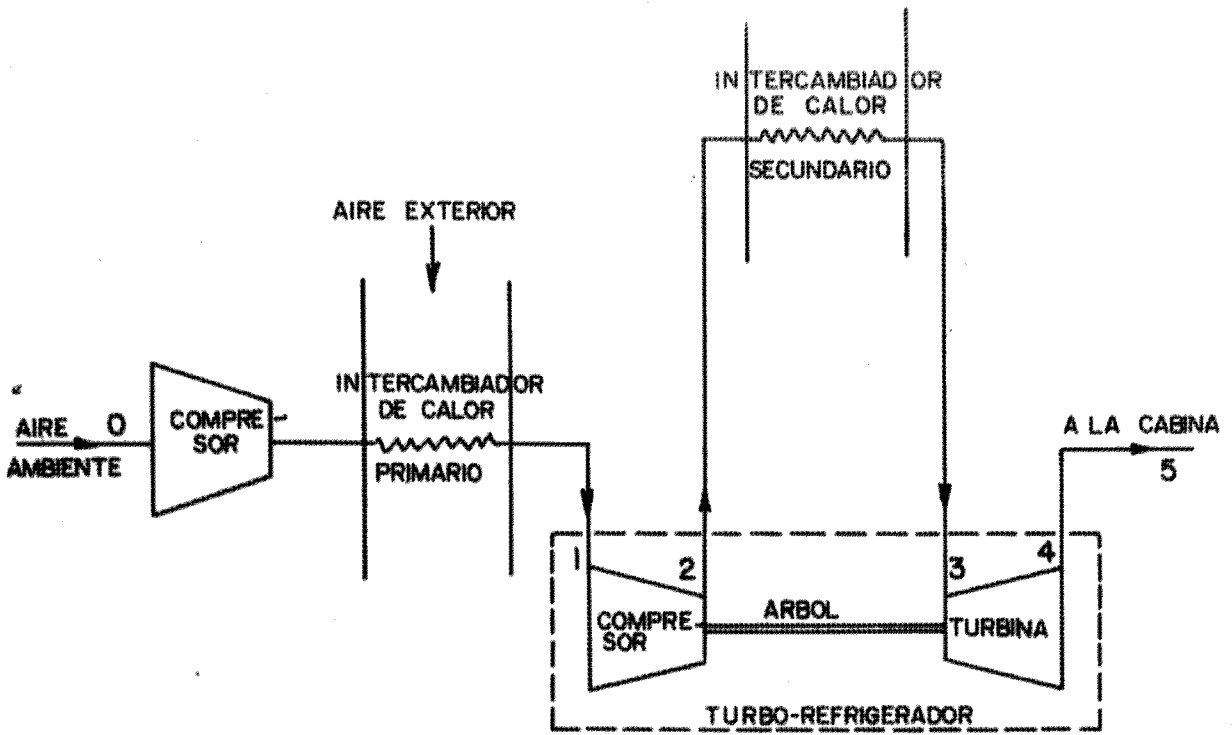


FIG. 2.3 CICLO DOBLE

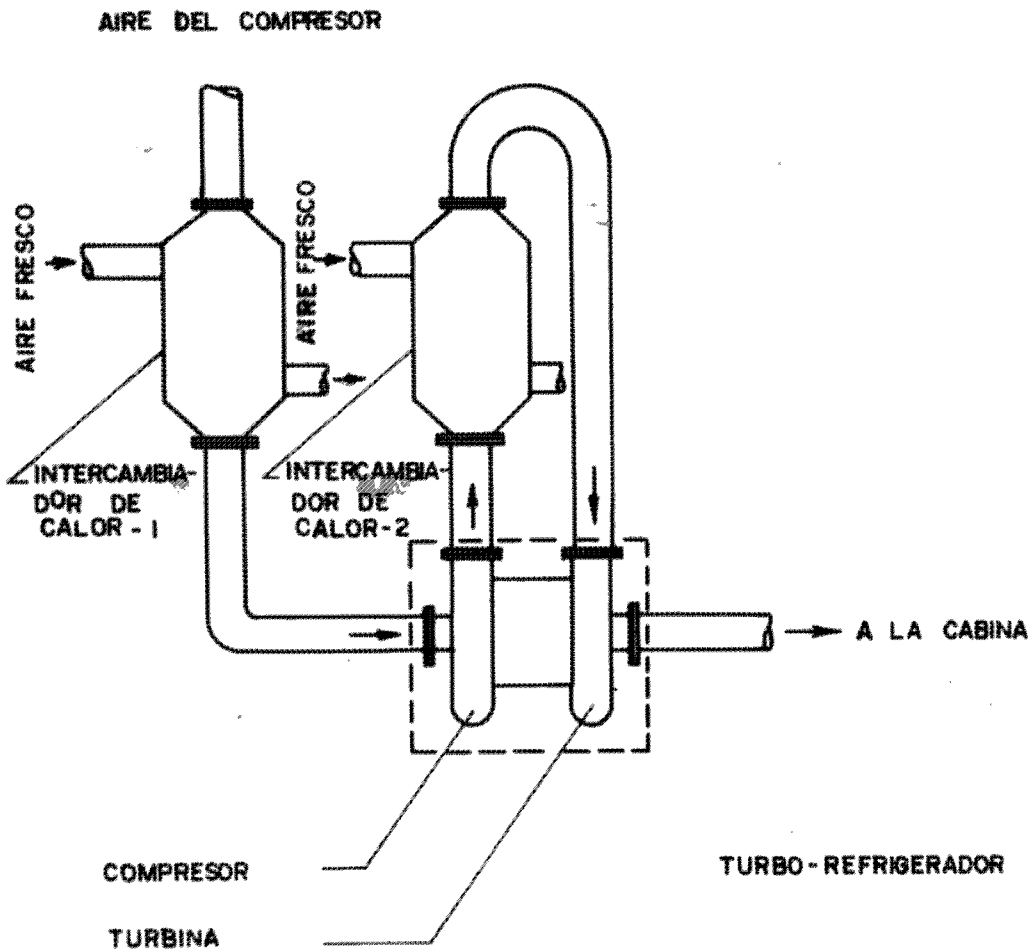


FIG. 2.4 CICLO DEL MIRAGE

cuyo esquema se ve en la fig. 2.2, el cual es muy similar al de la fig. 2.1; en este se distinguen dos flujos de aire independientes, uno para el compresor (ventilador) y otro para la turbina (biflujo-dos flujos de aire independiente)

2.1.2 SISTEMA DE DOS ETAPAS

Otra versión del ciclo de aire, es el sistema de dos etapas, representado en el esquema de la fig. (2.3). El aire que procede de un compresor extra; o del compresor del motor (sangrado) pasa a través de un intercambiador de calor primario donde se enfría. Un compresor secundario (de la unidad), eleva todavía más la presión del aire, el cual después de pasar por el intercambiador de calor secundario, se expande en una turbina, antes de entrar a la cabina. La presión de choque del aire sobre el avión móvil, obliga al aire a pasar por los intercambiadores de calor. La turbina y el compresor secundario tiene el mismo árbol, de manera que la turbina arrastra al compresor.

El diagrama temperatura-entropía de un sistema de dos etapas ideal, donde las compresiones y las expansiones fueron reversibles y adiabáticas como las representadas en la fig. (2.7) (el mismo para todos los sistemas); como la turbina arrastra al compresor y no hay pérdidas en ninguno de los dos,

el aumento de entalpía del aire en el compresor, es (ventilador) igual a la disminución de la entalpía del aire en la turbina. En la fig. (2.3) $T_2 - T_1$ es igual a $T_3 - T_4$; el compresor primario debe comprimir el aire desde la presión ambiente hasta el punto (1), la compresión desde la presión ambiente hasta el punto (5) se necesita para lograr una presión conveniente en la cabina y la compresión desde (5) hasta (1), es el trabajo externo gastado en el ciclo de refrigeración.

Como se ve en la figura (2-3) el flujo de aire que circula por el compresor (ventilador) y la turbina de la unidad es uno solo, el cual es calentado y enfriado sucesivamente; con este ciclo funciona las unidades de turborefrigeración del Mirage, donde un solo flujo (UNIFLUJO) entra primero en el compresor y luego a la turbina, en ningún momento el aire exterior ingresa a la unidad de refrigeración.

2.1.3 SISTEMA REGENERATIVO

Cuando la temperatura a la salida de la turbina del sistema simple es aún alta, se hace necesario el sistema regenerativo. En este ciclo representado en la fig (2.5) parte del aire que sale de la turbina retrocede para enfriar al que entra en ella (lo mismo se puede hacer con el compresor). El aire entonces puede entrar en la turbina a una temperatura más baja de la que se ía posible si se enfriase uni

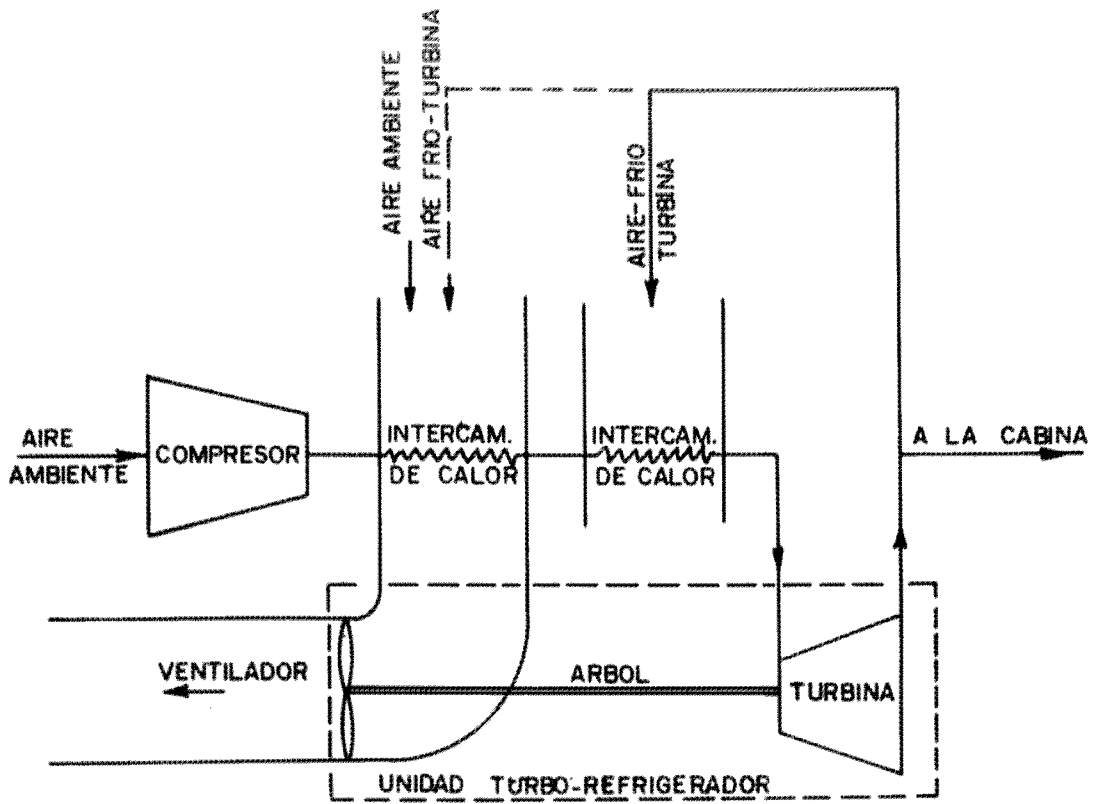


FIG.2.5 CICLO REGENERATIVO

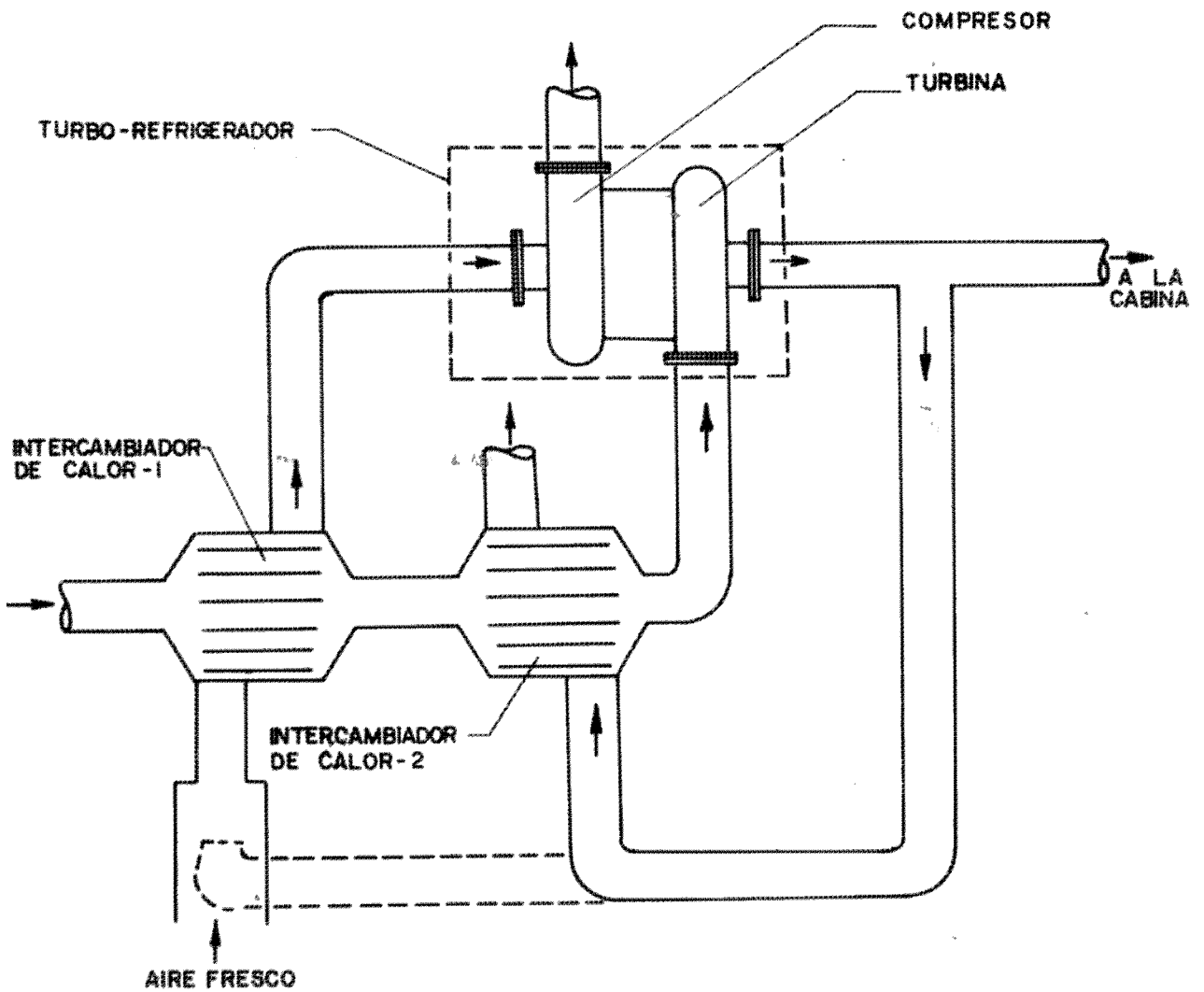


FIG.2.6 CICLO TWIN OTER

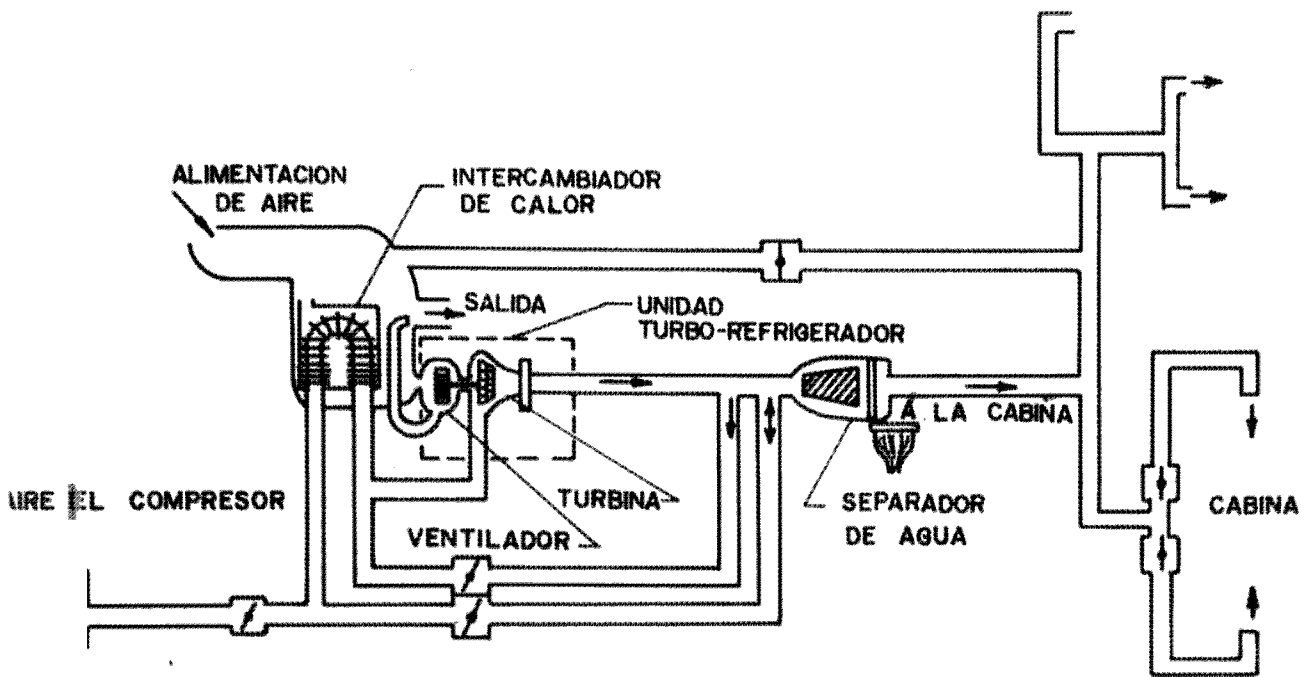


FIG. 2.8 CICLO DEL AVION HERCULES

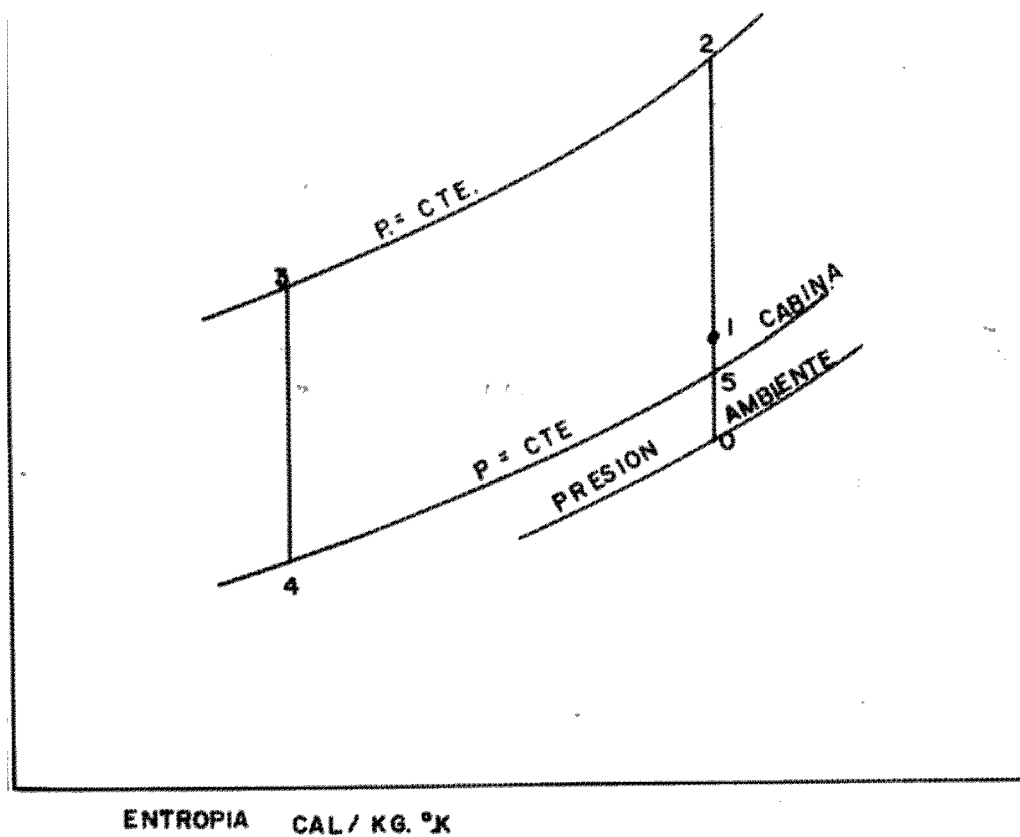


FIG.2.7 DIAGRAMA CICLO TERMODINAMICO

camente con el aire.

Este sistema de enfriamiento es empleado en el Hércules, Twin Otter; donde parte de uno de los flujos de aire se mezcla proporcionalmente con el otro aire, para darle las condiciones adecuadas al otro aire, este sistema de enfriamiento puede ser desdoblado en un sistema simple, todo dependiendo de la capacidad del avión y de la capacidad de enfriamiento de los intercambiadores de calor. Los sistemas de dos etapas y regenerativo son los mas adaptables a los aviones que vuelan a grandes velocidades como el SUK01 y en aviones de gran capacidad como son los Hércules y Twin Otter.

2.2.- DESCRIPCION GENERAL DEL SISTEMA DE ACONDICIONAMIENTO DE AIRE DEL AVION HERCULES

Si bien nuestro sistema de ensayos estará previsto para probar diversas unidades tales como del SUK01, Mirage, Twin Otter, Hercules.

En esta descripción nos referimos al del Hércules, por ser el de mayor capacidad en cuanto a necesidad de aire acondicionado (FAP), esto debido a que cuenta con acondicionamiento de aire tanto para la cabina de pilotaje como para el compartimiento de carga o pasajeros, el cual es muy similar en casi todos los aviones, sobre todo en el acondicionamiento de la cabina. Ver. fig. 2.9 - 2.10.

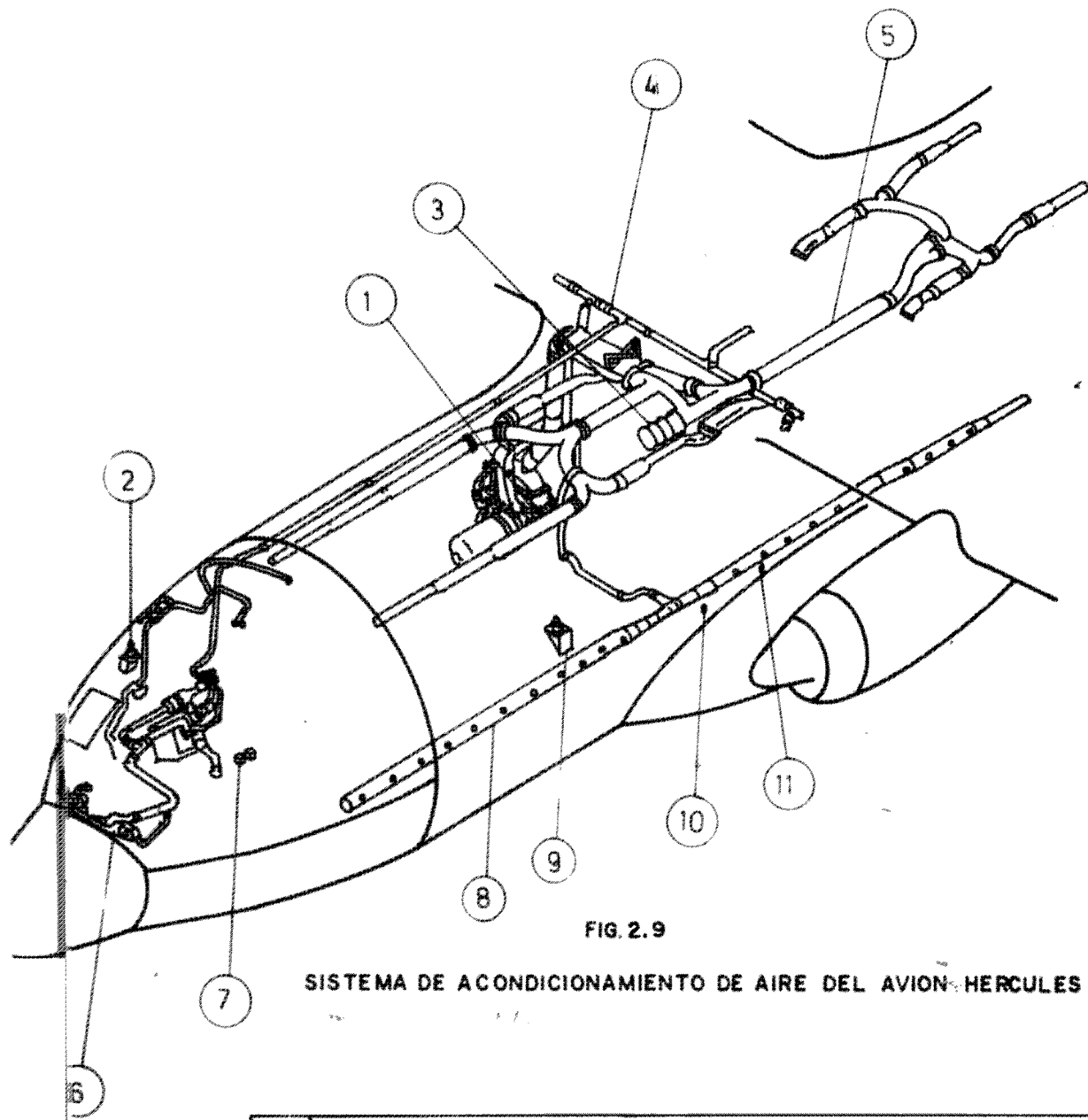


FIG. 2.9

SISTEMA DE ACONDICIONAMIENTO DE AIRE DEL AVION HERCULES

Nº	DESCRIPCION
1	TURBO-REFRIGERADOR
2	TERMOSTATO DE LA ESTACION DE VUELO
3	VENTILADOR DE RECIRCULACION DEL COMPARTIMIENTO DE CARGO
4	VALVULA DIVISORA DE SANGRADO DE AIRE
5	DUCTOS DE DISTRIBUCCION
6	DUCTOS DE AIRE DE PILOTO Y COPILOTO
7	CAJAS DE CONTROL DE TEMPERATURA
8	DUCTO DE CALENTAMIENTO DEL PISO DE CARGA
9	TERMOSTATO DEL COMPARTIMIENTO DE CARGA
10	TERMOSTATO DE CONTROL DE CALENTAMIENTO DEL PISO DE CARGA
11	TERMOSTATO DE CONTROL DE CALENTAMIENTO DEL PISO DE CARGA

Este sistema consta de las siguientes partes principales:

- a) Sistema de distribución de aire.
- b) Sistema de presurización.
- c) Sistema de calentamiento del piso de cargo.
- d) Sistema de acondicionamiento de aire.
- e) Sistema de Control de Temperatura.
- f) Sistema indicador de temperatura del compartimiento de cargo.

Los controles de estos sistemas funcionan independientemente o también en forma automática, para casos de regulación ó emergencia.

2.2.1 DESCRIPCION GENERAL

a.- DISTRIBUCION DE AIRE

Comprende : de un sistema de ductos localizados sobre cabeza y debajo del piso de cargo, distribución de aire para enfriamiento, ventilación y calentamiento del avión; válvulas de control, difusores y válvulas de derivación de control de flujo de aire a través del sistema.

b.- SISTEMA DE PRESURIZACION

La presurización de la cabina y del sistema de acondicionamiento del compartimiento de cargo, obtenido mediante el aire, en estado de vuelo. La presurización es realizada cuando suficiente cantidad de

este aire, es retenido en el fuselaje para levantar la presión de la cabina por encima de la presión atmosférica circundante. El fuselaje del avión es sellado para prevenir descontrol del escape de aire a la atmósfera. El nivel de presurización deseada es obtenida por regulación del flujo de aire de la atmósfera. La válvula de salida y la válvula de control de descarga del aire a la atmósfera; la válvula de evacuación regula la salida del flujo de aire, para mantener la presión deseada en la cabina; la válvula de regulación protege la estructura del fuselaje mediante el retorno interno, o salida de presión si estos son convenientes.

c.- SISTEMA DE CALENTAMIENTO DEL PISO DE CARGO

El sistema de calentamiento del piso de compartimiento de cargo, opera independientemente del sistema de control de temperatura del compartimiento de cargo, proveendo temperatura al compartimiento de cargo, temperatura confortable al piso durante la operación de salida a baja temperatura ambiente.

d.- SISTEMA DE ACONDICIONAMIENTO DE AIRE

El avión contiene dos sistemas de acondicionamiento de aire. El de la estación de vuelo (sala de mandos-cabina) y el de los sistemas del compartimiento de cargo. Cada sistema recibe aire del sistema de sangrado, enfriando éste y distribuyendolo a

los compartimientos del avión. Estos sistemas alimentan aire a la temperatura y humedad deseada y ellas pueden alimentar aire a la salida de los compartimientos para ventilación cuando el avión está en vuelo a bajas altitudes.

e.- CONTROL DE TEMPERATURA

Ambos sistemas de acondicionamiento de aire, del compartimiento de cargo y el sistema de calentamiento del piso de cargo, son controlados por dos sistemas de control de temperatura no relacionados, entonces el sistema de acondicionamiento de aire del compartimiento de cargo deberá ser en "automático" ó "manual". Un termóstato de protección de sobrecalentamiento (un switch térmico bimetalico) en la corriente de aire, bajo los protectores del piso de cargo de la estructura primaria de sobrecalentamiento, este cierra la valvula de calor del piso, si los sistemas son inadvertiblemente accionados sobre tierra o bajo condiciones de operación cuando el calor no es requerido.

f.- SISTEMA INDICADOR DE TEMPERATURA DEL COMPARTIMIENTO DE CARGO

El sistema indicador de temperatura del compartimiento de cargo, consiste de tres ampollas de resistencias, instaladas en el compartimiento de cargo y un panel monitor montado a la mano derecha

del circuito obturado de la caja de distribución. La resistencia de los bulbos son conectados a las posiciones FWD, CTR, AFT del switch selector de temperatura del compartimiento de cargo en el panel monitor, el switch selector conecta los bulbos de resistencia al indicador de temperatura.

2.3.- SISTEMA DE DISTRIBUCION DE AIRE AVION HERCULES

Está compuesto por las siguientes partes: ductos localizados sobrecabeza y debajo del piso del compartimiento de cargo, que sirven para la distribución de aire de enfriamiento, ventilación y calentamiento del avión, sistema de control de válvulas difusoras y válvulas de derivación de control de flujo de aire a través del sistema.

El sistema de distribución de aire consta de dos subsistemas principales y opera de la siguiente manera:

2.3.1 DISTRIBUCION DE AIRE DEL COMPARTIMIENTO DE CARGO

El aire para enfriamiento o ventilación del compartimiento de cargo, es soplado a través de difusores del sistema de ductos sobrecabeza.

El aire para calentamiento del compartimiento de cargo, es soplado a éste, a través de ductos sobrecabeza; a través de un ducto de derivación aleteado, el cual mezcla perfectamente el aire de temperatu-

del circuito obturado de la caja de distribución. La resistencia de los bulbos son conectados a las posiciones FWD, CTR, AFT del switch selector de temperatura del compartimiento de cargo en el panel monitor, el switch selector conecta los bulbos de resistencia al indicador de temperatura.

2.3.- SISTEMA DE DISTRIBUCION DE AIRE AVION HERCULES

Está compuesto por las siguientes partes: ductos localizados sobrecabeza y debajo del piso del compartimiento de cargo, que sirven para la distribución de aire de enfriamiento, ventilación y calentamiento del avión, sistema de control de válvulas difusoras y válvulas de derivación de control de flujo de aire a través del sistema.

El sistema de distribución de aire consta de dos subsistemas principales y opera de la siguiente manera:

2.3.1 DISTRIBUCION DE AIRE DEL COMPARTIMIENTO DE CARGO

El aire para enfriamiento o ventilación del compartimiento de cargo, es soplado a través de difusores del sistema de ductos sobrecabeza.

El aire para calentamiento del compartimiento de cargo, es soplado a éste, a través de ductos sobrecabeza; a través de un ducto de derivación aleteado, el cual mezcla perfectamente el aire de temperatu-

ras diferentes. Para el calentamiento del piso de cargo, es alimentado a través de un eyector, éste está conectado al ducto de sangrado de aire del sistema de acondicionamiento de aire del compartimiento de cargo, el que está ubicado junto a las válvulas de derivación de aire caliente del piso. La válvula reguladora (desviadora), regula la cantidad de sangrado de aire en el que el flujo de los ductos entran calentando el piso.

2.3.2 DISTRIBUCION DE AIRE EN ESTADO DE VUELO

Las válvulas están previstas para el control de flujo de aire de los sistemas en estado de vuelo. Una válvula de evacuación en cada lado del compartimiento, la que puede ser abierta por un control automático para dejar salir el aire distribuido por la ventana.

Cuando son abiertas las válvulas de desneblinización estas tienen desviadores de flujo para desneblinizar el aire, si la presión es suficiente en los ductos de evacuación para hacer fuerza de tal manera que abran los desviadores, permitiendo la salida del exceso de flujo de aire a las salidas personales. Otra válvula desneblinizadora de evacuación puede ser abierta para evacuar, por un lado del compartimiento de cargo o para desviar el flujo de las salidas personales, obteniéndose corrientes confortables.

Para el piloto son previstas salidas de difusores al pecho y los pies, también para el copiloto y el ingeniero de vuelo. Una válvula mariposa puede ser instalada a la salida del ducto de los pies, para dividir el flujo de aire requerido entre las salidas de pies y pecho, según como sean requeridos; estas válvulas son controladas mediante palancas ó botones del panel de instrumentos. Una válvula de alivio de presión de aire es provista para el ingeniero de vuelo cuando otras salidas son cerradas. Cuando la ventilación auxiliar está siendo usada, el flujo de aire es conducido solamente a través de las salidas personales y no a través del sistema de evacuación.

2.4.- SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO - AVION HERCULES

El avión tiene dos sistemas de acondicionamiento de aire que son :

- a) El sistema de acondicionamiento de la estación de vuelo (sala de mandos o cabina).
- b) El sistema de acondicionamiento del compartimiento de cargo.

Estos sistemas son similares excepto en la capacidad, el de mayor capacidad es usado para el compartimiento de cargo y el de menor capacidad es usado en la cabina; cada uno de estos sistemas es alimentado por un suministro de aire del sistema central de alimentación. Estos

sistemas alimentan aire a la temperatura y humedad deseada, pudiendo alimentar aire a la salida de los compartimientos para ventilación cuando el avión vuela a bajas altitudes.

La temperatura del aire de alimentación para los compartimientos son regulados por el control que proporciona aire caliente y aire frío en la mezcla. Esta proporción es determinada por una válvula eléctrica de control de temperatura. La cantidad de aire que fluye a través de cada uno de los sistemas de acondicionamiento de aire para calentamiento o enfriamiento es regulado constantemente por un tubo tipo venturi y una válvula de cierre de control de flujo. Un orificio es instalado en el ducto de sangrado de aire para el intercambiador de calor refrigerador del compartimiento de carga, con el objeto de prevenir la caída de presión y sobrevelocidad de la turbina.

Cada sistema de acondicionamiento de aire consta de:

- Control de flujo tipo Venturi
- Una válvula de cierre
- Una unidad refrigeradora
- Un separador de agua
- Un sistema de control de temperatura
- Controles auxiliares de ventilación
- Ductos de distribución

Los componentes del sistema de compartimiento de car

go están localizados a la mano derecha de la rueda, en el área delantera del equipo de aterrizaje y los componentes del sistema en estado de vuelo están en el lado derecho del fuselaje, justamente delante de la estación 245.

2.4.1 SISTEMA DE CALENTAMIENTO

El sistema de calentamiento del piso del compartimiento de carga, opera independientemente del sistema de control de temperatura del compartimiento de carga, proveyendo temperatura confortable al piso durante la operación a bajas temperaturas ambientales. Cuando el switch de calentamiento del piso bajo es puesto en "ON", la válvula de calentamiento del piso de carga es accionada a la posición "OPEN" (abierta), esto permite el sangrado de aire aguas abajo del flujo de control del compartimiento de carga y cierra la válvula del flujo del inyector, instalado bajo el piso de carga. El sangrado de aire es dirigido de frente a través de toberas dentro del eyector; el sangrado de aire es mezclado con el aire ambiente de la cavidad del piso, el aire entonces enviado a través de distribuidores múltiples extendidos en el piso del compartimiento de carga.

Este sistema es automáticamente controlado por un termostato de mercurio (H₁) instalado bajo el piso, cuando éste señala más calor la válvula desviadora de flujo controla la cantidad de aire para mantener una

entrada constante al sistema de distribución sobrecabeza, también el flujo suficiente para evacuar el calor del piso. Cuando el switch de calentamiento bajo el piso espuesto en "OFF" (fuera) la válvula desviadora de flujo va a la posición de abierto total y cuando el switch de calentamiento de piso bajo está en "ON" la alimentación de aire para los ductos sobrecabeza es restringida por la válvula desviadora; esta se posicionará en recirculación de aire, que es controlado por el switch; este cuando es puesto en posición "ON" hace factible la recirculación del compartimiento de cargo y que opera independientemente del switch de calentamiento del piso bajo, este coloca en la posición "ON" al reláy del ventilador a través de los terminales 2 y 3 del switch y cuando el switch de calentamiento del piso bajo está en "OFF" el switch del ventilador de recirculación es conectado el reláy de éste, a través de los terminales 1-2 del switch de calentamiento del piso bajo y a través del switch maestro de acondicionamiento de aire.

2.4.2 SISTEMA DE ENFRIAMIENTO

Cada una de las dos unidades de enfriamiento incluyen:

- Un intercambiador de calor
 - Una turbina
 - Un ventilador (compresor)
- } Unidad

El sangrado de aire caliente es conducido a

través de tubos aleteados del intercambiador de calor; en el lado de afuera el aire es arrastrado sobre los tubos, por el ventilador y la bomba JET. De esta manera parte del calor perdido del aire por enfriamiento, es a gotado sobre la cámara del intercambiador, por lo que solamente una parte del aire de enfriamiento pasa a tra vés del ventilador; el resto del aire es sacado fuera a alta velocidad a través de jets. La salida de enfriamiento de una bomba jet arrastrará un gran volumen de aire enfriado a través del intercambiador de calor. El sangrado de aire parcialmente enfriado pasará a través del intercambiador alimentado a través de un ducto a la turbi na, el cual golpea los álabes de la turbina a alta presión para mover el rodete a alta velocidad. De esta manera el aire caliente a alta presión en rápida expansi ón desprende energía y el proceso resulta en refrigera ción de aire, no todo el sangrado de aire es refrigera do. El aire puede ser conducido a través de un bypass de la turbina o pueden ser conducidos directamente a la válvula de control de temperatura de salida de la cabina. La cantidad de aire conducido a través del intercambiador de calor depende de los requerimientos es tablecidos por el sistema de control de temperatura.

2.5.- SISTEMA DE CONTROL DE TEMPERATURA

Los sistemas de acondicionamiento de aire del compartimiento del piso de carga, son controlados por dos

sistemas de control de temperatura independientes. Un termostato de protección de sobre calor (un switch térmico bimetalico) es colocado en la corriente de aire bajo protectores del piso de cargo de la estructura primaria de sobrecalentamiento, este cierra la válvula de calor del piso, si los sistemas son inadvertidamente accionados sobre la tierra o bajo condiciones de operación cuando el calor no es requerido.

Cuando el flujo de aire fluye a través de cualquiera de cualquiera de los sistemas de aire acondicionado estos fluyen en tres cursos:

- 1) Parte del flujo de aire va directamente a las salidas sobrecabeza, siendo enfriado fuera.
- 2) Parte del aire pasa directamente a través del intercambiador de calor pero no a través de la turbina.
- 3) Algo de aire es dirigido a ambos lados del intercambiador de calor y la turbina; el aire sigue estos cursos y son mezclados que luego pasan a través de las salidas de cabeza de la cabina.

La válvula de control de temperatura es operada para distribuir el sangrado de aire a estas tres partes controlando de esta manera la mezcla distribuida. La válvula es una unidad dual con una mariposa en el by-pass refrigerador y otro en el by-pass de la turbina, las dos mariposas son movidas por un actuador eléctrico posicionadas de la siguiente manera:

	COL	COOL	WARM	HOT
By-pass turbina	cerrada	abierta	abierta	cerrada
By-pass refrigerador	cerrada	cerrada	abierta	abierta

La válvula de control de temperatura en estado de vuelo y la válvula de control del compartimiento de cargo son controlados cada uno por sistemas separados de control eléctrico.

Cada sistema de control de temperatura consiste:

- una caja de control
- tres termostátos
- un termostáto para el fuelle de la cabina
- un reóstato
- un switch de control

La caja de control en algunos aviones contiene:

- un relay de cabina
- un relay de mayor calor
- un relay de menor calor
- resistores

En otros aviones la caja de control, es una caja en estado sólido el cual no tiene relays pero tiene función similar. Los dos termostátos miden la temperatura del aire mezclado que fluye al compartimiento de cargo, uno cumple la función de anticipador y el otro como un control de límite alto.

2.5.1 SISTEMA INDICADOR DE TEMPERATURA

El sistema indicador de temperatura del compartimiento de cargo consiste de tres ampollas de resistencias instalados en el compartimiento de cargo y un panel monitor montado a la mano derecha del circuito obturador de la caja de distribución. Las resistencias de los bulbos son conectados a las posiciones FWD, CTR, AFT del switch selector de temperatura en el panel monitor, el switch selector-conecta los bulbos de resistencia al indicador de temperatura.

El indicador contiene un circuito puente y un galvanómetro; los bulbos de resistencia seleccionarán la posición del switch selector de palanca del circuito puente. La resistencia del bulbo es una función de temperatura donde la cantidad de deflexión (variación) del galvanómetro depende de la resistencia de los bulbos y es apantallado en el indicador de temperatura, el cual es calibrado en grados centígrados.

3. LOS TURBO-REFRIGERADORES SU REPARACION Y MANTENIMIENTO

3.1.- DESCRIPCION DE LA UNIDAD TURBO-REFRIGERADORA.

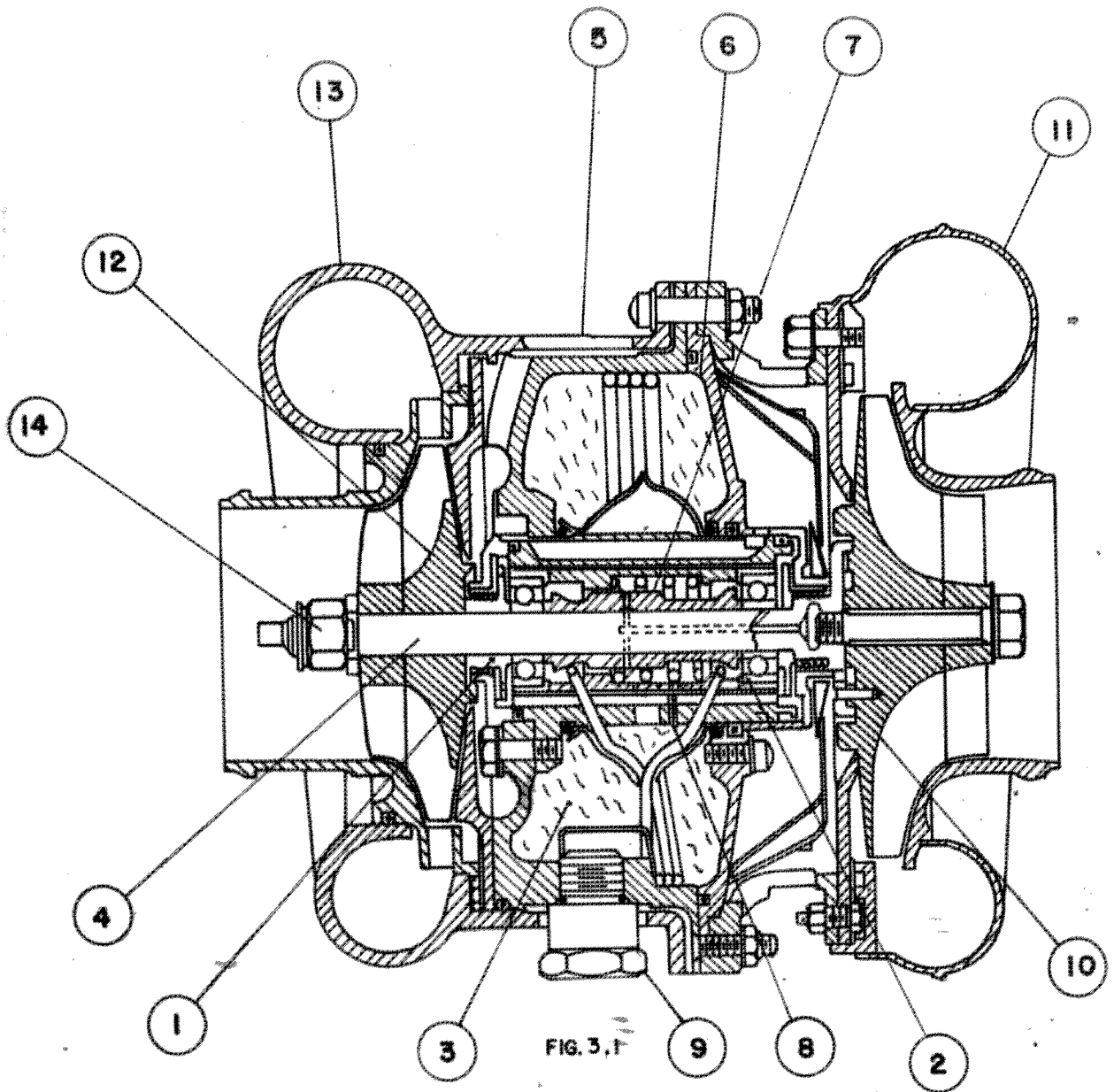
Entre las principales unidades a probar tenemos: la del Avión Hércules, Sukoi, Mirage, de las cuales haremos una breve descripción.

3.1.1 UNIDAD DEL HERCULES

La unidad está compuesta por un compresor (ventilador) y una turbina, ambos montados en los extremos de un mismo eje, cada uno tiene sus respectivas carcasas separadas por espaciadores, con sus respectivos accesorios, para un funcionamiento eficiente a grandes velocidades de rotación. Ver. la fig. 3.1

Tanto el compresor como la turbina son de una sola etapa y sus accesorios principales son los siguientes:

1. Bocina de soporte y retención compresor-turbina.
2. Rodamientos de bolas, compresor-turbina.
3. Algodón quirúrgico
4. Eje de ensamble turbina-compresor.
5. Cuerpo de la unidad.
6. Depósito de aceite
7. Bocina, retén, separador, control.
8. Conducto de distribución de aceite.



TURBO-REFRIGERADOR DEL AVION HERCULES

Nº	DESCRIPCION
1	BOCINA DE SOPORTE Y RETENCION
2	RODAMIENTO DE BOLAS
3	ALGODON QUIRURGICO
4	EJE DE ENSAMBLE TURBINA-COMPRESOR
5	CUERPO DE LA UNIDAD
6	DEPOSITO DE ACEITE
7	BOCINA-RETEN-SEPARADOR CENTRAL
8	CONDUCTO DE DISTRIBUCION DE ACEITE
9	TAPON DEL DEPOSITO DE ACEITE
10	RODETE DEL COMPRESOR
11	CARCASA DEL COMPRESOR
12	RODETE DE LA TURBINA
13	CARCASA DE LA TURBINA
14	TUERCA DE SUJECION

9. Tapón del depósito de aceite.
10. Rodete del compresor.
11. Cascasa del compresor.
12. Rodete de la turbina
13. Carcasa de la turbina
14. Tuercas de sujeción de los rodetes.

3.1.2 UNIDAD DEL MILAGE

El turborefrigerador comprende esencialmente un cuerpo cilíndrico con nervadura, el cual soporta el ensamble giratorio; las partes de la turbina son sucesivamente armadas sobre un eje, en cuyos extremos están instalados un compresor (ventilador) y una turbina, cada cual tiene un espiral con sus respectivos accesorios, para un funcionamiento óptimo a altas velocidades de rotación Ver. Fig. 3.2 - 3.3

Sus partes principales son las siguientes Ver. Fig. 3.4.

1. Bocinas roscadas de retención del rodamiento del compresor y turbina.
2. Rodamientos de bolas compresor-turbina.
3. Mechas del aceite de lubricación.
4. Eje de ensamble.
5. Cuerpo de la unidad.
6. Depósito de aceite.
7. Filtros de aspiración de aceite
8. Conducto de distribución de aceite.
9. Conducto de la tapa de entrada de aceite.

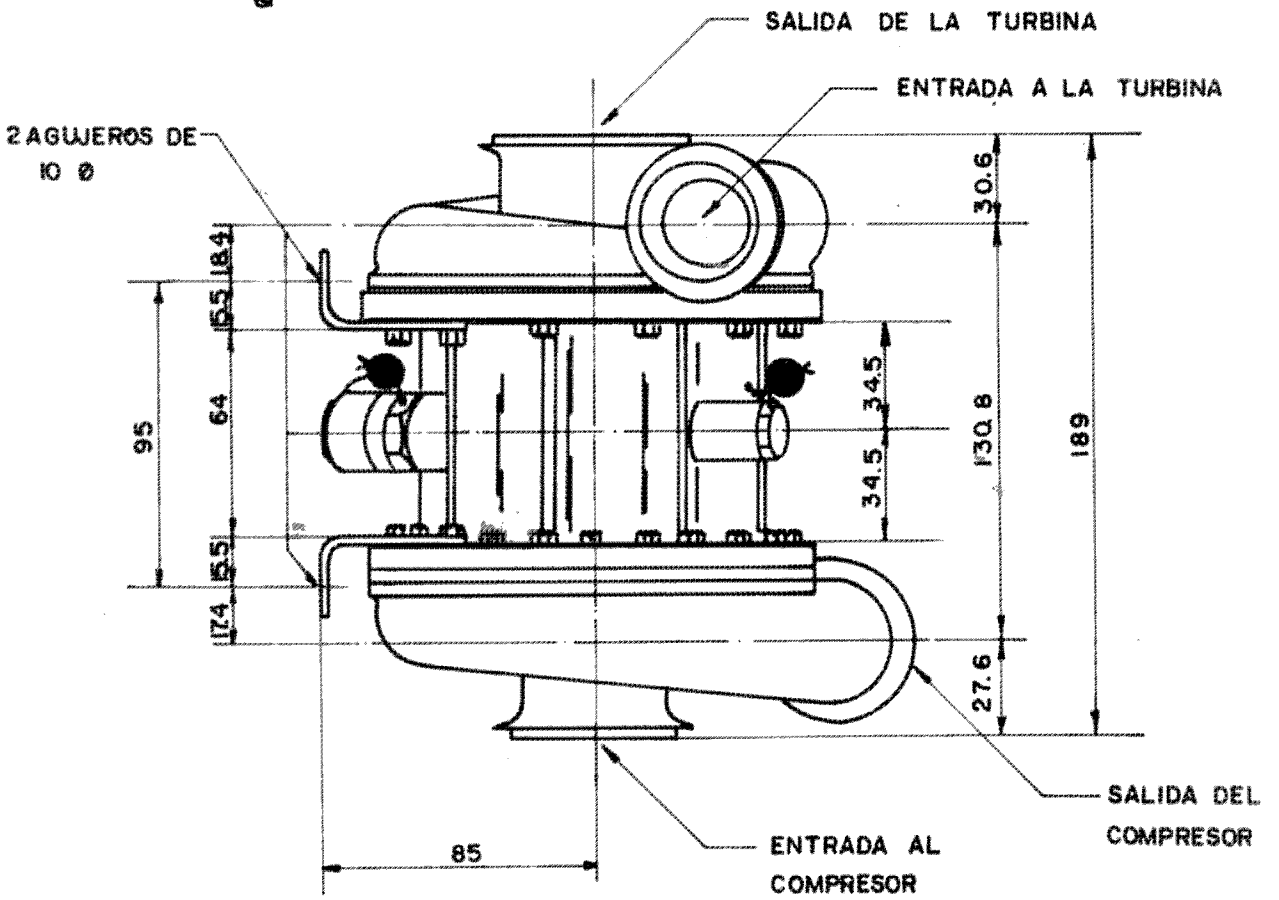
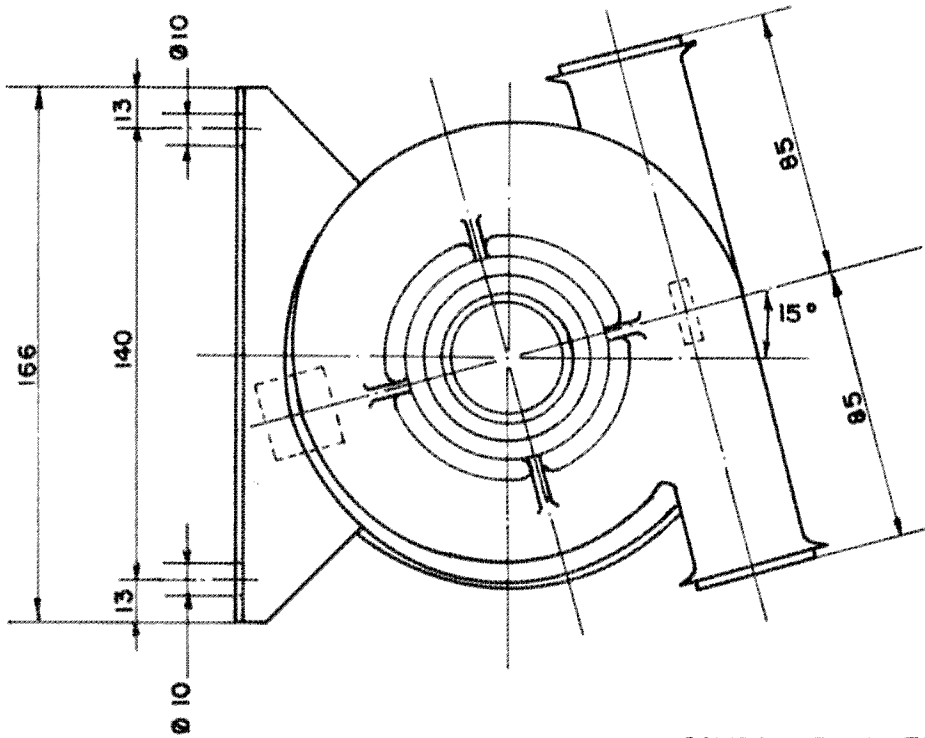


FIG. 3.2 - 3.3

TURBORREFRIGERADOR DEL AVION MIRAGE

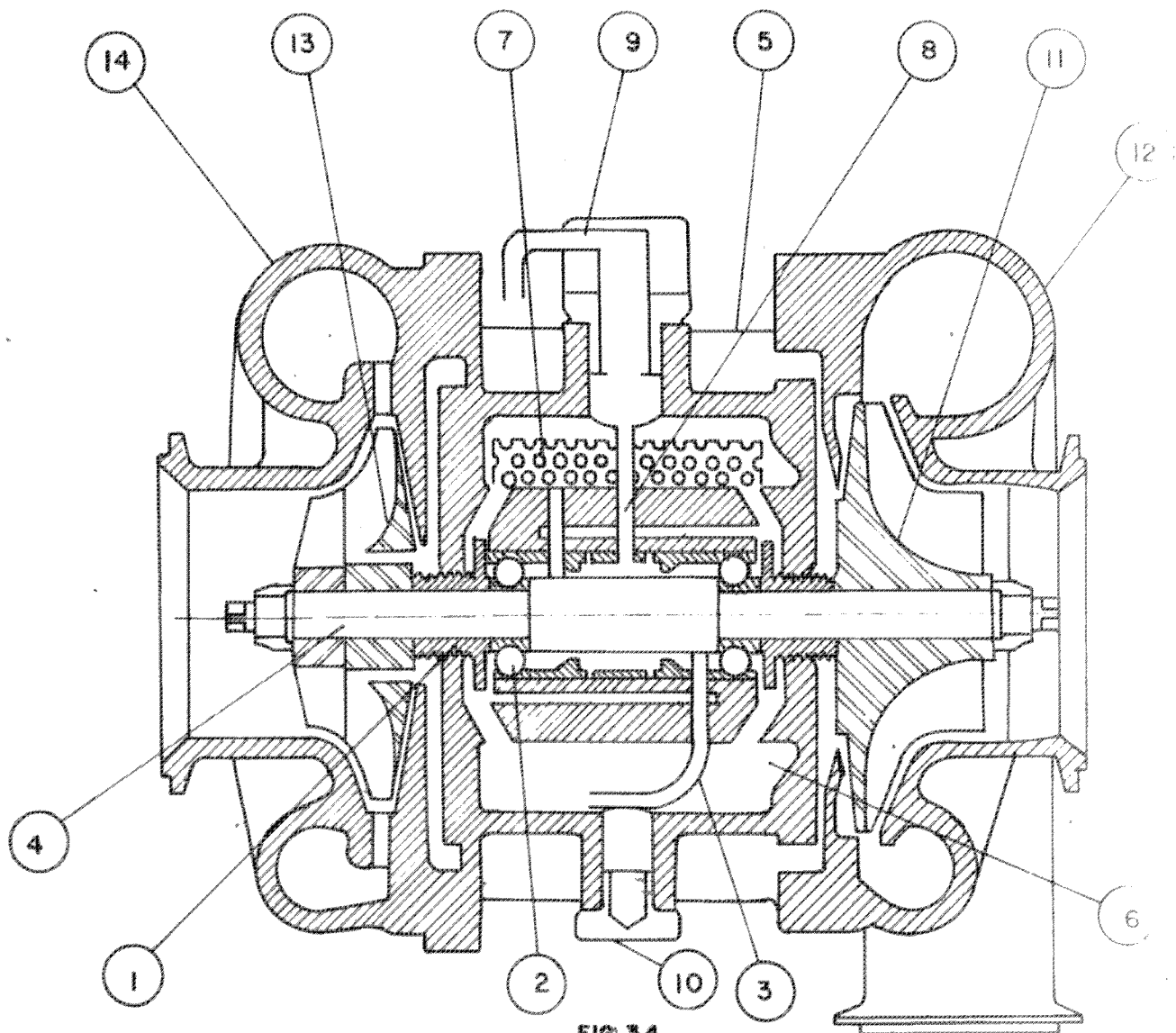


FIG. 34

TURBO REFRIGERADOR DEL AVION MIRAGE

Nº	DESCRIPCION
1	BOCINAS ROSCADAS DE RETENCION
2	RODAMIENTO DE BOLAS
3	MECHA DEL ACEITE DE LUBRICACION
4	EJE DE ENSAMBLE
5	CUERPO DE LA UNIDAD
6	DEPOSITO DE ACEITE
7	FILTRO DE ACEITE
8	CONDUCTO DE DISTRIBUCION DE ACEITE
9	CONDUCTO DE LA TAPA DE ACEITE
10	TAPON DE DRENAJE DE ACEITE
11	RODETE DEL COMPRESOR
12	CARCASA DEL COMPRESOR
13	RODETE DE LA TURBINA
14	CARCASA DE LA TURBINA

10. Tapón de drenaje de aceite.
11. Rodete del compresor (ventilador).
12. Espiral o carcasa del compresor (ventilador).
13. Rodete de la turbina.
14. Espiral o carcasa de la turbina.

3.1.3 UNIDAD DEL SUKDI

El turborefrigerador realiza el enfriamiento definitivo (de segundo escalón) del aire que se suministra a la cabina.

El turborefrigerador (Fig. 3.5), comprende la turbina radial de expansión y el compresor (ventilador), acoplados entre sí por medio del árbol común (eje).

El aire se suministra a través de la tubuladura de entrada al aparato, guía de toterías; se suministra con gran velocidad a las paletas de la rueda de la turbina poniéndola en rotación. Así pues la energía cinética del aire se transforma en trabajo mecánico, aplicado al árbol, de la cabina sale de las mismas con velocidad y presión menores con una temperatura no superior a 20°C.

La potencia desarrollada por la turbina es absorbida por el ventilador, el cual se carga del aire que va suministrado del canal del motor.

En la lubricación, el engrase de los cojinetes de bolas del turborefrigerador se efectúa por el aceite que se vierte al cuerpo del mismo a través de la

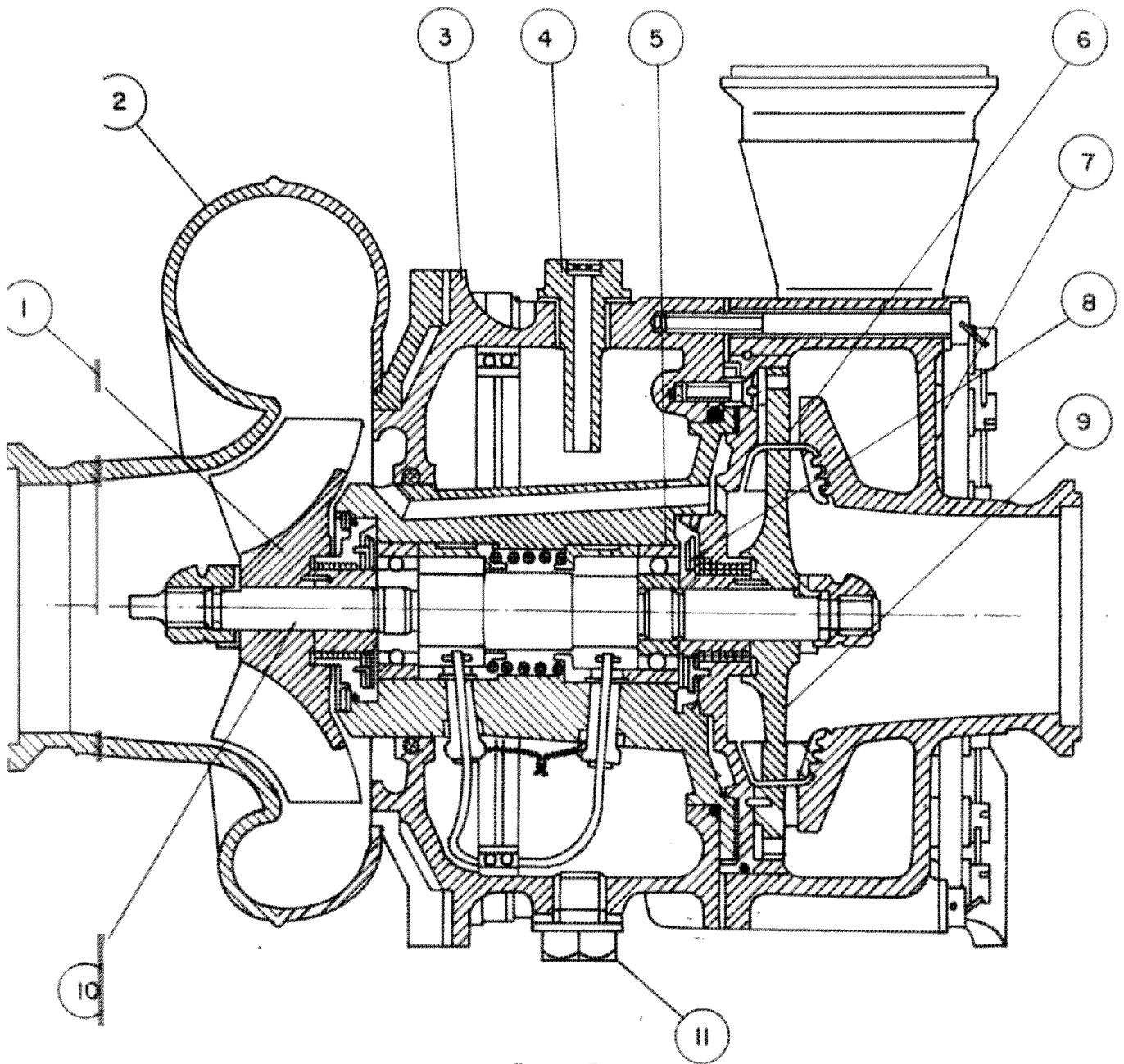


FIG. 3.5

TURBO-REFRIGERADOR DEL AVION SUKOI

Nº	DESCRIPCION
1	RODETE DEL COMPRESOR
2	CARCASA DEL COMPRESOR
3	CUERPO DE LA TURBINA
4	BOQUILLA DE DRENAJE
5	RODAMIENTO DE BOLAS
6	CORONA DE TOBERAS
7	CARCASA DE LA TURBINA
8	DIAFRAGMA
9	RODETE DE LA TURBINA
10	EJE DE ENSAMBLE
11	BOQUILLA PARA VACIAR EL ACEITE
12	BOQUILLA PARA LLENAR EL ACEITE

boquilla dispuesta en el costado derecho.

Las partes principales de la unidad son las siguientes:

1. Compresor (ventilador).
2. Carcasa del compresor (ventilador).
3. Cuerpo de la turbina.
4. Boquilla de drenaje.
5. Cojinetes o rodamientos.
6. Corona de toberas.
7. Carcasa de la turbina.
8. Diafragma.
9. Disco de la turbina.
10. Arbol (eje).
11. Boquilla para vaciar el aceite.
12. Boquilla para llenar el aceite.

3.2.- CICLOS DE INSPECCION / MANTENIMIENTO DE AERONAVES

3.2.1. PROPOSITO.- Establecer los ciclos de inspección que registrarán el mantenimiento de aeronaves.

3.2.2. INSPECCIONES

Con el fin de uniformizar criterios para el empleo de la terminología básica del mantenimiento, a continuación se definen los términos más empleados en inspección y mantenimiento de dichas aeronaves.

CONCEPTO. Son procedimientos técnicos que se aplican a las diferentes áreas, sistemas, motores, accesorios y equipos de la aeronaves con la finalidad de

detectar la presencia de discrepancias, malos funciona
mientos y desgastes que suelen ocurrir con el trabajo.
Detectadas dichas discrepancias, las unidades de manteni-
miento en sus diferentes riveles y posibilidades, proce-
derán a la corrección de las mismas con el fin de conservar
el material aéreo en las mejores condiciones operativas
y mecánicas.

3.2.2.1. CICLOS DE INSPECCION

Son los períodos de tiempo controlados en horas de vuelo, horas de operación o funcionamiento y/o meses calendario, al cabo de los cuales es preciso efectuar al material aéreo y conexos, determinadas inspecciones de mantenimiento que pueden ser de tipo periódico, especial y progresivo; estos trabajos son de carácter correctivo y pueden ejecutarse a nivel de base aérea.

Normalmente la acumulación de varios ci
clos de inspección determ nan o definen el límite de tiempo de vuelo o de operación y/o calendario para som
ter el material aéreo a mantenimiento de nivel arsenal, definiéndose así a los ciclos de inspección mayor de IRAN IAPNA y de OVERHAUL.

Estos trabajos de gran envergadura son de carácter restaurativo exigen instalaciones especial
mente dotados de elevadas capacidades técnicas y de producción, siendo estas tareas de responsabilidad de los

organismos técnicos.

3.2.2.2. PRE IRAN

Es la inspección de comprobación que se efectúan a las aeronaves con la finalidad de verificar la condición de operatividad al acercarse el tiempo límite horario o calendario o ambos a la vez para el SEMAN. En el caso de calendario la anticipación será aproximadamente de tres meses y si fuere horario el anticipo será igual al promedio de las horas mensuales que realiza dicho tipo de aeronave en su unidad multiplicado por (3) tres.

El resultado de esta inspección proporcionará los suficientes elementos de juicio para determinar el ingreso inmediato de la aeronaves a los talleres de mantenimiento de nivel arsenal o prolongar su utilización por un período limitado de tiempo calendario ó horario al cual se le denominará extensión.

3.2.2.3. IRAN (INSPECCION Y REPARACION A NECESIDAD).

Denomínase IRAN al proceso de inspección y reparación mayor de todos los sistemas y accesorios del avión una vez que ha cumplido sus horas de vuelo o los años calendarios después de su fabricación; con la finalidad de profundizar el mantenimiento de nivel orgánico, incluyendo todas aquellas partes que no pudieron ser detectadas en las inspecciones periódicas.

Los tiempos fijados son elementos básicos de referencia, que se utilizan en el proceso de confección de los planos de operación y programas logísticos, que pueden ser variados de acuerdo a las situaciones específicas que se presenten.

Durante esta inspección se realiza la inspección y reparación del turborefrigerador.

3.2.2.4. REPARACION GENERAL U OVERHAUL.

Es la reparación que se efectúa a los motores al completar su tiempo límite de operación o presentan daños significativos que demanden la ejecución de trabajos mayores. Esta comprende; la reparación ó reemplazo de conjuntos, sub-conjuntos y piezas desgastadas o dañadas por otras nuevas en forma tal que se restauren las condiciones originales de fabricación.

El overhaul también se aplica a los sistemas que comprenden el avión, estos son los indicados por los fabricantes, dentro de esto está comprendido el sistema de acondicionamiento, lo cual incluye a la unidad turborefrigeradora y por consiguiente su reparación y prueba.

3.3.- SECUENCIA DE OPERACIONES PARA EL MANTENIMIENTO DE ACCESORIOS.

Como se ve en el flujograma (fig. 3.6) la secuencia de operaciones para la reparación de accesorios consta de 11 etapas, las cuales se describen a continuación muy brevemente:

1. RECEPCION DEL ACCESORIO. Cuyas operaciones funda

FLUJOGRAMA DE MANTENIMIENTO DE ACCESORIOS

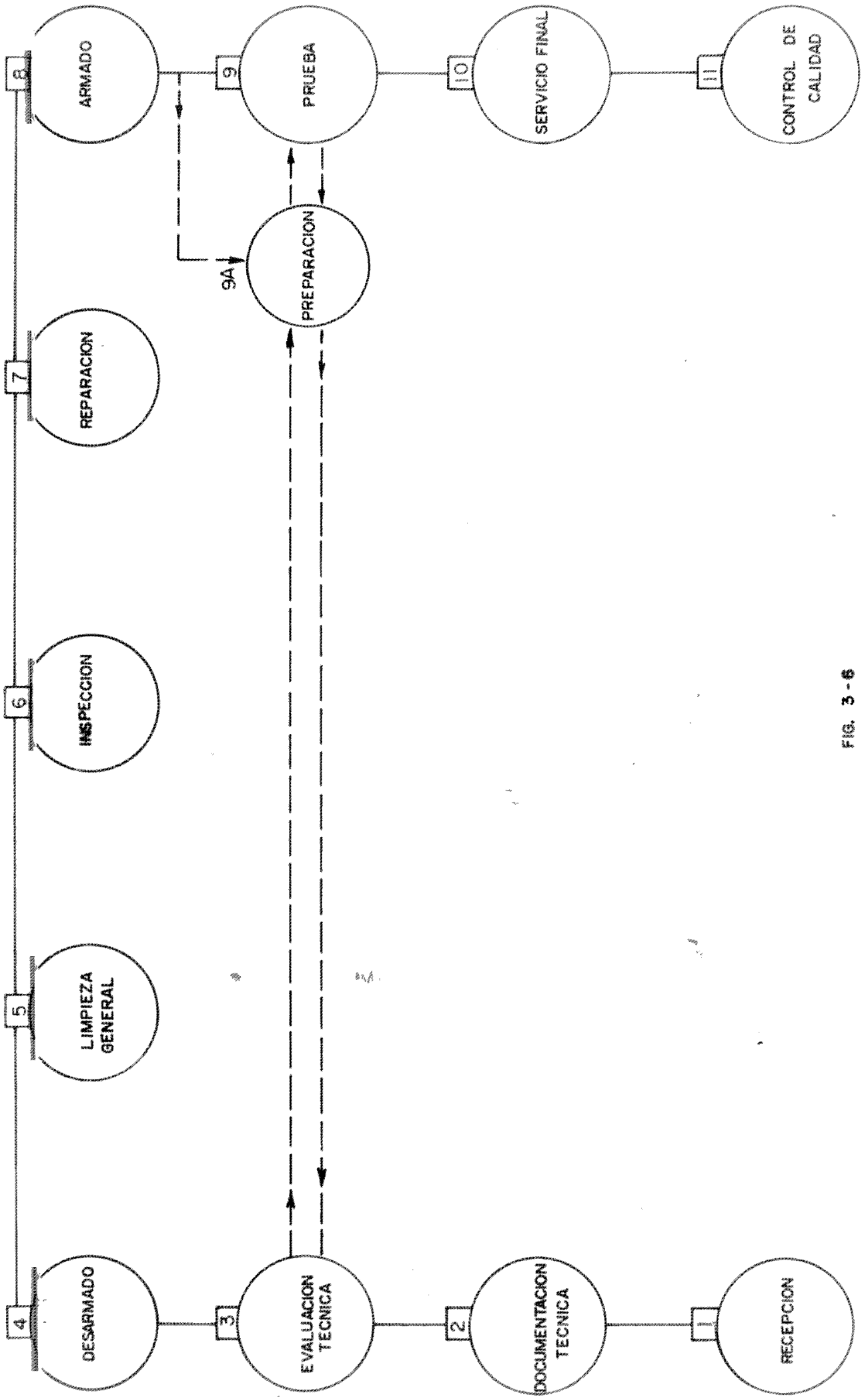


FIG. 3 - 6

mentales son las siguientes:

- Asignación del accesorio al especialista, según el tipo de avión y grado de dificultad en su reparación.

- Historial del accesorio.
- Informe de falla.
- Tarjeta de servicio.
- Estado físico del accesorio.
- Registro del accesorio en el cuaderno de control.

2. DOCUMENTACION TECNICA DEL ACCESORIO. La documentación consta de:

- Manual de instrucción.
- Manual de mantenimiento orgánico.
- Manual de mantenimiento de base.
- Manual de mantenimiento de arsenal (Overhaul).
- Catálogo de partes.
- Manual de generalidades y métodos standar.
- Manual de order cruzada.
- Manual de cumplimiento de tiempo.

3. EVALUACION TECNICA DEL ACCESORIO. Esto puede consistir en:

- Reparación menor.
- Reparación de reglaje.
- Reparación parcial.
- Reparación general.
- Investigación.

- Factibilidad.

4. DESARMADO DEL ACCESORIO. Comprende la preparación de:

- Herramientas y equipos especiales.
- Desarmado parcial.
- Desarmado general.
- Protección de las piezas desarmadas.

5. LIMPIEZA GENERAL DEL ACCESORIO. Básicamente comprende las siguientes operaciones:

- Implementos de protección personal.
- Formatos 42 (órdenes de trabajo)
- Limpieza ultrasónica.
- Descarbonizada.
- Decapado.
- Solventes diversos.

6. INSPECCION DEL ACCESORIO. En esta etapa se realiza lo siguiente:

- Control de dimensionado.
- Pedido de materiales de consumo.
- Pedido de repuestos al SAT) Eventual
) Sistemático
- Formato 43 - Prueba no destructiva.
- Balance estático y dinámico.
- Control geométrico.

7. REPARACION DEL ACCESORIO. Etapa principal del proceso de reparación y comprende:

- Formato 43 (formato interno)

- Restauración de superficie.
- Galvanoplastia.
- Modificaciones (cumplimientos).
- Remachado.
- Metalizaciones.
- Soldadura.
- Tratamiento Térmico.

8. ARMADO DEL ACCESORIO.

- Repuestos recepcionados.
- Herramientas especiales y de precisión
- Armado parcial.
- Pruebas preliminares.
- Armado final.
- Ajuste y torque.

9. PRUEBA DEL ACCESORIO

- Bancos de prueba
- Desembalsamado.
- Instalación del accesorio.
- Prueba (reglaje general, factibilidad)
- Verificación de parámetros y curvas de prueba.

- Confección de fichas del accesorio.

9A. PREPARACION PARA PRUEBA

- Limpieza externa
- Control físico.
- Descontaminación.

10. SERVICIO FINAL DEL ACCESORIO.

- Embalsamado.
- Frenado.
- Elementos de protección.
- Archivo de la Documentación Técnica.
- Salida del cuaderno de control del taller.

11. CONTROL DE CALIDAD DEL ACCESORIO.

- Estado físico del accesorio.
 - Presentación
 - Nº de la Documentación Técnica.
- El accesorio objeto de nuestro estudio por el cual se diseñará el Banco, tiene que cumplir con cada una de las secuencias antes mencionadas, en el mantenimiento del avión, durante el overhaul é IRAN.

3.4.- PROCEDIMIENTO DE REPARACION DE LA UNIDAD-TURBOREFRIGERADORA.

La reparación de la unidad, cuando entra a mantenimiento (overhaul) se realizará de acuerdo a las indicaciones de la Orden Técnica (O.T) del accesorio, el cual tiene que seguir el flujograma descrito anteriormente en la sección (3.3).

A continuación se hace una descripción de la operación de desarmado, inspección y reparación de las partes de la turbina.

1. Limpiar el Turbofrigerador antes del desarmado de cada una de las partes; según como indica la O.T., inmediatamente lavar con solven-

te. Las partes de acero deben ser inspeccionadas, por corrosión; luego deben ser colocadas en contenedores limpios de elementos extraños y polvo; de tal manera que permita su rápida identificación y numeración, éstas piezas no deben ser mezcladas con similares de otras unidades. Para lavar las piezas se usará solvente y debe evitarse el contacto con elementos que produzcan chispa o fuego, con el fin de evitar accidentes.

Durante el desensamble se debe tener cuidado al retirar sellos, retenes espaciadores, rodamientos, pernos, tornillos, remaches, empaquetaduras, evitando su abolladura.

2. El espiral o voluta será inspeccionada por rajaduras con el método de Magnaflux. También se absorberán las partes internas, luego se hará un chequeo de las dimensiones diametrales las cuales deben estar dentro de las tolerancias establecidas.
3. La Tobera de Ensamble, verificar la curva de la tobera, observándose que la superficie debe estar exenta de rugosidades, escorias o abrasión. Se le hace la prueba magnética para rajaduras, verificando sus dimensiones diametrales que estén dentro de las especificaciones técnicas de la O.T.

4. El impulsor o rodete del ventilador (compresor) se inspecciona que las paletas estén sin rayaduras, picadura, erosiones. La misma inspección se debe hacer con el estator, los cuales deben ser maquinados y balanceados, los que previamente serán sometidos a prueba magnética.
5. Los sellos del compresor y la turbina se deben inspeccionar de acuerdo a las especificaciones dadas en la O.T sobre todo dentro de las tolerancias.
6. Las paletas de la rueda pueden ser inspeccionadas, ver si tiene rebabas, abolladuras, picaduras, o desgaste en los bordes o si está erosionada la superficie, seguidamente se inspecciona las rajaduras mediante Magnaflux; finalmente se verifica las dimensiones y tolerancias requeridas.
7. El acople se inspecciona con prueba magnética y se verifica las medidas de los acoples.
8. El soporte de la espiral se inspecciona por si tuviera rajaduras usando Magnaflux y se chequea sus dimensiones.
9. El eje será inspeccionado por picaduras o rajaduras en la superficie, por corrosión, excesiva escoria; se somete a pruebas magnética.
10. El soporte del acople será inspeccionado visual

mente por rajaduras, roturas, las dimensiones y tolerancias deben estar dentro de los rangos correspondientes.

11. El espaciador será sometido a prueba magnética para detectar las rajaduras.
12. El collarín, se ve si tiene rajaduras y se le pasa por prueba magnética para detectarlas; finalmente chequear las dimensiones.
13. El manguito se debe inspeccionar las rajaduras y hacerle una prueba magnética para detectarlas, finalmente chequear las dimensiones.
14. La caja se verifica que no presente rajaduras y que sus dimensiones estén dentro de los rangos de tolerancia recomendadas.

Una vez inspeccionadas y realizadas las pruebas de cada una de las partes y pasadas en óptimas condiciones se procederá al armado o ensamblaje de las mismas, en el cual se tendrá que considerar las ~~tolerancias~~ tolerancias correspondientes.

En cuanto a sellos, empaquetaduras, pernos, tornillos, remaches, estos serán cambiados total o parcialmente, según lo especifique la O.T. el cual está en función del tipo de trabajo a que estos están sometidos.

Cuando algunas de las partes no pasan la inspección o prueba correspondiente, ésta será cambiada por una nueva. la cual en caso de no haber re

puesto legítimo se procederá a su estudio para su confección en el Taller de Máquinas, Herramientas y Ajuste.

En el caso de que a un accesorio se le tenga que cambiar más del 50% de sus partes, entonces se procederá a dar de baja al accesorio y proceder a reemplazarlo por uno totalmente nuevo.

Una vez cumplidas todas estas especificaciones, el accesorio estará listo para la prueba respectiva de balanceo del conjunto; realizada ésta, quedará listo para la prueba final de funcionamiento en el Banco de Prueba, la cual será corrida de acuerdo a lo que especifique la O.T.

Cumplidos los requerimientos de prueba, cuyos resultados serán tabulados en formatos especiales, éste pasará al Departamento de Calidad para que se le de el pase respectivo de operatividad, con lo cual estará listo para su instalación en el avión.

En caso de que no se cumpliera una de las partes del proceso de inspección, reparación o prueba, entonces se procederá a empezar nuevamente, hasta que el accesorio cumpla con su proceso normal de reparación, de acuerdo al flujograma anteriormente descrito.

3.5.- USO DE LOS BANCOS DE PRUEBA

Anteriormente se mencionó que los Bancos de Prueba cumplen con la última parte de la reparación de los accesorios y son prácticamente los que determinan si se ha llevado de manera correcta la reparación. En caso de no cumplir la prueba, se procederá a analizar cual es la parte que está fallando o en caso contrario se procederá a desarmar completamente el accesorio y reprocesarlo.

Los Bancos de Prueba reproducen las condiciones de operación de los diferentes accesorios cuando el avión se encuentra en vuelo, éstos medirán los parámetros principales de funcionamiento del accesorio o sistema (del flujo). Los fluidos con que estos trabajan son neumáticos (aire, gases), hidráulicos (agua, aceite, combustible), eléctrico (corriente alterna ó continua), o una combinación de éstos; también hay Bancos puramente mecánicos.

Un accesorio entra a prueba (Banco de Prueba) una vez hecha la reparación respectiva bajo un control; cuidandose de las indicaciones de la O.T.; esto conlleva un buen control de metrología para lo cual se cuenta con los instrumentos de medición y precisión necesarios, que se encuentra en continua implementación y renovación.

3.5.1 CLASIFICACION DE LOS BANCOS DE PRUEBA.

A nivel del Servicio de Mantenimiento FAR. los Bancos de Prueba los podemos clasificar de la siguiente

te manera:

3.5.1.1. SEGUN EL FLUIDO PRINCIPAL CON QUE REALIZA LA PRUEBA

A) BANCOS DE PRUEBA NEUMATICOS

Estos Bancos utilizan como fluido principal de prueba; aire o gases, a diferentes condiciones de presión, temperatura y flujo. Entre estos tenemos:

- Banco de Prueba de Turborefrigeradores.
- Banco de Prueba de Turbo-hélice.
- Banco de Prueba de arrancadores.

B) BANCOS DE PRUEBA HIDRAULICOS

En estos Bancos se utiliza como fluido de prueba un líquido, que puede ser, aceite, agua, combustible, entre los cuales tenemos:

- Banco de Prueba de Bombas de aceite
- Banco de Prueba de Bombas de Combustible.
- Banco de Prueba de Inyectores.
- Banco de Prueba de Centrado de Inyectores.

C) BANCOS DE PRUEBA ELECTRICOS

Utilizan como fluido de prueba la corriente eléctrica, la cual se suministra según se requiera en diferentes voltajes, 220. 110, 28, 0, etc. en corriente alterna

o continúa. Estos Bancos prueban generalmente, sistemas automáticos, controles automáticos, etc., dentro de los cuales podemos mencionar:

- Banco de Prueba de Motores de C.C.
- Banco de Prueba del panel indicador de fallas.
- Banco de Prueba para la caja de despresurización.
- Banco de Prueba de la caja de arranque.

D) BANCOS MECANICOS.

En estos Bancos se prueban mecanismos, tensiones, esfuerzos, producidos en diferentes sistemas de accionamiento netamente mecánico. También sirven para regular ciertos mecanismos; entre estos tenemos:

- Banco de Prueba de la caja de engranajes.
- Banco de Prueba de limitadores de torque.
- Banco de Prueba estático de frenos.
- Banco de Prueba del plano de cola.

E) BANCOS DE PRUEBA MIXTOS

Estos Bancos utilizan como fluidos principales de prueba una combinación de los anteriormente mencionados como son: fluidos neumáticos, hidráulicos, eléctricos, mecánicos. Entre estos tenemos:

- Banco de Prueba de la botella de oxígeno (aire-agua)
- Banco de Prueba de la bomba de interferencia de combustible (aceite-tensión).
- Banco de Prueba del Motor (combustible, aire, corriente, mecanismos).

3.5.1.2. SEGUN LAS PARTES QUE PRUEBAN.

Los podemos clasificar de la siguiente manera:

A) BANCOS DE PRUEBA DE PARTES

Estos sirven para probar é inspeccionar cada una de las partes que forman un conjunto o un accesorio, entre los más conocidos tenemos:

- Banco de Prueba Magnaflux.
- Banco de Prueba Rayos-X
- Banco de Prueba de Ultrasonido.
- Banco de Prueba de tensión, resistencia y frecuencia.

B) BANCO DE PRUEBA DE ACCESORIOS

En estos bancos se prueban accesorios que vienen a ser un conjunto de partes ensambladas, previamente inspeccionadas. Entre los cuales citaremos:

- Banco de Prueba de Balanceo (balanceadora).

- Banco de Prueba de Control Maestro.
- Banco de Prueba de Bombas de aceite.
- Banco de Prueba de Servocomandos.

C) BANCOS DE PRUEBA DE SISTEMAS

Estos prueban sistemas completos que vienen a ser el ensamblaje de un conjunto de accesorios como por ejemplo:

- Banco de Prueba de Motor.
- Banco de Prueba de Turbo-hélice.
- Banco de Prueba de Control de Vuelo.

Luego de probados los sistemas, en el avión se realizan la prueba de vuelo, en el cual se verá el sincronismos de todos los sistemas o también se puede correr el avión en punto fijo, primero y luego hacerse la prueba de vuelo, pasada esta prueba el avión se encontrará en condiciones de volar.

3.6.- METODOS DE PRUEBA A REALIZARSE.

Los métodos de ensayo en los Bancos de Prueba son muy variados dependiendo estos básicamente del tipo de accesorio que se ha reparado, tipo de mantenimiento y finalmente: tipo de avión al que pertenece.

Respecto al método de ensayo que se tiene que realizar al accesorio motivo de nuestro estudio es el siguiente: Se coloca la unidad en su soporte y se

conecta las alimentaciones de entrada a la unidad, luego se conecta las salidas, chequeándose estas cuidadosamente, luego se pone a funcionar el sistema del Banco, el que será explicado detalladamente en el Capítulo 5. Durante la realización de la Prueba o ensayo, se mantienen constantes, los parámetros del aire de entrada a la unidad, siendo estos:

- 1) Presión constante
- 2) Temperatura constante
- 3) Flujo constante;

los cuales son regulables fácilmente. Estos parámetros pueden tener ligeras variaciones, en un rango del 2 a 10% aproximadamente (tolerancias admitidas por la Orden Técnica). Estos parámetros se tratarán de mantener constantes a lo largo de toda la prueba.

El motivo por lo que la unidad debe probarse a condiciones constantes, es que, ésta unidad en el avión trabaja también, a condiciones constantes, debido a que el aire antes de entrar a la unidad tiene todo un sistema de acondicionamiento y regulación, lo que permite que éste siempre entre a las mismas condiciones.

La única variante que se puede considerar respecto a la prueba, es el tiempo que debe durar ésta, la cual varía según:

- a) Tipo de mantenimiento y/o reparación a que está sometida la unidad, siendo éstos:

- a-1) Prueba de inspección (15-30 minutos)
- a-2) Prueba de Reparación y/o mantenimiento
(30-60 minutos).
- b) El tipo de unidad que está en prueba, depen
diendo esta del tipo de avión, la cual se
hará según especifique la Orden Técnica del
fabricante.

4.- PARAMETROS DEL BANCO DE PRUEBAS

4.1.- ANALISIS DE LOS PARAMETROS DE OPERACION DE LOS TURBO-REFRIGERADORES.

Analizaremos los cuadros que se dan a continuación (cuadro 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6); que contienen los parámetros principales de prueba de las diferentes unidades, que corresponden a 6 tipos de turborefrigeradores de diferentes aviones; tanto de carga como de combate.

Para nuestro proyecto tomaremos básicamente los parámetros principales de: Presión, Temperatura y Flujo de aire; para proyectar los sistemas principales del Banco de Pruebas.

Con respecto a los demás parámetros (registros) serán considerados con el fin de seleccionar los instrumentos de medición complementarios que conduzcan a un buen registro de la prueba, teniendo en consideración la versatilidad de adaptación de las diferentes unidades a probarse. (Ver fig. 4.1).

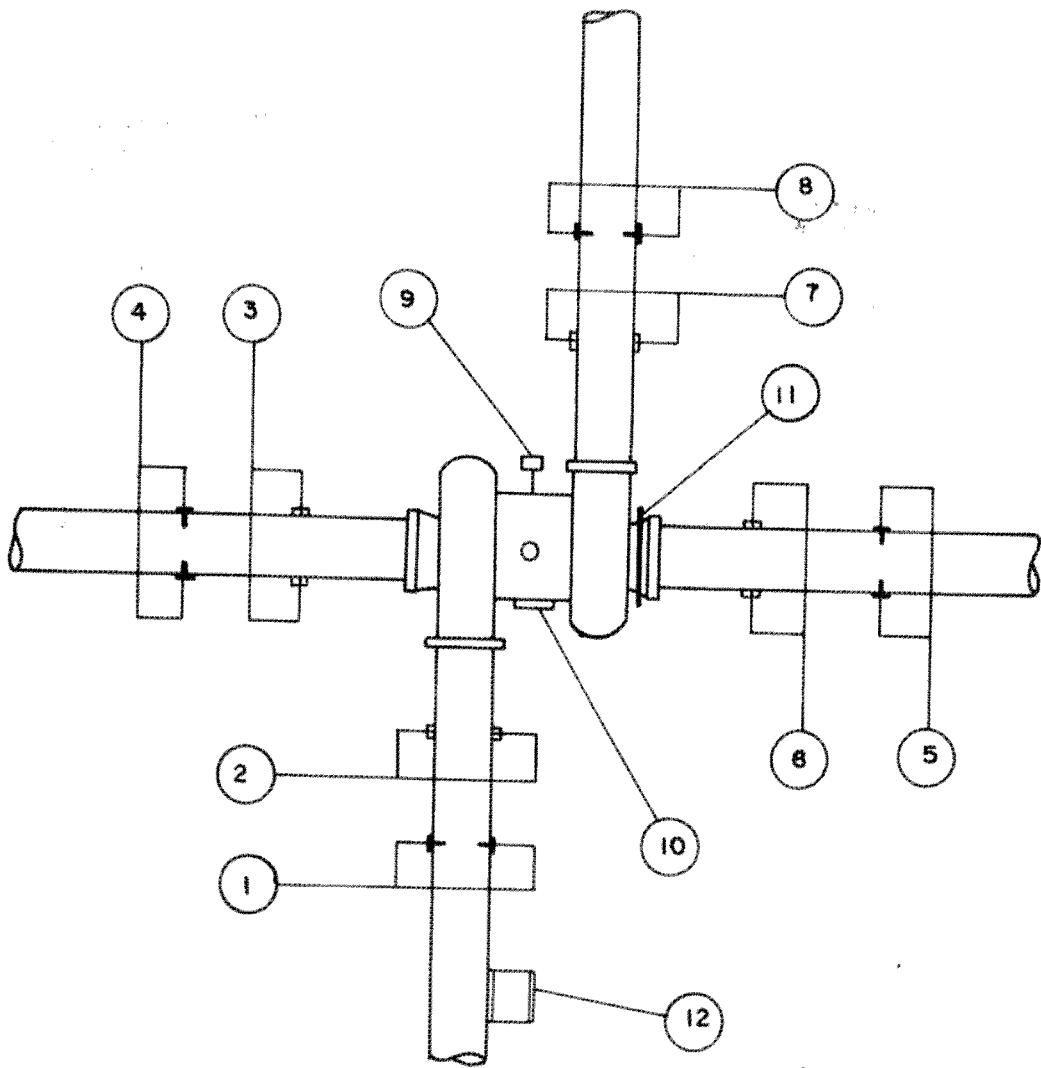


FIG. 4.1

ESQUEMA DE UBICACION DE LOS PARAMETROS

N°	DESCRIPCION
1	TEMPERATURA DE ENTRADA A LA TURBINA
2	PRESION DE ENTRADA DE LA TURBINA
3	" " SALIDA " " "
4	TEMPERATURA DE SALIDA A LA TURBINA
5	" " ENTRADA AL COMPRESOR
6	PRESION DE ENTRADA AL COMPRESOR
7	" " SALIDA DEL " "
8	TEMPERATURA DE SALIDA DEL COMPRESOR
9	VIBRACION DE LA TURBINA
10	TEMPERATURA DEL RODAMIENTO
11	VELOCIDAD DE LA TURBINA
12	HUMEDAD DEL AIRE

4-1.1. PARAMETROS DE LA UNIDAD DEL SUKOI

D E N O M I N A C I O N	A L T U R A K M.			
	0	5.5	11	14
PARAMETROS DE ENTRADA				
Presión de aire de entrada a la turbina (Kgf/cm ²)	4.9 ⁺ 0.1 -0.0	3.7 ⁺ 0.1 -0.0	1.6 ⁺ 0.1 -0.0	4.1 ⁺ 0.1 -0.0
Temperatura de aire de entrada a la turbina (°C)	90 ⁺ 0 - 5	90 ⁺ 0 - 5	65 ⁺ 0 - 5	100 ⁺ 0 - 5
Temperatura de aire de entrada al compresor (°C)	60 ⁺ 0 - 5	40 ⁺ 0 - 5	10 ⁺ 0 - 5	100 ⁺ 0 - 5
Flujo de aire a la cabina (KGT/N)	340 ⁺ 20	260 ⁺ 25	115 ⁺ 10	200 ⁺ 30
VARIABLES DE SALIDA Y REGISTROS				
Presión del aire de salida de la turbina (Kgf/cm ²)	1.05 ⁺ 0.02	0.75 ⁺ 0.02	0.6 ⁺ 0.02	0.58 ⁺ 0.02
Presión del aire de salida del compresor (Kgf/cm ²)	1.0 ⁺ 0.02	0.6 ⁺ 0.02	0.31 ⁺ 0.02	1.1 ⁺ 0.02
Temperatura del aire de salida de la turbina (°C)				Según la Medición

- Se tendrá que tener en cuenta los parámetros a 0 Km. de altura

CUADRO 4.1

4.1.2 PARAMETROS DE LA UNIDAD DEL MIRAGE

D E N O M I N A C I O N	M A G N I T U D
PARAMETROS DE ENTRADA	
Presión de entrada a la turbina	~ 5 bar (72.52 PSI)
Temperatura de entrada a la turbina	105 + 3°C
Presión de entrada al compresor	3.7 + 0.1 bar (53.66 + 1.45 PSI)
Temperatura de entrada al compresor	139 + 1°C
Flujo de aire de entrada a la turbina	15.5 + 0.8 Kg/min (34.17 + 1.76 lb/min)
VARIABLES DE SALIDA Y REGISTROS	
Presión de salida de la turbina	1230 ± bar (17.84 ± 0.14 PSI)
Temperatura de salida de la turbina	(105 + 3°C) - 91°C
Presión de salida del compresor	5.4 + 0.1 bar (78.321 + 1.45 PSI)
Temperatura de salida del compresor	215 + 5°C
Pérdida de presión (salida del compresor-entrada a la turbina)	400 mbar (5.8 PSI)
Velocidad de rotación R.P.M.	72.000 ± 2.000 R.P.M.
Consumo de aceite máximo	3.914 ± 2% gr.

CUADRO 4.2

4.1.3 PARAMETROS DE LA UNIDAD DEL HERCULES -1 (203720)

D E N O M I N A C I O N	M A G N I T U D
PARAMETRO DE ENTREGA	
Presión de entrada a la turbina (pulg. Hg)	173 + 2
Temperatura de ingreso a la turbina (°F)	182 + 5
Fluido del aire en la turbina	74 + 3.5
Presión de entrada al compresor (pulg. Hg.)	28.5 + 0.3
Temperatura de ingreso al compresor (°F)	245 + 10
VARIABLES DE SALIDAS Y REGISTROS	
Presión de descarga de la turbina (pulg. Hg.)	32 + 0.3
Temperatura de descarga de la turbina (°F)	Ti - 189°F
Presión de descarga del compresor (pulg. Hg)
Presión del aire ambiente (pulg. Hg.)	29.9 + 0.5
Temperatura del aire ambiente (°F)	ambiente
Temperatura del rodamiento del ventilador (°F)	350 (mx)
Humedad (grms/lb)	10 (mx)
Velocidad de rotación (R.P.M.)	76.000 + 500 R.P.M.
Vibración (G. unidades)	3.5 (mx)

4.1.4 PARAMETROS DE LA UNIDAD DEL HERCULES-2 (203430)

D E N O M I N A C I O N	M A G N I T U D
PARAMETROS DE ENTREGA	
Presión de ingreso a la turbina (pulg. Hg)	160 + 2.0
Temperatura de ingreso a la turbina (°F)	142 ± 5.0
Flujo de aire a la turbina (lbm/min)	30.0 ± 1.5
Presión de ingreso al compresor (pulg. Hg)	Ps - 1.8 + 0.3
Temperatura de ingreso al compresor (°F)	237 ± 5
VARIABLES DE SALIDA Y REGISTROS	
Presión de descarga de la turbina (pulg. Hg)	33 ± 0.3
Temperatura de descarga de la turbina (°F)	215 ± 140°F
Presión de descarga del compresor (pulg. Hg)	31.8 ± 0.3
Presión del aire ambiente (pulg. Hg)	atmósfera
Temperatura del aire ambiente (°F)	ambiente
Temperatura del rodamiento del compresor (°F)	35.0 (mx)
Velocidad de rotación (R.P.M.)	72,000 ± 2,000
Vibración (G. unidades)	5.5 (mx)

CUADRO 4.4

4.1.5 PARAMETROS DE LA UNIDAD DEL BUFFALO

D E N O M I N A C I O N	M A G N I T U D
PARAMETROS DE ENTRADA	
Presión de entrada a la turbina (pulg Hg.)	83.8 ± 1.0
Temperatura de ingreso a la turbina (°F)	147 ± 5
Presión de ingreso al compresor (pulg. Hg)	29.0 ± 0.3
Temperatura de ingreso al compresor (°F)	206 ± 5
Flujo de aire a la turbina (lbm/min)	26.5 ± 1.3
VARIABLES DE SALIDA Y REGISTROS	
Presión de descarga de la turbina (pulg. Hg)	31.1 ± 0.3
Temperatura de descarga de la turbina (°F)	11 - 101 (max)
Presión de descarga del compresor (pulg. Hg)	30.0 ± 0.3
Presión del aire ambiente (pulg. Hg)	record
Temperatura del aire ambiente (°F)	record
Temperatura del rodamiento del compresor (°F)	230 (mx)
Flujo de aire del ventilador (lbm/min)	95
Velocidad de rotación (R.P.M.)	33,600
Vibración (G. unidades)	record

CUADRO 4.5

4.1.6 PARAMETROS DE LA UNIDAD DEL A-37

D E N O M I N A C I O N	M A G N I T U D
PARAMETROS DE ENTRADA	
Presión de entrada a la turbina (pulg. Hg)	77.3 ± 1.0
Temperatura de entrada a la turbina (°F)	123 ± 5
Flujo de aire a la turbina (lbm/min)	15 ± _m 1.8 0.8
Presión de entrada al compresor (pulg. Hg)	28.0 ± 0.3
Temperatura de entrada al compresor (°F)	206 ± 5
VARIABLES DE SALIDA Y REGISTROS	
Presión de descarga de la turbina (pulg.Hg)	33.0 ± 0.3
Temperatura de descarga de la turbina (°F)	Ti - 93
Presión de descarga del compresor (pulg. Hg)	31.1 ± 0.3
Temperatura de descarga del compresor (°F)	record
Presión del aire ambiente (pulg. Hg)	29.92 ± 0.5
Temperatura del aire ambiente (°F)	ambiente
Temperatura de compartimiento del ventilador (°F)	350 (mx)
Velocidad de rotación (R.P.M.)	46,000
Vibración a 46,000 R.P.M. (G. unidades)	(4 mx)

AVION	HERCULES - 1		MIRAGE		SUKOI		HERCULES-2		BUFFALO		A-37			
	UNIDAD	TURBINA	COMPRESOR	TURBINA	COMPRESOR	TURBINA	COMPRESOR	TURBINA	COMPRESOR	TURBINA	COMPRESOR	TURBINA	COMPRESOR	
TEMPERATURA	°C	E	61.1+2.76	13.88+2.78	105 + 3	139 + 1	90 - 5	60 - 5	83.33+2.73	118.33+5.5	53.89+ 2.78	36.57+2.78	56.56+ 2.78	96.57+2.78
		S	Ti - 60	---	<Ti - 91	215 + 5	> 20	---	---	---	---	---	---	---
	°F	E	142+ 5.0	237+ 5.0	221+5.4	282.2+1.8	194 - 9	140 - 9.0	182.+ 5	245+ 10	147+5	206+ 5	123+ 5	206 + 5
		S	Ti - 140	---	<Ti - 195.8	419.0+ 9.0	>68	---	---	---	---	---	---	---
PRESION	B A R	E	5.418+ 0.68	---	5.00	3.7 + 0.1	4.9 ± 0.1	1.0+ 0.02	5.86+ 0.07	0.97+0.01	2.84+ 0.03	0.98+ 0.01	2.62+ 0.03	0.95+0.01
		S	1.117+ 0.01	1.077+ 0.01	1.23+ 0.01	5.4 + 0.1	1.05 + 0.02	---	1.08+ 0.01	---	0.96+ 0.01	1.02+0.01	1.12+ 0.01	1.05+ 0.01
	PSI	E	78.5+ 0.96	---	70.5	53.66+ 1.45	74.5 ± 0.0	14.5 ± 0.0	114.0 ± 0.0	14.0 ± 0.0	14.21+ 0.15	14.79+ 0.15	16.24+ 0.15	15.23+ 0.15
		S	16.20+ 0.15	15.62+ 0.15	17.84+ 0.14	78.32+ 1.45	15.23+ 0.29	---	15.66+ 0.15	---	---	---	---	---
FLUJO	Kg/min	E	160+ 2.0	---	~147.67	109.27+ 2.95	147.71+ 2.95	29.53+ 0.59	173+ 2	28.5+ 0.3	63.8 + 1.0	29.0 + 0.3	77.3 + 1.0	28.0 + 0.3
		S	33.0 ± 0.3	31.8+ 0.3	36.33+ 0.3	159.48+ 2.95	31.01+ 0.59	---	32 + 0.3	---	29.0+ 0.3	30.0+ 0.3	33.0+ 0.3	31.1+ 0.3
VELOCIDAD	lb/min	E	13.64 ± 0.68	---	15.5 ± 0.8	---	5.67 ± 0.5	---	33.64 ± 1.59	---	12.05 + 0.59	43.18	6 - 82	+ 0.82 - 0.56
		S	30.0 ± 1.5	---	34.177 ± 1.764	---	12.47 ± 1.1	---	74.0 ± 3.5	---	26.5 ± 1.3	95	15 + 1.8	- 0.8
VIBRACION	R.P.M.	E	72,000 ± 2000	---	72,000 ± 2000	---	---	---	76,000 ± 500	---	33,600	---	46,000	---
		S	5.5 (mx)	---	---	---	---	---	3.5 (mx)	---	4 → 60,000 ± 500	---	4 (mx) → 45,000	---

CUADRO 4.7

TABLA DE COMPARACION DE LOS PARAMETROS DE TEMPERATURA, PRESION, FLUJO, VELOCIDAD, VIBRACION

2. DEFINICION DE PARAMETROS DEL BANCO DE PRUEBAS

4.2.1. IMPULSION DE AIRE

TURBINA		PRESION BAR	FLUJO Kg/min.
MIRAGE	E	5.00	15.5
	S	1.23 ± 0.01	--
HERCULES-1	E	5.418 ± 0.68	13.64
	S	1.117 ± 0.01	--
SUKOI	E	4.9 ± 0.1	5.67 ± 0.5
	S	1.05 ± 0.02	--
HERCULES_2	E	5.68 ± 0.07	33.64 ± 1.59
	S	1.08 ± 0.01	--
BUFFALO	E	2.84 ± 0.03	12.05 ± 0.59
	S	0.98 ± 0.01	--
A-37	E	2.62 ± 0.03	6.82 ± 0.82 0.36
	S	1.12 ± 0.01	--

CUADRO 4.8

CUADRO COMPARATIVO DE LOS PARAMETROS DE PRUEBA;
PRESION, FLUJO, DE LA TURBINA; DE LAS UNIDADES
DE TURBOREFRIGERACION EL ANALISIS

COMPRESOR		PRESION BAR	FLUJO Kg/min.
MIRAGE	E	9.7 ± 0.10	15.5 ± 0.8
	S	9.4 ± 0.10	
HERCULES_1	E	---	75.6 (*)
	S	1 077 ± 0.01	
SUKOI	E	1 0 ± 0.02	42.3
	S	---	
HERCULES_2	E	0 97 ± 0.01	73.10
	S	---	
BUFFALO	E	0 98 ± 0.01	43.18
	S	1 02 ± 0.01	
A-37	E	0 95 ± 0.01	48.87
	S	1 05 ± 0.01	

CUADRO 4.9

CUADRO COMPARATIVO DE LOS PARAMETROS DE PRUEBA, PRESION, FLUJO, DEL COMPRESOR DE LAS UNIDADES TURBOREFRIGERADORAS EN ANALISIS.

(*) Cálculado según la ecuación termodinámica:
la Orden Técnica $W = \frac{m \times h \times \delta}{75 \times \eta}$
no lo consigna

4.2.2. CALEFACCION DE AIRE

TURBINA		TEMPERATURA °C	CALOR (*) Kw
MIRAGE	E	105 ± 3	25.5
	S		
HERCULES-1	E	61.1 ± 2.78	12.3
	S	Ti - 60	
SUKOI	E	90.5	8.8
	S	20	
HERCULES-2	E	83.33 ± 2.78	44.9
	S	---	
BUFFALO	E	63.89 ± 2.78	120
	S	---	
A-37	E	50.56 ± 2.78	5.5.
	S		

CUADRO 4.10

(*) CALOR NECESARIO PARA CALENTAR EL AIRE DESDE LA TEMPERATURA AMBIENTE HASTA LA TEMPERATURA DE ENTRADA A LA TURBINA.

COMPRESOR		TEMPERATURA °C	CALOR (*) Kw
MIRAGE	E	139 ± 1	35.6
	S	215 ± 5	
HERCULES 1	E	113.8 ± 2.78	135.12
	S		
SUKOI	E	60-5	35.4
	S		
HERCULES 2	E	118.33 ± 5.5	177.8
	S		
BUFFALO	E	96.67 ± 2.78	64.7
	S		
A-37	E	50.56 ± 2.78	35.5
	S		

CUADRO 4.11

(*) CALOR NECESARIO PARA CALENTAR EL AIRE DESDE LA TEMPERATURA AMBIENTE HASTA LA TEMPERATURA DE ENTRADA AL COMPRESOR (VENT).

REGISTRO	UNIDAD		CANTIDAD
HUMEDAD	(1) grano Kg	Mxm.	22
		Min.	(3) AIRE SECO
VELOCIDAD	R.P.M.	Mxm.	76.000 \pm 500
		Min.	36,000
VIBRACION	(2) G	Mxm.	5.5
		Min.	Record

CUADRO 4.12

- (1) 1 grano = 0.0648 gramos
(2) G unidad = Unidad de gravedad
(3) Aire seco=con humedad relativa 30%

Esta tabla nos permitirá seleccionar los equipos complementarios para los paneles de medición y control y así llevar a cabo un buen ensayo de la unidad.

4.2.2.1 PARAMETROS MAXIMOS Y MINIMOS PARA PROYECTAR
EL BANCO DE ENSAYOS

PARAMETRO	UNIDAD		TURBINA	COMPRESOR	
SISTEMA DE IMPULSION DE AIRE					
PRESION	BAR	E	Mxm.	5.86 ± 0.07	3.7 ± 0.1
			Min.	2.62 ± 0.03	0.95 ± 0.01
		S	Mxm.	1.23 ± 0.01	5.4 ± 0.1
			Min.	0.98 ± 0.01	1.02 ± 0.01
FLUJO	Kg min.		Mxm.	33.64 ± 1.59	93.10
			Min.	5.67 ± 0.5	15.5 ± 0.8
SISTEMA DE CALEFACCION					
TEMPERATURA	°C	E	Mxm.	105 ± 3	1.39 ± 1
			Min.	50.56 ± 2.78	60.5
		S	Mxm.	20	215 ± 5
			Min.	1	Record
CALOR	Kw		Mxm	44.9	177.8
			Min	5.5	35.4

CUADRO 4.13

Los Parámetros de esta tabla y las anteriores nos permitirán realizar los cálculos de Préingeniería del Banco de ensayos (CAP 4), con el fin de dar tamaño y seleccionar los equipos necesarios que comprenderán dicho Banco; tales como quemadores, cámara de combustión, compresor, intercambiador de calor, etc. también nos permitirá seleccionar los equipos de medición y control.

5. INGENIERIA DEL BANCO DE PRUEBA

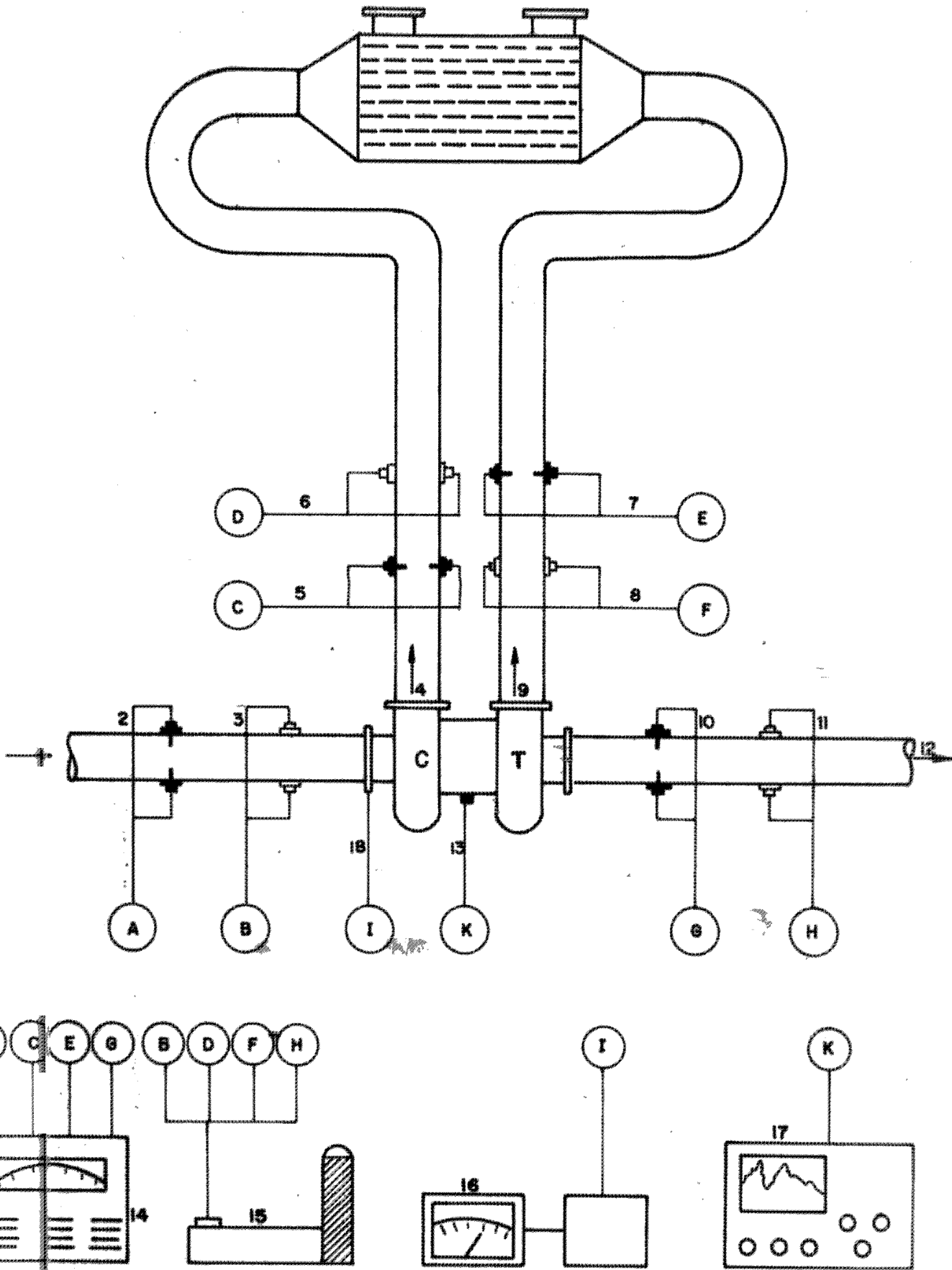
5.1. ESQUEMAS BASICOS.

Para el dimensionamiento de los diferentes equipos y accesorios de que debe estar compuesto el banco de pruebas, haremos una breve descripción de los esquemas básicos, para la prueba de tres unidades, que se toman referencialmente. Estos esquemas básicos varían en función del tipo de avión y la capacidad de cada turborefrigerador, siendo éstos los correspondientes a los aviones: Mirage, Hércules, A-37.

5.1.1. ESQUEMA PARA LA UNIDAD DEL MIRAGE.

Para la prueba y medición de parámetros de prueba para la unidad del Mirage son necesarios los siguientes accesorios y equipos. Ver. fig. 5.1.

- (1) Tubería de entrada del aire al compresor.
- (2) Termocupla de Prueba de entrada del aire al compresor.
- (3) Toma de presión de prueba de entrada del aire



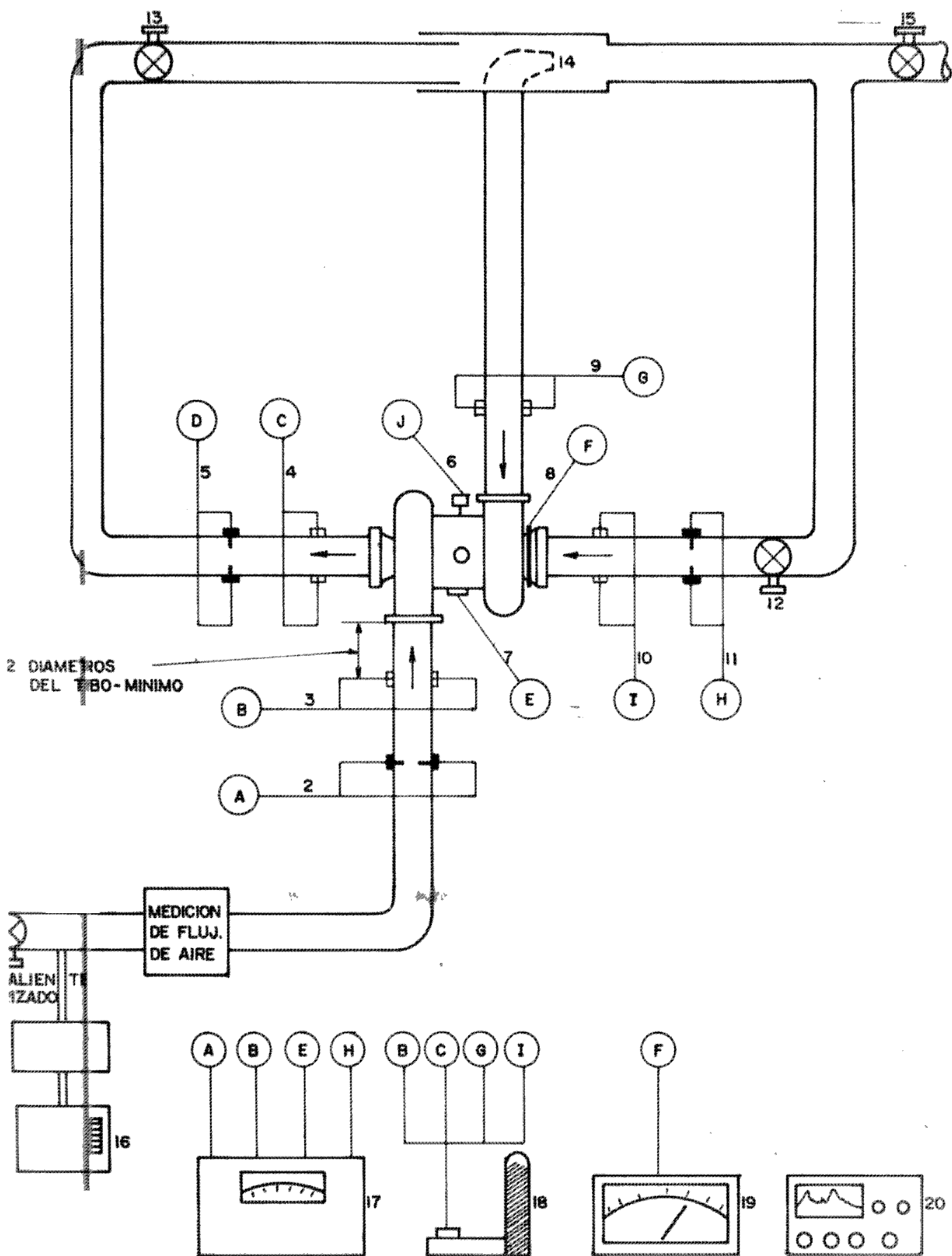
ESQUEMA PARA LA UNIDAD DEL AVION MIRAGE

al compresor.

- (4) Tubería de descarga del aire comprimido.
- (5) Toma de presión de prueba del aire de descarga del compresor.
- (6) Termocupla de prueba del aire de entrada a la turbina.
- (7) Toma de presión de prueba del aire de entrada a la turbina.
- (8) Tubería de entrada de aire a la turbina.
- (9) Termocupla de prueba del aire de salida de la turbina.
- (10) Toma de presión de descarga del aire de la turbina.
- (11) Tubería del aire de descarga de la turbina.
- (12) Transductor para vibración.
- (13) Pirómetro potenciómetro.
- (14) Manómetro de presión absoluta.
- (15) Tacómetro electrónico.
- (16) Instrumentación de vibración para alta velocidad.
- (17) Transducer magnético para velocidad del eje.

5.1.2. ESQUEMA PARA LA UNIDAD DEL HERCULES.

La unidad correspondiente a este avión es la de mayor capacidad, por lo tanto se tendrá que tener co



ESQUEMA PARA LA UNIDAD DEL HERCULES

mo una de las referencias principales; entre los equipos necesarios para la prueba de esta unidad tenemos: (Ver fig. 5.2).

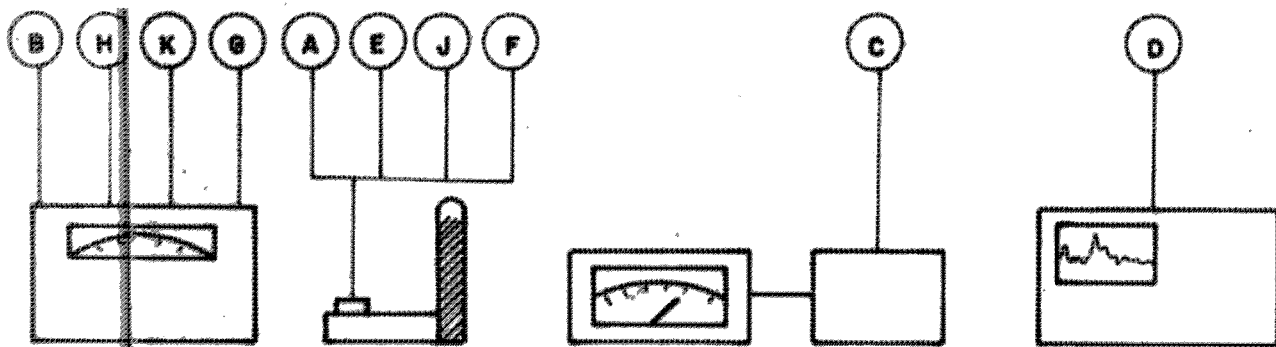
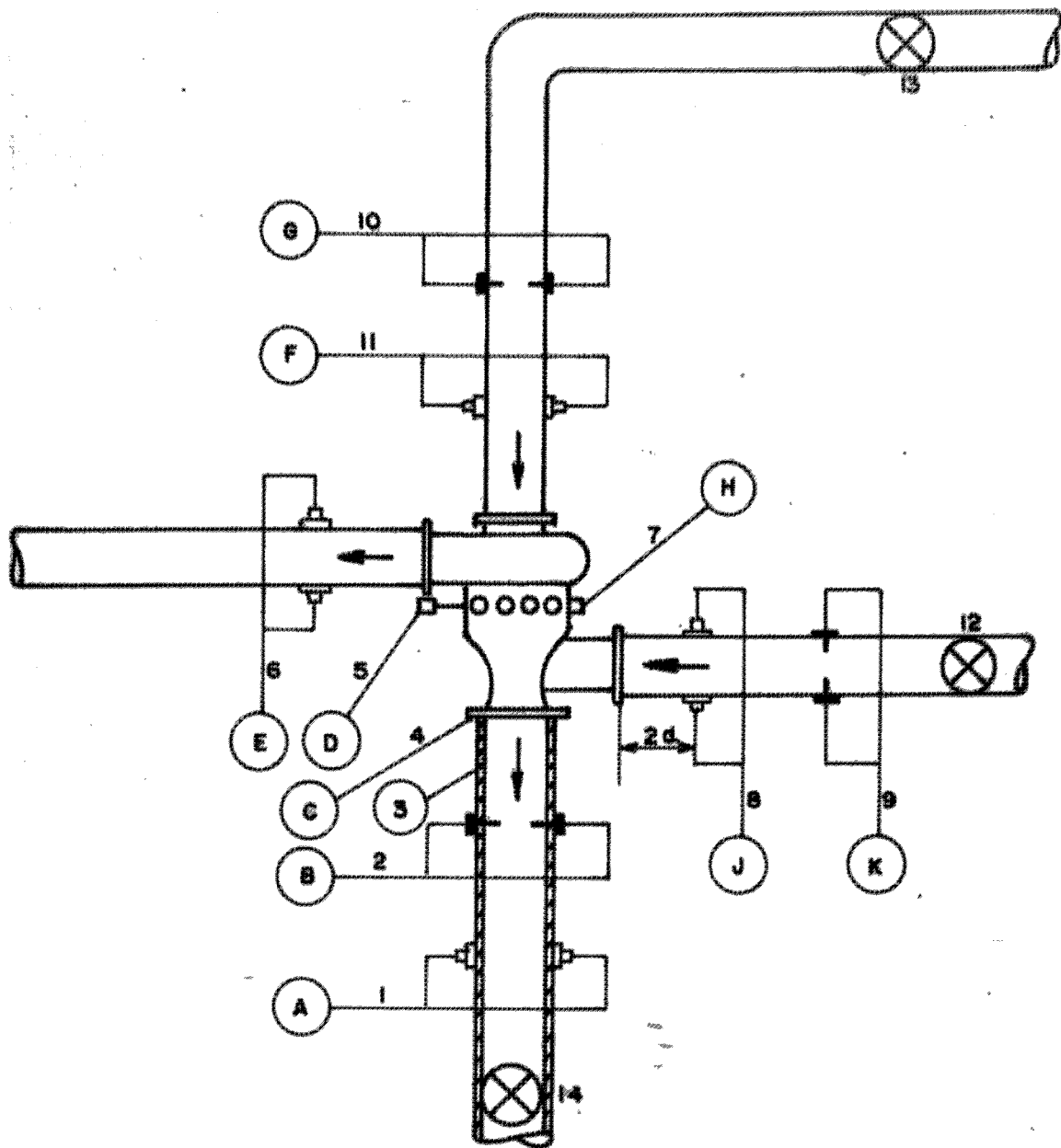
- (1) Termocupla de control del aire del ducto de entrada a la turbina.
- (2) Termocupla de prueba del aire del ducto de entrada a la turbina.
- (3) Toma de la presión del aire del ducto de entrada a la turbina.
- (4) Toma de la presión del aire del ducto de descarga de la turbina.
- (5) Termocupla de prueba del aire del ducto de descarga de la turbina.
- (6) Transducer de vibración de alta velocidad.
- (7) Termocupla de prueba del rodamiento.
- (8) Transducer magnético de velocidad de la turbina.
- (9) Toma de la presión de aire de descarga del compresor.
- (10) Toma de la presión de aire de entrada al compresor.
- (11) Termocupla de prueba de aire de entrada al compresor.
- (12) Válvula de control reguladora (presión del aire de entrada al compresor) .

- (13) Válvula de control reguladora (presión del aire de descarga de la turbina).
- (14) Parte posterior de la tobera de presión (1.35 ± 0.5 pulg². del área nominal efectiva).
- (15) Válvula de control reguladora (presión de descarga).
- (16) Registrador higrométrico .
- (17) Pirómetro potenciómetro.
- (18) Manómetro de presión absoluta.
- (19) Tacómetro electrónico.
- (20) Instrumentación para velocidad de alta vibración.

5.1.3. ESQUEMA PARA LA UNIDAD DEL A-37.

Para esta unidad son necesarios los siguientes equipos é instrumentos (ver. fig. 5.3).

- (1) Toma de presión de la tubería matriz de descarga de la turbina.
- (2) Termocupla de prueba del aire de descarga de la turbina.
- (3) Ducto aislado de descarga de la turbina.
- (4) Transductor magnético para velocidad del eje.
- (5) Transductor para vibración.
- (6) Toma de presión de tubería matriz de des-



ESQUEMA PARA LA UNIDAD DEL A - 37

carga del compresor.

- (7) Termocupla de prueba del rodamiento del compresor.
- (8) Toma de presión de la tubería matriz de entrada a la turbina.
- (9) Termocupla de prueba del aire de ingreso a la turbina.
- (10) Termocupla de prueba del aire de ingreso al compresor.
- (11) Toma de presión de la tubería matriz del aire de ingreso al ventilador.
- (12) Válvula de control del surtidor de aire a la turbina.
- (13) Válvula de control del surtidor de aire al compresor.
- (14) Válvula de control de la presión de descarga de la turlina.

5.1.4 ANALISIS DE LOS COMPONENTES DEL BANCO DE PRUEBAS

Analizando los esquemas descritos, se ve que es tan compuestos por los mismos elementos y se tiene que medir los mismos parámetros en todas las unidades, teniendo variaciones en cuanto al rango de los parámetros.

Por lo tanto nuestro objetivo consistirá en conseguir el aire a las condiciones establecidas para la prueba de diferentes unidades, según

como especifique la Orden Técnica respectiva, es por eso que tenemos que contar con un circuito de aire caliente a baja presión y aire frío a baja presión; del mismo modo aire caliente a alta presión.

Analizaremos la manera más adecuada de como obtener el aire a estas condiciones, para lo cual tenemos que decidir como:

- a) Presurizar el aire
- b) Calentamiento del aire presurizado.
- c) Enfriar el aire.
- d) Control de flujo y presión del aire.
- e) Medición de los Parámetros
- f) Selección de equipos y accesorios necesarios para obtener el aire a tales condiciones.

En forma breve veremos como conseguir estas condiciones y las alternativas que se presentan; con las instalaciones existentes en el Servicio de Mantenimiento FAP.

a) PRESURIZACION DEL AIRE

Habría dos maneras de como obtener el aire presurizado.

1.- Haciendo una conexión del sistema de control general, o sistema central.

2.- Adquiriendo un compresor exclusivamente para el Banco de ensayos.

Comparando ambas posibilidades tenemos que:

- Se requiere que el Banco de Pruebas sea totalmente independiente por la funcionabilidad que deben tener este tipo de equipos.
- El lugar físico de la sala de compresores del sistema central del servicio, al taller de pruebas que se proyecta se encuentra alejado y el tendido de tuberías tendría que pasar varios edificios resultando inconveniente.
- El requerimiento de la cantidad de aire necesario para las pruebas es alto, por lo que el sistema central no puede proporcionar, debido a que este sistema abastece a los demás talleres.

En consecuencia por las premisas expuestas anteriormente optaremos por adquirir una unidad de compresión para el Banco de Ensayos.

b) CALENTAMIENTO DEL AIRE.

Para el calentamiento del aire tenemos que contar con un sistema que lleve el aire a las condiciones de prueba requeridas; para lo cual tenemos las siguientes alternativas:

- 1.- Mediante resistencias eléctricas.
- 2.- Aprovechando vapor de la sala de calderas
- 3.- Mediante gases calientes provenientes de una cámara de combustión.

Analizando las tres alternativas propuestas.

- 1.- El uso de resistencias eléctricas, demandaría un alto consumo de energía eléctrica, para

lo cual tendríamos que hacer un diseño especial ya que el flujo de aire a calentar es apreciable, también tenemos el inconveniente de que las subestaciones más cercanas están casi en el límite de su capacidad de carga lo cual tendría que ser aprovechado en la instalación de equipos, siendo por este motivo no recomendable.

2.- Para utilizar vapor, se tendría que hacer todo un tendido de tuberías aisladas, porque la sala de calderos y el taller de prueba están distanciados, otro inconveniente es la falta de capacidad para suministrar vapor ya que también tienen que abastecer a dos talleres más y la cantidad de vapor que se requeriría es elevado.

3.- Mediante gases calientes provenientes de una cámara de combustión, esto sería lo más adecuado ya que serviría exclusivamente para el Banco, dándole un total independencia que es lo más aconsejable, esto al mismo tiempo nos dá la facultad de regular el quemador de acuerdo a nuestras necesidades para la prueba.

c) ENFRIAMIENTO DE AIRE.

Para enfriar el aire caliente según como lo requiera la prueba, se usará un intercambiador de calor de enfriamiento en el cual usaremos una corriente de aire frío o fresco, impulsado necesariamente por un ventilador. Esto debido a que no contamos con otro refrige

rante adecuado ya que el flujo de agua es bajo.

D) CONTROL DE FLUJO Y PRESION DEL AIRE.

En el control de flujo y presión de aire se empleará válvulas y sangrados en las tuberías del banco y controles adosados a los equipos de impulsión.

F) MEDICIÓN DE PARAMETROS.

Para la medición de parámetros será necesario contar con los accesorios y equipos adecuadamente seleccionados, los cuales irán distribuidos en uno o dos tableros (uno para la medición de parámetros y el otro para controlar los diferentes parámetros) ya que dentro de la sala de pruebas no podrá haber ninguna persona por el exceso de ruido que produciría el accesorio al probarse.

Analizando los requerimientos básicos de que debe estar constituido el banco; de acuerdo a los esquemas mostrados anteriormente, vemos que debe tener los siguientes elementos constitutivos:

1) Ducto de entrada del aire al compresor de la unidad.

2) Ducto de salida del aire del compresor de la unidad.

3) Ducto de entrada de aire a la turbina de la unidad.

4) Ducto de salida de aire de la turbina de la unidad.

5) Válvulas de control de flujo a la entrada del compresor y la turbina.

6) Termocuplas para medición de temperaturas a la entrada y salida del compresor y la turbina de la unidad.

7) Manómetros para medición de presión a la entrada y salida del compresor y turbina de la unidad.

8) Equipo de medición de velocidad.

9) Equipo de medición de vibración.

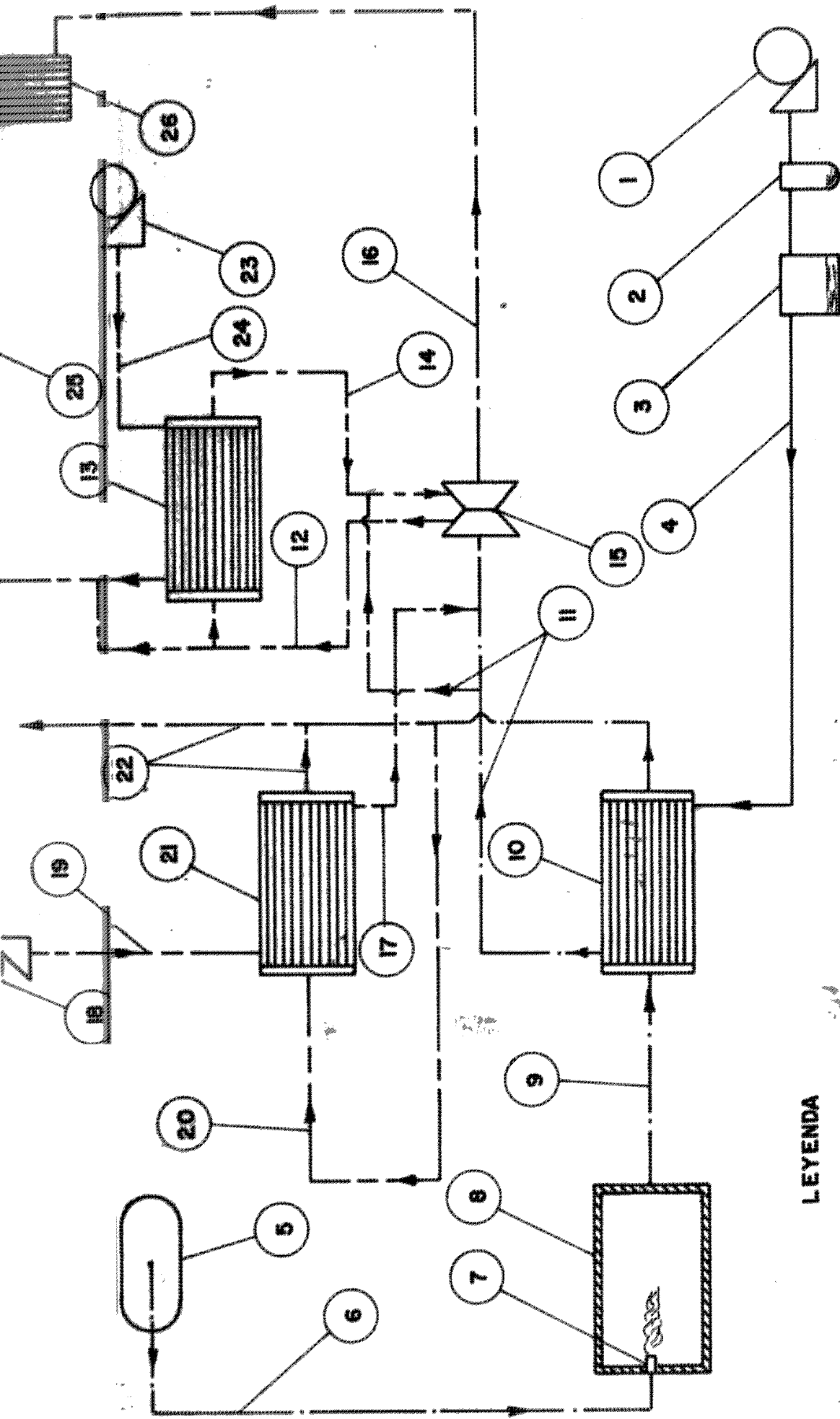
10) Equipo de medición de humedad.

11) Equipo de medición de flujo.

De todo lo anterior en la fig. 5.4 se muestra el esquema posible para el Banco de Prueba, que será el esquema básico respectivo.

5.1.5. ESQUEMA BASICO DEL BANCO DE PRUEBA.

Este debe estar compuesto por los siguientes circuitos Ver. fig. 5.4.



LEYENDA

———— SISTEMA - AIRE COMPRIMIDO

----- SISTEMA - AIRE GASES CALIENTES

----- SISTEMA - ENTRADA Y SALIDA DE AIRE DE LA UNIDAD

FIG. 5-4

10

PARTES DEL ESQUEMA BASICO

Nº	DESCRIPCION
1.-	COMPRESOR DE AIRE
2.-	FILTRO SEPARADOR DE ACEITE-AIRE
3.-	SECADOR DE AIRE .
4.-	TUBERIA DE CONDUCCION DE AIRE COMPRIMIDO
5.-	TANQUE PARA COMBUSTIBLE-GAS
6.-	TUBERIA DE CONDUCCION DE COMBUSTIBLE-GAS
7.-	QUEMADOR DE COMBUSTIBLE-GAS
8.-	CAMARA DE COMBUSTION
9.-	TUBERIA DE CONDUCCION DE GASES CALIENTES AL IN- TERCAMBIADOR Nº 1
10.-	INTERCAMBIADOR DE CALOR nº 1 AIRE-GASES CALIEN- TES.
11.-	TUBERIA DE CONDUCCION DE AIRE CALIENTE COMPRI- MIDO.
12.-	TUBERIA DE EVACUACION DE AIRE DEL COMPRESOR DE LA UNIDAD.
13.-	INTERCAMBIADOR DE CALOR Nº 2 AIRE-AIRE.
14.-	TUBERIA DE CONDUCCION DE AIRE A LA TURBINA DE LA UNIDAD.
15.-	TURBOREFRIGERADOR (unidad).
16.-	TUBERIA DE EVACUACION DE AIRE DE LA TURBINA DE LA UNIDAD.
17.-	TUBERIA DE CONDUCCION DE AIRE CALIENTE BAJA PRE- sion.
18.-	VENTILADOR DE AIRE FRIO AL INTERCAMBIADOR Nº 3
19.-	TUBERIA DE CONDUCCION DE AIRE FRIO AL INTERCAM- BIADOR Nº 3.
20.-	TUBERIA DE CONDUCCION DE GASES CALIENTES AL IN- TERCAMBIADOR Nº 3.

Nº	DESCRIPCION
21.-	INTERCAMBIADOR DE CALOR Nº 3 AIRE-GASES CALIENTES.
22.-	TUBERIA DE EVACUACION DE GASES CALIENTES DEL INTERCAMBIADOR Nº 3.
23.-	VENTILADOR DE AIRE FRIO AL INTERCAMBIADOR Nº 2
24.-	TUBERIA DE CONDUCCION DE AIRE FRIO AL INTERCAMBIADOR Nº 2.
25.-	TUBERIA DE EVACUACION DE AIRE DEL INTERCAMBIADOR Nº 2.
26.-	CAMARA DE MEZCLA DE AIRE FRIO Y CALIENTE.

5.1.5.1. SISTEMA DE AIRE PRESURIZADO SECO

Está compuesto por:

1. Compresor de aire.
2. Separadores de aire-aceite.
3. Secadores de aire.
4. Tuberías de conducción de aire comprimido.
5. Accesorios complementarios de acople.

5.1.5.2. SISTEMA DE AIRE-GASES CALIENTES

Está compuesto por:

1. Quemador de combustible-gas.
2. Tanque de combustible-gas.
3. Tubería de conducción de gas combustible.
4. Accesorios complementarios de la línea de gas combustible.
5. Cámara de combustión.
6. Intercambiador de calor aire-gases Nº 1.
7. Tubería de conducción de gases de combustión.
8. Accesorios complementarios de la línea de gases de combustión.
9. Tuberías de conducción de aire comprimido caliente.
- 10.-Accesorios complementarios de la línea de aire comprimido caliente.

- 11. Tubería de evacuación de aire de la unidad.
- 12. Accesorios complementarios de la línea de evacuación de aire de la unidad

5.1.5.3. SISTEMA DE ALIMENTACION Y EVACUACION DE AIRE DE LA UNIDAD.

- 1. Tubería de entrada y salida de la unidad
- 2. Intercambiador de calor N° 2 aire-aire
- 3. Ventilador de alimentación de aire fresco al intercambiador de calor N° 2.
 - Tubería de conducción de aire fresco al intercambiador de calor y accesorios complementarios.
 - Tubería de evacuación de aire del intercambiador de calor N° 2 y accesorios complementarios.
- 4. Intercambiador de calor aire-gases N° 3.
- 5. Ventilador de alimentación de aire fresco al intercambiador de calor N° 3.
- 6. Tubería de aire caliente de baja presión.
- 7. Accesorios complementarios.
- 8. Tubería de conducción de gases del intercambiador de calor N° 3.
- 9. Tubería de evacuación de gases del intercambiador de calor N° 3.
- 10. Accesorios complementarios de la línea de conducción de gases y del intercambiador de calor N° 3.

5.2. PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO.

5.2.1. SISTEMA PRINCIPAL (ver fig. 5.4.)

El aire, comprimido en el compresor (1) pasa por un separador de aire-aceite (2), luego pasa por un secador de aire (3) donde disminuye su humedad, este aire es conducido mediante tuberías hasta el intercambiador de calor N° 1 (10) aire-gases de combustión, donde es calentado por los gases provenientes de la cámara de combustión (8).

Una vez calentado este aire en el intercambiador es conducido a la unidad de prueba, él cual entra al compresor de la unidad (15). El aire es comprimido, aumentando la temperatura del aire, sale del compresor y es conducido a un intercambiador de calor de enfriamiento N° 2 aire-aire (13) donde el aire comprimido es enfriado con aire proveniente de un ventilador (23). El aire enfriado parcialmente es conducido a la turbina de la unidad donde es enfriado definitivamente mediante una expansión, este aire es evacuado de la turbina a través de un ducto a la cámara de mezcla (26) donde se mezcla con el aire caliente salido del intercambiador N° 2 (13), estos una vez mezclados son expulsados al ambiente.

5.2.2. SISTEMA AUXILIAR.

Cuando se requiera para la prueba aire caliente a baja presión, se usará el circuito de calentamiento de aire a baja presión donde se usará como

fluido de calentamiento los gases de combustión provenientes del intercambiador de calor N° 1 y aire a calentarse, aire frío, proveniente del ventilador (18) que será calentado en el intercambiador N° 3 aire-gases, este aire caliente es conducido mediante ductos al compresor de la unidad. Los gases de combustión una vez que ceder calor en el intercambiador N° 3 (21) son evacuados al exterior, en caso de no ser necesario el sistema auxiliar, los gases de combustión serán evacuados directamente al exterior sin tener que pasar por este intercambiador N° 3.

5.3.- INGENIERIA BASICA

CALCULO DE TAMAÑO Y SELECCION DE EQUIPOS DE LOS SISTEMAS COMPONENTES DEL BANCO DE PRUEBA.

5.3.1. SISTEMA DE AIRE PRESURIZADO

Ver fig. 5.4

Este sistema comprende:

1. Selección del compresor de aire.
2. Selección de los separadores de aceite-aire.
3. Selección de secadores de aire.
4. Selección de tuberías.
5. Selección de accesorios complementarios.

5.3.1.1. SELECCION DEL COMPRESOR DE AIRE

Se seleccionará un compresor que cumpla las siguientes condiciones:

$$P = 5.93 \text{ bar}$$

$$m = 35.23 \text{ Kg/min.}$$

Tomando un 20% adicional como margen de seguridad

$$P_d = 5.93 \times 1.2 = 7.1 \text{ bar.}$$

$$m_d = 35.23 \times 1.2 = 42.2 \text{ Kg/min.}$$

Considerando el flujo de aire en unidades de volúmen

$$\rho_{\text{aire}} = 1.19 \text{ Kg/m}^3 \text{ (condiciones ambientales).}$$

$$m_d = 42.2 \frac{\text{Kg}}{\text{min}} \times \frac{1 \text{ m}^3}{1.19 \text{ Kg}} = 35.46 \frac{\text{m}^3}{\text{min.}}$$

$$m_d = 35.46 \frac{\text{m}^3}{\text{min}}$$

Comercialmente se ofrecen equipos en unidades inglesas.

$$P = 7.1 \text{ bar} = 103 \text{ lbs/pul}^2 \text{ (PSI)}$$

$$m = 35.46 \frac{\text{m}^3}{\text{min}} = 1,249 \text{ pie}^3/\text{min.}$$

Como no todas las unidades a probarse lo hacen a este flujo, por lo tanto desdoblaremos el flujo de aire comprimido en dos, por lo que se tendrán que adquirir dos compresoras de las siguientes características:

$$P = 7.1 \text{ bar} = 103 \text{ PSI.}$$

$$m = 17.7 \frac{\text{m}^3}{\text{min}} \approx 624 \text{ pie}^3/\text{min.}$$

En Bancos de Prueba comúnmente se utilizan compresores de tornillo por ser silenciosos y dan un servicio continuo uniforme, en las que se puede prescindir del tanque o reservorio.

Por lo tanto las especificaciones técnicas del compresor son las siguientes:

TIPO : Tornillo.

FLUIDO : Aire

PRESION DE COMPRESION : 7.1 bar \approx 103 PSI

FLUJO DE AIRE : $17.7 \frac{m^3}{min} \approx 624 \frac{pie^3}{min}$

ALIMENTACION ELECTRICA :

TENSION : 220 V.

FASES : 3

FRECUENCIA : 60 ciclos

5.3.1.2 SELECCION DE SEPARADORES AIRE-ACEITE.

El aire al salir del compresor sale mezcla do con aceite, por lo que es necesario usar un se parador (filtro) aire-aceite y cada compresor de be contar con un separador de aire-aceite. Estos de ben trabajar a las siguientes condiciones:

$$P = 7.1 \text{ bar } \approx 103 \text{ PSI}$$

$$m = 21.1 \text{ Kg/min}$$

$$T = 10 \text{ }^\circ\text{C}$$

La malla de filtrado debe tener una obertu ra de 5 (micras).

Serán necesarios contar con dos se paradores, uno para cada compresor.

5.3.1.3 SELECCION DE SECADORES DE AIRE

La prueba de be realizarse con aire de baja hu medad no mayor de 30%, por lo cual se hace ne cesario contar en la linea con un secador de ai re. Este debe reunir las siguientes caracteristi cas.

$$P = 7.1 \text{ bar} = 103 \text{ PSI}$$

$$m = 21.1 \text{ Kg/min} \approx 624 \text{ pie}^3/\text{min}$$

$$T = 10^\circ\text{C}$$

Serán necesario adquirir 2 secadores de aire

5.3.1.4 CALCULO Y SELECCION DE TUBERIAS.

Para las siguientes condiciones:

$$m_a = 2040 \text{ m}^3/\text{hr.}$$

$$P = 7 \text{ bar.}$$

$$T = 20^\circ\text{C}$$

Encontramos que el diámetro más adecuado es:

$$\begin{array}{l} \emptyset_n = 3'' \\ S_c = 40 \end{array} \left[\begin{array}{l} d_i = 3.068'' \\ d_e = 3.500'' \\ W(\text{peso}) = 7.50 \text{ lb/pie.} \end{array} \right.$$

Ver cálculos en el apéndice 1.1

5.3.1.5 SELECCION DE ACCESORIOS COMPLEMENTARIOS.

Llámense estos, válvulas, uniones como: codos, tees, uniones en Y, uniones universal, filtros, etc, los cuales trabajarán a las siguientes condiciones:

$$P = 110 \text{ PSI}$$

$$m = 42.2 \text{ Kg/min.}$$

Entre los accesorios complementarios tenemos:

(ver cuadro 5.2)

NOTA: EL ACERO UTILIZADO EN TUBERIAS ES EL
ASTM-A120.

CCMFONENTES DEL SISTEMA AIRE CCMPRIMIDO

Nº	D E S C R I P C I O N	CANT.	UNIDAD
1	Compresor de aire: Tipo - Tornillo; P= 100PSI, ma = 20.00 Kg/min / 220-3-60	2	EA
2	Separador de aire-aceite para: P=100 PSI, ma=20 Kg/min / 220-3-60	2	EA
3	Secador de aire; para: P-100 PSI, ma=20 Kg/min / 220-3-60	2	EA
4	Filtro de aire para : 35.23 Kg/min, P=100 PSI y 3" Ø	1	EA
5	Tubo de 3" Ø Sc 40	58	m
6	Tubo de 1" Ø Sc 40	8	m
7	Válvula compuerta de 3" Ø	6	EA
8	Válvula de globo de 3" Ø	2	EA
9	Válvula check de 3" Ø	1	EA
10	Válvula compuerta de 1" Ø	2	EA
11	Válvula de globo de 1" Ø	4	EA
12	Unión "Y" de 3" Ø	1	EA
13	Unión "T" de 3" Ø con reducción de 1" Ø	1	EA
14	Unión Universal de 3" Ø	15	EA
15	Codo 90º de 3" Ø	30	EA
16	Codo 90º de 1" Ø	3	EA
17	Unión Universal de 1" Ø	3	EA

5.3.2. SISTEMA AIRE-GASES CALIENTES.

Comprende lo siguiente:

- 1) Cálculo y selección del quemador de combustible
- 2) Cálculo y selección del tanque de combustible
- 3) Selección de tuberías de conducción de combustible
- 4) Selección de accesorios complementarios de la línea de gas.
- 5) Cálculo y selección de la cámara de combustión
- 6) Cálculo y selección del intercambiador de calor aire-gases de combustión.
- 7) Selección de tubería de conducción de gases de combustión
- 8) Selección de accesorios complementarios de la línea de gases de combustión
- 9) Selección de tubería de conducción de aire comprimido caliente
- 10) Accesorios complementarios de la línea de aire comprimido caliente.

5.3.2.1. CALCULO Y SELECCION DEL QUEMADOR DE COMBUSTIBLE.

Para las siguientes condiciones:

Cantidad de aire a calentar: 35.23 Kg/min.

$$T_{sa} = 87^{\circ}\text{C}$$

$$T_{ia} = 10^{\circ}\text{C}$$

$$P = 10.5 \text{ bar.}$$

El quemador tiene que tener las siguientes características:

Combustible a quemar : gas propano.

Flujo de combustible : 0.0229 Kg/seg.

Poder calorífico de combustible : 50,139 Kj/Kg.

Encendido : automático - a distancia.

Alimentación eléctrica: 220-3-60.

Capacidad de quemado : 1,090 Kw.

Ver cálculos en el apéndice 2

5.3.2.2. CALCULO Y SELECCION DEL TANQUE DE COMBUSTIBLE.

Teniendo en cuenta:

$$m_c = 0.0229 \text{ Kg/seg.}$$

Considerando que la prueba de las unidades tiene un tiempo de duración máximo de 1 hora.

$$m_{ch} = 0.0229 \times 3600 = 82.44 \text{ Kg}$$

$$\rho_e = 0.509 \text{ (densidad específica)}$$

Proyectando que el flujo mensual es de aproximadamente de 20 unidades turborefrigeradoras.

$$P = 11.8 \text{ bar} = 175 \text{ PSI}$$

$$m_{cm} = 82.44 \times 20 = 1,648.8 \text{ Kg.}$$

Encontrando el volúmen:

$$V = \frac{m}{\rho_e}$$

$$V_T = \frac{1,648.8}{0.509} = 3,240 \text{ dm}^3 \approx 3.24 \text{ m}^3$$

Como la capacidad de los tanques estan standarizados en galones

$$1 \text{ gl} = 3.785 \text{ lt.}$$

$$1000 \text{ gl} = 3785 \text{ lt}$$

$$3785 \text{ l} > 3240 \text{ lt.}$$

Seleccionaremos un tanque de 1,000 gl
(3.785 m³)

5.3.2.3 CALCULO Y SELECCION DE LA TUBERIA DE CONDUCCION DE GAS.

Para las siguientes condiciones de conducción:

$$P = 11.8 \text{ bar (175 PSI)}$$

$$T = 10^\circ\text{C}$$

$$m_c = 82.4 \text{ Kg/hr. gas propano}$$

Hechos los cálculos respectivos se seleccionó la siguiente tubería.

$$\begin{array}{l} \varnothing = 3/4" \\ \text{Sc 40} \end{array} \left[\begin{array}{ll} \text{de} = 1.05" & 20.9 \text{ mm} \\ \text{di} = 0.824 & 26.6 \text{ mm} \end{array} \right.$$

Material : acero S. 40 ó fierro galvanizado

Ver cálculos en el apéndice 1.2

5.3.2.4 SELECCION DE ACCESORIOS COMPLEMENTARIOS LINEA-GAS.

De acuerdo a la disposición de la línea; son necesarios los siguientes accesorios complementarios:

1) Válvula de bola paso rápido de 3/4"

\varnothing (1)

- 2) Válvula de regulación de 3/4" \emptyset (1)
- 3) Válvula de bola pase rápido de 1/2" \emptyset (2)
- 4) Uniones universal de 3/4" \emptyset (6)
- 5) Codos de 90 de 3/4" \emptyset (12)
- 6) Uniones universal de 1/2" \emptyset (3)
- 7) Unión "T" de 3/4" con reductores de 1/2" \emptyset (2)
- 8) Codo 90" de 1/2" \emptyset (2)
- 9) Niples de 1/2" \emptyset (3)

5.3.2.5 CALCULO Y SELECCION DE LA CAMARA DE COMBUSTION.

Como la carga de combustión es elevada, cabe admitir una carga térmica q_h de:

$$(0.5-- 0.2) \times 10^6 \text{ Keal/m}^3 \text{ h.}$$

$$q_h = C.H_i \text{ (carga térmica específica)}$$

C = cantidad efectiva de combustible quemado (Kg/h).

H_i = P.C.i Potencia calorífica inferior del combustible (Keal/Kg)

$$C = 82.44 \text{ Kg/hr} \times 0.95 = 78.32 \text{ Kg/hr.}$$

$$H_i = 11,975 \text{ Keal/Kg} = 50,139 \text{ Kj/Kg.}$$

$$q_h = 78.32 \times 11,975 \times \frac{\text{Kcal}}{\text{hr}} = 936,000 \frac{\text{Kcal}}{\text{hr}}$$

Por lo tanto la cámara de combustión debe tener las siguientes características:

- Capacidad : 1090 Kw
- Longitud : 1.5 m.
- Forma : circular
- Posición : vertical

Combustible a quemar : gas propano

Funcionamiento : alternativo

5.3.2.6 CALCULO Y SELECCION DEL INTERCAMBIADOR DE CALOR Nº 1 AIRE-GASES

Los cálculos se realizarán de acuerdo al método empleado por kays and London - Heat compact exchanger en las páginas del 250-257, para los datos siguientes:

DATOS:

Flujo de aire - - - - - 2,115 Kgr/hr.

Humedad del aire - - - - - 0.0055H₂O/Kg
aire.

Relación aire/combustible - - 17.94

LADO DEL AIRE

Superficie de aletas planas : 9.03

Presión de entrada : 6.5 bar

Temperatura de entrada : 10°C

LADO DEL GAS

Superficie de aletas planas : 9.03

Presión de entrada : 1.01 bar

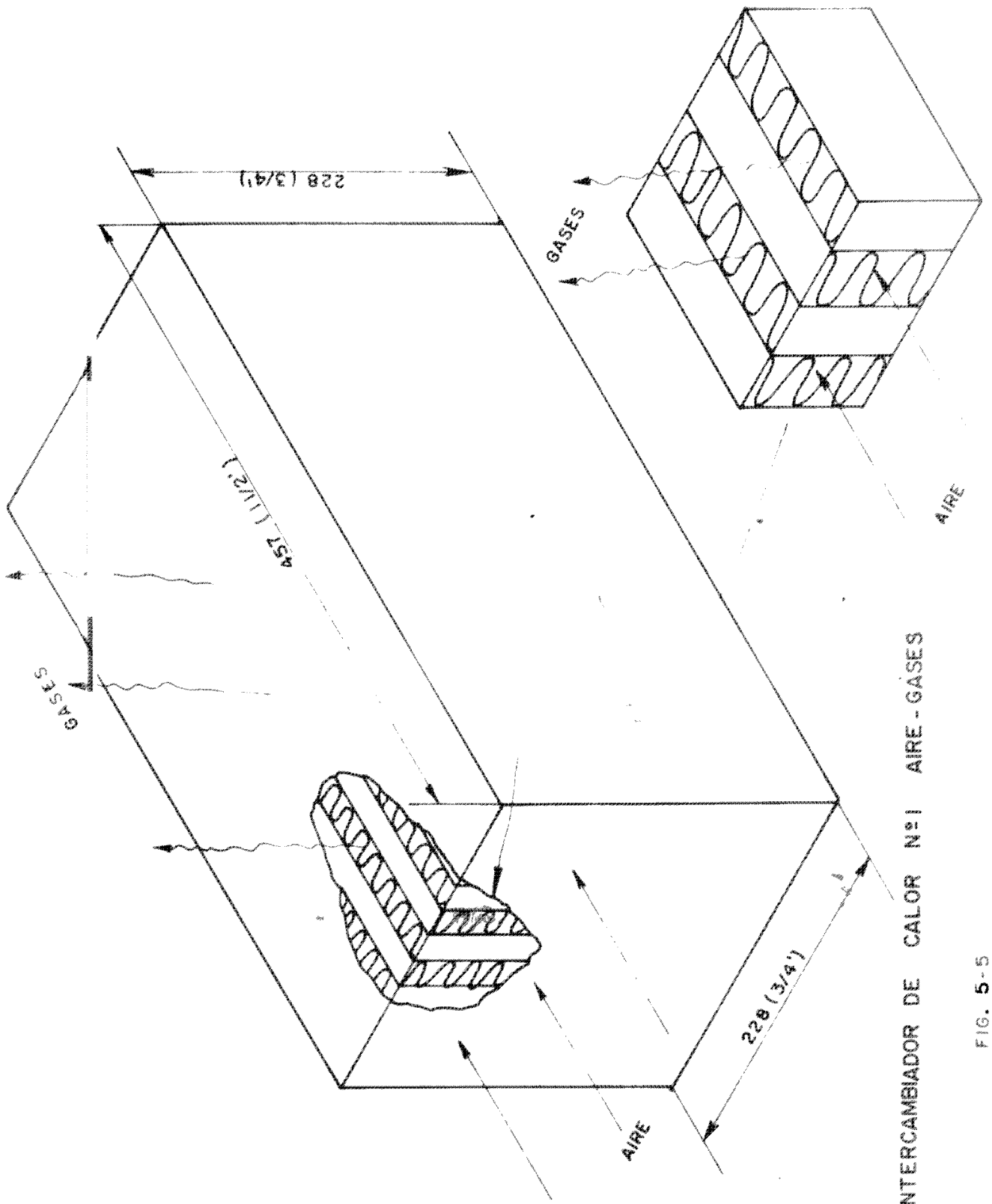
Temperatura de entrada : 600°C

Capacidad de calentamiento : 82 Kw.

Hechos los cálculos necesarios se obtuvieron las siguientes características generales del intercambiador.

Ver fig. 5.5 - Ver cálculos en el apéndice

3.1.



ESQUEMA DEL INTERCAMBIADOR DE CALOR N°1 AIRE - GASES

Dimensiones: longitud = 457 mm

ancho = 228 mm

altura = 228 mm

Superficie de calentamiento: aleteado
(radiador)

Flujo : Cruzado en contra flujo

Fluido frío : aire

Fluido caliente : gases de combustión
(propano)

Temperatura gases combustión
entrada = 600°C (mx)

Temperatura gases combustión
salida = 450°C

Temperatura aire (frío)
entrada = 10°C (min)

Temperatura aire (frío)
salida = 87°C

Características Principales de las aletas:

Superficie de aletas planas: 9.03

Paso de aleta : 9.03 por pulg.

Material : acero inoxidable AISI 314/310

Espaciamiento entre placas : 0.823 pulg.

5.3.2.7 CALCULO Y SELECCION DE TUBERIA DE GASES DE COMBUSTION.

Para las siguientes condiciones de:

$P = 1.08$ bar

$T = 600^{\circ}\text{C}$

$m_c = 1,562$ Kg/hr gas propano (liquido)

Realizando los cálculos correspondientes (ver apéndice 1.3) se obtuvo lo siguiente:

$$\begin{array}{l} \text{\textcircled{0}} 8" \\ \text{Sc.40} \end{array} \left[\begin{array}{l} d_i = 7.981" = 202.7 \text{ mm} \\ d_e = 8.625" = 219.1 \text{ mm} \end{array} \right.$$

Material : acero ó fierro galvanizado

5.3.2.8 SELECCION DE ACCESORIOS COMPLETARIOS DE LA LINEA DE GASES DE COMBUSTION.

- 1 - Tubo en "U" de 8" Ø
- 2 - Válvula mariposa de 8" Ø (3)
- 3 - Codo en 90" de 8" Ø (3)
- 4 - Unión "T" de 8" Ø (1)

5.3.2.9 CALCULO Y SELECCION DE TUBERIA DE AIRE COMPRIMIDO CALIENTE TURBINA.

Para las siguientes condiciones:

P = 10.5 bar

Ma = 2114 Kg/hr

T = 108°C

Haciendo los cálculos respectivos tenemos que la tubería adecuada es la siguiente:

$$\begin{array}{l} 3" \text{\textcircled{0}} \\ \text{Sc.40} \end{array} \left[\begin{array}{l} d_e = 3.5" = 88.9 \text{ mm} \\ d_i = 3.068" = 77.93 \text{ mm} \end{array} \right.$$

Material : acero ó fierro galvanizado

Ver cálculos en el apéndice

5.3.2.10 SELECCION DE ACCESORIOS COMPLEMENTARIOS
LINEA AIRE COMPRIMIDO CALIENTE - TURBINA

1. - Codo 90° de 3" Ø (10)
2. - Unión universal de 3" Ø (6)
3. - Válvula check de 3" Ø (2)
4. - Válvula de compuerta de 3" Ø (2)
5. - Válvula reguladores de presión 0-150 PSI de 3" Ø (1)
6. - Dos cámaras de estabilización
7. - Junta de expansión de 3" Ø

5.3.3 SISTEMA DE ALIMENTACION Y EVACUACION DE AIRE DE
LA UNIDAD.

SISTEMA PRINCIPAL.

1. Cálculo y selección de las tuberías de entrada y salida de aire de la unidad (Turborefrigerador-compresor).

2. Cálculo y selección del intercambiador de calor de enfriamiento aire-aire (2)

3. Selección del ventilador de aire frío para el intercambiador (2) - Selección de tubería y accesorios.

SISTEMA AUXILIAR.

4. Cálculo y selección del intercambiador de calor aire-gases (3)

5. Selección del ventilador de alimentación de aire frío para el intercambiador (3)

Nº	DESCRIPCIÓN	CANT.	UNID
1.	Quemador de gas propano, Capacidad: 1,090 Kw.mx	1	EA
2.	Tanque para gas propano (combustible): Capacidad - 1,000 gls	1	EA
3.	Tubería de 3/4" Ø SC 40	32	m.
4.	Tubería de 1" Ø acero inoxidable	6	m.
5.	Válvula check de 3/4" Ø	1	EA
6.	Válvula de paso rápido (bola) de 3/4" Ø	3	EA
7.	Codo 90º de 3/4" Ø	16	EA
8.	Unión universal de 3/4" Ø	10	EA
9.	Unión - reducción de 3/4" Ø - 1/2" Ø	2	EA
10.	Unión - Reducción de 1" Ø - 3/4" Ø	2	EA
11.	Unión "T" de 3/4" Ø	1	EA
12.	Niples de 1/2" Ø	3	EA
13.	Cámara de combustión - Capacidad 1,090 Kw.	1	EA
14.	Intercambiador de calor aire-gases N° 1: Capacidad - 82 Kw.	1	EA
15.	Tubería de 8" Ø Sc 40	3	m.
16.	Tubo en "U" de 8" Ø	1	EA
17.	Válvula mariposa de 8" Ø	1	EA

CUADRO 5.5

Nº	DESCRIPCION	CANT.	UNID.
18.	Codo 90º de 8" Ø	1	EA
19.	Unión "T" de 8" Ø	1	EA
20.	Tubo de 3" Ø Sc 40	6.5	m.
21.	Codo 90º de 3" Ø Sc 40	10	EA
22.	Unión universal de 3" Ø	6	EA
23.	Válvula check de 3" Ø	1	EA
24.	Válvula de compuerta de 3" Ø	2	EA
25.	Válvula reguladora de presión de 3" Ø	1	EA
26.	Unión "T" de 3" Ø	2	EA
27.	Unión de expansión de 3" Ø	1	EA
28.	Cámara de estabilización	1	EA
29.	Tubo de 6" Ø Sc 40	6.5	m.
30.	Válvula mariposa de 6" Ø	1	EA
31.	Codo 90º de 6" Ø	3	EA

CUADRO 5.5.

6. Cálculo y selección de tubería de aire caliente baja presión-compresor.

7. Selección de accesorios complementarios de la tubería de aire caliente baja presión.

8. Selección de tubería de conducción de gases de combustión.

9. Selección de tubería de evacuación de gases del intercambiador (3)

10. Selección de accesorios complementarios de los gases y del intercambiador N° 3.

SISTEMA PRINCIPAL

5.3.3.1. CALCULO Y SELECCION DE LAS TUBERIAS DE ENTRADA Y SALIDA DE AIRE DE LA UNIDAD-COMPRESOR.

Para las siguientes condiciones:

$$P = 10.5 \text{ bar.}$$

$$T = 140^{\circ}\text{C}$$

$$m = 2,428 \text{ Kg/hr.}$$

Obteniendo el siguiente resultado, hecho los cálculos pertinentes:

$$\begin{array}{l} 3" \text{ } \phi \\ \text{Sc 40} \end{array} \left[\begin{array}{l} \text{de} = 3.5" = 88.9 \text{ mm} \\ \text{di} = 3.068" = 77.9 \text{ mm} \end{array} \right.$$

Material : acero

Ver cálculos en el apéndice 1.6

5.3.3.2 CALCULO Y SELECCION DEL INTERCAMBIADOR DE CALOR N° 2 AIRE-AIRE

Para los siguientes datos:

DATOS

LADO DEL AIRE FRIO

Superficie, de aletas planas -- 9.03
 Presión de entrada - - - - - 1.13 bar
 Temperatura de entrada --- - - 20°C

LADO DEL AIRE CALIENTE

Superficie de aletas planas -- 9.03
 Presión de entrada - - - - - 5.86 bar.
 Temperatura de entrada - - - - 220°C
 Temperatura de salida - - - - 110°C
 Flujo de aire - - - - - - - - 16.3 Kg/min

Empleando el mismo método empleado para calcular el intercambiador N° 1, se tiene un intercambiador de las siguientes características. Ver esquema en la Fig. 5.7.

Capacidad de calentamiento : 30.5 Kw.
 Dimensiones: Longitud : 762 mm
 Ancho : 305 mm
 Altura : 305 mm

Flujo : Cruzado en contraflujo.

Fluido frío = aire

Fluido caliente = aire

Temperatura entrada aire caliente = 220°C

Temperatura salida aire caliente = 110°C

Temperatura entrada aire frío = 20°C

Temperatura salida aire caliente = 75°C

Superficie de calentamiento : aleteado (radiador)

Características principales de las aletas

Superficie de aletas planas : N° 9.03

Material : acero inoxidable AISI 314/310

Espaciamiento entre placas : 0.823 pulg.

Ver cálculos en el apéndice 3.2

5.3.3.3. SELECCION DEL VENTILADOR DE ALIMENTACION DE AIRE FRESCO AL INTERCAMBIADOR DE CALOR N° 2

El ventilador a adquirirse debe tener las siguientes características:

$$ma = 0.55 \text{ Kg/seg.} \approx 0.66 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

$$\Delta P = 1200 \text{ mm H}_2\text{O}$$

Motor - Potencia : 20 Kw.

Tensión = 220 - 3-60

Tipo : Centrifugo

5.3.3.3.1 CALCULO Y SELECCION DE LA TUBERIA DE AIRE FRESCO DE ENTRADA AL INTERCAMBIADOR N° 2.

Realizados los cálculos correspondientes se obtiene lo siguiente:

$$6" \text{ } \emptyset \quad \left[\begin{array}{l} \text{de} = 6.625" = 168.2 \text{ mm} \\ \text{Sc 40} \quad \text{di} = 6.065" = 154.5 \text{ mm} \end{array} \right.$$

Material : acero 6 Fe. galvanizado

Ver cálculos en el apéndice 1.7

ACCESORIOS COMPLEMENTARIOS

1.- Válvula mariposa de 6" \emptyset (1)

- 2.- Codo 90° de 6" Ø
- 3.- Unión Universal de 6" Ø
- 4.- Unión "T" con reducción de 3" Ø
- 5.- Válvula de globo de 3" Ø (con niple de 3" Ø)

5.3.3.3.2 SELECCION DE TUBERIA DE EVACUACION
DE AIRE DEL INTERCAMBIADOR DE CALOR
Nº 2.

Por razones económicas y por similitud con la tubería de alimentación de aire al intercambiador de calor Nº 2, seleccionaremos una tubería para la evacuación de aire de 6" Ø que tiene las siguientes características:

$$\begin{array}{l} 6" \text{ Ø} \\ \text{Sc 40} \end{array} \left[\begin{array}{l} \text{de} = 6.625" = 168.27 \text{ mm} \\ \text{di} = 6.065" = 154.57 \text{ mm} \end{array} \right.$$

Material : acero

ACCESORIOS COMPLEMENTARIOS

- Codo de 90° de 6" Ø (2)
- Unión "T" de 6" Ø Con reducción de 3" Ø (1)
- Válvula mariposa de 6" Ø (1)

SISTEMA AUXILIAR

5.3.3.4 CALCULO Y SELECCION DEL INTERCAMBIADOR DE
CALOR Nº 3 AIRE-GASES

Para las siguientes condiciones:

DATOS

Flujo de aire ----- 1.4 Kg/seg.

Humedad del aire - - - - - 0.008 KgH₂O/Kg
aire

Relación aire combustible- - - - 17.94 .

LADO DEL AIRE

Superficie de aletas planas - - 9.03

Presión de entrada - - - - - 1.13 bar

Temperatura de entrada - - - - - 20°C

Temperatura de salida - - - - - 128°C

LADO DE LOS GASES

Superficie de aletas planas- - - 9.03

Presión de entrada - - - - - 0.98 bar

Temperatura de entrada - - - - - 440°C

Empleando el mismo método empleado anteriormente, se tiene un intercambiador de las siguientes características (ver esquema en la Fig. 5.9)

Capacidad de calentamiento: 152.3 Kw.

Dimensiones : Longitud : 762 mm

Ancho : 305 mm

Altura : 457 mm

Flujo : Cruzado en contraflujo

Fluido frío : aire

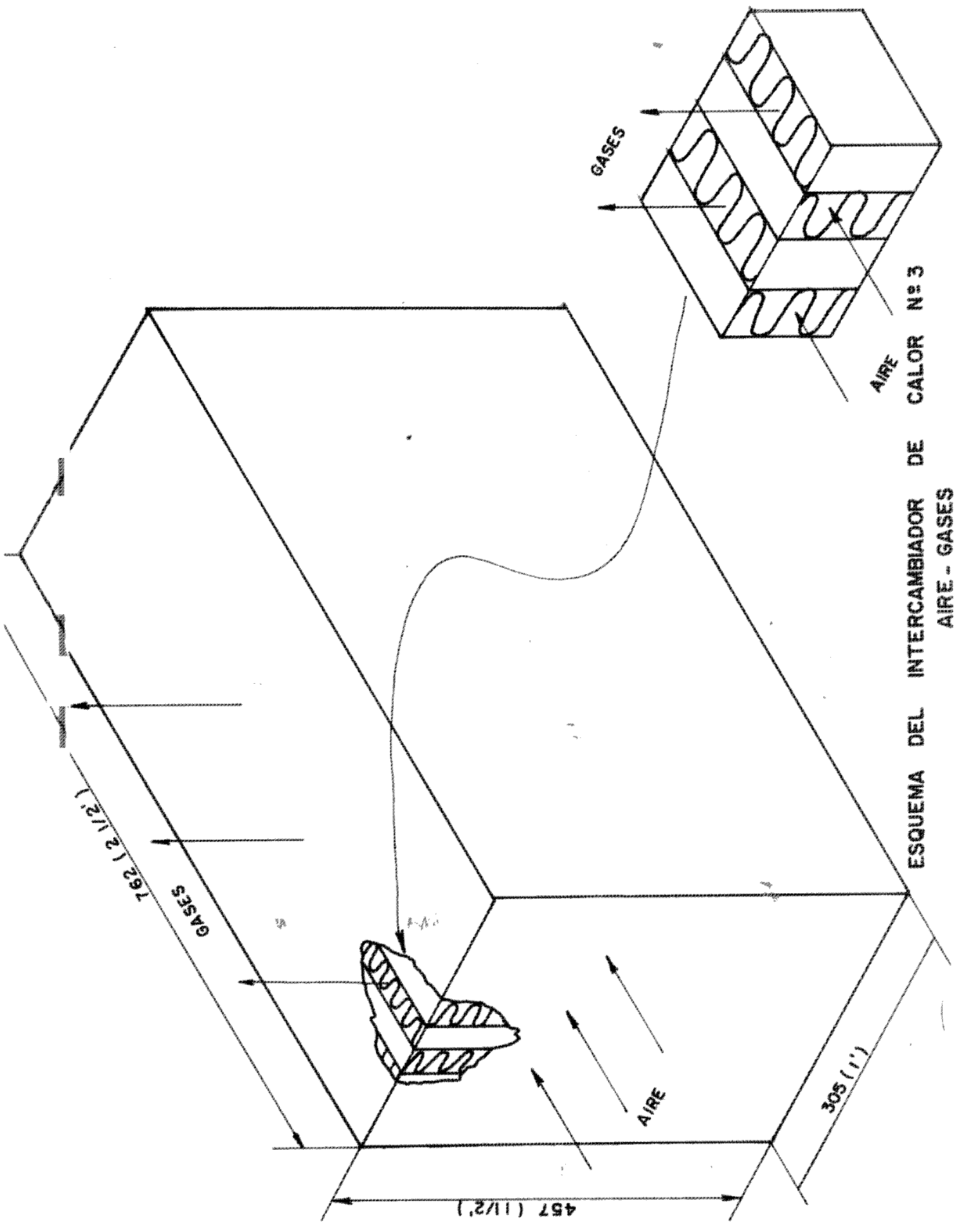
Fluido caliente : gases de combustión

Temperatura del aire $T_{ea} = 20^{\circ}\text{C}$

$T_{sa} = 128^{\circ}\text{C}$

Temperatura de los gases $T_{eg} = 440^{\circ}\text{C}$

$T_{sg} = 145^{\circ}\text{C}$



ESQUEMA DEL INTERCAMBIADOR DE CALOR N° 3
AIRE - GASES

Superficie de calentamiento: aleteado (radiador)

Características principales de las aletas.

Superficie de las aletas planas: N° 9.03

Material: Acero inoxidable de 0.012"

AISI 314/310

Espaciamiento entre placas: 0.823"

Ver cálculos en el apéndice 3.3

5.3.3.5. SELECCION DEL VENTILADOR DE ALIMENTACION DE AIRE FRIO AL INTERCAMBIADOR DE CALOR N° 3.

El ventilador a adquirirse debe tener las siguientes características:

$$m_a = 1.4 \text{ Kg/sg}^3 \text{ (mx)}$$

$$\Delta P = 1,200 \text{ mm H}_2\text{O}$$

Motor : Potencia : 30 Kw.

Tensión :- 220V - 3 - 60

Tipo : Centrífugo

5.3.3.5.1 CALCULO Y SELECCION DE TUBERIA DE AIRE FRIO

Para las siguientes condiciones:

$$P = 1.2 \text{ bar}$$

$$T = 20^\circ\text{C}$$

$$m = 5,040 \text{ Kg/hr.}$$

Hechos los cálculos respectivos se tiene:

$$8" \text{ } \emptyset \left[\begin{array}{l} \text{de} = 8.625" = 219 \text{ mm} \\ \text{di} = 7.981 = 202 \text{ mm} \end{array} \right.$$

$$\text{Sc } 40 \left[\begin{array}{l} \text{de} = 8.625" = 219 \text{ mm} \\ \text{di} = 7.981 = 202 \text{ mm} \end{array} \right.$$

Ver cálculos en el apéndice 1.8

ACCESORIOS COMPLEMENTARIOS.

- Válvula mariposa de 8" \emptyset (1)
- Codo 90° de 8" \emptyset
- Unión "T" con reducción de 4" \emptyset
- Válvula de globo de 4" \emptyset con niple de 4" \emptyset

5.3.3.6 SELECCION DE TUBERIA DE AIRE CALIENTE BAJA PRESION

Como este sistema auxiliar estará interconectado al sistema principal (básico) al sistema de aire caliente de alta presión; entonces seleccionaremos tuberías del mismo diámetro que el sistema principal de alta presión.

Por lo tanto la tubería a usarse será de:

$$\begin{array}{l} \emptyset 3" \\ \text{Sc 40} \end{array} \left[\begin{array}{l} \text{de} = 3.5" \\ \text{di} = 3.068" \end{array} \right.$$

Material : acero.

5.3.3.7. SELECCION DE ACCESORIOS COMPLEMENTARIOS

- Codo 90° de 3" \emptyset (3)
- Unión universal de 3" \emptyset (3)
- Válvula reguladora de presión (diafragma) 3" \emptyset (1)
- Válvula de compuerta de 3" \emptyset (1)
- Junta de expansión de 3" \emptyset (1)
- Filtro de aire de 3" \emptyset (1)
- Elemento de transición

5.3.3.8 SELECCION DE TUBERIA DE CONDUCCION DE GASES AL INTERCAMBIADOR DE CALOR N° 3.

Como esta tubería está conectada a la salida del intercambiador del sistema principal y como son tramos cortos no necesitan un cálculo adicional, por lo tanto emplearemos tubos del mismo diámetro y estos son:

$$\begin{array}{l} \emptyset 8'' \\ Sc 40 \end{array} \left[\begin{array}{l} de = 8.625 = 219.1 \text{ mm} \\ di = 7.981 = 202.7 \text{ mm} \end{array} \right.$$

Materia : acero

Las comprobaciones no son necesarias por que ya están hechas

5. 3.3.9 SELECCION DE TUBERIA DE EVACUACION DE GASES DEL INTERCAMBIADOR DE CALOR N° 3.

Por razones técnicas económicas, utilizaremos tubería del mismo diámetro que el de conducción al intercambiador de calor, siendo esta de las siguientes características:

$$\begin{array}{l} 8'' \emptyset \\ Sc 40 \end{array} \left[\begin{array}{l} de = 8.625'' = 219.1 \text{ mm} \\ di = 7.981'' = 202.7 \text{ mm} \end{array} \right.$$

Materia : acero

Comprobación de espesor no es necesario.

5. 3.3.10 SELECCION DE ACCESORIOS COMPLEMENTARIOS DE LA CONDUCCION DE GASES AL INTERCAMBIADOR DE CALOR N° 3

- Codo 90° de 8" \emptyset (2)
- Unión de expansión de 8" \emptyset (1)
- Válvula de 8" \emptyset mariposa (1)

COMPONENTES DEL SISTEMA : TUBERIAS DE ENTRADA Y SALIDA DE AIRE DE LA UNIDAD

Nº	DESCRIPCION	CANT.	UNID.
1	Intercambiador de calor Nº 2 aire-aire; Capacidad : 31 Kw	1	EA
2	Ventilador centrífugo de: ma= 1.40 Kg/seg. ΔP=1200 mm H2O-/220-3-60	1	EA
3	Tubería de 8" Ø Sc 40	19	m.
4	Válvula mariposa de 8" Ø	2	EA
5	Codo de 90º de 8" Ø	3	ea
6	Unión T de 8" Ø con reducción de 4" Ø	2	EA
7	Ventilador Centrífugo de: ma = 0.55 Kg/seg, ΔP= 1200 mm H2O/220-3-60	1	EA
8	Tubería de 6" Ø Sc 40	8.5	m.
9	Válvula mariposa de 6" Ø	2	EA
10	Codo 90º de 6" Ø	3	EA
11	Unión T de 6" Ø con reducción de 3" Ø	2	EA
12	Intercambiador de calor Nº 3 aire-gases; Capacidad: 152.3 Kw.	1	EA
13	Válvula de globo de 4" Ø	1	EA
14	Tubería de 3" Ø Sc 40	19	m.
15	Codo 90º de 3" Ø	3	EA
16	Unión Universal de 3" Ø	3	EA
17	Válvula reguladora de presión de 3" Ø - 150 PSI	1	EA

Nº	DESCRIPCION	CANT.	UNID
18	Válvula de compuerta de 3" Ø	1	EA
19	Válvula de globo de 3" Ø	1	EA
20	Junta de expansión de 3" Ø	1	EA
21	Filtro de aire de 3" Ø, ma = 600 pie ³ /min	1	EA
22	Unión T de 3" Ø	2	EA
23	Cámara de estabilización	1	EA
24	Elemento de transición para 8" Ø y 6" Ø	2	EA
25	Junta de expansión de 8" Ø	1	EA

CUADRO 5-10

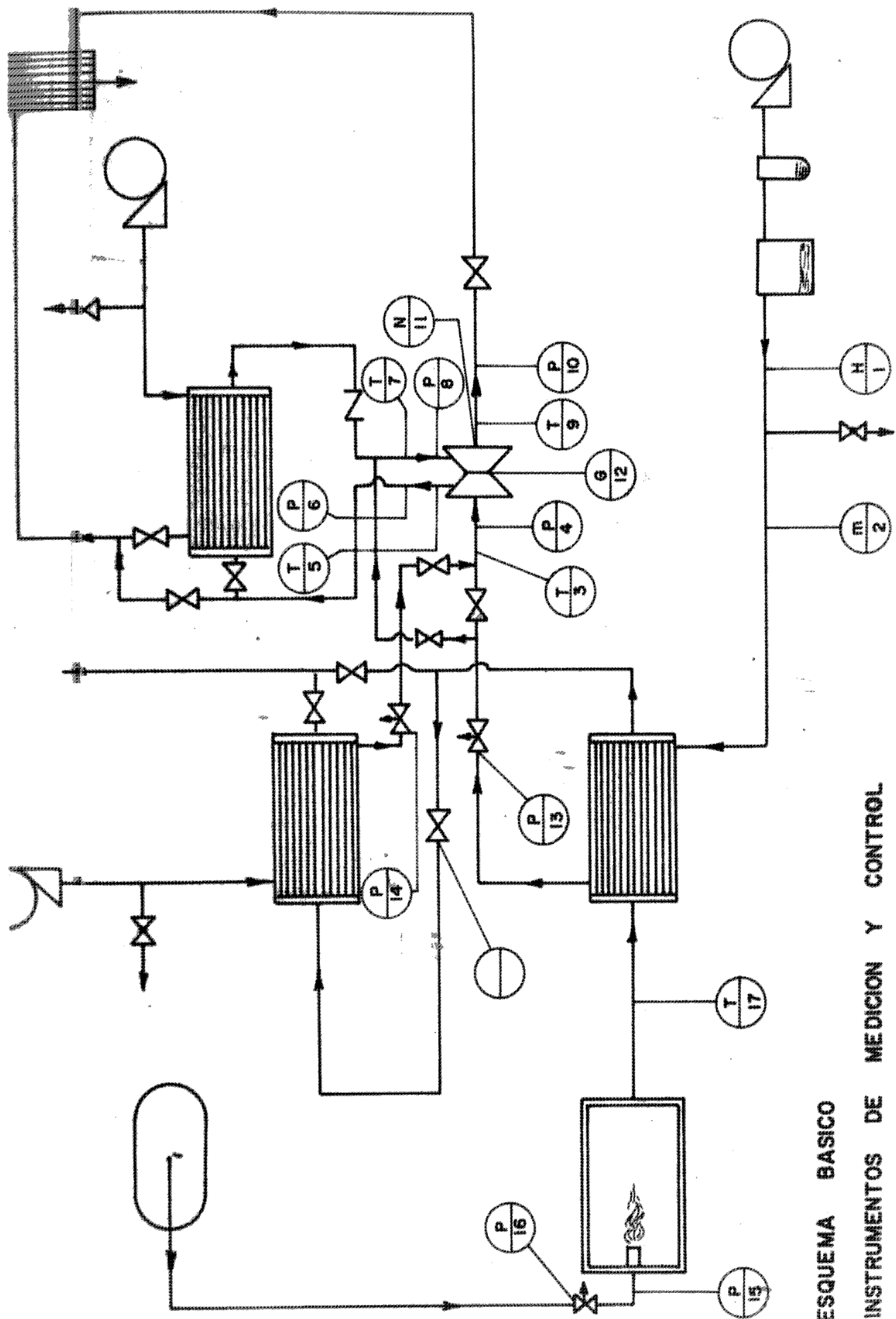
5.3.4. SELECCION DE INSTRUMENTOS DE MEDICION Y CONTROL PARA EL BANCO DE PRUEBAS.

Analizando los esquemas principales (básicos) sobre los cuales se confacciona el proyecto; los que corresponden a las unidades del Mirage (Fig. 5.1), Hércules (Fig. 5.2) y del A37 (Fig. 5.3) y observando las tablas de parámetros de prueba que hay que medir y controlar son los siguientes:

1. Presión
2. Temperatura
3. Flujo de aire
4. Humedad relativa del aire
5. Velocidad de rotación del eje de la unidad.
6. Vibración del eje de la unidad

5.3.4.1. SELECCION DE INSTRUMENTOS DE MEDICION

De acuerdo a los esquemas y especificaciones de la Orden Técnica de cada uno de los turborefrigeradores, tendremos que medir los parámetros antes mencionados en los siguientes puntos (Ver Gráfico 5.11).



ESQUEMA BASICO
 INSTRUMENTOS DE MEDICION Y CONTROL

PRESION DEL AIRE

N ^o E.S.Q.	PARAMETRO A MEDIR	MAXIMA		MINIMA	
		BAR	PSI	BAR	PSI
4.	Presión de entrada al compresor de la unidad	3.8	55.1	0.96	14.1
6	Presión de salida del compresor de la unidad	5.5	79.8	1.03	15.1
10	Presión de salida de la turbina	1.24	17.9	0.99	14.5

PRESION DE GAS COMBUSTIBLE

15	Presión de alimentación del gas al quemador	12	175	--	--
----	---	----	-----	----	----

TEMPERATURA DEL AIRE

N ^o E.S.Q.	PARAMETRO A MEDIR	MAXIMA		MINIMA	
		°C	°F	°C	°F
3	Temperatura de entrada al compresor	140	284	55	131
5	Temperatura de salida del compresor	220	428	--	--
7	Temperatura de entrada a la turbina	108	226	53	128
9	Temperatura de salida de la turbina	20	68	1.1	34

TEMPERATURA DE GASES DE COMBUSTION

17	Temperatura de los gases de combustion salida de cámara c.	1000	1822	400	752
----	--	------	------	-----	-----

FLUJO DE AIRE

N ^o E.S.Q.	PARAMETRO A MEDIR	MAXIMA		MINIMA	
		Kg/hrs	lb/hr	Kg/hr	lb/hr
2	Cantidad de aire necesario para la prueba	35.23	77.5	6.46	14.2

HUMEDAD DEL AIRE

N ^o E.S.Q.	PARAMETRO A MEDIR	MAX.	MIN.
		%	%
1	Humedad del aire de entrada a la turbina	80	20

VELOCIDAD DE ROTACION

NÚMERO	PARAMETRO A MEDIR	MAX.	MIN
		R.P.M.	R.P.M.
11	Número de R.P.M. del eje de la Unidad x 10 ³	76.5	33.6

VIBRACION DEL EJE-UNIDAD

NÚMERO	PARAMETRO A MEDIR	MAX.	MIN.
		G UNID.	G UNID.
12	Nivel de vibración del eje de la Unidad	5.5	3.5

5.3.4.1.1. SELECCION DE MANOMETROS.

Lo utilizaremos en la medida de presión, los que iran colocados en los puntos establecidos en el esquema mostrado en la fig (5.11) los que estan identificados en los cuadros anteriores.

Los manómetros que necesitamos son los siguientes:

1.- Manómetro en el ducto de entrada al compresor

Indicador - Tipo : Digital (electrónico)

Rango : 0-6 bar

Aprox. : 0.1 bar

Fluido : aire - 1.2 Kg/seg.

Temp. max: 150°C

Ø tubo : 3" Ø

2.- Manómetro en el ducto de salida del compresor

Indicador Tipo : Digital

Rango : 0-10 bar
Aprox. : 0.1 bar
Fluido : aire - 1.2 Kg/seg.
Temp. max : 250°C
diámetro tubo: 3" Ø

3.- Manómetro en el ducto de entrada a la turbina

Indicador Tipo: Digital
Rango: 0-10 bar
Aprox: 0.1 bar
Fluido : aire - 0.6 Kg/seg.
Temp. max. : 150°C
diámetro tubo : 3" Ø

4.- Manómetro en el ducto de salida de la turbina

Indicador Tipo: Digital
Rango : 0-3 bar
Aprox. : 0.1 bar
Fluido : aire - 0.6 Kg/seg.
Temp. Max.: 20°C
diámetro tubo: 6" Ø

5.- Manómetro en el ducto de suministro de gas
propano

Indicador Tipo : Digital
Rango : 0-15 bar
Aprox : 0.1bar
Fluido : gas propano 0.5 Kg/seg.
Temp. max. : 20°C
diámetro tubo : 3/4" Ø

5.3.4.1.2 SELECCION DE TERMOMETROS

Serán utilizados en la medida de temperatura del aire en diferentes tramos de los sistemas componentes del Banco; estos deben tener sensores de termocuplas asociados a sistemas electrónicos; de los que necesitaremos los siguientes:

1.- Termómetro en el ducto de entrada al compresor

Indicador - Tipo : Digital

Rango : 0-200°C

Aprox. : 1°C

Fluido : aire - 1.2 Kg/seg.

Diámetro tubo: 3" Ø

2.- Termómetro en el ducto de salida del compresor

Indicador - Tipo : Digital

Rango : 0-300°C

Aprox. : 1°C

Fluido : aire - 1.2 Kg/seg.

Diámetro tubo : 3" Ø

3.- Termómetro en el ducto de entrada a la turbina

Indicador - Tipo : Digital

Rango : 0 - 150°C

Aprox : 1°C

Fluido: aire - 0.6 Kg/seg

Diámetro tubo : 3" Ø

4.- Termómetro en el ducto de salida de la turbina

Indicador - Tipo : Digital

Rango : -10 - 30°C

Aprox : 1°C

Fluido : aire - 0.6 Kg/seg.

Diámetro tubo : 6" Ø

5.- Termómetro en el ducto de conducción de gases de combustión

Indicador - Tipo : Digital

Rango : 0 - 1500°C

Aprox. : 1°C

Fluido : gases combustion 0.6 Kg/seg.

Diámetro tubo: 8" Ø

5.3.4.1.3 SELECCION DEL HIGOMETRO

Tendrá como objetivo medir la humedad del aire (H.R) la cual debe ser lo menor posible.

1.- Higómetro en el ducto de aire alta presión

Indicador - Tipo: Digital

Rango: 0 - 100 %

Aprox.: 1 %

Fluido: aire - 0.6 Kg/seg

Diámetro tubo : 3" Ø

2.- Higómetro en el ducto de aire baja presión

Indicador - Tipo : Digital

Rango : 0 - 100 %

Aprox.: 2 %

Fluido : aire - 1.2 Kg/seg.

Diámetro tubo : 3" Ø

5.3.4.1.4. SELECCION DE FLUJOMETRO

El flujómetro se utilizará para medir la cantidad de aire recomendada con que se debe efectuar la prueba.

Indicador - Tipo : Digital

Rango : 0 - 1 Kg/seg.

Aprox : 0.01 Kg/seg

Fluido : aire - 0.6 Kg/seg

Presión : 6 bar

Temp. : 20°C

5.3.4.1.5. SELECCION DE TACOMETRO

Será utilizado para medir la velocidad de rotación del eje del Turborefrigerador; durante la realización de la prueba

Indicador - Tipo : Digital

Rango : 0 - 80,000 R.P.M.

Aprox : 1 R.P.M.

Mat. eje: acero AISI-3115

Diámetro eje : 1/2" - 1" Ø

5.3.4.1.6. SELECCION DE VIBROMETRO

Lo emplearemos para medir la vibración del eje del turborefrigerador durante la ejecución de la prueba; esto debido a la alta velocidad de rotación

Indicador - Tipo : Digital

Rango : 0 - 8 G unidades

Aprox : 0.1 G unidades

Mat. eje: Acero AISI-3115

Diámetro eje : 1/2" - 1" \emptyset

5.3.4.2. SELECCION DE INSTRUMENTOS DE REGULACION

Los parámetros sujetos a regulación son los siguientes:

- 1.- Presión
- 2.- Temperatura
- 3.- Flujo

5.3.4.2.1. REGULACION DE PRESION

Se hará mediante una válvula reguladora de presión; esta válvula tiene que ser de regulación automática con mando (control) a distancia de 6 m desde el panel de control, estas válvulas tienen las siguientes características:

- 1.- Válvula de regulación de la presión del aire de entrada a la turbina.

Presión = 0 - 10 Bar

Temperat. = 250°C

Flujo = 0.6 Kg/seg.

Diámetro tubo - 3" \emptyset

Mando - control = a una distancia de 6 m.

- 2.- Válvula de regulación de presión de aire de

entrada al compresor.

Presión = 0-6 Bar

Temperatura = 150°C

Flujo = 1.2 Kg/seg.

Diámetro tubo = 3" Ø

Mando - control = a una distancia de 6 m

5.3.4.2.2. REGULACION DE FLUJO

La regulación de flujo se hará mediante un sangrado en la línea principal de suministro tanto del compresor como de la turbina, colocado antes del medidor de flujo.

1.- Regulación del flujo de aire de entrada a la turbina - válvula de globo.

Flujo = 0 - 0.6 Kg/seg.

Presión = 10 Bar

Temperatura = 250°C

Ø tubo = 2" Ø

Mando - Control = a distancia de 6 m. au
tomático.

2.- Regulación del flujo de aire de entrada al com
presor - Válvula de globo

Flujo = 0- 1.2 Kg/seg.

Presión = 6 Bar

Temperatura = 150°C

Diámetro tubo = 2" Ø

Mando - Control = automático a distancia a 6 metros

5.3.4.2.3. REGULACION DE TEMPERATURA

La regulación de temperatura se hará mediante la regulación de la cantidad de gases de calentamiento, cuya temperatura es regulada con un sistema automático incorporado al generador de combustible, siendo estos:

- Válvula reguladora de aire/combustible
- Válvula contra escacés de gas
- Válvula reguladora de presión

Un sistema auxiliar es regulando la cantidad de aire de enfriamiento de la cámara de combustión.

5.3.5. SOPORTES Y OTROS ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS DE ENSAMBLE.

Un rubro en la asignación de presupuesto se tendrá en cuenta que ciertos materiales por ser complementarios y diversos, entre los cuales tenemos:

- Soportes
- Elementos de fijación
- Material aislante
- Material de empaquetaduras
- Pintura
- Soldadura
- Pegamentos
- Huaype, etc.

4. EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICION SELECCIONADOS.

Para la selección de los equipos, instrumentos de medición y accesorios, para el ensamble del Banco, se procedió a realizar las cotizaciones respectivas; de las respuestas remitidas se seleccionaron las mejores propuestas, para un estudio final más detallado, tomándose en cuenta: nuestros requerimientos mínimos, marca, fabricante, lugar de procedencia, precio, forma de pago, lugar de puesta, representante en el Perú. Para equipos a comprarse en el extranjero se solicitó que los precios sean consignados en FOB, y en dólares.

En casos que transcurrido el tiempo establecido para cotizar y no se reunió las tres cotizaciones mínimas requeridas, se procedió a adjudicar entre las dos o más que hubiese llegado.

NOTA 5.1 Las tuberías y accesorios complementarios para la instalación de las diferentes líneas, componentes de los tres sistemas, se reunió en un listado consolidado para la cotización global respectiva, estando incluidos en estos: codos, uniones simples, uniones universal, válvulas no especiales, etc.

NOTA 5.2 Todos los precios de los equipos cotizados, son consignados en dólares, con el fin de evitar las variaciones de los mismos, debido al estado inflacionario en que se encuentra nuestra economía.

5.4.1 SISTEMA DE AIRE PRESURIZADO SECO

Para la selección de los equipos componentes de este sistema, se realizó en base a las cotizaciones respectivas de cada equipo que se adjuntan en los cuadros siguientes, tomándose en cuenta los cálculos previos de la sección 3.1 de este capítulo (5). Estas cotizaciones son las siguientes:

1. Cotización de los compresores de aire.
2. Cotización de los separadores aire-aceite.
3. Cotización de los secadores de aire.
4. Cotización de las tuberías (Ver nota 5.1).
5. Cotización de accesorios complementarios (Ver nota 5.1).

5.4.1.1. COTIZACION DE LOS COMPRESORES DE AIRE.

Las compañías que nos enviaron su cotización son las siguientes: Ingersoll Rand Co., Worthington Ltda. Perú, Atlas Copco, Citeco, Sullair del Pacífico Ltda., Ver cuadro resumen comparativo. Cuadro N° 5.11

5.4.1.2 COTIZACION DE LOS SEPARADORES. AIRE-ACEITE

Estos equipos fueron cotizados solamente por la Compañía Ingersoll Rand Co. cuya propuesta se muestra en el cuadro N° 5.12

5.4.1.3 COTIZACION DE LOS SECADORES DE AIRE.

Los secadores de aire fueron cotizados por las siguientes compañías: Atlas Copco, Ingersoll Rand Co. Incatec, cuyas proformas se presentan en el Cua-

CUADRO DE COTIZACIONES DE LOS COMPRESORES DE AIRE

CIA. COTIZADORA ESPECIFICACION	ESPECIFICACION SEMAN-FAP.	INGERSOLL RAND COMPANY	WORTHINGTON LTDA. PERU	ATLAS COPCO.	CITECO	SULLAIR DEL PACIFICO LTDA.
Nº COTIZACION		L.E. 6C02	Q1.025.84	10-175-84	54.291/2/TI.	S-45-CT
MARCA		INGERSOLL RAND USA.	WORTHINGTON BRASIL	ATLAS COPCO BELGICA	KCS ALEMANIA	SULLAIR DEL PACIFICO
TIPO DE COMPRESOR	RECIPROCANTE TORNILLO	TORNILLO	RECIPROCANTE PISTON	TORNILLO	TORNILLO	TORNILLO
MODELO		650L	bdc.125-125	GA-1207-E	kcs-150 75 WS	20-125L/AC/STD
PRESION DE TRABAJO (BAR)	100	100	100		110	100
PRESION MAXIMA(BAR)		110	110	102		110
FLUJO (m ³ /min)	16-98	18-39	17-09	21-93	18-25	16-98
SISTEMA ELECTRICO	220-3-60	230-3-60	440-3-60	220-3-60	220-3-60	220-3-60
DIMENSIONES:						
LARGO (m)		2.80	3.81	3.03	3.5	2.88
ANCHO (m)		1.75	2.28	1.40	1.87	1.40
ALTURA (m)		1.90	1.52	1.65	2.30	1.65
PESO : (Kgs)		2,577.0		1,990	2,650	1830.0
POTENCIA DEL MOTOR (Kw).		109	93	134	110	93
CANTIDAD	2	2	2	2	2	2
GARANTIA (AÑOS)		1	1	1	1	2

CUADRO DE COTIZACIONES DE LOS COMPRESORES DE AIRE

CIA. COTIZADORA ESPECIFICACION	ESPECIFICACION SEMAN-FAP	INGERSOLL RAND COMPANY	WORTHINGTON LTDA. PERU	ATLAS COPCO	CITECO	SULLAIR DEL PACIFICO LTDA.
CONDICIONES DE COMP.						
PRECIO FOB UNITARIO		31.250.00	53.200	33.657	33.657	29.500
PLAZO DE ENTREGA		10-12 sem.	a tratar	8-12 sem	8-12 sem	6-8 sem
VALIDEZ DE LA OFERTA.		60 días	60 días	60 días	60 días	60 días
FORMA DE PAGO		CARTA DE CREDIT. IRREBOCABLE	CARTA DE CREDIT IRREBOCABLE	CARTA DE CREDIT IRREBOCABLE	CARTA DE CREDIT IRREBOCABLE	CARTA DE CREDIT IRREBOCABLE
PUESTO		MIAMI-SPRING	PTO. BRASILEÑO	LA PAZ (BOLIVIA)	PTO. ALEMAN	PTO. U.S.A. PACIFICO
SUB-TOTAL - FOB		62.400.00	106.400.00	99.700.00	67.314.00	59.000.00
ACCESORIOS OPCIONALES NO INCLUIDOS \$						
CUBIERTA CONTRA RUIDO		3.800.00	---	---	---	INCLUIDO
PANEL DE CONTROL ANUNCIADOR		2.000.00	INCLUIDO	INCLUIDO	INCLUIDO	INCLUIDO
POST. ENFRIADOR REF. CON AGUA		3.400.00	---	---	INCLUIDO	---
SUB-TOTAL - FOB \$		9.200.00	---	---	---	---
SUB-TOTAL GENERAL		71.600.00	106.400.00	99.700.00	67.314.00	59.000.00
DESCUENTO		9.342.00	---	---	---	---
TOTAL GENERAL FOB		62.258.00	106.400.00	99.700.00	67.314.00	59.000.00

CUADRO DE COTIZACION DE SEPARADORES AIRE-ACEITE.

137

CIA. COTIZADORA ESPECIFICACION	ESPECIFICACION SEMAN-FAP.	INGERSOLL RAND. COMPANY
Nº COTIZACION MARCA MODELO CAPACIDAD FLUJO m ³ /min PASO MAXIMO DE LUBRI- CANTE. CAIDA DE PRESION (BAR)		LE-6C20 INGERSOLL RAND COMPANY NLM-3 28.3 0.5 P.P.M. 0.07
CONDICIONES DE PAGO		
PRECIO UNITARIO FOB \$ PLAZO DE ENTREGA VALIDEZ DE LA OFERTA FORMA DE PAGO CANTIDAD PUESTO EN		2,735.00 8 SEMANAS 60 días CARTA DE CREDI TO IRREVOCABLE. 2 MIAMI SPRING U.S.A.
SUB-TOTAL		5,470
DESCUENTO		701
TOTAL \$		4,769

CUADRO Nº 5.12

- Esta fué la única cotización que nos llegó; por lo tanto como cumple con los requisitos necesarios se le adjudicará la compra.

Precio Filtro NL-3 FOB	\$ 4,769.00
Flete	<u>476.00</u>
TOTAL - - - - -	\$ 5,245.00

CUADRO DE COTIZACIONES DE LOS SECADORES DE AIRE

ESPECIFICACION	ESPECIFICACIONES SEMAN - FAP	ATLAS COPCO	INGERSOLL RAND - COMPANY - LTDA	INCATEC
Nº COTIZACION		10-175-92	LE.6C20	
MARCA		ATLAS COPCO BELGICA.	INGERSOLL RAND COMPANY USA.	KAESER ALEMANIA
MODELO		AD-4	E-100	T-1220 N° D.1145
TEMPERATURA DE ENTRADA (°C)	35	35	32.2 - 43.3	48.8
PRESION DE TRABAJO (BAR)	6.9	7	6.2 - 8.6	
PRESION MAXIMA (BAR)			10.3	
FLUJO (m ³ /min)	16.98		16.98 - 21.2	18.3
SISTEMA ELECTRICO	220-3-60		220-1-60	220-1-60
DIMENSIONES: LARGO (m)			1.89	1.76
ANCHO (m)			1.13	0.924
ALTURA (m)			1.50	0.924
PESO (KG)			1200	940
POTENCIA DE CONSUMO (KW)			4	4
CANTIDAD	2	2	2	2

CUADRO DE COTIZACIONES DE LOS SECADORES DE AIRE

CIA. COTIZADORA ESPECIFICACION	ESPECIFICACIONES SEMAN - FAP	ATLAS COPCO	INGERSOLL RAND COMPANY LTDA.	INCATEC
CONDICIONES DE PAGO				
PRECIO FOB - UNITARIO \$		9,410.0	10,400	9,640.
PLAZO DE ENTREGA		2 meses	6-8 semanas	12 semanas
VALIDEZ DE LA OFERTA		60 días	30 días	90 días
FORMA DE PAGO		CARTA DE CREDITO IRREVOCABLE	CARTA DE CREDITO IRREVOCABLE	CARTA DE CREDITO
GARANTIA (AÑOS)		2	2	2
PUESTO EN :		LA PAZ (BOLIVIA)	MIAMI SPRING U.S.A.	PUERTO ALEMAN
SUB-TOTAL \$		18,820	20,800	19,280
DESCUENTO \$			2,744	
TOTAL \$		18,820	18,086	19,280

CUADRO Nº 5.13

Hecho el análisis respectivo se optó por la propuesta hecha por Ingersoll Rand Company cuyos precios son los siguientes:

Precio secador E-100 - FOB \$ 18,086
 Flete ----- \$ 1,800
 Total ----- \$ 19,886

dro N° 5.13.

5.4.1.4. COTIZACION DE LAS TUBERIAS Y ACCESORIOS.

Para esta evaluación se hizo un consolidado de todos los accesorios para hacer una sola cotización que se muestra en el cuadro N° 5.23

5.4.2. SISTEMA DE AIRE - GASES CALIENTES.

Para la selección de equipos de este sistema comprende las cotizaciones siguientes:

1. Cotización del quemador de combustible.
2. Cotización del tanque de gas combustible.
3. Cotización de la cámara de combustión y tubo en "U" conductor de gases.
4. Cotización de intercambiador de calor N° 1 aire-gases calientes.
5. Cotización de tuberías (ver Nota 5.1)
6. Cotización de accesorios complementarios (ver nota 5.1)
7. Cotización de juntas de expansión.

5.4.2.1. COTIZACION DEL QUEMADOR DE COMBUSTIBLE

El quemador de combustible es cotizado por las Compañías siguientes: ITSA y AIRTEC cuyas propuestas son mostradas en el cuadro N° 5.14.

5.4.2.2. COTIZACION DEL TANQUE DE GAS COMBUSTIBLE.

Este tanque ha sido cotizado por las compañías: ITSA. FABRIMET. SATECI; cuyas cotizaciones se

CUADRO DE COTIZACIONES DEL QUEMADOR DE GAS

CIA. COTIZADORA ESPECIFICACIONES	ESPECIFICACION FAP.	ITSA	AIRTEC
Nº COTIZACION		MAQ/10-001	S/N
FABRICANTE		UNIGAS	KLOČKNER & Co
PROCEDENCIA		ITALIA	ALEMANIA
MARCA		UNIGAS	KLOCKNER HECHINGEN
MODELO		P5-M5D	KL-40-RGII
CAPACIDAD (M cal/hr)	600-1000	348-698	250-1050
VENTILADOR PRESION (mmH2O)	200 mmH2O	170mmH2O	140
FUNCIONAMIENTO	TOTALMENTE AUTOMATICO	FIJO UNA VEZ REGU LADO	MODULANTE PROPORCIO NAL.
MOTOR PRINCIPAL		4.2 Kw 2000 RPM	1.5 Kw 3450 RPM
TENSION	220-380 3-60	220/380 1-50	220-3-60
MOTOR MODULADOR		-	7VA-220-3-60
ENCENDIDO Y CONTROL DE LA LLAMA	AUTOMATICO	CHISPA	J.V. ELECTRO- DO.
CONTROLES ADOSADOS AL QUEMADOR	A DISTANCIA	-	DE SECUENCI- AS DE PRESION AIRE LLAMA
PESO KILOS (KG)		-	87
ACCESORIOS INDISPEN- SABLES ADICIONALES			VER CUADRO ADJUNTO.
PRECIO UNITARIO FOB - \$		2,250	4,538
PRECIOS ACCESORIOS INDISPENSABLES FOB			2,308
PRECIO REPUESTOS FOB - \$			1,550
FORMA DE PAGO		CARTA DE CREDITO	CARTA DE CREDITO
PLAZO DE ENTREGA		90 días	6-8 SEMA- NAS
GARANTIA :		1 año	1 año

CUADRO DE COTIZACIONES DEL QUEMADOR DE GAS

CIA. COTIZADORA ESPECIFICACIONES	ESPECIFICACIONES FAP	ITSA	AIRTEC
VALIDEZ DE LA OFERTA		90 días	60 días
CANTIDAD		1	1
PRECIO TOTAL FOB \$		2,550	8,396
ACCESORIOS INDIS- PENSABLES			
			-CONTROL CONTRA ESCALES DE GAS -MANOMETRO ESPE- CIAL -2 VALVULAS SE- LENOIDE -LLAVE GENERAL DE CIERRE -REGULADOR DE GAS -COMPENSADOR DE DILATAACION -1 SELECTOR DE CONT.REMOTO -REGULADOR DE CONT.REMOTO
PRECIO FOB \$			2,308.00
PRECIO FOB - KIT REPUESTOS \$			1,550.00

CUADRO N° 5.14

Analizando las dos propuestas, seleccionamos el quemador ofertado por AIRTEC, representante de KLOČKNER & Co. (ALEMANIA) por ser la más completa y ajustarse mas a nuestros requerimientos; por lo tanto resumiendo

tenemos: PRECIO UNITARIO Quemador KL40-RG II FOB \$ 8,396.00

FLETE : 839.00

TOTAL \$ 9,235.00

CUADRO DE COTIZACIONES DEL TANQUE DE GAS-COMBUSTIBLE

CIA. COTIZADORA ESPECIFICACIONES	ESPECIFICACION SEMAN - FAP.	FABRIMET	ITSA	SATECI
<p>Nº COTIZACION GAS A ALMACENAR A-180PSI LICUADO CAPACIDAD VOLUMETRICA (m³) TIPO</p>	<p>PROPANO 3.50 CILINDRICO HORIZONTAL</p>	<p>95-84034-89B PROPANO 3.78 CILINDRICO HORIZONTAL CON TAPAS SEMI ESF.</p>	<p>MAQ107-002 PROPANO 3.78 cilíndrico horizontal CON TAPAS SEMI ESF.</p>	<p>097182 PROPANO 2.88 CILINDRICO HORIZONTAL CON TAPAS SEMI ESFER.</p>
<p>DIMENSIONES: LONGITUD (m) DIAMETRO (m) ALTURA (m)</p>		<p>5.735 0.965 1.330</p>	<p>4.710 1,050 -</p>	<p>2.6 1.3</p>
<p>MATERIALES</p>	<p>ACERO NORMAS ASTM A5ME</p>	<p>ACERO ASTM A-295-C DE 5/16"</p>	<p>ACERO ASME-283-C DE 8mm. ESP.</p>	<p>FIERRO NEGRO 5/16"</p>
<p>ACCESORIOS</p>		<p>- UN MANHOLE -UNA VALVULA SEGUR. KUNCLE 2" Ø 200PSI -UNA VAL. PURGA GLOBO 2" Ø 200 PSI -UNA VALVULA COMPUER TA CARGA 2" Ø 300 PSI. -MANOMETRO 2 1/2" DE 0-300 PSI - 1/4 NPT. -COPLAS PARA 200 PSI</p>	<p>- UN MANHOLE -VALVULA SEGURIDAD DE 1" Ø -VALVULA DRENAJE DE 3/4" Ø -VALVULA LLENADO DE 1 1/4" Ø -MEDIDA DE VOLU- MEN</p>	<p>-UNA VALVULA DE CARGA Y DESCARGA</p>
<p>PRUEBAS</p>		<p>HIDROSTATICAS</p>	<p>HIDROSTATICAS</p>	<p>HIDROSTATICAS</p>

CUADRO DE COTIZACIONES DEL TANQUE DE GAS-COMBUSTIBLE

CIA. COTIZADORA ESPECIFICACIONES	ESPECIFICACION SEMAN - FAP	FABRIMET	ITSA	SATECI
ACABADOS		ARENADO COMERCIAL Y PINTURA ANTICO- RRROSIVA	ACABADO CON PINTU RA ANTICORROSIVA	DOS CAPAS CON PINTURA ANTICORROSIVA.
PRECIO (\$)		3810.6	3,749.4	1,714.3
FORMA DE PAGO		16% Imp 609.7	16% Imp 600.0	16% Imp. 274.3
PLAZO DE ENTREGA		30 días	15 días	20 días
VALIDEZ DE LA OFERTA		60 días	60 días	60 días
OPCIONAL - PRECIO \$				
RADIOGRAFIADO 100% CORDONES \$		394.7	CERTIFICADO	
TRATAMIENTO TERMICO TANQUE \$		1333.3	INCLUIDO	
SUB-TOTAL \$		1,728.0		
TOTAL \$		6,148.3	4,349.4	1,988.6
G A R A N T I A		1 AÑO	1 AÑO	1 AÑO

CUADRO Nº 5.15

Realizado el estudio de las cotizaciones se optó por la de ITSA, por razones técnico-económicas, cuyo precio asciende a la suma de \$ 4,349.4

muestran en el cuadro Nº 5.15

5.4.2.3. COTIZACION DE LA CAMARA DE COMBUSTION Y TUBO EN "U".

Se envió las respectivas cartas de cotización con las características principales requeridas de los equipos a las diferentes compañías especializadas en el ramo, siendo estas las siguientes:

1. CAMARA DE COMBUSTION

- 1) Combustible a quemar : gas propano.
- 2) Capacidad de quemado: 1,100 Kw.
- 3) Producción de gases : 0.5 Kg/seg.
- 4) Material : acero refractario. BOEHLER ANTI-THERM FFB H525 ó similar.
- 5) Forma : cilíndrica.
- 6) Dimensiones : Diámetro interno = 305 mm
Longitud = 1,450 mm
- 7) Enfriamiento anular : por aire, P = 7 bar.
- 8) Carcasa con aislamiento
- Bidas ~~standar~~
- 9) Forrado exterior con plancha Fe 1/16" de espesor, pintado con pintura anticorrosiva.

2. TUBO EN "U" DE CONDUCCION DE GASES

1) Dimensiones:

Diámetro interno = 254 mm

Distancia entre centros = 950 mm

Altura = 600 mm Bidas
standar.

2) Material : acero: BOEHLER ANTITHERM FFB -
H525 ó similar.

3) Envuelta con material aislante, forrado con
plancha Fe 1/16" de espesor, pintado con pin
tura anticorrosiva.

5.4.2.4. INTERCAMBIADOR DE CALOR Nº 1 AIRE-GASES CA LIENTES.

1. Capacidad de calentamiento = 82 Kw.

2. Dimensiones : Longitud = 457 mm

Ancho = 228 mm

Altura = 228 mm

3. Superficie de calentamiento: aleteado.

4. Características de la aleta:

Aletas planas: 9.03

Material : acero inoxidable. AISI 314/310

Espaciamiento entre : 0.823 pulg.
placas.

5. Fluidos : fluido frío : aire

Fluido caliente: gases de com
bustión (propano)

Tipo flujo : cruzado en contra
flujo.

6. Temperatura gases de combustión:

entrada : 600°C.

salida : 450°C.

7. Temperatura del aire: Entrada: 10°C

CUADRO RESUMEN DE COTIZACIONES DE LOS EQUIPOS INDICADOS

EQUIPO	PRECIO \$ APIN	PRECIO \$ ECLIPSE	PRECIO \$ FABRIMET
CAMARA DE COMBUSTION	5,522.6	4,435.5	739.6
TUBO EN "U" CONDUCCION DE GASES	4,339.2	429.6	882.6
INTERCAMBIADOR DE CALOR N° 1	8,086.8	1,612.7	2,366.9
FORMA DE PAGO	30% con el pedido 20% a los 30 días Saldo por convenir.	60% a la Orden 40% Contra entrega	50% con la orden 50% contra entrega.
TIEMPO DE ENTREGA	45 días	15 días cámara 15 días tubo "U". 30 días Int.1 40 días Int.2	45 días recibida la Orden de Trabajo.
VALIDEZ DE LA COTIZACION	60 días	60 días	60 días
TOTAL \$	17,948.6	10,670.9	3,989.1

CUADRO N° 5.16

Hecho los análisis respectivos se optó por la propuesta de FABRIMET, por ser la más completa y ofrecer amplia colaboración en la ejecución del proyecto, cuya suma asciende a \$ 3,989.1

Salida : 87°C.

8. Presión del aire: 7 bar.
9. Carcasa, aislada: forrada con plancha Fe 1/16" de espesor, con pintura anticorrosiva.
10. Elementos de transición para tubos de 8" Ø y 3" Ø respectivamente con bridas estandar.

Nota. 4.3 Cualquier modificación será consultada previamente a este servicio y la supervisión de los trabajos estará a cargo de un Ingeniero del Servicio, Ver cotizaciones Cuadro Nº 5.16

5.4.2.5. COTIZACION DE TUBERIAS.

La cotización de este material se realizó en un consolidado (Ver Nota 5.1) cuyos resultados están en el cuadro Nº 5.23

5.4.2.6. COTIZACION DE ACCESORIOS COMPLEMENTARIOS.

Los accesorios complementarios fueron cotizados de la misma manera anterior, en un consolidado cuyo cuadro comparativo es el Nº 5.23

5.4.2.7 COTIZACION DE JUNTAS DE EXPANSION.

Siendo estos accesorios complementarios especiales, ser, su alto costo (elevado) y no encontrarse en el mercado local, se procedió a cotizar en el extranjero, las que fueron

CUADRO DE COTIZACION DE LAS JUNTAS DE EXPANSION

CIA COTIZADORA ESPECIFICACIONES	ESPECIFICACION SEMAN - FAP	VAPOR INGENIEROS S.C.R.L.
Nº COTIZACION		---
FABRICANTE		GALLOWAY EXPORT INC.
MARCA		CROLL REYNOLDS
TIPO		FUELLE SS-T-321
MODELO		UNAFLEX 3" Ø SI-42
TEMPERATURA OPERACION (°C)	250°C	300°C
PRESION (BAR)	7	7
MATERIAL		ACERO FORJADO 150
MX MOVIMIENTO AXIAL 7000 CICLOS-EN (Pulg)		0.518"
MX MOVIMIENTO LATERAL 7000 CICLOS-EN (Pulg)		0.237"
PESO APROXIMADO (Kg)		7.7
LONGITUD DE LA JUNTA (Pulg)		7 5/8"
CANTIDAD	2	2
CONDICIONES DE PAGO		
PRECIO UNITARIO FOB \$		272
CONDICIONES DE PAGO		CARTA CREDITO IRREVOCABLE
PLAZO DE ENTREGA		2 SEMANAS
VENCIMIENTO DE LA COTIZACION		30 días
PUESTO EN:		
TOTAL PRECIO FOB \$		544.00

CUADRO Nº 5.17

Como es la única cotización que nos enviaron y cumple con nuestros requerimientos, se la adjudicamos a la Compañía VAPOR INGENIEROS S.C.R.L.

PRECIO FOB Junta Exp. UNAFLEX 2" Ø	\$ 544.00
FLETE	\$ 54.00
TOTAL	\$ 598.00

CIA COTIZADORA ESPECIFICACIONES	ESPECIFICACION SEMAN - FAP	VAPOR INGENIEROS S.C.R.L.
N° COTIZACION FABRICANTE MARCA TIPO MODELO TEMPERATURA DE OPERACION (°C) PRESION (BAR) MATERIAL Mx. MOVIMIENTO AXIAL 7000 CICLOS (Pulg) Mx MOVIMIENTO LATERAL 7000 CICLOS (Pulg) PESO APROXIMADO (Kg) LONGITUD DE LA JUNTA (Pulg) CANTIDAD		--- GALLOWAY EXPORT INC. CROLL REYNOLDS FUELLE SS TIPO - 321 UNAFLEX 8" Ø SI-42 600° 3.4 ACERO FORJADO 150 0.696" 0.208" 18.2 10 1/8" 1
CONDICIONES DE PAGO		
PRECIO UNITARIO FOB \$ CONDICIONES DE PAGO PLAZO DE ENTREGA VENCIMIENTO DE LA COTIZACION PUESTO EN:		597.0 CARTA DE CREDITO IRREVOCABLE 2 SEMANAS 30 días
TOTAL \$		597.0

CUADRO N° 5.18

Como es la única cotización que nos enviaron y cumple con nuestros requerimientos se ha adjudicado la adquisición a la Compañía VAPOR INGENIEROS S.C.R.L.

PRECIO FOB JUNTA	EXPANSION UNAFLEX 8" Ø	\$ 597
	FLETE	\$ 59
	TOTAL	\$ 656

cotizadas por la Compañía VAPOR INGENIEROS S.C.R.L. cuyo resultado se muestra en el cuadro N^os 5.17 y 5.18.

5.4.3 SISTEMA DE ALIMENTACION Y EVACUACION DE AIRE DE LA UNIDAD.

Como en los dos sistemas anteriores, a continuación se presentan, los cuadros de cotización de los equipos que comprende :

1. Cotización del intercambiador de calor N^o 2 aire-aire.
2. Cotización del intercambiador de calor N^o 3 aire-gases.
3. Cotización del ventilador N^o 2, de alimentación de aire fresco al intercambiador de calor N^o 2.
4. Cotización del ventilador N^o 3, de alimentación de aire fresco al intercambiador de calor N^o 3.
5. Cotización de tuberías componentes del sistema (ver nota 5.1).
6. Cotización de accesorios complementarios (ver nota 5.1).

5.4.3.1. INTERCAMBIADOR DE CALOR N^o 2 AIRE-AIRE.

1. Capacidad de calentamiento : 30.5 Kw.
2. Dimensiones: Longitud : 762 mm
Ancho : 305 mm
Altura : 305 mm
- 3 Superficie de calentamiento: aleteado

4. Características de la aleta:

Aletas planas : 9.02

Material : Acero inoxidable
AISI-314/310Especiamiento entre
placas : 0.823 pulg.

5. Fluidos: fluido frío = aire
fluido caliente: aire: tipo-
-flujo: cruzado-contr flujo.

6. Temperatura del aire de entrada: 220°C
salida : 110°C

7. Temperatura del aire frío de:
entrada : 20°C
salida : 75°C

8. Presión del aire caliente : 7 bar.

9. Carcasa aislada: forrada con plancha de
1/16", pintado con pintura anticorrosiva.

10. Elementos de transición para tubos de
6" Ø, soldadas a la carcasa con bridas
estandar.

5.4.3.2. INTERCAMBIADOR DE CALOR N° 3 AIRE-GASES.

1. Capacidad de calentamiento : 152.3 Kw.

2. Dimensión: longitud : 762 mm.

ancho : 305 mm

altura : 457 mm

3. Superficie de calentamiento: aleteado

4. Características de la aleta:

aletas planas: 9.03

Material: acero inoxidable
 AISI 314/310
 Espaciamiento entre

placas : 0.823 pulg.

5. Fluidos: fluido caliente: gases de com
 bustión.

fluido frío : aire

6. Temperatura de gases de : entrada:
 combustión = 440°C
 salida
 = 145°C

7. Temperatura del aire: entrada: 20°C
 salida : 128°C

8. Presión del aire: 1.5 bar.

9. Carcasa aislada, forrada con plancha Fe.
 de 1/16" pintada con pintura anticorro
 siva.

10. Elementos de transmisión de 8" Ø de en
 trada y salida para el aire y gases.

MESA SOPORTE.

1. Dimensiones: Longitud = 1,400 mm
 ancho = 650 mm
 altura = 650 mm

2. Material: plancha = 5/16 ASTM-A36
 perfiles = WF 4x13, Ø =
 4", 3/8"

3. Pintado con pintura : anticorrosiva

NOTA.- Cualquier modificación sería consultada
 previamente a este Servicio, la supervi
 sión de los trabajos estaría a cargo de

un Ingeniero del Servicio.

Transcurrido el tiempo estipulado, para la cotización de estos equipos, y habiéndose recibido solamente la propuesta hecha por FABRIMET, se optó por otorgar la buena pro a esta Compañía, cuyos precios son los siguientes:

Intercambiador de calor N° 2	\$ 6,776.00
Intercambiador de calor N° 3	8,616.00
Mesa soporte	1.199.00
TOTAL	\$ <u>16,591.00</u>

Forma de pago : 50% con las ordenes de trabajo - 50% contra entrega.

Tiempo de entrega : 45 días recibida la orden de trabajo

5.4.3.3. COTIZACION DEL VENTILADOR N° 2

Por la ventaja de adquirir este tipo de equipos en el extranjero, se cotizó este material en Francia, en la Compañía SOLYVENT VENTEC cuya propuesta se muestra en el cuadro N° 5.19

5.4.3.4 COTIZACION DEL VENTILADOR N° 3

Por el mismo motivo expuesto en el párrafo anterior, para cotizar este ventilador se hizo lo mismo que para el ventilador N° 2 y cuya cotización se muestra en el cuadro N° 5.20.

CUADRO DE COTIZACIONES DEL VENTILADOR N° 2

ESPECIFICACION	ESPECIFICACION FAP	SOLVENT VENTEC
N° COTIZACION		CF/FG-10-93-127/01
MARCA		SOLVENT VENTEC
TIPO DE VENTILADOR	CENTRIFUGO	CENTRIFUGO
MODELO		FOUGAL-HD-64H/A-4
ΔP mm H ₂ O	1,000	1,000
FLUJO (Kg/seg)	0.6	0.4 - 0.95
SISTEMA DE ARRANQUE	INCLUIDO	INCLUIDO Y-D
PESO		400 Kg.
TENSION	220-3-60	220-3-60
POTENCIA MOTOR		20 Kw.
CANTIDAD	1	1
GARANTIA (AÑOS)	1	1
CONDICIONES DE PAGO		
PRECIO FOB \$		3,200
PLAZO DE ENTREGA		2 meses
FORMA DE PAGO		CARTA DE CREDITO IRREVOCABLE
PUESTO EN:		MARSELLA-FRANCIA
VALIDEZ DE LA OFERTA		60 días

CUADRO N° 5.19

CUADRO DE COTIZACIONES DEL VENTILADOR N° 3

ESPECIFICACION	ESPECIFICACION FAP.	SOLVENT VENTEC
N° COTIZACION		CF/FG-10.93/ 127/002
MARCA		SOLVENT VENTEC.
TIPO DE VENTILADOR	CENTRIFUGO	CENTRIFUGO
MODELO		FOUGAL HD751-ARREG4
Δ P. EN mm H2O	1,000	1,200
FLUJO (Kg/seg)	1	1.2
PESO		600
TENSION	220-3-60	220-3-60
SISTEMA DE ARRANQUE	Incluido	Incluido Y-D
POTENCIA (Kw)		30
CANTIDAD	1	1
GARANTIA	1	1
CONDICIONES DE PAGO		
PRECIO FOB. \$		3,850
PLAZO DE ENTREGA		2 meses
FORMA DE PAGO		CARTA DE CREDITO IRREVOCABLE
PUESTO EN:		MARSELLA FRANCIA
VALIDEZ DE LA OFERTA		60 DIAS

CUADRO N° 5.20

Como solamente recibimos proformas de la Compañía SOLYVENT VENTEC su adquisición ha sido adjudicada a esta:

(N°2) VENTILADOR DE 0.6 Kg/seg. FOB	\$ 3,520	
FLETE - - - - -	\$ 320	3,840
(N°3) VENTILADOR DE 1.2 Kg/seg. FOB	3,850	
FLETE - - - - -	385	4,235
T O T A L		\$ 8,075

5.4.4. INSTRUMENTOS DE MEDICION Y CONTROL

5.4.4.1. INSTRUMENTOS DE MEDICION

Para la selección de los equipos de medición se cursaron las cartas de cotización correspondiente, a fin de que se nos coticen los siguientes instrumentos de: presión, temperatura, flujo, humedad, R.P.M, vibración., cuya única cotización que nos llegó se adjunta en el cuadro N° 5.21.

5.4.4.2. INSTRUMENTOS DE CONTROL

Los instrumentos de control, que permitirá controlar los parámetros del aire de entrada a la unidad son los siguientes:

1. CONTROL DE TEMPERATURA, regulado mediante la cantidad de calor de calentamiento en los intercambiadores, el que se regulará mediante (mediante) el sistema de control modulante que viene adosado al quemador de combustible (incluido en la cotización de este), con control a distancia.
2. CONTROL DE PRESION, se hará mediante válvulas reguladoras de presión (detendoras) cuyas cotizaciones presentamos en el cuadro adjunto N° 5.22
3. CONTROL DE FLUJO, que será regulado mediante válvulas en las líneas de entrada

CUADRO DE COTIZACION DE INSTRUMENTOS DE MEDICION

158

Nº	PARAMETRO	TIPO	CANT	PRECIO FOB	
				\$ UNITARIO	\$ TOTAL
	PRESION 4 PUNTOS				
1	PCS-TRASMITER PARA MEDICION DE PRESION	4404-215-41061	4	655.7	2,623.0
2	INDICADOR DIGITAL 378-144 CON SELECTOR DE CANAL INCLUIDO 44-20 m	9404-378-48131	1	819.7	819.7
3	CABLE ADAPTADOR	9404-378-86001	1	102.5	102.5
	PRESION DE GAS PROPANO 1 PUNTO				3,545.2
4	PCS TRASMITER P PARA MEDICION DE PRESION	9404-215-41061	1	655.7	655.7
5	TP S T20 TRASMISOR	9404-721-41511	1	266.4	266.4
6	IP-20 CAJA PARA TRANSMISOR	9404-721-01331	1	131.1	131.1
7	INDICADOR DIGITAL 378 144 STANDAR	9404-378-41131	1	614.8	614.8
	TEMPERATURA DEL AIRE 4 PUNTOS				1,668.
8	PT-100 TERMORESISTENCIA	9404-121-50041	4	217.2	868.8
9	INDICADOR DIGITAL 378-144 CON SELECTOR DE CANAL INCLUIDO PARA ENTRADA TERMOESTATICA	9404-378-46601	1	737.7	373.7
10	CABLE ADAPTADOR	9404-378-86001	1	102.5	102.5
	FLUJO DE AIRE 1 PUNTO				1,709.0
11	SENSOR DE FLUJO	9404-161-00091	1	409.8	409.8
12	PCS TRASMITER D PARA MEDICION DE FLUJO	9404-225-81921	1	1,733.6	1,733.6
13	MANIFOLD DE TRES VALVULAS	9404-202-81921	1	204.9	204.9
14	TPS-720 TRASMISION CON EXTRACCION	9404-720-42711	1	245.9	245.9
15	IP-20 CAJA PARA TRANSMISOR	9404-721-0133	1	134.1	134.1
16	INDICADOR DIGITAL 378-144 - STANDAR	9404-378-41111	1	614.8	614.8
	R.P.M.				3,343.1

CUADRO DE COTIZACION DE INSTRUMENTOS DE MEDICION

159

Nº	PARAMETRO	TIPO	CANT	PRECIO FOB	
				\$ UNITARIO	\$ TOTAL
17	TRANSDUCTOR DE DESPLAZAMIENTO	PR 6422	1	213.1	213.1
18	CONVERTIDOR DE SEÑAL	CON 010	1	532.8	532.8
19	CONVERTIDOR ANALOGO RPM	RSM010	1	590.2	590.2
20	CONVERTIDOR DE VOLTAJE/CORRIENTE	PR 6192	1	41.0	41.0
21	INDICADOR DIGITAL DE 5 DIGITOS	RSM060	1	532.8	532.8
22	IP.20 CAJA PARA CONVERTIDOR	9404-721-01331	1	131.1	131.1
VIBRACION 1 PUNTO				✓	2,041.0
23	PR9266/02 VIBRACION	9408-292-66021	1	1,106.5	1,106.5
24	VBM010 MONITOR DE VIBRACION	9408-500-10100	1	614.8	614.8
25	IP.20 CAJA PARA MONITOR	9404-721-01331	1	131.1	131.1
26	CONVERTIDOR DE VOLTAJE/CORRIENTE	PR 6193	1	41.0	41.0
27	INDICADOR DIGITAL 378-144 STANDAR	9404-378-4111	1	614.8	614.8
HUMEDAD DEL AIRE EN DUCTO 2 PUNTOS					2,508.2
28	HIGRÓMETRO DEL DUCTO	9404-153-02001	2	514.3	1,028.6
29	INDICADOR DIGITAL 378-144 CON REDUCTOR DE CANAL INCLUIDO OARA 0.20m	9404-378-48111	1	819.7	819.7
30	RTT750 TRASMISOR	9404-750-26711	1	250.0	250.0
31	UNIDAD DE RANGO PARA 50-30-50	9404-722-01911	1	90.2	90.2
32	IP.20 CAJA PARA TRASMISOR	9404-721-01331	1	131.1	131.1
VIBRACION RELATIVA EJE HORIZONTAL 1 PUNTO					2,319.6

CUADRO DE COTIZACION DE INSTRUMENTOS DE MEDICION

Nº	PARAMETRO	TIPO	CAT.	PRECIO FOB	
				\$ UNITARIO	\$ TOTAL
33	PR6423 TRANSDUCTOR DE VIBRACION	9408-564-23001	1	163.9	163.9
34	CON.010 CONVERTIDOR DE SEÑAL	9408-600-10060	1	514.3	514.3
35	VBM.020 MONITOR DE VIBRACION CON.	9408-600-10101	1	737.7	737.7
	MOTOR INCLUIDO				1,415.9
PLAZO DE ENTREGA 2 MESES CARTA DE CREDITO IRREVOCABLE GARANTIA : 1 AÑO DESPUES DE LA FECHA DE ENTREGA VALIDEZ DE LA OFERTA : 60 días PUESTO EN:HAMBURGO - ALEMANIA					
TOTAL					18,547

CUADRO Nº 5.21

a la unidad; también se hará mediante los sistemas de regulación del compresor y ventilador respectivamente (cuyo precio viene incluido en este).

Al término del plazo establecido solamente recibimos la cotización correspondiente a la Compañía PHILIPPERUANA, la cual nos ofertaba un equipo completo de módulos para medir los diferentes parámetros el cual con la debida coordinación se seleccionó cuidadosamente los accesorios componentes de este sistema electrónico. Por lo tanto se le fué adjudicada la buena pro.

PRECIO FOB EQUIPOS DE MEDICION	
PHILIPS	\$ 18,547.00
FLETE :	<u>1,854.00</u>
TOTAL	\$ 20,401.00

5.4.5. TUBERIAS Y ACCESORIOS.

Se hace una relación única, de todas las tuberías y accesorios complementarios que se emplearán en el tendido de las diferentes líneas, de los tres sistemas que compondrán el banco de prueba, procediéndose a realizar las mismas acciones para cotizar y seleccionar los respectivos materiales, teniéndose en cuenta que en este cuadro no se incluye a accesorios complementarios y soportes que serán incluidos en el ca-

CUADRO - COTIZACIONES DE VALVULAS REGULADORAS DE PRESION

CIA COTIZADORA ESPECIFICACIONES	ESPECIFICACION FAP.	FISHER-CONTROL	PHILIPS
Nº COTIZACION		F -3 -115	PQ-1020
MARCA-FABRICANTE		FISH ER-CON INGLATERRA	PHILIPS ALEMANIA
TIPO		DIAFRAGMA RT-42	MODULAR MS-6
MODELO		RT-42-DM-5	M5-6-11-44
PRESION DE REGULA CION (BAR)	0-10	0-12	0-15
TEMPERATURA (°C)	250°C	260°	240°
FLUIDO			
FLUJO (Kg/min)	35	35	--
DIAMETRO (Pulg)	3" Ø	3" Ø	3" Ø
MATERIAL		ACERO-BRIDA	ACERO
CONTROL	AUTOMATICO A DISTANCIA	AUTOMATICO NEUMATICO	TRASMISOR DE PRESION
CANTIDAD	2	2	2
CONDICIONES DE PAGO			
PRECIO UNITARIO FOB \$		2,122.5	3,508.0
FORMA DE PAGO		CARTA DE CREDITO	CARTA DE CREDITO IRREVOCABLE
PLAZO DE ENTREGA		4 semanas	6 semanas
LUGAR DE ENTREGA		LONDRES	MUNICH
VENCIMIENTO DE LA COTIZACION		60 dias	60 días
PRECIO TOTAL \$		4,245.00	7,016.00

CUADRO Nº 5.22

Hecho el análisis respectivo de las propuestas se optó por las válvulas correspondientes a la Compañía FISHER CONTROL.

PRECIO FOB	\$. 4,245
FLETE	424
TOTAL	\$ <u>4,669</u>

CUADRO - COTIZACIONES DE VALVULAS REGULADORAS DE PRESION

CIA COTIZADORA ESPECIFICACIONES	ESPECIFICACION FAP.	FISHER-CONTROL	PHILIPS
Nº COTIZACION		F -3 -115	PQ-1020
MARCA-FABRICANTE		FISH ER-CON INGLATERRA	PHILIPS ALEMANIA
TIPO		DIAFRAGMA RT-42	MODULAR MS-6
MODELO		RT-42-DM-5	M5-6-11-44
PRESION DE REGULA CION (BAR)	0-10	0-12	0-15
TEMPERATURA (°C)	250°C	260°	240°
FLUIDO			
FLUJO (Kg/min)	35	35	--
DIAMETRO (Pulg)	3" Ø	3" Ø	3" Ø
MATERIAL		ACERO-BRIDA	ACERO
CONTROL	AUTOMATICO A DISTANCIA	AUTOMATICO NEUMATICO	TRASMISOR DE PRESION
CANTIDAD	2	2	2
CONDICIONES DE PAGO			
PRECIO UNITARIO FOB \$		2,122.5	3,508.0
FORMA DE PAGO		CARTA DE CREDITO	CARTA DE CREDITO IRREVOCABLE
PLAZO DE ENTREGA		4 semanas	6 semanas
LUGAR DE ENTREGA		LONDRES	MUNICH
VENCIMIENTO DE LA COTIZACION		60 dias	60 días
PRECIO TOTAL \$		4,245.00	7,016.00

CUADRO Nº 5.22

Hecho el análisis respectivo de las propuestas se optó por las válvulas correspondientes a la Compañía FISHER CONTROL.

PRECIO FOB	\$	4,245
FLETE		424
TOTAL	\$	<u>4,669</u>

Nº	ESPECIFICACION	CIA/ COTIZADORA	C A N.	PROGENSA		EF INSA		AF INSA	
				PREC. UNIT.	PRECIO TOTAL	PRECIO UNIT.	PRECIO TOTAL	PRECIO UNIT.	PRECIO TOTAL
1	VALVULA MARIPOSA DE 8" Ø BRONCE-TEFLON		3	544.2	1,632.6	654.7	1,964.2	524.2	1,512.6
2	VALVULA MARIPOSA DE 6" Ø BRONCE-TEFLON		3	429.5	1,288.5	512.6	1,537.9	415.8	1,247.4
3	VALVULA GLOBO DE 3" Ø BRONCE-TEFLON		4	72.8	291.2	94.2	378.8	85.9	343.6
4	VALVULA COMPUERTA DE 3" Ø BRONCE-TEFLON		6	72.8	437.0	94.2	565.3	85.9	515.4
5	VALVULA COMPUERTA DE 1" Ø BRONCE-TEFLON		5	9.8	49.0	10.2	51.0	10.0	50.0
6	VALVULA GLOBO DE 1" Ø BRONCE-TEFLON		5	9.8	49.0	10.2	51.0	10.0	50.0
7	VALVULA CHECK DE 3/4" Ø BRONCE		1	6.3	6.3	6.1	6.1	5.8	5.8
8	VALVULA PASO RAPIDO DE 3/4" Ø ACERO - 1000 PSI		3	132.4	397.2	133.0	399.0	132.8	398.4
9	UNION "T" 90" DE 8" Ø BRIDAS-ACERO		3	346.3	1,038.9	333.5	1,100.5	350.7	1,052.1
10	UNION "T" 90" DE 6" Ø BRIDAS-ACERO		2	223.2	446.5	213.8	427.6	227.5	452.0
11	UNION "T" 90" DE 3" Ø ROSCADO Fe GALVANIZADO		5	13.2	66.0	17.1	85.5	36.8	184.0
12	UNION "T" 90" DE 3/4" ROSCADO Fe GALVANIZADO		1	0.4	0.4	0.38	0.38	0.36	0.35
13	UNION "Y" DE 3" Ø ROSCADO Fe GALVANIZADO		1	17.2	17.2	17.1	17.1	17.5	17.5
14	UNION UNIVERSAL DE 3" Ø ROSCADO Fe GALVANIZADO		24	25.6	614.4	33.0	792.0	36.8	883.2
15	UNION UNIVERSAL DE 1" Ø ROSCADO Fe GALVANIZADO		3	3.5	10.5	3.4	10.2	3.7	11.1
16	UNION UNIVERSAL DE 3/4" Ø ROSCADO Fe GALVANIZADO		10	2.8	28.0	3.7	37.0	3.6	36.0
17	UNION DE REDUCCION DE 3/4" - 1/2" Ø Fe GALVANIZADO		2	0.44	0.88	0.45	0.90	0.45	0.90
18	UNION DE REDUCCION de 1" - 3/4" Ø Fe GALVANIZADO		2	0.49	1.0	0.48	0.96	0.5	1.0
19	CODO DE 90º DE 8" Ø ACERO EMBRIDADO		4	70.2	280.8	69.8	279.2	70.1	280.4
20	CODO 90º DE 6" Ø ACERO EMBRIDADO		3	30.1	90.3	30.8	92.4	30.6	91.8
21	CODO 90º DE 3" Ø Fe GALVANIZADO - ROSCADO		43	9.2	397.0	12.9	554.7	9.1	391.3
22	CODO 90º DE 1" Ø Fe GALVANIZADO - ROSCADO		3	0.4	1.2	0.6	1.8	0.7	2.1
23	CODO 90º DE 3/4" Ø ROSCADO Fe galvanizado		16	0.4	6.4	0.4	6.4	0.38	6.1

CUADRO DE COTIZACIONES DE TUBERIAS Y ACCESORIOS

Nº	ESPECIFICACION	CIA. COTIZADORA	C A N.	PROGENSA		EPINSA		AFINSA	
				PREC. UNIT.	PRECIO TOTAL	PRECIO UNIT	PRECIO TOTAL	PRECIO UNIT	PRECIO TOTAL
24	CODO 45° DE 3" Ø ROSCADO Fe. GALVANIZADO		1	5.0	5.0	5.2	5.2	4.9	4.9
25	TUBO ACERO Sch 40 - 8" Ø (6.4 m)		5	505.3	1515.9	596.5	2,982.5	404.5	2,022.5
26	TUBO ACERO Sch 40 - 6" Ø (6.4 m)		3	393.8	1181.4	471.0	1,413.0	500.5	1,501.5
27	TUBO ACERO Sch 40 - 3" Ø (6.4 m)		14	151.2	2,116.8	191.9	2,686.6	128.4	1,797.6
28	TUBO ACERO Sch 40 - 1" Ø (6.4 m)		1	49.4	49.4	48.2	48.2	46.7	46.7
29	TUBO ACERO SC. 40 3/4" Ø (6.4 m)		6	37.0	222.0	45.6	273.6	43.4	260.4
30	VALVULA CHECK DE 3" Ø BRONCE TEFLON		3	209.1	627.3	293.7	881.1	293.7	881.1
31	VALVULA COMPUERTA DE 3/4" Ø BRONCE		2	12.0	24.0	12.6	25.2	11.3	22.6
32	FILTRO DE 1200 P.C.M. 3" Ø		1	972.8	972.8	972.8	972.8	960.8	968.8
		T O T A L L. \$			13,875.0		16,741.0		14,319.0
		16% Impuestos			2,220.0		2,678.0		2,291.0
		T O T A L \$			16,095.0		19,419.0		16,610.0

CUADRO Nº 5.23

pitulo 6, junto con otros rubros. También en este cuadro no se incluye la cotización de accesos especiales de ensamble como son: Válvulas especiales, juntas de expansión y otros. El cuadro de cotización de estos materiales se presenta en el cuadro N° 5.23

5.5. DISPOSICION GENERAL

5.5.1. OBRAS CIVILES

El edificio en el que debe estar instalado el Banco de Prueba, debe contar con una área total construída de 400 m², distribuídos en ambientes, de la siguiente manera: (Ver plano N° 1).

1. Sala de fuerza - - - - -	93.0 m ²
2. Sala de prueba - - - - -	93.0 m ²
3. Taller de reparación - - - - -	160.5 m ²
4. Pañol de herramientas - - - - -	24.5 m ²
5. Oficina - - - - -	15.5 m ²
6. Servicios higienicos - - - - -	13.5 m ²
	<hr/>
	400.0 m ²

De acuerdo a los precios que rigen en el mercado local por m² de construcción según CAPECO es el siguiente

TIPO DE CONSTRUCCION	PRECIO POR m ²
- Casco -----	\$ 78.08
- Acabado de Ira. -----	112.03
- Instalación Eléctrica y Sanitaria -----	30.55

- Especial ----- \$ 220.68

El edificio corresponde a construcción especial ya que el ambiente de Prueba debe tener paredes isofónicas (debido al alto ruido de la unidad en prueba), además que por condiciones del terreno que es muy blando, la estructura tiene que ser especial: por lo que tendrá las siguientes características:

- 1) Muros y columnas : columnas y vigas de concreto con muros de ladrillo.
- 2) Techos : aligerados con luz mayor de 6m.
- 3) Pisos : lajas de granito con filetes de aluminio, con bases de cimentación para equipos motrices pesados, en la Sala de Fuerza y Sala de Prueba.
- 4) Puertas y ventanas: Puertas exteriores de madera solida, interiores contraplacadas; puerta de sala de prueba tipo frigorífico (hermética). Ventanas con marco de aluminio, vidrio doble transparente, sala de prueba vidrio blindado.
- 5) Revestimientos: interiores tarrajeado liso, sala de prueba revestida con planchas de madera (fierro), exteriores fronta

tachado.

- 6) Baños y duchas: baños completos nacionales, blanco; con mayólica blanca, ducha nacional, mayólica blanca.
- 7) Instalaciones eléctricas y sanitarias: aire acondicionado, cabina de paneles, agua caliente y fría, teléfono y grifo contra incendio.

Este edificio debe contar con instalaciones eléctricas adecuadas, para una carga de aproximadamente 500 Kw., con un tablero de control general instalado en la sala de fuerza, además debe contar con tomas monofásicas y trifásicas en todos los ambientes, óptimo sistema de iluminación. Para el logro de todos estos requerimientos y otros detalles se coordinará con el SEING a fin de hacer de conocimiento a la compañía que se encargará de la construcción del edificio. Finalmente el m² de este edificio fué cotizado en \$ 220.68 dando un total de \$ 88,275. La cotización de esto estuvo a cargo del SEING que es el organismo que se encarga de dar infraestructura a todos los proyectos FAP.

5.5.2. DISPOSICION DE EQUIPOS DEL SISTEMA DE AIRE PRESURIZADO SECO

Los equipos de este sistema, básicamente serán instalados en la sala de fuerza (Ver plano N° 2).

Estos equipos son los siguientes:

1. Dos compresores de aire tipo tornillo, Marca: Ingersoll Rand, Modelo : 650L, Potencia de consumo: 109 Kw c/u, Presión servicio 7.5 bar, Flujo: 18.39 m³/min. Tensión: 220 -3-60.
2. Dos filtros separadores aire-aceite: Marca Ingersoll Rand, Modelo: NLM-3, Capacidad :28.3 m³/min c/u.
3. Dos secadores de aire: Marca : Ingersoll Rand Modelo : E100, potencia de consumo: 4 Kw; Tensión 220-1-60.

Además de estos equipos, en la sala de fuerza estará el tablero eléctrico de control general y de distribución; tablero de arranque de ventiladores.

4. Tuberías y accesorios de conexiónado.

5.5.3 DISPOSICION DE EQUIPOS DEL SISTEMA AIRE GASES CALIENTES.

La disposición de los equipos componentes de este sistema, Ver plano N^o 2, serán instalados dentro de la sala de prueba; a excepción del tanque de gas combustible; estos equipos son los siguientes:

1. Tanque de combustible, se instalará sobre una plataforma de concreto a un costado de la sala de fuerza, Ver plano N^o 2., Marca: ITSA, Capacidad : 1,000 gls.

2. Un quemador de gas combustible: Marca : Kloökner, Modelo: KL40-RGII; Capacidad: 1,100 Kw. Potencia de consumo: 2.2 Kw; Tensión: 220-1-60

3. Cámara de combustión y tubo en "U" conductor de gases. Marca: Fabrimet; Capacidad: 1,100 Kw.
4. Intercambiador de calor N° 1, aire-gases. Marca Fabrimet, Capacidad: 85 Kw.
5. Tuberías y accesorios de conexiónado.

5.5.4 DISPOSICION DE EQUIPOS DEL SISTEMA DE ALIMENTACION Y EVACUACION DE AIRE DE LA UNIDAD.

Los equipos componentes de este sistema, también irán instalados en la sala de pruebas y estarán interconectados con los dos sistemas anteriores (Ver plano N° 2), para formar un sistema único del Banco de Pruebas. Estos equipos son los siguientes:

1. Intercambiador de calor n° 2 aire-aire, Marca: Fabrimet, Capacidad: 30.5 Kw.

2. Ventilador de alimentación de aire fresco al intercambiador de calor N° 2. Marca: Solvent-Ventec. Modelo: Fougat HD-64H/A-4; potencia de consumo 20 Kw. Tensión: 220 3-60.

3. Intercambiador de calor N° 3 aire-gases. Marca Fabrimet; Capacidad: 152 Kw.

4. Ventilador de alimentación de aire fresco al intercambiador de calor N° 3. Marca: Solyvent-Ventec; Modelo: Fougat HD-75J/A-4; Potencia de Consumo 30 Kw. Tensión: 220-3-60.

5. Tuberías y accesorios de conexiónado.

5.5.5. DISPOSICION DE INSTRUMENTOS DE MEDICION Y CONTROL.

Los sensores de estos instrumentos, irán colocados en las diferentes líneas, de los tres sistemas componentes del Banco de Prueba: Ver Plano N° 3. Los aparatos de lectura de los parámetros irán instalados en un panel de control, que se ubicará fuera de la sala de prueba en una cabina, dentro de la sala del taller de reparación. Estos instrumentos de medición son los que están consignados en el Cuadro de Cotización N° 5.21. propuesta por la Compañía Philips.

Los instrumentos de control (Ver plano N° 3) son los siguientes:

1. Control de Presión, mediante válvulas reguladoras de presión, Cantidad: 2, Marca: Fisher Control control a distancia, con indicador de aguja. rango 0-10 bar.

2. Control de Temperatura, incluido en los equipos de generación de calor (quemador de combustible), que calentará el aire, tiene control a distancia.

3. Control de flujo; mediante válvulas instaladas en las diferentes líneas; también es regulado mediante reguladores de los mismos equipos de impulsión de aire.

6. ANALISIS DE COSTOS

6.1. INVERSION TOTAL

6.1.1. INVERSIONES DE CAPITAL FIJO

6.1.1.1. EQUIPOS Y ACCESORIOS

Estos han sido agrupados de dos maneras:

- a) Por sistemas, que componen el Banco de Prueba, cuyo precio de los equipos se muestran en el cuadro N° 6.1 (ver cronograma de inversiones gráfico N° 6.3).
- b) Por tipo de compra; que puede ser en el mercado local ó en el extranjero, cuyos precios se muestran en el cuadro N° 6.2, precios de equipos a adquirir en el extranjero cuadro N° 6.3, precios de equipos a adquirirse en el mercado local (ver cronograma de inversiones, gráfico N° 6.3).

PRECIO DE LOS EQUIPOS A ADQUIRIRSE - POR SISTEMAS

Nº	DESCRIPCION - INVERSION	PARTES QUE LO INTEGRAN	PRECIO \$	
			PARCIAL	TOTAL
1.	OBRA CIVILES	Area a construirse 400 m ²	220.7/m ²	88,273
2.	SISTEMA DE AIRE PRESURIZADO SECO	2 Compresores de aire tipo tornillo marca INGERSOLL RANC	66,484	
		2 Filtros separadores - aire-aceite I.R.	5,245	
		2 Secadores de aire marca INGERSOLL RAND	19,891	93,620
3	SISTEMA DE AIRE GASES CALIENTES	Tanque de combustible. Capacidad 1,000 Gal. ITSA	4,349	
		Quemador de gas. Capacidad 1,100 Kw. Marca Klöckner	9,235	
		Cámara de Combustión - Marca FABRIMET	739	
		Intercambiador de calor nº 1 aire-seco Marca - FABRIMET	2,307	16,690
4	SISTEMA DE ALIMENTACION Y EVALUACION DE AIRE DE LA UNIDAD	Intercambiador de calor Nº 2 aire-aire Marca - FABRIMET	6,776	
		Ventilador Centrífugo de aire de C.6 Kg/seg. SOLYVENT VENTEC	3,520	
		Intercambiador de Calor Nº 3 aire-gases FABRIMET	8,616	
		Ventilador Centrífugo de aire de 1.2 Kg/seg. SOLYVENT VENTEC	4,235	23,147

PRECIO DE LOS EQUIPOS A ADQUIRIRSE - POR SISTEMAS

Nº	DESCRIPCION - INVERSION	PARTES QUE LO INTEGRAN	PRECIO \$	
			PARCIAL	TOTAL
5	INSTRUMENTOS DE MEDICION Y CONTROL	Medidores de Presión		
		Medidores de Temperatura		
		Medidores de flujo		
		Medidores de Velocidad R.P.M.		
		Medidores de vibración		
		Medidores de humedad	20,401	
		Paneles	3,600	
	Válvulas de regulación	4,669		
			28,670	
6	TUBERIAS Y ACCESORIOS DE CCONECCIONADO	Líneas de aire; presurizado, aire baja presión, combustible, gases comb.	17,349	
		Soportes y accesorios adicionales	5,633	
				22,982
				273,382

CUADRO Nº 6.1

PRECIO DE LOS EQUIPOS A ADQUIRIRSE EN EL EXTRANJERO

Nº	EQUIPO - DESCRIPCION	CANT.	FOB PRECIO \$ UNITARIO	FOB PRECIO \$ TOTAL	FLETES \$	TOTAL \$
1	Compresor de aire de tornillo 7 Bar 16.98 Kg/min. Marca INGERSOLL RAND	2	31,129	62,258.0	6,226.0	68,484.0
2	Ventilador Centrifugo ΔF-1000 H2O 0.6 Kg/seg. Marca SOLYVENT VENTEC	1	3,200	3,200.0	320.0	3,520.0
3	Ventilador Centrifugo ΔP-100C H2O 1.2 Kg/seg. Marca SOLYVENT VENTEC	1	3,850.	3,850.0	385.0	4,235.0
4	Secador de aire, 7 Bar 21.2 Kg/min Marca - INGERSOLL RAND	2	9,043	18,086.0	1,805.0	19,891.0
5	Separador de aire-aceite 7 Bar 20.3 Kg/min Marca - INGERSOLL RAND	2	2,384	4,769.0	476.0	5,245.0
6	Quemador de gas autogático Capacidad 1050 Kw. Marca - KLICKNER	1	8,396	8,396.0	839.0	9,235.0
7	JUNTA DE EXPANSION DE 8" Ø Marca CRCLL REYNOLDS	1	597	597.0	59.0	656.0
8	Junta de expansión de 3" Ø Marca CRCLL REYNOLDS	2	212	544.0	54.0	598.0
9	Válvula reguladora de presión de 3" Ø Marca - FISHER CONTRCL	2	2,122	4,245.0	424.0	4,669.0
10	Instrumentos de medición M. PHILIPS			18,547.0	1,850.0	20,401.0
	T O T A L \$.			124,492.0	12,442.0	136,934.0

CUADRC Nº 6.2

PRECIO DE LOS EQUIPOS Y ACCESORIOS A ADQUIRIRSE EN EL MERCADO LOCAL

Nº	EQUIPO - DESCRIPCIO	CANT.	PRECIO UNITARIO \$	PRECIO TOTAL \$
1	Intercambiador de calor Nº 1 Capacidad 82 Kw. Fabricante - FABRIMET	1	2,366.9	2,366.9
2	Intercambiador de Calor Nº 2 Capacidad 30.5 Kw. Fabricante - FABRIMET	1	6,776.1	6,776.1
3	Intercambiador de Calor Nº 3 Capacidad 152 Kw Fabricante - FABRIMET	1	8,616.4	8,616.4
4	Cámara de Combustión - Capacidad 1,050 Kw Fabricante - FABRIMET	1	739.6	739.6
5	Tanque para gas 3.78 M ³ Fabricante - ITSA	1	4,349.4	4,349.4
6	Tubo con válvula controlador de Gases Fabricante FABRIMET	1	502.0	502.0
7	Cámara de mezcla - Fabricante SEMAN-FAP	1	850.0	850.0
8	Cámara de estabilización Fabricante SEMAN-FAP	2	450.0	900.0
9	Tuberías y accesorios - Proveedor - PROGENSA			16,095.0
10	Soportes - FABRICANTE : PRESTACION SERVICIOS	3	1,000.00	3,000.0
11	Paneles de control - Fabricante: PRES.SERVS.	2	1,800.00	3,600.0
	TOTAL EQUIPOS			48,175.0
12	Obras Civiles			86,273.0
	T O T A L		\$	136,448.0

6.1.1.2 COSTO DE INSTALACION Y MONTAJE DE EQUIPOS

176

a.- MANO DE OBRA

EQUIPOS A INSTALARSE	PERSONAL REQUERIDO	TIEMP SEMA- NAS	HABER SEMA- NAL \$	HABER TOTAL \$
1. CCMFRESORES	Ing ^o Mecánico (1)	4	46.9	187.5
	Ing ^o Eléctrico (1)	2	46.9	93.8
	Téc. Electricis (1)	2	37.5	75.0
	Téc. Mecánico (1)	3	37.5	112.5
2. SEPARADORES AIRE-ACEITE	Ing ^o Mecánico (1)	1	46.9	46.9
	Téc. Mecánico (1)	1	37.5	37.5
3. SECADORES DE AIRE	Ing ^o Mecánico (1)	2	46.9	93.8
	Ing ^o Electricista (1)	1	46.9	46.9
	Téc. Mecánico (1)	2	37.5	75.0
	Téc. Electricis (1)	1	37.5	37.5
4. VENTILADORES CENTRIFUGOS	Ing ^o Mecánico (1)	3	46.9	140.7
	Ing ^o Eléctrico (1)	2	46.9	93.8
	Téc. Mecánico (1)	3	37.5	112.5
	Téc. Electricis (1)	2	37.5	75.0
5. QUEMADOR A GAS	Ing ^o Mecánico (1)	2	46.9	93.8
	Ing ^o Electrónico (1)	2	46.9	93.8
	Téc. Electrónico (1)	2	37.5	75.0
	Téc. Mecánico (1)	2	37.5	75.0
6. INTERCAMBIADORES DE CALOR N ^o 1, N ^o 2 y N ^o 3	Ing ^o Mecánico (1)	2	46.9	93.8
	Téc. Mecánico (2)	2	37.5	150.0
7. CAMARA DE COMBUSTION Y TUBO EN "U"	En forma paralela al anterior	-	---	---
8. TANQUE PARA GAS	Ing ^o Mecánico (1)	1	46.9	46.9
	Téc. Mecánico (1)	1	37.5	37.5
9. LINEA DE AIRE CCMPRIMIDO, GAS COMB. GASES DE COMB.	Ing ^o Mecánico (1)	9	46.9	422.1
	Téc. Mecánico (2)	9	37.5	675.0

EQUIPOS A INSTALARSE	PERSONAL REQUERIDO	TIEMPO SEMANAS	HABER SEMANAL \$	HABER TOTAL \$
10. LINEA DE AIRE DE BAJA PRES, LINEAS DE LA UNIDAD	Ing ^o . Mecánico (1)	9	46.9	422.1
	Téc. Mecánico (2)	9	37.5	675.0
11. INSTRUMENTOS DE MEDICION	Ing ^o . Mecánico (1)	9	46.9	422.1
	Ing ^o . Electróni. (1)	15	46.9	703.5
	Téc. Mecánico (1)	9	37.5	337.5
	Téc. Electrón. (1)	15	37.5	562.5
12. PRUEBAS FINALES	Ing ^o . Mecánico	2	46.9	93.8
	Ing ^o . Electrónico	2	46.9	93.8
	Prof.	68		3,189.2
	M, O. D	83		3,112.5
	SUB-TOTAL	151		6,301.6
	Dibujante M.O.I	13.6	37.5	510.0
	Administrativo M.O.I	3.4	37.5	127.5
		168.0		6,939.0

Este cuadro se ha elaborado en función al Cronograma de instalación que se muestra en el Anexo N° 1.

b.- COSTO DE HORAS MAQUINA DE APOYO PARA EL ENSAMBLAJE.

El N° de horas máquina empleada es aproximadamente el 10% de las horas hombre M.O.D. empleadas en la ejecución del ensamble (soldar, confeccionar bridas, adaptadores, etc).

$$H.M. = 83 \times 0.1 = 8.3 \text{ semanas}$$

Las horas máquina empleada será:

CAPACIDAD DE PRODUCCION DEL BANCO DE PRUEBA

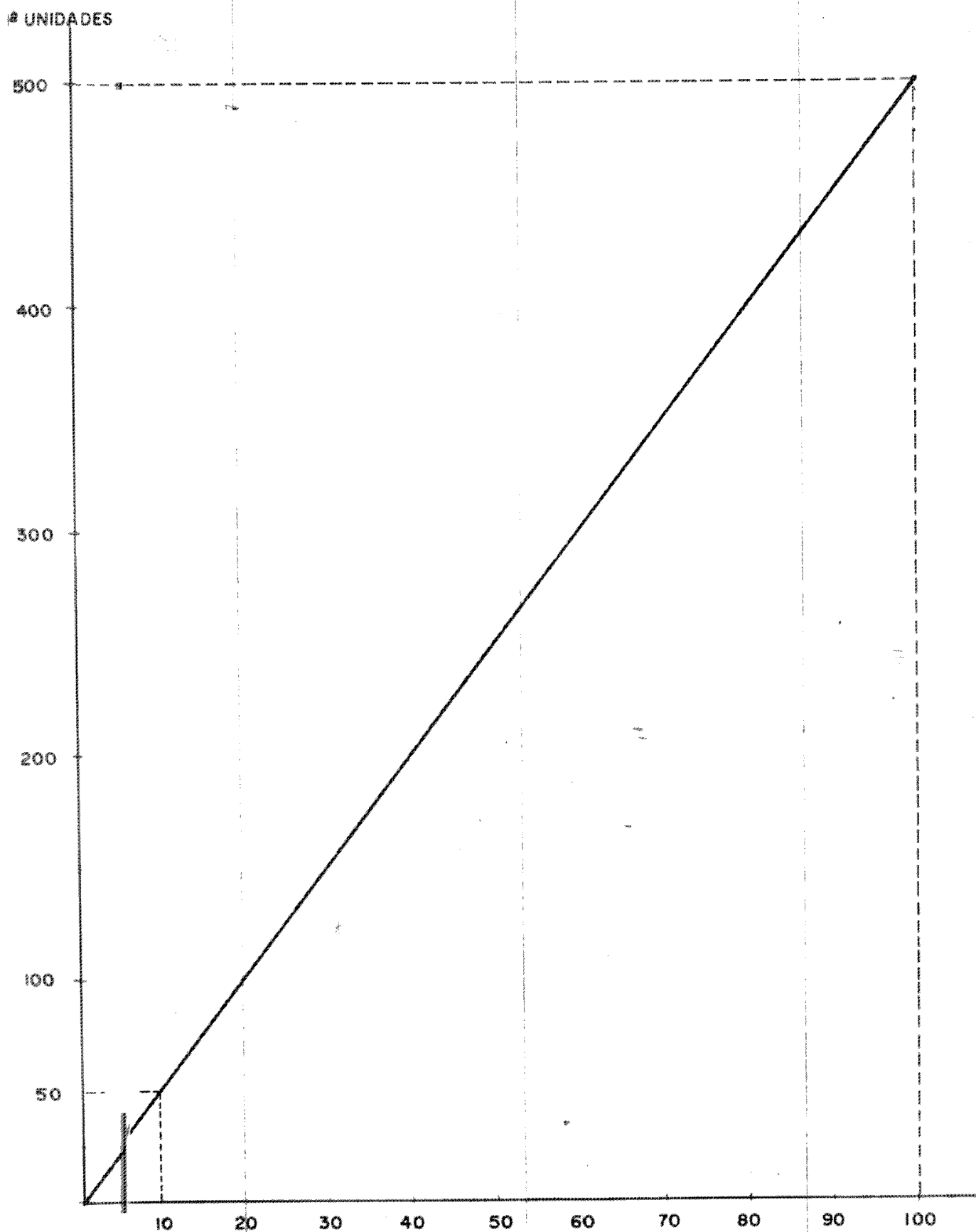


GRAFICO N° 6-1

PUNTO DE NIVELACION

RES DE S/.

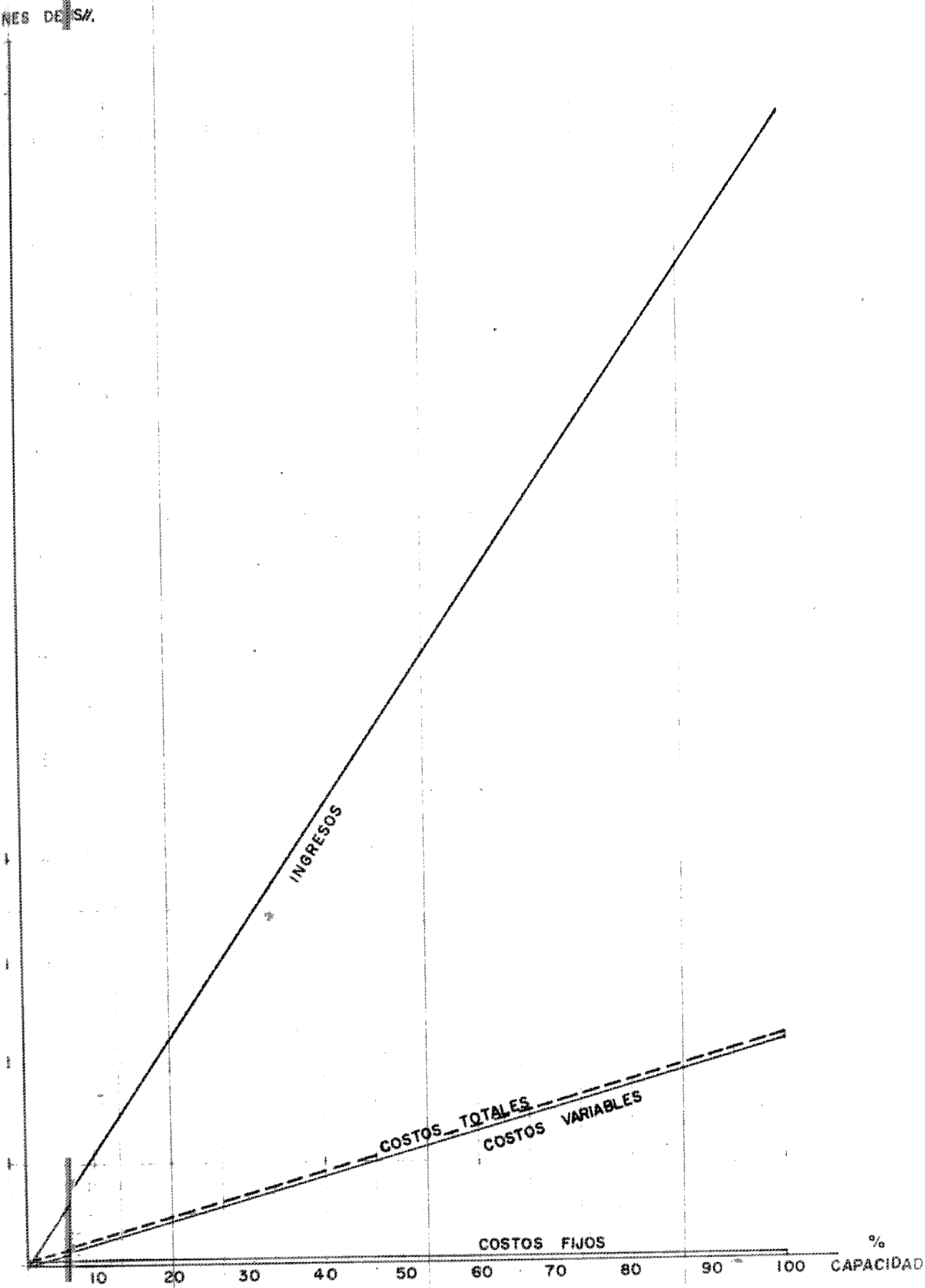


GRAFICO N° 6-2

$$H.M. = 8.3 \times 44 = 365.2 \text{ horas}$$

El costo aproximado de las H.M. = \$ 1.15 *

$$365.2 \times 1.15 = \$ 420$$

* Referencia: Datos proporcionados por el Departamento de Comercialización SEMAN.

c.- COSTO DE INSUMOS ADICIONALES

El costo de insumos adicionales como huaipe, soldadura, material para dibujo, etc, serán cubiertas con el rubro de varios é imprevistos.

6.1.1.3 COSTO DE EDIFICIO E INSTALACIONES

El costo del edificio es aproximadamente de \$ 88,273 que será pagado de la siguiente manera:

50%---	\$ 44,136	-----	a la firma del contrato
30%---	\$ 26,483	-----	con el avance del 50% de obras.
20%---	\$ 17,654	-----	al término de la obra
	<u>\$ 88,273</u>		más devolución de la carta de garantía

Ver distribución de inversión en el Gráfico N°

6.3

6.1.1.4 IMPREVISTOS

El monto asignado al rubro imprevistos, será aproximadamente de 5% de la suma de los rubros anteriores, teniendo en cuenta lo expuesto se tiene:

a) Costo de los equipos adquiridos en el extranjero -----	\$ 136,934.0
b) Costo de los equipos adquiridos en el mercado local -----	\$ 48,175.0
c) Costo de instalación de los equipos -----	\$ 6,939.0
d) Costo de horas máquina empleada -----	\$ 420.0
e) Costo de edificio e instala- ciones -----	\$ 88,273.0
	<hr/>
	\$ 280,741.0

Entonces el 5% será -- $280,741 \times 0.05 = 14,037$

Imprevistos = \$ 14,037

6.1-1.5 INTERESES DURANTE LA CONSTRUCCION

Los intereses han sido calculados en función del Cronograma de inversiones mostrado en el Gráfico N° 6.3, a un interés anual promedio de 9% (en la Banca Nacional varía de 8 - 10% anual para los depósitos en dólares). El Cronograma en mención han sido elaborado en base a un tiempo promedio estimado, en la ejecución de proyectos similares.

INTERESES DEL CAPITAL DE INVERSION HASTA LA PUESTA EN SERVICIO

$$S = P (1+i)^n \text{ ----- (6.1)}$$

P = monto disponible

i = % anual

n = número de años (periodos)

s = monto al final del periodo

Aplicando la ecuación (6.1) de acuerdo a nuestro cronograma de inversiones, tenemos que:

$$P_1 = \$ 44,136$$

$$i = 9 \% \text{ anual } \approx 0.75 \% \text{ mensual}$$

$$n = 19 \text{ meses}$$

$$I = S - P \text{ ----- (6.2)}$$

$$S = 44,136 (1 + 0.0075)^{19}$$

buscando en la tabla financiera para un periodo de 19 años al interés del 0.75% el FSC, factor de capitalización (1.1525)

$$S = 44,136 (1.1525) = 50,868$$

$$I = 50,868 - 44,136 = \$ 6,732.0$$

De igual manera se procederá para el resto de montos imponibles, ver resultados en el cuadro adjunto, N° 6.4

6.1.2 INVERSIONES CAPITAL CIRCULANTE

El capital circulante estará constituido por el costo que representa llenar el tanque de combustible gas propano para el funcionamiento del Banco de Prueba siendo este:

$$v = 3,786 \text{ dm}^3$$

$$\rho_c = 1.96 \text{ Kg/dm}^3$$

$$m_c = 7,597 \text{ Kg.}$$

$$\text{Costo por Kg comb.} = \$ 0.20$$

INTERESES DURANTE LA INVERSION

MONTO IMPONIBLE \$	Nº Per. Meses	Intereses \$ al 0.75% Mensual	Monto + Intereses \$
44,136 - SEING EDIFC	19	6,73,2	50,868
85,113 - SEMAN EQP.EXT	15	10,09,5	95,208
26,482 - SEING EDIFC	15	3,14,0	29,621
7,050 - SEMAN EQP.EXT	14	777	7,827
26,943 - SEMAN EQP.EXT	13	2,748	29,691
10,353 - SEMAN EQP.EXT	12	971	11,324
17,654 - SEING EDIFC.	12	1,656	19,310
7,051 - SEMAN EQP.EXT	11	604	7,655
28,077 - SEMAN EQP.NC.	10	2,178	30,255
11,347 - SEMAN EQP.NC.	9	789	12,136
11,866 - SEMAN EQP.NC.	8	730	12,596
11,347 - SEMAN EQP.NC.	7	609	4,956
T O T A L \$		31,029	318,465

CUADRO Nº 6.4

COSTO TOTAL = 1,530 (Capital Circulante)

6.1.3. INVERSION TOTAL

- Es la suma de todos los costos analizados anteriormente.

1. Estudios previos -----	\$ 1,125.0	
2. Equipos del extranjero --	136,934.0	
3. Equipos mercado local ---	48,175.0	
4. Estudios finales --(1) _____	1,125.0	187,359
5. Instalación -----	7,359.0	
6. Edificio e instalaciones --	88,273.0	
7. Imprevistos ---- (1)	14,037.0	
8. Intereses durante la construcción, montaje y ensamblaje -----	31,029.0	
9. Capital circulante -----	1,530.0	
La inversión total será =		
de =====	\$	329,587.0

6.2 COSTOS DE REPARACION Y PRUEBA

6.2.1. PRESUPUESTO DE GASTOS E INGRESOS.

Detallado aproximadamente en los cuadros siguientes:

PRESUPUESTO DE MANO DE OBRA (Datos proporcionados por el Departamento de Comercialización SEMAN)

REPARACION: El número promedio aproximado de horas empleadas en la reparación de un turbo refrigerador es de 104 siendo su distribución la siguiente:

DESIGNACION - HORAS	CANTIDAD HORAS	COSTO UNITARIO HORA \$	COSTO TOTAL DE HORAS POR UNID. \$	COSTO TOTAL ANUAL HORAS-50 UNID. \$
H.H. MOD	80	1.53	123	6,100
H.H. MOI	5	1.40	21	1,050

PRUEBAS

H.H. MOD		1.53	13.8	688.5
TOTAL REPARACION Y PRUEBA	101		156.8	7,838.5

La demanda estimada para 1,985 es de aproximadamente 50 unidades Ver gráfico 6.1

PRESUPUESTO HORAS MAQUINA - REPARACION

DESIGNACION-HORAS	CANTIDAD HORAS	COSTO UNIT. \$	COSTO TOTAL UNID. \$	COSTO TOTAL 50 UNIDADES \$
H.M.	20	1.15	23	1,150

H.H. MOD = Hora Hombre mano de obra directa

H.H. MOI = Hora Hombre mano de obra indirecta

H.M. = Hora máquina

PRESUPUESTO DE MATERIALES DIVERSOS Y DE MANTENIMIENTO
DEL BANCO

MATERIAL - REPUESTOS	COSTO UNIT/UND. \$	COSTO TOT. 50 UNIDADES \$
ACEITE REFRIGERANTE	4.9	245.0
GRASA	0.36	18.05
FILTROS	0.50	25.00
OTROS (SOLVENTE, TRAPO)	7.76	388.00
REPUESTOS PARA MANTENIMIENTO DEL BANCO	79.00	3,954.00
TOTAL \$	92.50	4,626.00

PRESUPUESTO DE ENERGIA Y COMBUSTIBLE

ESPECIFICACION - ENERGIA	CANT.	COSTO UNIT. \$	COSTO POR UNIDAD \$	COSTO TOTAL ANUAL 50 UNID. \$
ENERGIA ELECTRICA (Kw/hr) ACTIVA	438.2	0.027	11.8	591.6
ENERGIA ELECTRICA REACTIVA (Kw/hr)	328.3	0.012	3.0	197.0
COMBUSTIBLE GAS PROPANO (Kg).	103.0	0.20	20.6	1,030.5
TOTAL \$			36.3	1,819.1

COSTO DEL KIT DE REPUESTOS DE REPARACION DE LA UNIDAD
Tiene un costo promedio del 10% del costo de la unidad
que es de \$ 41,147

	CANT.	COSTO UNIT. \$	COSTO TOT. \$
KIT DE REPUESTOS	50	4,115	20,575.00

CALCULO DE DEPRECIACION Y OBSOLESCENCIA

Como los equipos que componen el Banco de Prueba tienen diferentes tiempos de vida útil; por eso se ha tomado un tiempo promedio de vida útil para el Banco en su conjunto, que es de 17 años. En este tiempo promedio de vida útil del Banco no se ha considerado la depreciación del edificio porque su promedio de vida útil es de 35 años. Por lo tanto empleando una depreciación lineal tenemos:

$$A = \frac{P - R}{n} \text{ --- (6.3)}$$

A = amortización anual por depreciación

P = Capital invertido

R = Capital de rescate

n = vida útil (años)

EDIFICIO

$$n = 35 \text{ años}$$

$$P = \$ 88,273 + 7,528 = \$ 95.801$$

$$R = \$ 2,737$$

Reemplazando en (6.3) tenemos

$$A = \frac{95,801 - 2,737}{35} = \$ 2,659$$

La amortización anual - Edificio \$ 2,659

BANCO DE PRUEBA

$$n = 17 \text{ años}$$

$$P = 232,216$$

$$R = 13,662$$

$$A = \frac{232,216 - 13,662}{17} = 12,858$$

La amortización anual del Banco \$ 12,858

Amortización por unidad Probada $\frac{2,659 + 12,858}{50}$

Amortización por unidad = \$ 310.3

Amortización anual 50 unidades = \$ 15,517

RESUMEN DE GASTOS DE REPARACION Y PRUEBA

Nº	ESPECIFICACION - GASTO	PPTO. UNID. \$	PPTO. ANUAL 50 UNID. \$
1	Mano de Obra Directa reparación ()	122.0	6,100.0
2	Mano de Obra Indirecta reparación	21.0	1,050.0
3	Mano de Obra Directa Pta.()	13.7	688.5
4	Horas máquina empleada reparación	23.0	1,150.0
5	Materiales diversos y Manto Reparación. Prueba ()	92.5	4,626.0
6	Kit de Rep. - Reparación	4,115.0	20,575.0
7	Energía y Combustible. Reparación. Prueba ()	36.3	1,819.1
8	Depreciación y obsolescencia Reparación. Prueba ()	310.3	15,517.0
9	Intereses sobre el Capital Invertido	27.9	1,396.5
	TOTAL \$	4,761.7	238,097.1

CUADRO Nº 6.5

6.2.2. COSTOS FIJOS DE REPARACION Y PRUEBA

Nº	ESPECIFICACION - RUBRO	COSTO POR UNIDAD \$	COSTO TOTAL 50 UNIDADES \$
1	Intereses	27.1	1,396.5
2	Depreciación y obsolescencia	310.3	15,517.0
			16,913.5

6.2.3. COSTOS VARIABLES DE REPARACION Y PRUEBA

Nº	ESPECIFICACION RUBRO	C O S T O D E C A P A C I D A D E N \$						
		5% (25U)	20% (100V)	40% (200U)	60% (300V)	80% (400V)	100% (500V)	
1	M.O.D.	3,395	13,580	27,160	40,740	54,320	67,900	
2	M.O.I.	525	2,100	4,200	6,300	8,400	10,500	
3	H.M.	575	2,300	4,600	6,900	9,200	11,500	
4	Kit de Repuesto	102,875	411,500	823,000	1'234,500	1'646,000	2'057,500	
5	Materiales Div	2,312.5	9,250	18,500	27,750	37,000	46,250	
6	Energ. y Combust	907,5	3,630	1,260	10,890	14,520	18,150	
	T O T A L	110,590	442,360	884,720	1'327,080	1'769,440	2'211,800	
7	Ingresos	566,325	2'265,300	4'530,060	6'795,900	9'061,200	11'326,500	
8	Utilidades	438,821	1'806,025	3'628,426	5'451,906	7'274,846	9'114,696	

Utilidades = Ingresos - Costos fijos - Costos Variables

Costos fijos = Cantidad fija para cualquier capacidad

6.3. ANALISIS ECONOMICO

Para ver cual es la alternativa más conveniente haremos un análisis tomando en cuenta dos aspectos principales.

1. Adquisición del Banco en el extranjero.
2. Costo de reparación de la unidad en el extranjero. Comparado frente a:
 1. Inversión total del Banco de Prueba en el SEMAN.
 2. Costo de reparación de la unidad turborefrigeradora en el SEMAN.

6.3.1. POR INVERSION TOTAL

Al iniciar el estudio, se realizó la cotización del Banco de Prueba en el extranjero, teniendo la respuesta de las siguientes compañías:

- 1) SEMCA - Francia
- 2) GARRET CORPORATION - Estados Unidos

6.3.1.1. ADQUISICION DEL BANCO DE PRUEBAS DE FRANCIA.

La compañía francesa SEMCA cotiza el Banco de Prueba para probar unidades Mirage, sin considerar instalación ni construcción civil, siendo su propuesta la siguiente:

Precio FOB -----	\$ 379,262.00
Fletes (puesto en el servicio)	37,926.00
	<u>\$ 417,788.00</u>

INVERSION DEL BANCO DE PRUEBA EN EL PERU

teniendo las mismas consideraciones, sin contar con el edificio, pero con la ventaja de que servirá no sólo para probar unidades Mirage sino cualquier otro tipo de unidades.

Costo de confección en el Perú ---- \$ 201,396.00 (1)

(1) Ver costos primarios del Banco de Prueba - Inversión total.

En consecuencia comparando ambas alternativas hay un ahorro de divisas significativo de:

AHORRO DE DIVISAS = 417,788 - 201,396 = \$ 216,396

6.3.1.2 ADQUISICION DEL BANCO DE PRUEBA EN LOS EE.UU.N.A.

La compañía Norteamericana cotiza el Banco Universal de Prueba, considerando la construcción civil y hasta poner en funcionamiento el Banco. Esta compañía es la GARRET - CORPORATION - DIVISION DE AIRESEARCH MANUFACTURING COMPANY OF CALIFORNIA, cuya cotización es:

Precio ----- \$ 1'126,000.00

INVERSION DEL BANCO DE PRUEBA EN EL PERU

La confección del Banco de Prueba en el Perú, considerando la construcción civil hasta su puesta en funcionamiento.

COSTO DE CONFECCION EN EL PERU --- \$ 329,587.00

Comparando ambas alternativas, hay un ahorro de

divisas aún más significativo

AHORRO DE DIVISAS = $1'126,000 - 329,587 = 796,413.00$

Por lo tanto se puede concluir que la confección de Un Banco Universal de Prueba para refrigeradores es mas económico confeccionarlo en el Perú, ahorrando la suma de \$ = 796,413.00

6.3.2. POR COSTO DE REPARACION

6.3.2.1. GASTO DE DIVISAS POR LA DEMANDA ACTUAL

La demanda actual (1,985) es de 50 unidades. Ver gráfico 6.1 por lo tanto su reparación en el exterior es de aproximadamente:

Costo reparación unidad = \$ 22,653x50 = \$ 1'132,650
Mercado Internacional

6.3.2.2. AHORRO DE DIVISAS POR LA DEMANDA ACTUAL

El ahorro será, lo que nos costaría hacer reparar estas unidades en el exterior, menos lo que costaría hacerlo en el Perú Ver gráfico Nº 6.2

Costo de reparar exterior	-----	1'132,650.00
Costo de reparar Perú	-----	<u>238,047.00</u>
AHORRO DIVISAS	---	\$ 894,603.00

6.3.2.3. UTILIDAD POR UNIDAD

Estará dado por la diferencia de lo que costaría reparar una unidad en el exterior (mercado internacional) y lo que costaría reparar una unidad en el Perú.

Costo de reparar 1 unidad ext.	\$ 22,653.00
Costo de reparar 1 unidad Perú	<u>4,762.00</u>
UTILIDAD POR UNIDAD	\$ 17,891.00

6.3.2.4. NUMERO DE UNIDADES A PROCESAR PARA PAGAR EL BANCO DE PRUEBA.

Se calculará mediante la ecuación sgte:

$$P_T + G.R.P \times N = N (C.P.E.) \text{ ----- (6.4)}$$

P_T = Inversión total ---- \$ 329,587.00

$G.R.P$ = gasto de reparación -- 4,762.00
en el Perú

N = número de unidades a reparar

$C.P.E$ = Costo de reparación -- 22,653.00
exterior

Reemplazando tenemos

$$329,587 + N (4,762) = N (22,653)$$

$$N^{\circ} = 18.4$$

Por lo tanto el número de unidades a probar para pagar el Banco de Prueba es de 19 unidades (en menos de medio año de la demanda actual).

6.3.2.5. NUMERO DE UNIDADES NECESARIAS A PROCESAR AL AÑO PARA NO ARROJAR PERDIDAS.

Calcularemos mediante la ecuación.

$$N \times IG - C.F - N^{\circ} - N^{\circ} \times C.V. = 0 \text{ (6.5)}$$

N = número de unidades a reparar

IG = Ingresos por ---- 22,653.00
reparación

$C.F.$ = Costos fijos ---- 16,913.00

$C.V.$ = Costos variables: -- 4,762.00

$$N^{\circ} (22,653 - 4,762) = 16,913$$

$$N^{\circ} = 0.94 \approx 1$$

Por lo tanto se tendrá que procesar como mínimo una unidad para que el proyecto no arroje pérdidas.

6.4. FINANCIAMIENTO Y ORGANIZACION

6.4.1. FINANCIAMIENTO

De acuerdo al cronograma de inversiones que se muestra en los gráficos N^{os} 6.3 y 6.4 este será financiado totalmente con presupuesto del Tesoro Público.

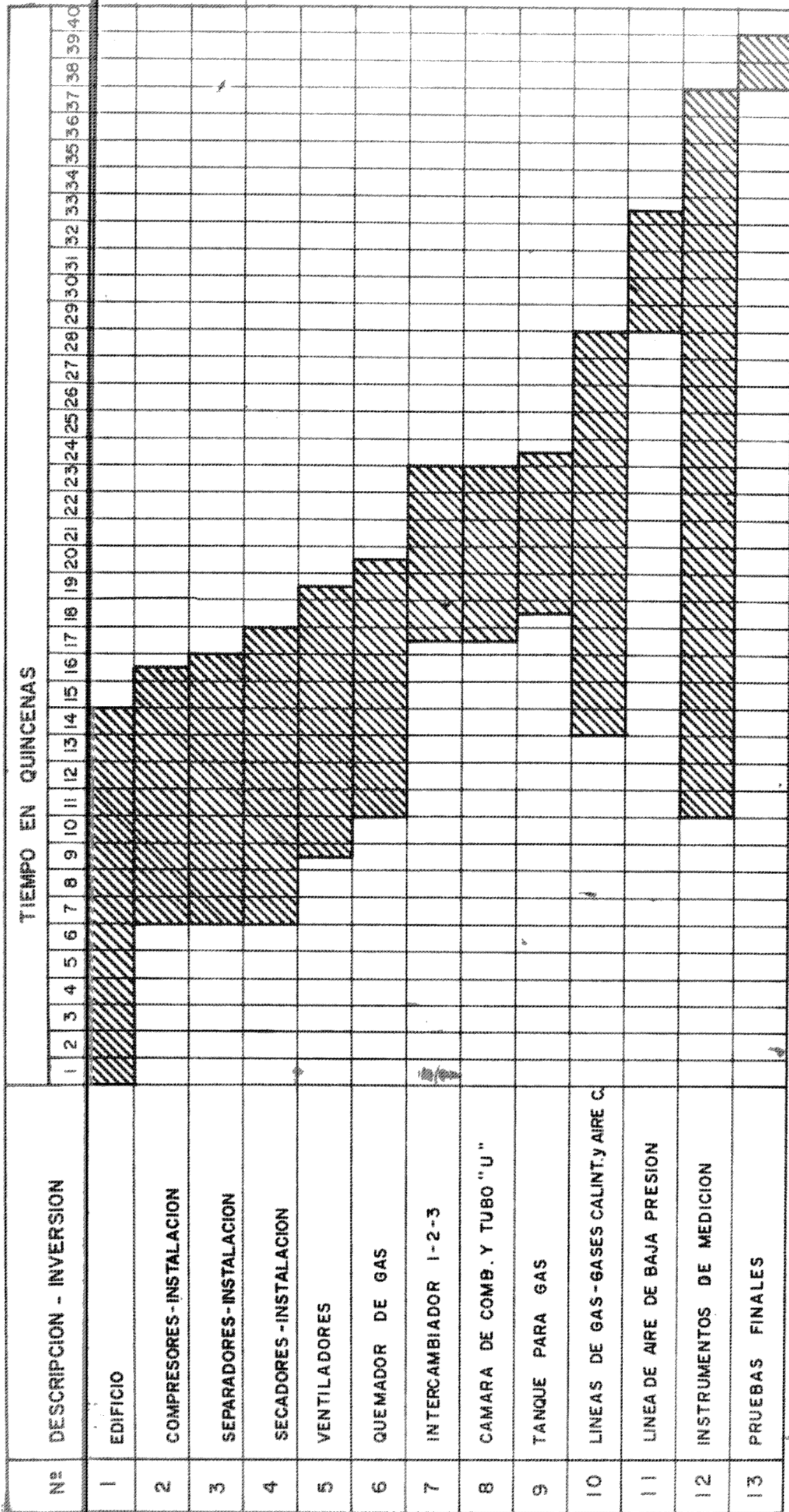
6.4.1.1. FECHAS DE APORTES

Considerando el mes de 2 quincenas \approx 2 semanas, donde los aportes de capital se harán en la 1ra. semana de la quincena indicada, cuando se trata de adquisiciones en el extranjero y la 2da. semana de la quincena cuando se trate del pago de fletes y transporte; respecto a compras locales se efectuarán los primeros pagos (aportes) la 1ra. semana de la quincena indicada y el saldo se efectuará en la segunda semana de la quincena señalada, con respecto a la cuenta de imprevistos se hará la 1ra. semana de la quincena señalada.

Los aportes por la construcción del edificio se hará de acuerdo a lo estipulado entre el SEING y el contratista que deben encuadrarse en las quincenas indicadas.

6.4.1.2 FUENTES DE FINANCIAMIENTO

TIEMPO EN QUINCENAS



El proyecto contará con dos fuentes de financiamiento.

a.- FINANCIAMIENTO SEING Se encargará de financiar la construcción del edificio en el que se instalará el Banco de Prueba y un taller de reparación de acuerdo al plano N° 1, estos proyectos se acostumbran a presupuestar en dólares americanos debido a que hay una fuerte inversión en moneda extranjera; para evitar problemas inflacionarios.

b.- FINANCIAMIENTO SEMAN. El Servicio de Mantenimiento financiará la adquisición de todos los equipos que compondrán el Banco de Prueba; tanto de adquisición en el extranjero como de mercado local, también se encargará de los gastos ocasionados por montaje y ensamble, personal profesional, mano de obra directa é indirecta, imprevistos, etc. todos estos gastos (inversiones) es presupuestado en dólares.

6.4.1.3. FINANCIAMIENTO DE MONEDA LOCAL Y DIVISAS

Teniendo en cuenta que el edificio y equipos a comprarse en moneda local según el cuadro N° 6.3 y en divisas según el cuadro N° 6.2; en el cuadro 6.6 y 6.7 se indica resumidamente la inversión en moneda nacional y divisas y la entidad financiadora.

6.4.2. ORGANIZACION

El proyecto se desarrollará dentro del plan general de ampliación de la capacidad instalada del SEMAN FAP, con el objeto de reparar progresivamente una cantidad mayor (50%) de accesorios de motor y avión en el plan de corto y mediano plazo. El proyecto se desarrollará dentro de una organización ya definida la cual corresponde a una entidad para militar, encuadrada dentro de las normas de seguridad nacional.

El proyecto ha sido desarrollado por la sección Ingeniería del Departamento de Accesorios que lleva el nombre de Asesoría Técnica, este Departamento es uno de los cinco departamentos de línea con que cuenta el Servicio de Mantenimiento, cuya organización se muestra en el organigrama Fig 6.5 la organización del Departamento se muestra en la Fig 6.6

La Dirección y ejecución del proyecto estará a cargo de la Sección Ingeniería del Departamento de Accesorios, en coordinación con el Departamento de Ingeniería y el Servicio de Ingeniería de la FAP (SEING-FAP).

CRONOGRAMA DE INVERSION DE CAPITAL DE ACUERDO AL INVERSIONISTA

MESES INVERSIONISTA	1	2	3	4	5	6
S E I N G	44,136	----	----	26,482	----	----
	---	---	---	---	---	---
	---	---	---	---	---	---
S E M A N	---	---	---	85,113	7,050	26,943
	---	---	---	---	---	---
	---	---	---	---	---	---
I N V E R S I O N M E N S U A L	44,136	---	---	26,482	---	---
	---	---	---	85,113	7,050	26,943
	---	---	---	---	---	---

MESES INVERSIONISTA	7	8	9	10	11	12
S E I N G	17,654	---	---	---	---	---
	---	---	---	---	---	---
	---	---	---	---	---	---
S E M A N	---	---	27,653	11,347	11,866	11,347
	10,353	7,051	424	---	---	---
	---	---	---	---	---	---
I N V E R S I O N M E N S U A L	17,654	---	27,653	11,347	11,866	11,347
	10,353	7,051	424	---	---	---
	---	---	---	---	---	---

CUADRO N° 6.6

TOTAL MONEDA NACIONAL AL CAMBIO = \$ 150,485
 TOTAL DIVISAS \$ 136,934
\$ 287,419

INVERSION INCLUIDO INSTALACION E INTERESES DEL CAPITAL

ENTIDAD INVERSIONISTA	MONEDA NACIONAL AL CAMBIO \$			DIVISAS \$			INVERSION TOTAL \$	
	Cantidad Invers.	% Invers. Asignada	% Invers. Total	Cantidad Invers.	% Invers. Asignada	% Invers. Total	CANTIDAD	%
SEING	CAPITAL	88,273	88.5	26.7	-----	-----		
	INT.	11,480	11.5	3.5	-----	-----		
	TOTAL	99,753	100%	30.2	-----	-----	99,753	30.2
SEMAN	CAPITAL	73,351	31.9	22.3	136,934	59.6	41.6	
	INT.	4,310	1.9	1.3	15,239	6.6	4.6	
	TOTAL	77,661	33.8	23.6	152,173	66.2	46.2	69.8
		177,414			152,173		329,587	100

CUADRO Nº 6.7

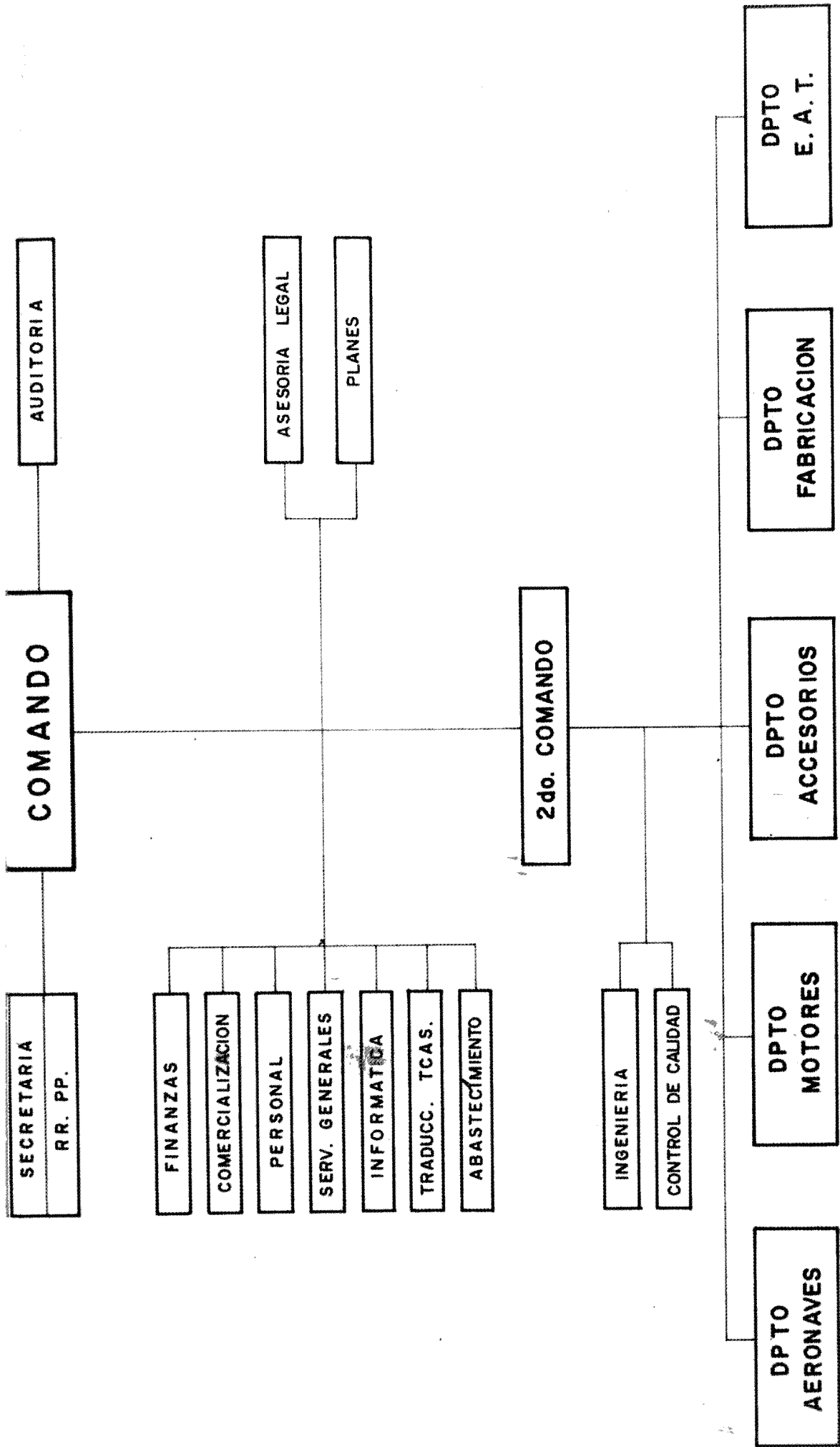


GRAFICO N° 6.5

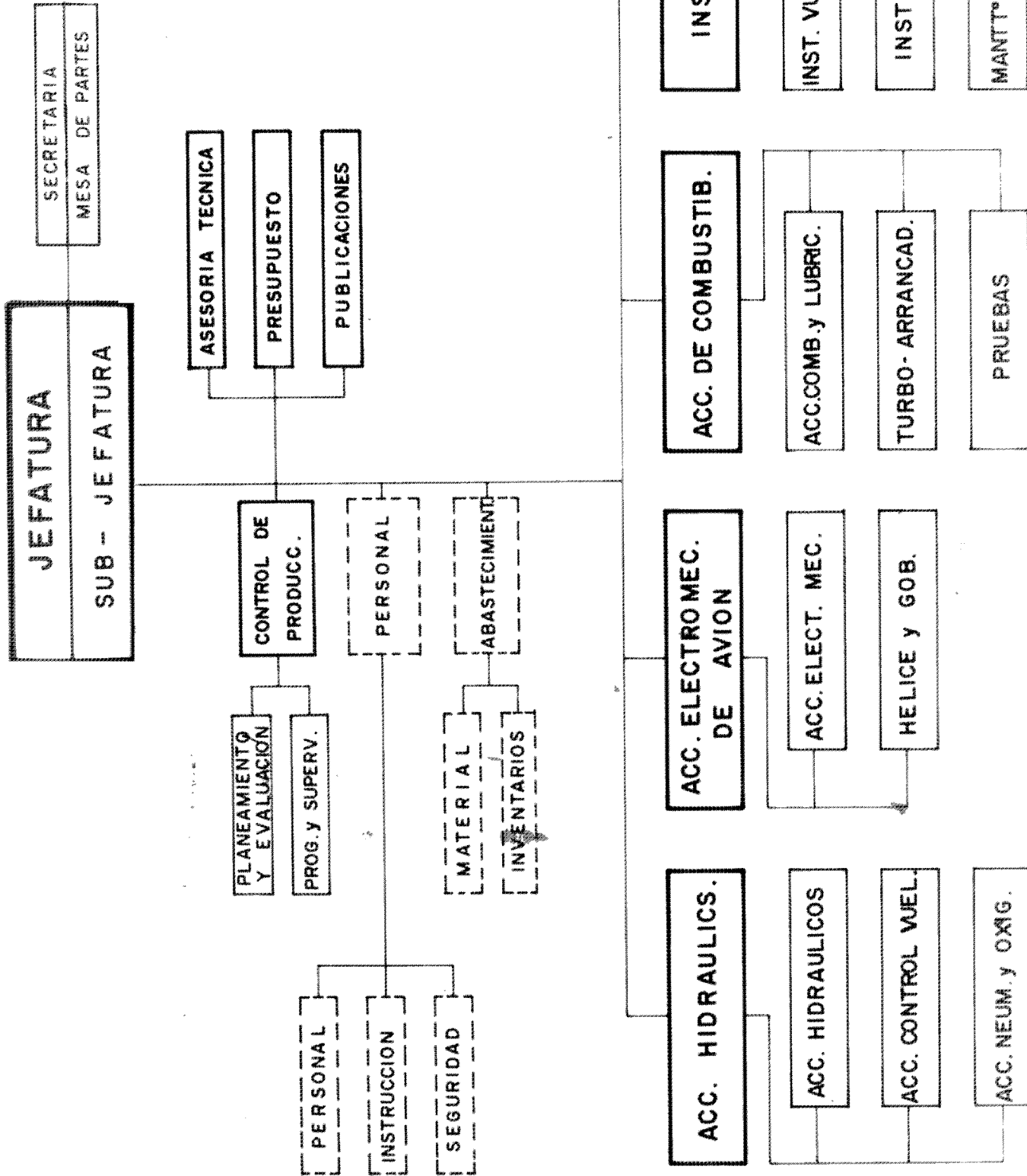


GRAFICO 6.6

CONCLUSIONES

- 1.- Por todo lo anteriormente expuesto se puede concluir; que la confección del Banco de Prueba de Turborrefrigeradores en el Perú, resulta más económico; en comparación con la adquisición de éste mismo Banco en el extranjero, ya que el costo de confección en el Perú es de \$ 329,587.00 frente a \$ 1'126,000.00 de costo en el exterior (EE.UU.NA.) dando como resultado de un ahorro de \$ 796,413.00
- 2.- Esta confección del Banco de Prueba, trae como consecuencia; que el Overhaul ó reparación de éstas unidades de turborrefrigeradores sean efectivas en este SEMAN; cuyo costo del mismo es muy inferior respecto al costo de reparación en el extranjero, siendo estos de: Costo de reparación extranjero \$ 22,653.00. Costo de reparación en el SEMAN \$ 4,761.70 con un ahorro de \$ 17,891.3 por unidad reparada; que multiplicada por el número de unidades, representaría un gran ahorro para el Perú.
- 3.- De lo anterior se puede concluir que el ahorro de Divisas por concepto de reparación de estas unidades va a ser cada vez mayor, debido al incremento de las mismas; las que posteriormente traería la captación de divisas por concepto de reparación de este tipo de unidades en el mercado internacional.

- 4.- La confección de este Banco de Prueba en el Perú es muy positiva ya que parte de los equipos y accesorios que componen el Banco representan aproximadamente el 53.9% de la inversión total y pueden ser adquiridos en el mercado local, dando así oportunidad a la industria y técnicas nacionales.
- 5.- Aparte del aspecto económico, hay otro aspecto muy importante que es el Técnico, ya que con desarrollo de este trabajo, los técnicos peruanos van acumulando experiencia en el ramo aeronáutico y permitiendo así el desarrollo tecnológico de nuestro país.

O B S E R V A C I O N E S

- 1.- El Perú en este momento y en particular el Servicio de Mantenimiento FAP., se encuentra a la vanguardia en Latinoamérica, en lo que respecta al mantenimiento de aeronaves; ya que en éste se realiza trabajos de mantenimiento de primero, segundo, tercer y cuarto escalón (reparaciones mayores).
- 2.- Por este motivo el SEMAN-FAP cada año amplía su capacidad instalada, con el fin de procesar cada vez mayor número de accesorios de avión y motor, para lo cual se encuentra desarrollando así como este diversos proyectos, en el que la mayoría, tienen un elevado porcentaje de técnicos, mano de obra y materiales nacionales (más del 50% de la inversión total).
- 3.- Este Servicio recibe y presta trabajo especializado con la industria nacional en el ramo no necesariamente aeronáutico, sino también con la marina, industria minera y la industria en general.
- 4.- Se espera que el presente trabajo sirva como un aporte más, para el desarrollo de nuevos trabajos, tanto dentro del Servicio de Mantenimiento como del ámbito nacional.

BIBLIOGRAFIA

TEXTOS

1. Compact Heat Exchangers - Aut. Kays and London
2. Fundamentos de Termodinamica - Aut. Gordon Van White, y Richard E. Sonntag.
3. Heat Transfer - Volúmen I - Aut. E.S.D.U Engineering Sciences data.
4. Refrigeración y Aire Acondicionado - Aut. Stocker
5. Termodinámica - Aut. Virgil Moring Faires
6. Transferencia de Calor - Aut. Mc Adams
7. Transferencia de Calor - Aut. F. Kacith

MANUALES

1. Manual del Constructor de Máquinas T1 - T2 Aut. H. Dubbel
2. Manual del Ingeniero Mecánico T1, T2 - Aut. Marks L.
3. Manual del Ingeniero Químico T1 - Aut. John Perry
4. Manual del Ingeniero T1, T2, T3, T4 - Aut. Hütte.
5. Manual de Laboratorio del Ingeniero Mecánico - Aut. Jesse Seymour Coolittile.
6. Manual de Proyectos de inversión - Aut. UNICEF
7. Manual de Refrigeración y Aire Acondicionado - Aut. Carrier International Limited. Marcombo Boixaree Editores
8. Manual de normas ASME

ORDENES TECNICAS

1. Orden Técnica 15A3-2-11-43 - N° Parte 203930 (Avión Hércules-1)
2. Orden Técnica 15A3-2-40-3 - N° Parte 203720 (Avión Hércules - 2).

3. Orden Técnica AMDBA-8234-3 N° Parte 3253C0101 (Avión Mirage).
4. Orden Técnica Libro 1 - Parte III (Avión SUK01)
5. Orden Técnica E015-85KEB-3 - N° Parte 204510-1-1 (Avión Búffalo).
6. Orden Técnica 15A3-2-48-3 - N° Parte 204345-1-1 (Avión A-37)

CATALOGOS

1. Catálogos de Compresoras, Secadores y separadores de aire de:
 - Ingersoll Rand 85R-2000
 - Atlas Copco
 - Worthington
 - Sullair
 - KCS. Citeco
 - Kaiser
2. Catálogo de Ventiladores Fougat Solyvent Ventec
3. Catálogos de Instrumentos de Medición de:
 - Philips
 - Honeywell
 - HBT
 - Hewlett Packard
4. Catálogos de Válvulas de control de:
 - Philips
 - Fisher Control
5. Catálogos de Intercambiadores de calor de:
 - Alfa Laval
6. Catálogos de quemadores de gas:
 - Kločkner
 - Unigas

7. Catálogos de Motores eléctricos:

- Delcrosa
- Solyvent Ventec
- Wogner

8. Catálogo de partes de expansión de Croll Reynolds

9. Catálogo de aceros Boehler

10. Catálogo Mc Master Carr - 1983

11. Catálogo Fluid Power Components - Parker, 1981

12. Catálogo de Valves fitting tubing - Autoclave Engineers.
