

**INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO**

**CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA**

**ELABORACIÓN DE UN SISTEMA INTERACTIVO DEL CIRCUITO  
DE LUBRICACIÓN DEL MOTOR MAKILA 1 A DEL HELICÓPTERO  
SUPER PUMA**

**POR:**

**CBOP. TITUAÑA CANDO EDUARDO GERMAN**

**Proyecto de grado presentado como requisito para la obtención  
del título de:**

**TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA**

**2007**

## CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el Sr. Cbop. de A.E. TITUAÑA CANDO EDUARDO GERMAN, como requerimiento parcial a la obtención del título de TECNÓLOGO MECÁNICO AERONÁUTICO.

---

Trujillo Guillermo  
Emci. Avc. Ing. Mec.

Director del proyecto de grado

Latacunga, 08 de febrero del 2007

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo es dedicado mi esposa, hijos, hermanos y especialmente a mis padres quienes con su apoyo incondicional, constancia y sabiduría han sabido dedicar todo su apoyo y comprensión para poder lograr lo que nos hemos propuesto.

**Cbop. de A.E. Tituaña Eduardo**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios y la virgencita del Quinche por la fe otorgada para seguir con mi vida, además un agradecimiento sincero a todo el personal que constituye el “Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico” que de alguna manera han contribuido con sus valiosa ayuda para la obtención de mi meta propuesta.

Al comando de la Brigada de Aviación del Ejército por contribuir a la formación tecnológica de su personal, dándonos la oportunidad de continuar con nuestros estudios superiores en este prestigioso Instituto.

**Cbop. de A.E. Tituaña Eduardo**

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

Carátula.....	I
Certificación.....	II
Dedicación.....	III
Agradecimiento.....	IV
Resumen.....	01
Planteamiento del problema.....	02
Objetivos.....	03
Justificación.....	04
Alcance.....	05

## CAPÍTULO I

### MARCO TEÓRICO

1.1 Generalidades del helicóptero Super Puma.....	06
1.1.0.1 Datos técnicos.....	06
1.2 Generalidades del motor Makila 1A.....	07
1.2.0.1 Principio de concepción .....	07
1.2.0.2 Principales etapas del desarrollo.....	07
1.2.0.3 Familia Makila.....	08
1.2.1 Datos técnicos.....	09
1.2.1.0.1 Potencia del motor Makila 1A.....	09
1.2.1.0.2 Árbol de motor.....	09
1.2.1.0.3 Sentido de la rotación del motor.....	09
.....	09
1.2.1.0.4 Accesorios del motor Makila 1A.....	09

1.2.1.0.5 Dominio de funcionamiento climático.....	09
1.2.1.0.6 Temperatura T4 máxima de los gases.....	09
1.2.1.0.7 Temperatura del aceite.....	10
1.2.1.0.8 Presión del aceite.....	11
1.2.1.0.9 Capacidad y consumo de aceite.....	11
1.2.1.11 Combustible.....	11
1.2.1.12 Designaciones Internacionales del JET A1.....	11
1.2.1.13 Temperatura del combustible.....	12
1.2.1.14 Velocidades de rotación.....	12
1.2.1.15 Limitaciones eléctricas.....	12
1.2.1.16 La masa del G.T.M. equipado.....	13
1.2.2 Características.....	13
1.2.3 Descripción general.....	14
1.2.3.1 Descripción del motor Makila 1A.....	14
1.2.3.1.1 Componentes funcionales .....	14
1.2.3.1.1.1 Entrada de aire.....	15
1.2.3.1.1.1.1 Elementos de la entrada de aire.....	16
1.2.3.1.1.2 Compresor axial.....	16
1.2.3.1.1.2.1 Elementos del compresor axial.....	17
1.2.3.1.1.3 Compresor centrífugo.....	18
1.2.3.1.1.3.1 Elementos del compresor centrífugo.....	18
1.2.3.1.1.4 Cámara de combustión.....	19
1.2.3.1.1.4.1 Elementos de la cámara de combustión.....	20
1.2.3.1.1.5 Turbina del generador de gas.....	21
1.2.3.1.1.5.1 Elementos de la turbina generadora de gas.....	21

1.2.3.1.1.6 Turbina libre.....	22
1.2.3.1.1.6.1 Elementos de la turbina libre.....	22
1.2.3.1.1.7 Escape.....	23
1.2.3.1.1.7.1 Elementos Principales.....	23
1.2.3.1.1.8 Árbol de transmisión de potencia.....	24
1.2.3.1.1.8.1 Elementos Principales.....	24
1.2.3.1.1.9 Accionamiento de los accesorios.....	25
1.2.3.1.1.9.1 Arrancador.....	26
1.2.3.1.2 Conjuntos giratorios.....	26
1.2.4 Diagramas del circuito de lubricación del motor Makila 1A.....	28
1.2.4.1 Principios básicos de lubricación.....	28
1.2.4.1.1 Generalidades.....	28
1.2.4.1.1.1 La lubricación.....	29
1.2.4.1.1.2 Refrigeración.....	29
1.2.4.1.2 Aplicación.....	29
1.2.4.1.3 Lubricantes.....	29
1.2.4.1.3.1 Viscosidad.....	30
1.2.4.1.3.2 Flujos de la capa límite.....	30
1.2.4.1.3.3 Efectos del calor.....	31
1.2.4.1.3.4 Aditivos.....	31
1.2.4.1.3.5 Estanqueidad.....	31
1.2.4.2 Descripción general del circuito.....	31
1.2.4.3 Elementos del esquema en bloque del circuito de lubricación del motor Makila 1A.....	32
1.2.5 Funcionamiento del circuito de lubricación del motor Makila 1A.....	33

1.2.5.1 Generalidades.....	33
1.2.5.1.1 Alimentación.....	34
1.2.5.1.2 Recuperación.....	36
1.2.5.1.3 Desgasificación.....	37
1.2.6 Lubricación de los elementos.....	37
1.2.6.1 Lubricación de la parte delantera.....	37
1.2.6.2 Lubricación de los cojinetes del compresor.....	38
1.2.6.3 Lubricación de los cojinetes de la turbinas.....	39
1.2.6.4 Lubricación del cojinete trasero de la turbina libre.....	39
1.2.7 Accesorios del circuito.....	40
1.2.7.1 Depósito de aceite.....	41
1.2.7.1.1 Elementos del depósito de aceite.....	41
1.2.7.2 Intercambiador de calor.....	42
1.2.7.2.1 Elementos del intercambiador.....	42
1.2.7.3 Grupo de bombas de aceite.....	43
1.2.7.4 Conjunto de filtro de aceite.....	44
1.2.7.5 Desgasificador centrífugo.....	45
1.2.7.6 Tamices y tapones magnéticos.....	46
1.2.7.6.1 Tapones magnéticos.....	47
1.2.8 Órganos de control.....	47
1.2.8.1 Transmisor de presión de aceite.....	47
1.2.8.2 Mancontactor de baja presión .....	47
1.2.8.3 Sonda de temperatura de aceite.....	47
1.2.9 Canalizaciones.....	48
1.3 Introducción al Autocad 2006.....	49



1.3.1	Generalidades.....	50
1.3.1.1	La ventana principal de AutoCAD.....	50
1.3.1.2	La ventana de Área Gráfica.....	51
1.3.1.3	Barra de menús.....	51
1.3.1.4	Barra de herramientas estándar.....	51
1.3.1.5	Barra de propiedades.....	51
1.3.1.6	Barra de herramientas flotantes.....	51
1.3.1.7	Ventana de mensajes y órdenes.....	51
1.3.1.8	Barra de estado.....	52
1.3.2	Creación de dibujos nuevos.....	52
1.3.3	Guardar dibujos.....	52
1.3.4	Sistema de coordenadas.....	52
1.3.4.1	Sistema de coordenadas polares y cartesianas.....	53
1.3.4.2	Determinación de coordenadas absolutas.....	53
1.3.4.3	Determinación de coordenadas relativas.....	54
1.3.4.4	Determinación de coordenadas polares.....	54
1.3.5	Introducción directa de distancia.....	55
1.3.6	Creación de objetos.....	55
1.3.6.1	Barra de Herramientas Dibujo.....	56
1.3.6.2	Dibujar un Línea.....	56
1.3.6.3	Dibujar una Polilínea.....	56
1.3.6.4	Dibujar Líneas múltiples.....	56
1.3.6.5	Dibujar polígonos.....	57
1.3.6.6	Dibujar arcos.....	57
1.3.6.7	Dibujar círculos.....	57

1.3.6.8 Dibujo de elipse.....	58
1.3.6.9 Crear objetos de punto.....	58
1.3.6.11 Borrar.....	59
1.3.6.12 Copiar objetos.....	59
1.3.6.13 Copiar en simetría objetos.....	59
1.3.6.14 Desplazamiento de objetos.....	60
1.3.6.15 Rotación de objetos.....	60
1.3.6.16 Atribución de escala a objetos.....	60
1.3.6.17 Recorte de objetos.....	61
1.3.6.18 Alargamiento de objetos.....	61
1.3.7 Capas, colores y tipos de línea.....	61
1.3.7.1 Asignación de color a una capa.....	62
1.3.7.2. Asignación de tipo de línea a una capa.....	62
1.3.7.2.1 Activación y desactivación de capas.....	62
1.3.7.2.2 Inutilización y reutilización de capas en todas las ventanas.....	62
1.3.7.3 Inutilización y reutilización de capas en la ventana actual.....	62
1.3.7.4 Inutilización o reutilización de capas en ventanas gráficas nuevas.....	63
1.3.7.4.1 Bloqueo y desbloqueo de capas.....	63
1.4 Introducción a Macromedia Flash MX.....	63
1.4.1. Generalidades.....	63
1.4.1.1 Entorno de Trabajo.....	64
1.4.1.2 Borrando Objetos.....	64
1.4.1.3 Animación de Objetos.....	65

1.4.1.4 Animación Frame por Frame.....	65
1.4.1.5 Ejecutando la película.....	66
1.4.1.6. Animación por Interpolación de movimiento.....	66
1.4.1.7 Animación por guía de Movimiento.....	66
1.4.1.8 Animación de Forma.....	67
1.4.1.9 Símbolo Botón.....	68
1.4.1.11 Manejo de Mascara de Capas.....	69
1.4.1.12 El manejo de archivos de sonido en las películas.....	70

## **CAPÍTULO II**

### **ESTUDIO DE ALTERNATIVAS**

2.1 Selección de alternativas.....	71
2.2.1 Definición de alternativas.....	71
2.2.1.1 Alternativas de diseño gráfico.....	71
2.2.1.2 Alternativas de secuencia de animación.....	71
2.2.2 Estudio técnico.....	71
2.2.2.1 Gráficos vectoriales.....	72
2.2.2.2 Ventajas y limitaciones de los gráficos vectoriales.....	72
2.2.2.3 Imágenes de mapa de bits.....	74
2.2.3 Análisis de factibilidad.....	75
2.2.3.1. Alternativas de diseño gráfico.....	75
2.2.3.2 Alternativas de secuencias de animación.....	76
2.2.4 Evaluación de parámetros.....	78

2.2.4.1 Evaluación de parámetros de diseño gráfico y secuencia de animación.....	78
2.2.4.1.1 Factor Técnico.....	79
2.2.4.1.1.1 Funcionalidad.....	79
2.2.4.1.1.2 Fiabilidad.....	79
2.2.4.1.1.3 Facilidad de operación y control.....	79
2.2.4.1.1.4 Materiales.....	79
2.2.4.1.1.5 Proceso de construcción.....	80
2.2.4.1.2 Factor Económico.....	80
2.2.4.1.2.1 Costo de elaboración.....	80
2.2.4.1.2.2 Costos de operación.....	80
2.2.4.1.3 Factor Complementario.....	80
2.2.4.1.3.1 Método.....	80
2.2.4.1.3.2 Formato.....	80
2.2.5 Selección de la mejor alternativa.....	86

## **CAPÍTULO III**

### **ELABORACIÓN DEL SISTEMA INTERACTIVO**

3.1 Elaboración de un Sistema Interactivo del circuito de lubricación del motor Makila 1A del helicóptero Súper Puma.....	87
3.1.1 Información general.....	87
3.2 Diseño gráfico del circuito de lubricación del motor makila 1 A.....	88

3.3 Creación de dibujo nuevo.....	88
3.3.1 Línea.....	89
3.3.2 Multilínea.....	89
3.3.3 Polilínea.....	90
3.3.4 Arcos.....	90
3.3.5 Circulo.....	91
3.3.6 Recortar.....	91
3.3.7 Rectángulo.....	92
3.3.8 Borrar.....	92
3.3.9 Copiar.....	93
3.3.11 Mover o desplazar... ..	93
3.3.12 Girar.....	93
3.3.13 Simetría.....	94
3.4 Animación del circuito de lubricación.....	95
3.4.1 Importación de gráficos de Auto-Cad a Flash MX.....	95
3.4.2. Interfaz del Programa.....	95
3.4.3 Las capas en Flash MX.....	97
3.4.4 Creación de nuevas capas.....	99
3.4.5 Capas de máscara.....	101
3.4.6 Biblioteca de símbolos.....	100
3.4.7. Los fotogramas.....	103
3.4.8 Línea de tiempo.....	103
3.4.9 Creación de una animación de fotograma a fotograma.....	104
3.4.11. Animación por interpolación de forma.....	105
3.4.12 Animación por la interpolación de movimiento.....	106

3.4.13 Creación de botones.....	107
3.4.14 Botones en la escena.....	109
3.4.15 Publicación y descargue de películas.....	109
3.5 Prueba funcional del método interactivo.....	109
3.6 Diagramas elaborados.....	110

## **CAPÍTULO IV**

### **ESTUDIO ECONÓMICO.**

4.1 Estudio económico.....	113
4.2 Presupuesto.....	113
4.3 Análisis económico.....	114

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Conclusiones y recomendaciones.....	115
5.1.1 Conclusiones.....	115
5.1.2 Recomendaciones.....	116

BIBLIOGRAFÍA.....	117
-------------------	-----

## **LISTADO DE GRÁFICOS**

Figura 1.1 Helicóptero Súper Puma.....	6
Figura 1.2 Concepción del Makila 1A.....	8
Figura 1.3 La masa del Makila 1A equipado .....	13
Figura 1.4 Motor Makila 1A.....	14
Figura 1.5 Descripción del motor Makila 1A.....	15
Figura 1.6 Entrada de aire .....	15
Figura 1.7 Compresor axial.....	17
Figura 1.8 Compresor centrífugo.....	18
Figura 1.9 Cámara de combustión.....	19
Figura 1.10 Turbina del generador de gas.....	21
Figura 1.11 Turbina libre.....	22
Figura 1.12 Escape.....	24
Figura 1.13 Árbol de transmisión de potencia.....	25
Figura 1.14 Accionamiento de los accesorios.....	26
Figura 1.15 Cojinetes.....	27
Figura 1.16 Esquema en bloque del circuito de lubricación.....	32
Figura 1.17 Funcionamiento del circuito de lubricación.....	33
Figura 1.18 Funcionamiento del circuito alimentación.....	36
Figura 1.19 Funcionamiento del circuito recuperación.....	36
Figura 1.20 Funcionamiento del circuito desgasificación.....	37
Figura 1.21 Lubricación de la parte delantera.....	37
Figura 1.22 Esquema de tipo bloque de los accesorios.....	40

Figura 1.23 Depósito de aceite.....	41
Figura 1.24 Intercambiador.....	42
Figura 1.25. Grupo de bombas de aceite .....	43
Figura 1.26. Composición y flujo del aceite en el filtro.....	44
Figura 1.27. Desgasificador centrífugo.....	45
Figura 1.28. Tamices.....	46
Figura 1.29. Tapones magnéticos .....	47
Figura 1.30. Órganos de control.....	48
Figura 1.31. Cañerías de aceite del sistema de presión.....	48
Figura 1.32. Cañerías de aceite del sistema de recuperación de desgasificación .....	49
Figura 1.33. Ventana principal de AutoCAD.....	50
Figura 1.34. Coordenadas polares.....	53
Figura 1.35. Coordenadas absoluta.....	54
Figura 1.36. Coordenadas relativas.....	54
Figura 1.37. Herramientas de dibujo .....	55
Figura 1.38. Dibujo de Polilínea .....	56
Figura 1.39. Dibujo de arcos .....	57
Figura 1.40. Dibujar círculos.....	57
Figura 1.41. Dibujar elipse.....	58
Figura 1.42. Ventana de estilo de punto .....	59
Figura 1.43. Objetos en simetría.....	59
Figura 1.44. Objeto Rotando.....	60
Figura 1.45. Objeto recortado.....	61



Figura 1.46. Alargamiento de objetos.....	61
Figura 1.47. Gráfico de capas .....	61
Figura 1.48. Inutilización y reutilización de capas.....	63
Figura 1.49. Ventana principal de Flash MX.....	64
Figura 1.50. Ventanas de animación fotograma fotograma.....	65
Figura 1.51. Ventana animación por interpolación.....	66
Figura 1.52. Ventana animación por guía de movimiento.....	67
Figura 1.53. Ventana animación de forma .....	67
Figura 1.54. Ventana para convertir en símbolo .....	68
Figura 1.55. Ventana de las acciones de los símbolos .....	69
Figura 1.56. Manejo de Mascara de Capas.....	69
Figura 1.57. Ventana de manejo de archivos de sonido en las películas.....	70
Figura 3.1. Ventana de mensajes y órdenes.....	88
Figura 3.2. Orden line.....	89
Figura 3.3. Dibujo de cañería de retorno.....	89
Figura 3.4 Dibujo del deposito.....	90
Figura 3.5. Dibujo del cono de entrad del motor Makila 1A.....	90
Figura 3.6. Gráfico tobera del motor Makila 1A.....	91
Figura 3.7. Intersección recortar.....	91
Figura 3.8. Diseño del esquema en bloque circuito de lubricación del motor Makila 1A.....	92
Figura 3.9. Gráfico del contorno del el intercambiador de calor.....	92
Figura 3.10. Gráfico del transmisor de presión-temperatura mediante copiar.....	93
Figura 3.11. Gráfico de la bomba de aceite accionando mover.....	93
Figura 3.12. Gráfico de la bomba de aceite accionando girar.....	94

Figura 3.13. Diseño gráfico del motor Makila 1A utilizando la simetría.....	94
Figura 3.14. Ventana documento de Flash MX.....	95
Figura 3.15. Ventana de propiedades.....	96
Figura 3.16. Capas en Flash MX.....	98
Figura 3.17. Zona de control de las capas.....	98
Figura 3.18. Distribución de capas.....	99
Figura 3.19. Capa máscara.....	100
Figura 3.20. Biblioteca de la película.....	100
Figura 3.21. Biblioteca de botones.....	103
Figura 3.22. Biblioteca de interacciones.....	101
Figura 3.23. Bibliotecas de clases.....	102
Figura 3.24. Bibliotecas de sonidos.....	102
Figura 3.25. Fotogramas de animación.....	103
Figura 3.26. Ventana de línea de tiempo.....	104
Figura 3.27. Animación de fotograma a fotograma.....	105
Figura 3.28. Animación por interpolación de forma.....	105
Figura 3.29. Interpolación de movimiento.....	106
Figura 3.30. Fotograma de los símbolos del botón.....	107
Figura 3.31. Ventana para la definición de un símbolo.....	108
Figura 3.32. Presentación de la película.....	110
Figura 3.33. Esquema en bloque del circuito de lubricación.....	111
Figura 3.34. Diagrama de funcionamiento del circuito de lubricación del motor Makila 1A.....	111
Figura 3.35. Diagrama de funcionamiento del circuito alimentación.....	112
Figura 3.36. Diagrama de funcionamiento del circuito recuperación.....	112

Figura 3.37. Diagrama de funcionamiento del circuito desgasificación.....112

## LISTADO DE TABLAS

Tabla 1.1. Tabla de descripción de los cojinetes.....	27
Tabla 2.1. Matriz de evaluación del diseño gráfico. ....	81
Tabla 2.2. Matriz de decisión del diseño gráfico .....	82
Tabla 2.4. 2.3. Matriz de decisión del diseño gráfico. (Puntajes finales).....	83
Tabla 2.1. 2.4. Matriz de evaluación de la secuencia de animación.....	84
Tabla 2.3. 2.5. Matriz de decisión de la secuencia de animación. ....	85
Tabla 2.42.6. Matriz de decisión de la secuencia de animación. (Puntajes finales).....	86
Tabla 4.1. Costo total del sistema didáctico interactivo del circuito de lubricación del motor makila 1A1.....	114

## RESUMEN

El proyecto permite conocer didácticamente el circuito de lubricación del motor Makila 1A montados en el helicóptero Super Puma.

Permite conocer el principio de lubricación general y además puntualizando su funcionamiento tanto como circuitos, elementos, accesorios, mecanismos de lubricación que constituye el circuito general del mismo.

Como soporte para este trabajo interactivo la definición de la alternativa de diseño y animación aprovechando algunas de las características de las alternativas como la funcionabilidad, la fiabilidad, la operación y control, los materiales que permite utilizar para el proceso de alcance del proyecto.

En este proyecto se ha facilitado su creación gracias al apoyo de los softwares (Autocad) graficación y (FlashMX) la animación, que permiten la manipulación y realización de los circuitos de lubricación del motor Makila 1A del Helicóptero en el cual se observa la alimentación, recuperación, desgasificación.

Además se observa interactivamente el funcionamiento interno de los mismos y de los elementos que constituye el circuito, como puede ser: filtro, válvula antiretorno, bombas, intercambiador de temperatura, indicadores.

La visualización interactiva de funcionamiento da un gran cambio en el aprendizaje en muchos campos y si es en aviación será llegar a la excelencia. La búsqueda de la meta siempre tiene un objetivo y el objetivo es el éxito.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El crecimiento de la tecnología aeronáutica hace que la capacitación del personal sea la parte fundamental del desarrollo en el campo laboral y en si para las aeronaves de la BRIGADA AÉREA DEL EJÉRCITO N° 15"PAQUISHA". Como operador de las aeronaves de la Aviación del Ejército cumpliendo su misión para el escalón superior.

La ESCUELA TÉCNICA DE AVIACIÓN DE EJÉRCITO N° 15, como unidad de la BRIGADA AÉREA DEL EJÉRCITO N° 15"PAQUISHA" con la colaboración del personal de instructores; técnicos experimentados en las diferentes especialidades hace posible la capacitación y adiestramiento de los técnicos para las diferentes especialidades de Aviación del Ejército.

La utilización de sistemas didácticos alternativos en el campo aeronáutico promoverá la estimulación del aprendizaje de los técnicos en las diferentes especialidades.

La capacitación técnica requiere un material didáctico acorde a técnicas modernas y permita la utilización de diferentes recursos para la interpretación lógica, eficaz y rápida.

Es así que es necesario que los instructores y métodos de enseñanza sean los más idóneos para la preparación de los técnicos. El cual será beneficio tanto personal como institucional.

# **OBJETIVOS**

## **Objetivo General**

Elaborar un sistema didáctico interactivo del circuito de lubricación del motor Makila 1A del helicóptero Super Puma el cual servirá para fortalecer el conocimiento de los técnicos que lleguen a instruirse en la Escuela Técnica de Aviación de Ejército N° 15.

## **Objetivos Específicos**

- Compilar la información necesaria para estudio del circuito de lubricación del motor Makila 1A del helicóptero Super Puma.
- Traducir la información encontrada de los diferentes manuales para recrear como una película paso a paso el circuito de lubricación del motor.
- Analizar las funciones del circuito de lubricación del motor Makila 1A1 del helicóptero Super Puma.
- Plantear alternativas de la elaboración de un material didáctico.
- Organizar el circuito de lubricación para la elaboración del material didáctico.
- Elaborar el diseño y animación del diagrama de lubricación del motor Makila 1A.
- Probar el funcionamiento del material didáctico aplicado en el circuito de lubricación.

## **JUSTIFICACIÓN**

La preparación, capacitación y adiestramiento de los técnicos especialistas en motores hace que la elaboración de un método didáctico interactivo del circuito de lubricación del motor Makila 1A del helicóptero Super Puma, sea de gran importancia, el cual servirá como material de instrucción de la ESCUELA TÉCNICA DE AVIACIÓN DE EJÉRCITO N° 15.

Este trabajo es la respuesta a facilitar y mejorar la calidad de capacitación de los técnicos especialistas en motores de la BRIGADA AÉREA DEL EJÉRCITO N° 15 "PAQUISHA" en el conocimiento del sistema de lubricación del motor Makila 1A del helicóptero Super Puma.

Dicha información servirá como material didáctico de apoyo para los alumnos de ESCUELA TÉCNICA DE AVIACIÓN DE EJÉRCITO N° 15 y además como guía para los instructores directamente encargado de la especialidad de motor Makila 1A.

## **ALCANCE**

La información acerca del sistema didáctico interactivo del circuito de lubricación del motor Makila 1A se recopila en un disco compacto, de forma organizada.

El método interactivo se basa del circuito de lubricación del Motor Makila 1A y tiene lo siguiente:

- Descripción general.
- Funcionamiento del circuito.
  - a. Alimentación
  - b. Recuperación
  - c. Desgasificación
- Lubricación de los elementos.
- Accesorios del circuito (filtro, intercambiador de temperatura, desgasificador centrífugo)



# CAPITULO I

## 1.1 Generalidades del helicóptero Súper Puma.



**Fig. 1.1 Helicóptero Súper Puma**

El helicóptero AS 332L Súper Puma de la AEE es una nave que se distingue por su excelente maniobrabilidad sobre terreno montañoso y bajo vientos fuertes. El Súper Puma es capaz de transportar 8,000 libras de carga externa ó 22 pasajeros.

El Súper Puma AS 332L es un helicóptero militar y civil bimotor (Makila 1A) de peso medio. Su amplia cabina y características operativas explican su éxito, en especial al transportar pasajeros. Su amplia reserva de potencia, su nivel de seguridad y su comodidad hacen del Súper Puma AS 332L un aparato de gran reserva de potencia, comodidad y de seguridad sea apropiado para operaciones militares u otros usos.

### 1.1.0.1 Datos técnicos.

- Peso máximo.....8600 Kg.  
(Con carga externa).....9350 Kg.
- Carga útil.....4100 Kg.

- Capacidad .....2 pilotos mas 22 pasajeros.
- Posee dos motores Turbomeca Makila 1 A.
- Potencia máxima de emergencia 1400 kw.
- Velocidad de crucero rápido (con peso máximo) 141 nudos (262 km /h).
- Autonomía máxima (despegue con peso máximo, con depósito de combustible auxiliar central):.....523 millas náuticas (968 km).

## **1.2 Generalidades del motor Makila 1A.**

### **1.2.0.1 Principio de concepción.**

Al final de los años setenta para responder a las necesidades de motorización de nuevas generaciones de helicópteros.

La concepción esta basada en dos parámetros.

1. Un ciclo termodinámico optimizado (masa reducida y consumo fiable).
2. Componentes simples y fiables (reducción de costos).

### **1.2.0.2 Principales etapas del desarrollo.**

La versión de base ha sido certificada en 1979 por los servidores de aeronavegabilidad franceses.

El primer motor de serie fue entregado desde 1980 y la propuesta fue que la producción continúe en las siguientes décadas, se predestino que estuvieren al servicio más allá del año 2000.

El motor es objeto de mejoras permanentes tendiendo a acrecentar las prestaciones y la fiabilidad.

### 1.2.0.3 Familia MAKILA.

El makila puede ser considerado como la síntesis armónica de los modelos anteriores:

ASTAZOU XX	Por sus prestaciones excepcionales.
TURMO	Por la gran experiencia adquirida.

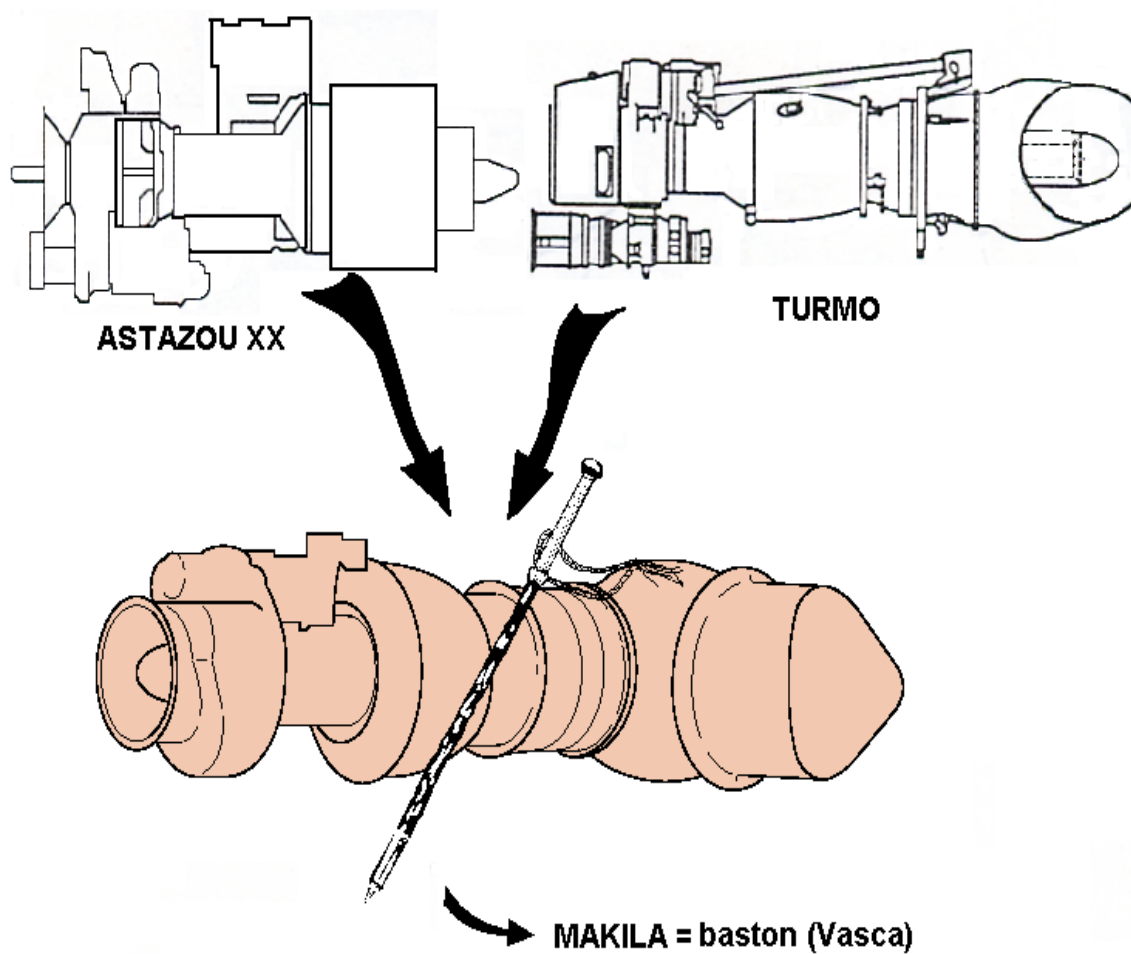


Fig. 1.2 Concepción del Makila 1A.

## **1.2.1 Datos técnicos.**

**1.2.1.0.1 Potencia del motor MAKILA 1A.-** es un turbomotor de 1300 Kw.

**1.2.1.0.2 Árbol de motor:** dos

1. generador de gas.
2. turbina libre.

La turbina libre gira a velocidad constante de 22 850 r.p.m. a 100 %.

**1.2.1.0.3 Sentido de la rotación del motor.-** visto por detrás, es:

- Sentido horario inverso para el generador de gas.
- Sentido horario inverso para la turbina libre y el árbol de potencia.
- Los dispositivos de control y de funcionamiento.

**1.2.1.0.4 Accesorios del motor Makila 1A.**

- Circuito de lubricación.
- Circuito de combustible.
- Circuito de encendido.
- Circuito de aire.
- Circuito de mando y control.
- Circuito de detección de incendio.

**1.2.1.0.5 Dominio de funcionamiento climático.**

- Altitud: de  $h = - 500$  metros a  $h = 6000$  metros.
- Temperatura: de  $- 50^{\circ}\text{C}$  a  $50^{\circ}\text{C}$ .

**1.2.1.0.6 Temperatura T4 máxima de los gases.**

**A.** En el arranque  $\leq 6000$  m

- $750^{\circ}\text{C}$  sin limitación de duración.
- $800^{\circ}\text{C}$  en menos de 5 segundos.
- $810^{\circ}\text{C}$  en menos de 2 segundos.

**B.** En régimen máximo de emergencia.

- del orden de: 810 °C.

**C.** En régimen de despegue.

- T4 máxima estabilizada: 785 °C.

**D.** En régimen intermedio de emergencia y 30 minutos.

- T4 máxima estabilizada: 775 °C ( antes de TU71)  
785 °C (después de TU71)

**E.** En régimen máximo continuo.

- T4 máxima estabilizada 735 °C.

**F.** Sobre temperatura en funcionamiento del motor.

- Si la temperatura T4 sobrepasa las limitaciones, reducir la velocidad del generador de gas para conducir a la temperatura en los límites, salvo en la Potencia Máxima de Urgencia, anotar el rebasamiento en la libreta del motor después de la verificación de la cadena de medida. Desmontar el motor y enviarlo a la fábrica si la temperatura T4 excede 810°C.

**1.2.1.0.7 Temperatura del aceite** (medida con una sonda de temperatura a la salida del intercambiador aceite-combustible).

- Máxima en funcionamiento: 120°C.

**1.2.1.0.8 Presión del aceite** (Mini presión del aceite señalada por manocontactador calibrado a 1,7 bar. además del indicador de presión).

- Presión mínima: 1,7 bares.
- Presión normal en funcionamiento, comprendida entre 1,7 y 6 bares.

NOTA: Es posible un encendido de alarma con una configuración en "g" negativo, para una presión de aceite mínima de 1.7 bares.

**1.2.1.0.9 Capacidad y consumo de aceite.**

	ANTES DE TU82	DESPUES DE TU82
• cuerpo total	16,5 dm3	13,8 dm3
• volumen de aceite indicado a nivel máximo	7,6 dm3	4,9 dm3
• volumen de aceite indicado a nivel mínimo	4,3 dm3	2,9 dm3

Consumo de aceite: inferior a 0,3 dm3/h.

**1.2.1.1 Combustible (el que utiliza).**

- JET A1 proveniente del rango de la fracción del Kerosén.

**1.2.1.2 Designaciones Internacionales del JET A1.**

NOMBRE DEL COMBUSTIBLE	SIMBOLO NATO	ESPECIFICACIONES			ADITIVO ANTI HIELO
		USA.	UK.	FRANCIA	
KEROSEN 50 (JP 1) (AVTUR F5.II)	F 35	ASMT JET A1	D.ENG. RD 2494	AIR 3405- F-35	NO INCORPORADO

### **1.2.1.3 Temperatura del combustible (sin medir en el motor).**

- Temperatura máxima: 50 °C.

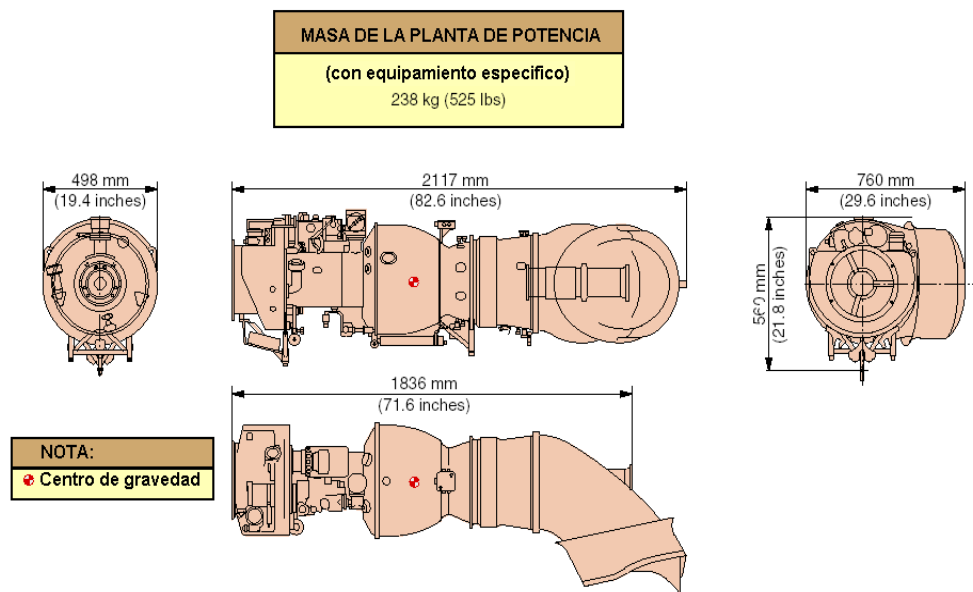
### **1.2.1.4 Velocidades de rotación.**

- Velocidad del generador de gas (NG) medida con taquímetro (100%=33.200 rpm).
- Sobre velocidad máxima (NG) en fase transitoria: 34.860 rpm 105 %, limitada a 20 seg.
- Velocidad de la turbina libre (NTL) Velocidad constante: 100% rpm =22.850.
- Sobre velocidad máxima (NTL) en fase transitoria: 26.735 rpm 117 %. limite 20seg.

### **1.2.1.5 Limitaciones eléctricas.**

- Tensión mínima en los accesorios durante el arranque: 14 Voltios.
- Consumo del arrancador en punta:  $I < 1000$  A.
- Arrancador: limitado a 3 arranques consecutivos o a 1 falso arranque + 1 ventilación + 1 arranque luego de un plazo de 20 min. para dejar enfriar.
- Tensión máxima en funcionamiento: no debe sobrepasar 32 Voltios.

### 1.2.1.6 La masa del GTM equipado es de: 238 kg.



**Fig. 1.3 La masa del Makila 1A equipado.**

### 1.2.2 Características.

El motor transforma la energía cinética liberada en la combustión en energía mecánica por la toma de potencia. Pertenece a la familia de Turbomotor por que la potencia sobre la “toma de potencia” acciona a un receptor (rotor principal) del Helicóptero Súper Puma AS-332B.

- Tipo: Turbina libre.
- Capacidad en el tanque de aceite: 4.9 lts (1.27 US G).
- Tipo de aceite: Aceite sintético MOVIL JET OIL II.
- Potencia: 1300 kW.
- Velocidad del generador de gas N1: 33200 RPM (100%).

Dirección de rotación anti-horario.

- Velocidad de la turbina libre N2: 22850 RPM (100%).

Dirección de rotación anti-horario.

- Peso del motor equipado: 238 Kg (525 Lb).



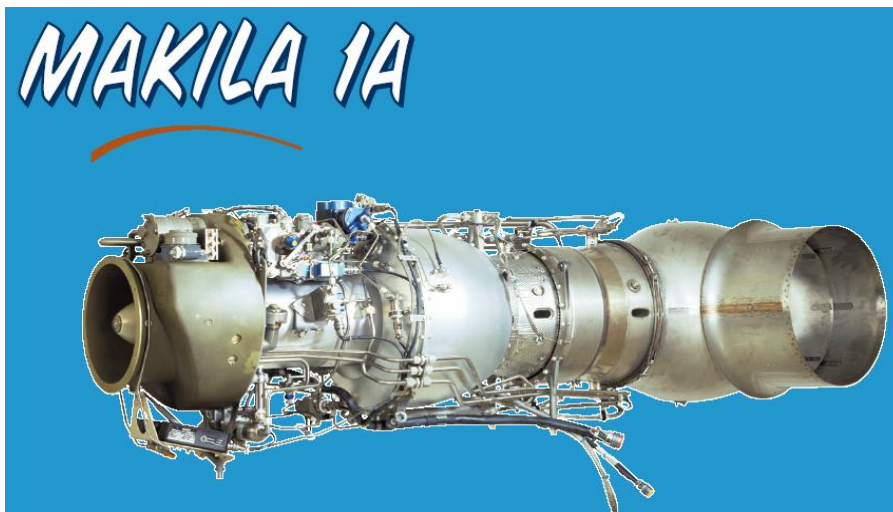
➤ Dimensiones:

Ancho: 498 mm.

Alto: 560 mm.

Largo: 1836 mm.

### 1.2.3 Descripción general.



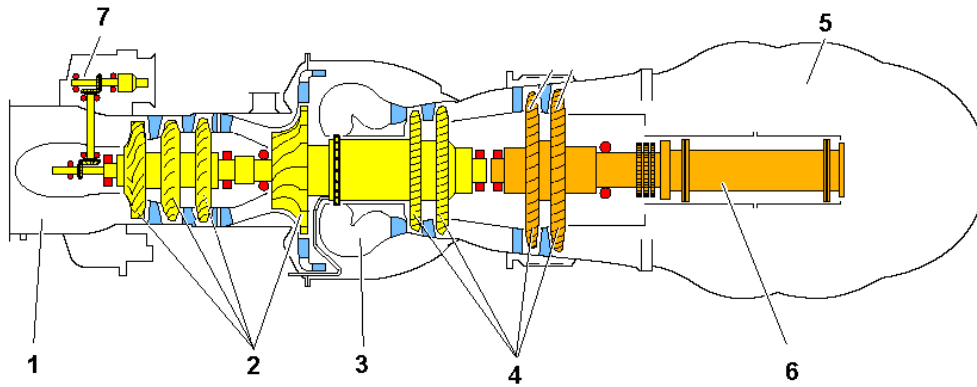
**Fig.1.4 Motor Makila 1A.**

#### 1.2.3.1 Descripción del motor Makila 1A.

##### 1.2.3.1.1 Componentes funcionales.

El turbomotor está formado por componentes funcionales que se pueden identificar en el plano general:

1. Entrada de aire.
2. Compresores.
3. Cámara de combustión.
4. Turbinas.
5. Escape.
6. Toma de potencia.
7. Accionamiento de los accesorios.

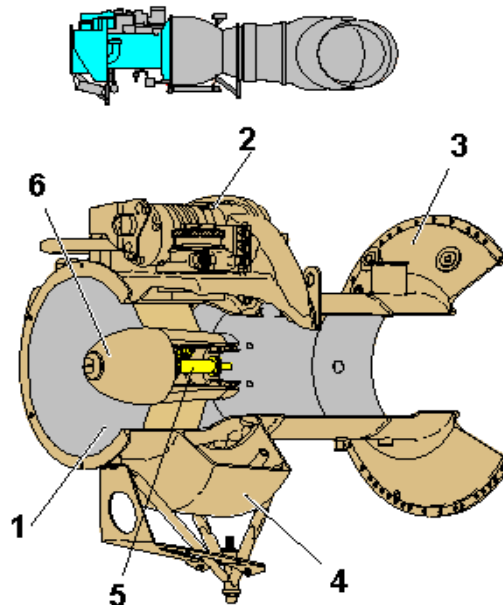


**Fig. 1.5 Descripción del motor Makila 1A.**

**1.2.3.1.1 Entrada de aire.**

La admisión de aire en el motor se efectúa mediante una entrada frontal y un cárter con sección de paso anular. Además, el cárter forma la capacidad del depósito de aceite y el alojamiento de la cadena del accionamiento de los accesorios.

La perspectiva que damos a continuación ilustra el conjunto que constituye un modulo completo: modulo no 1.



**Fig. 1.6 Entrada de aire.**

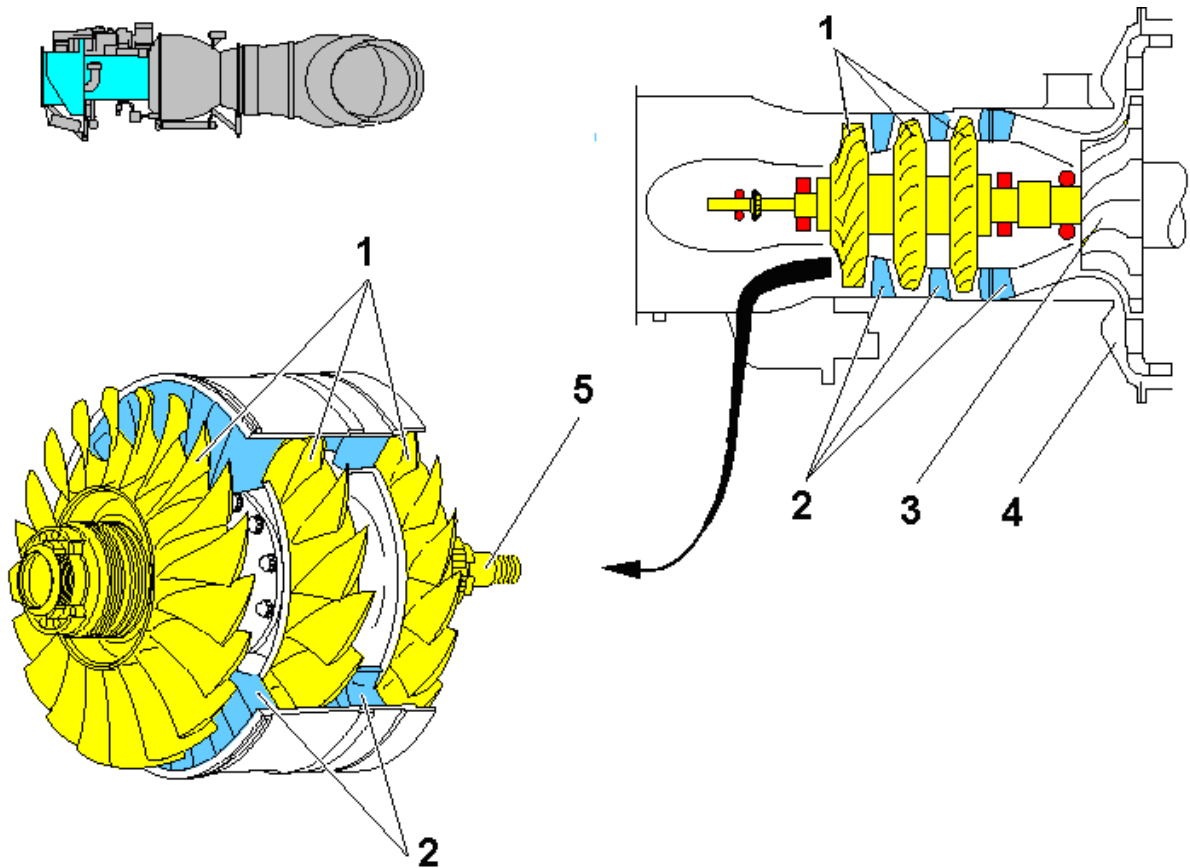
#### 1.2.3.1.1.1 Elementos de la entrada de aire.

1. **Entrada de aire** (Paso anular en el cárter de aleación ligera fundida y mecanizada. El cárter forma también el soporte de accesorios y el depósito del aceite).
2. **Soporte de accesorios** (Alojamiento de la cadena de accionamiento de los accesorios en la parte superior del cárter).
3. **Contracárter** (Cárter de acero que forma parte del alojamiento de los compresores. Fijado con pernos en el cárter de la entrada).
4. **Deposito de aceite** (Capacidad del aceite de lubricación en la parte inferior del cárter de entrada).
5. **Accionamiento de los accesorios** (Piñón cónico unido al árbol del generador de gas. Accionamiento de los accesorios por un árbol que pasa dentro del brazo superior del cárter).
6. **Cono de entrada** (Carenado de penetración del aire, antihielo por flujo de aceite de lubricación).

#### 1.2.3.1.1.2 Compresor axial.

El compresor axial de 3 etapas asegura una primera compresión que permite sobrealimentar el compresor centrífugo .Forma parte (salvo el difusor de la tercera etapa) del módulo no 2.

Empecemos por localizar los elementos en un corte simplificado y en una vista en perspectiva.



**Fig.1.7 Compresor axial.**

#### 1.2.3.1.1.2.1 Elementos del compresor axial.

1. **Ruedas del compresor** (alabes de cuerda ancha talladas en un disco)
2. **Estatores** (o difusor-álabe guía del compresor, 1 hilera de alabes con sección de paso divergente).
3. **Compresor centrífugo** (detalles en la sección siguiente).
4. **Cárteres** (cárter exterior de alojamiento del compresor).

Nota: El conjunto del compresor axial constituye el modulo N° 2.

### 1.2.3.1.1.3 Compresor centrífugo.

El compresor centrífugo asegura la compresión principal, el cual admite el aire comprimido del compresor axial y lo transforma en flujo centrífugo y es enviado a la entrada de la cámara de combustión alimentando en flujo dividido. El conjunto pertenece al módulo de alta presión del generador de gas (módulo N°3).

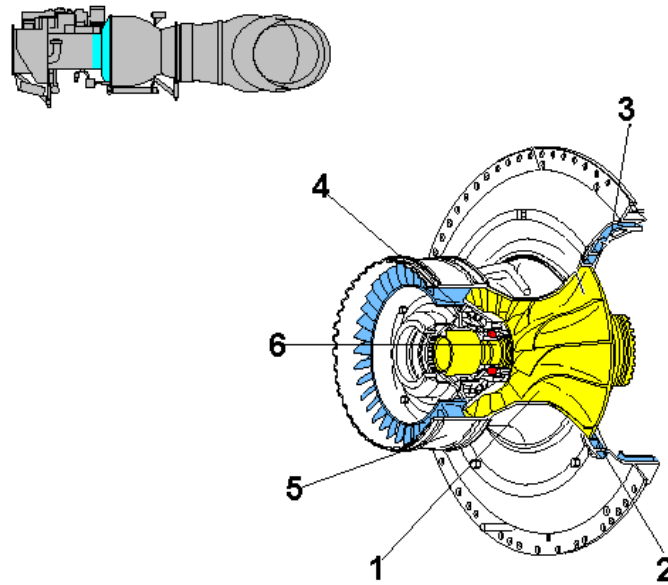


Fig. 1.8 Compresor centrífugo.

#### 1.2.3.1.1.3.1 Elementos del compresor centrífugo.

1. **Rueda compresor centrífugo.-** (Rotor monobloque de acero, montado en la rueda de inyección del combustible por curvic-coupling y fijado con el árbol axial por un tomillo central).
2. **Difusor 1ra etapa.-** (Alabes radiales solidarios de la tapa trasera del compresor, tapa que forma un mámparo entre el compresor y la cámara de combustión).
3. **Difusor 2da etapa.-** (Alabes axiales en la periferia de la tapa trasera del compresor).

4. **Cojinete.-** (Cojinete de bolas montado en una caja flexible, estanqueidad por laberinto presurizado).

5. **Difusor 3ra etapa del compresor axial.-** (Hilera simple con TU 83).

6. **Tornillo central.-** (Acoplamiento del compresor en el árbol).

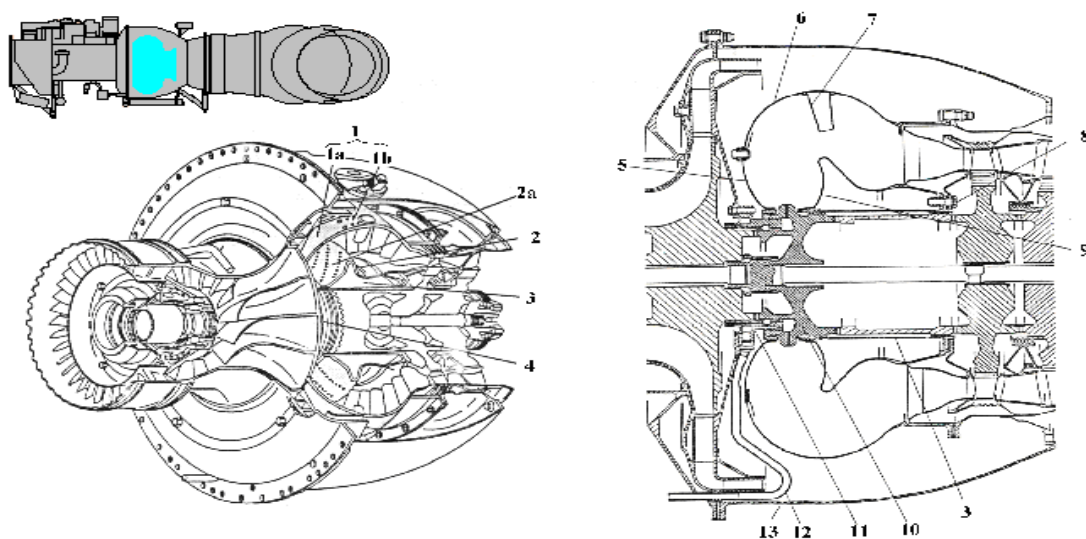
Nota: Rueda centrífuga de titanio en el MAKILA 1A.

#### 1.2.3.1.1.4 Cámara de combustión.

La cámara de combustión es de tipo anular, con flujo directo e inyección rotativa de combustible, en el cual el flujo de aire dividido en dos caudales es utilizado para:

- El caudal primario se mezcla con el combustible pulverizado por la inyección rotativa para combustión.
- El caudal secundario para la dilución de los gases quemados en la cámara de combustión.

Pertenece el modulo N° 3.



**Fig. 1.9 Cámara de combustión.**

#### **1.2.3.1.1.4.1 Elementos de la cámara de combustión.**

##### **1. Parte exterior de la cámara de combustión.**

- 1a. Chapa de turbulencia delantera (Placa provista de orificios calibrados para el paso del aire primario).
- 1b. Mezclador (Envuelta provista de orificios calibrados y tubos para el paso del aire de dilución).

##### **2. Parte interior de la cámara de combustión.**

- 2a. Chapa de turbulencia trasera (Placa provista de orificios calibrados para el paso de la 2da parte de aire primario).
- 3. **Virola** (Pieza que rodea el árbol de la turbina-compresor).
- 4. **Rueda de inyección de combustible** (Rueda centrífuga con surtidores de pulverización de combustible).
- 5. **Chapa de turbulencia delantera.**
- 6. **Mezclador.**
- 7. **Tubos de dilución.**
- 8. **Fijación en el distribuidor.**
- 9. **Chapa de turbulencia trasera.**
- 10. **Rueda de inyección de combustible.**
- 11. **Rampa de distribución.**
- 12. **alimentación lateral de combustible.**
- 13. **Cárter exterior.**

Nota: Orificios calibrados de la cámara taladrados mediante un haz de electrones.

### 1.2.3.1.1.5 Turbina del generador de gas.

Es una turbina axial de 2 etapas. La turbina generadora extrae la energía cinética para transformar en movimiento el cual acciona la turbina de gas para mediante el árbol acciona los compresores. El flujo sigue su expansión en turbina libre que suministra la potencia en el árbol de salida. Pertenece al módulo N° 3.

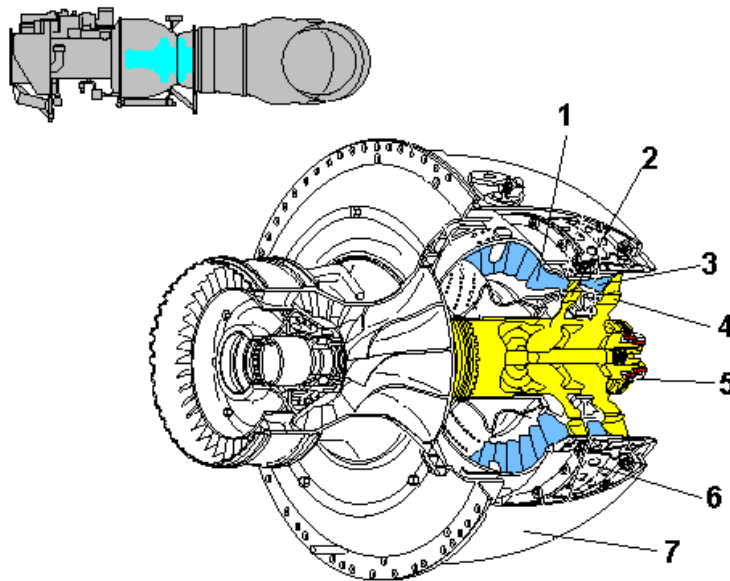


Fig. 1.10 Turbina del generador de gas.

#### 1.2.3.1.1.5.1 Elementos de la turbina generadora de gas.

1. **Distribuidor 1ra etapa** (Montado por una parte en la parte externa y por otra, en la interna de la cámara de combustión. Por otro lado, alabes huecos para el paso de aire de combustión).
2. **Rueda de la turbina 1ra etapa** (Disco y alabes montados en pie de pino. Rueda ensamblada por curvic-coupling).
3. **Distribuidor 2da etapa** (Alabes solidarios con un anillo).
4. **Rueda de la turbina 2da etapa** (Disco y alabes montados en pie de pino).
5. **Blindaje** (Retención de los pedazos en caso de rotura de alabe).



6. **Cojinete trasero del generador de gas** (Cojinete de rodillos en una caja en estrella).

7. **Cárter de la turbina** (Alojamiento de las turbinas y de la cámara de combustión).

#### 1.2.3.1.1.6 Turbina libre.

La turbina libre (llamada también turbina de trabajo y turbina de potencia) es de tipo axial de 2 etapas. Excepto el distribuidor de la 1ra etapa montado en el difusor intermedio, que forma el módulo N° 4 constituye un módulo, el N° 5.

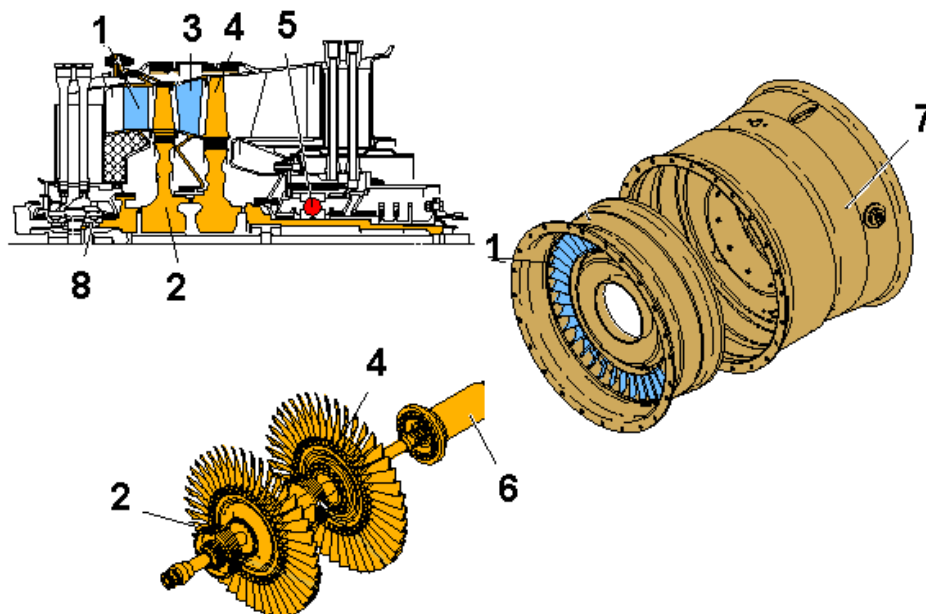


Fig. 1.11 Turbina libre.

##### 1.2.3.1.1.6.1 Elementos de la turbina libre.

1. **Distribuidor 1ra etapa** (Alabes en el difusor intermedio).
2. **Rueda de la turbina 1ra etapa** (Alabes montados en pie de pino, disco ensamblado por curvic-coupling)
3. **Distribuidor 2da etapa** (Alabes en el cárter).

4. **Rueda de la turbina 2da etapa** (Alabes montados en pie de pino, disco ensamblado por curvic-coupling en la 1ra etapa y en el árbol de salida).
5. **Cojinete trasero** (Cojinete de bolas, estanqueidad por sellos de laberinto presurizados).
6. **Árbol de la turbina libre** (Con acanaladuras de toma de potencia y ruedas fónicas de detección de velocidad).
7. **Blindaje** (Retención de los pedazos en caso de rotura).
8. **Cojinete delantero** (Cojinete de rodillos en la caja del difusor).

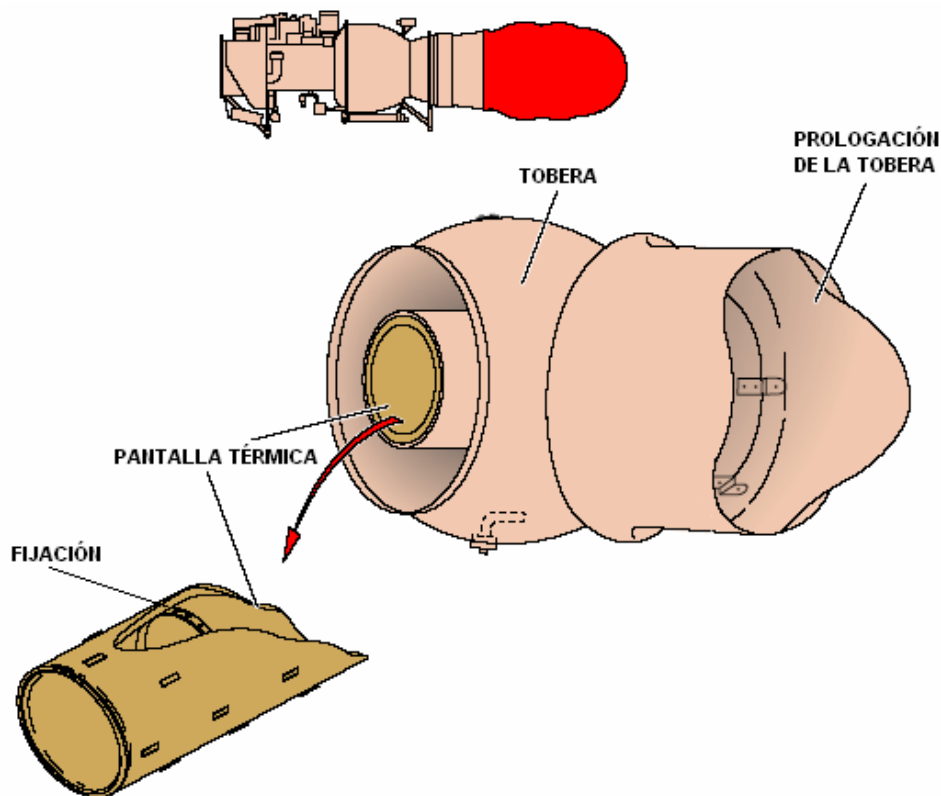
#### **1.2.3.1.1.7 Escape.**

La tobera de escape está fijada en la brida trasera del cárter de la turbina libre. Es orientado según la posición del motor en la aeronave. La temperatura de los gases de escape al medio ambiente es de 570 °C.

##### **1.2.3.1.1.7.1 Elementos Principales:**

1. **Tobera.-** Conjunto calderado de acero inoxidable.
2. **Fijación.-** Por abrazadera en la brida trasera del cárter de la turbina libre.
3. **Pantalla Térmica.-** Protección de toma de movimiento y captadores contra la difusión calorífica.
4. **Prolongación de la tobera.-** Con paso Venturi para acelerar la ventilación del compartimiento del motor.

Nota: La tobera no pertenece a un módulo.



**Fig. 1.12 Escape.**

#### **1.2.3.1.1.8 Árbol de transmisión de potencia.**

El árbol de potencia transmite el movimiento de la turbina libre a la caja de transmisión principal del helicóptero . Absorbe las fuerzas de torsión, longitudes y desalineamientos.

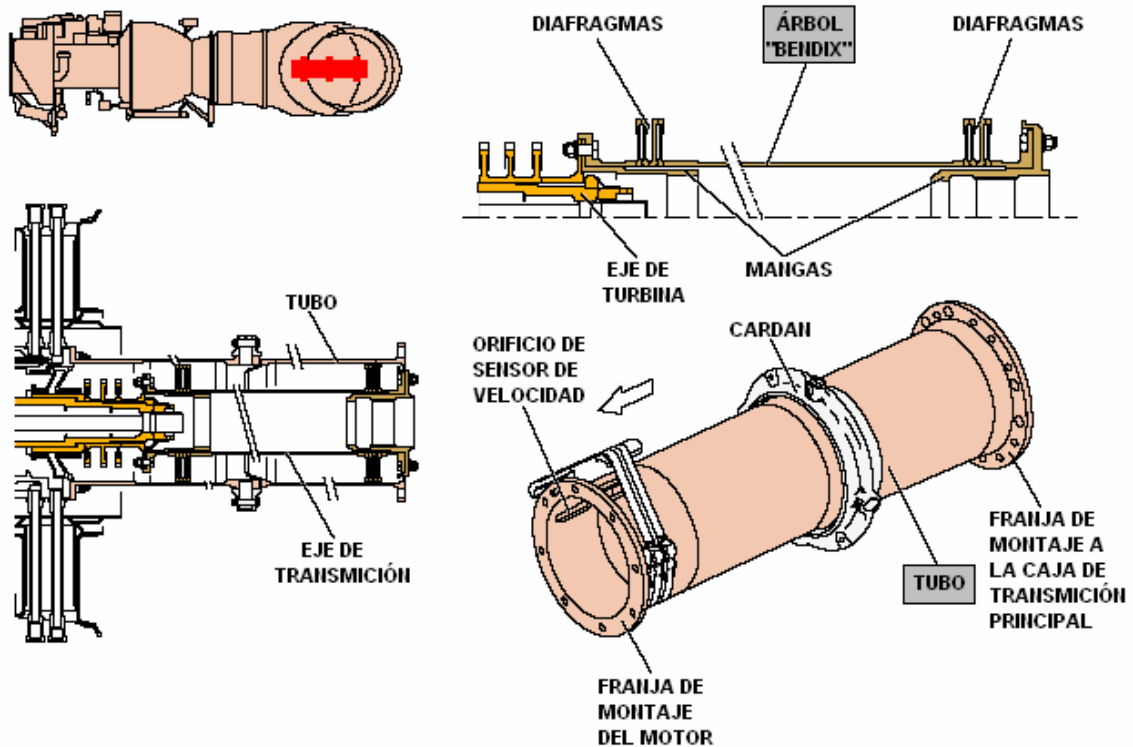
El eje transmite la energía del motor. Absorbe el esfuerzo de torsión y toma los movimientos leves.

La toma de movimiento está formada por brida trasera del árbol de la turbina libre. La transmisión de potencia se efectúa por un árbol flexible “Bendix” suministrado por el constructor de la aeronave.

##### **1.2.3.1.1.8.1 Elementos Principales:**

**Tubo.-** Aloja el árbol y forma parte del soporte trasero del motor.

**Árbol de transmisión.-** Árbol flexible “Bendix”.

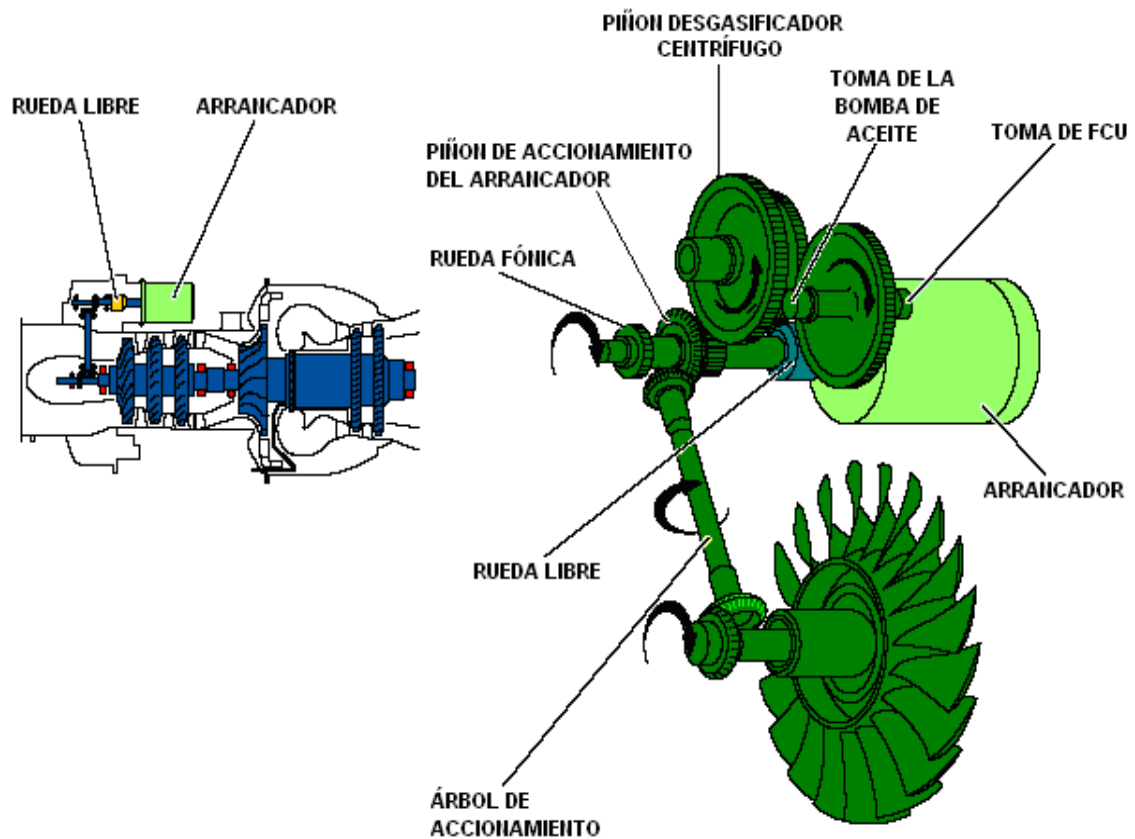


**Fig. 1.13 Árbol de transmisión de potencia.**

#### **1.2.3.1.1.9 Accionamiento de los accesorios.**

En el compresor axial del motor hay un eje que impulsa a los accesorios. Un engranaje cónico en este eje conduce un eje vertical que pase a través del puntal superior de la cubierta de los accesorios. Los accesorios incluyen 3 engranajes apoyados por los rodamientos de bolas.

1. **Engranaje impulsor del arrancador.-** Este engranaje es conducido por el arrancador a través de una rueda libre. Incluye una rueda fónica para la señal de la velocidad N1 (23356 RPM).
2. **Engranaje centrífugo del respiradero.-** Es un engranaje doble que tiene una velocidad de 5389 RPM.
3. **Unidad de Control de Combustible y engranaje de la bomba de aceite.-** Este engranaje conduce la bomba del aceite en el frente y la unidad de control de combustible en la parte posterior.



**Fig. 1.14 Accionamiento de los accesorios**

**1.2.3.1.1.9.1 Arrancador.-** Montado en la cara delantera de la caja de accionamiento de los accesorios, acciona el conjunto giratorio del generador de gas durante el arranque o durante una ventilación.

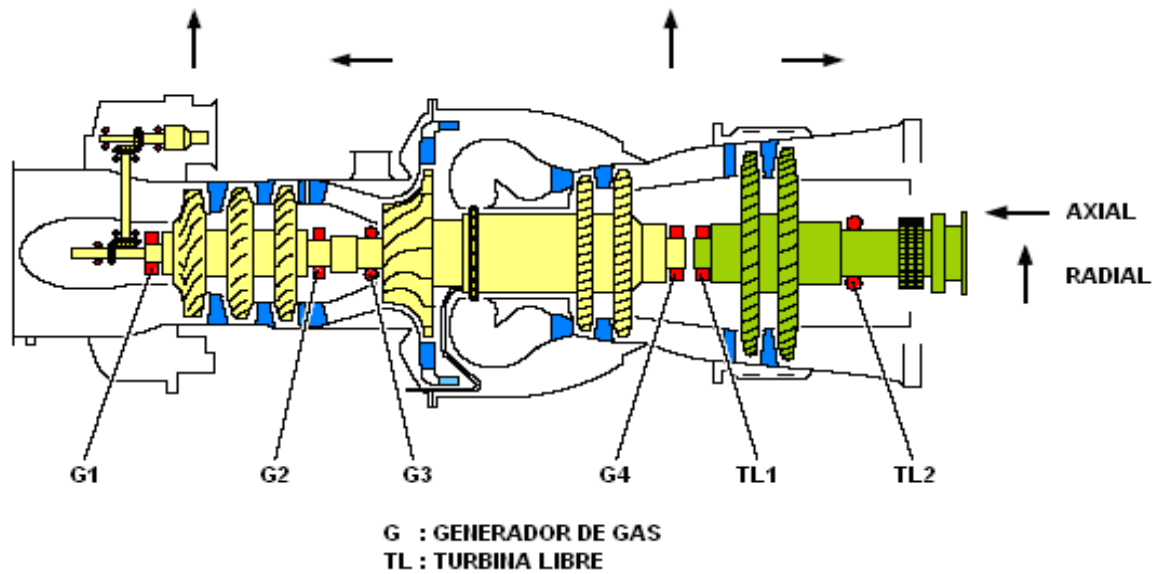
**1.2.3.1.2 Conjuntos giratorios.**

**1.2.3.1.2.1 Cojinetes.**

Los cojinetes giratorios, que por otro lado son objeto de operaciones de equilibrio.

**Cojinetes y módulos:**

- Anillo exterior G1, módulo MO1.
- G1 y G2, módulo MO2.
- G3 y G4, módulo MO3.
- Anillos G4 y TL1, módulo MO4.
- TL1 y TL2, módulo MO5.



**Fig. 1.15 Cojinetes**

**1.1. Tabla de descripción de los cojinetes**

Nº	DESCRIPCIÓN	TIPO
<b>G1</b>	Cojinete delantero del compresor axial	Cojinete de rodillos axial
<b>G2</b>	Cojinete trasero del compresor axial	Cojinete de rodillos
<b>G3</b>	Cojinete del compresor centrífugo	Cojinete de bolas
<b>G4</b>	Cojinete trasero del generador de gas	Cojinete de rodillos
<b>TL1</b>	Cojinete delantero de la turbina libre	Cojinete de rodillos
<b>TL2</b>	Cojinete trasero de la turbina libre	Cojinete de bolas

## **1.2.4 DIAGRAMAS DEL CIRCUITO DE LUBRICACIÓN DEL MOTOR**

### **MAKILA 1A.**

#### **1.2.4.1 Principios básicos de lubricación.**

##### **1.2.4.1.1 Generalidades.**

Lubricantes son sustancias aplicadas a las superficies de rodadura, deslizamiento o contacto del motor para reducir el rozamiento entre las partes móviles. Los lubricantes naturales pueden ser fluidos o semifluidos (como los aceites orgánicos y minerales), semisólidos, como la grasa o sólidos como el grafito. Entre los lubricantes sintéticos están las siliconas y otros productos especiales capaces de soportar temperaturas muy altas. Estos productos pueden tomar la forma de recubrimientos que permiten a las partes móviles lubricarse por sí solas o de aceites que se descomponen sin dejar sedimentos generadores de rozamiento.

Para la utilización de lubricantes en la industria y especialmente en los motores de aviación se utiliza exclusivamente aceites sintéticos.

Propiedades fundamentales de aceite para lubricación son:

- Densidad o cuerpo.
- Características de antifricción.
- Mínima variación de viscosidad con temperatura.
- Mantener la fluidez a baja temperatura.
- Capacidad de refrigeración.
- Resistencia a la oxidación.
- No propiedades corrosivas, ni formar depósitos.
- Elevadas temperaturas de combustión e inflamación

La función del circuito de lubricación es proveer el aceite en la presión y cantidad necesaria a los cojinetes y caja de accesorios del motor, lubricando y refrigerando las partes que están expuestas a fricción disminuyendo el rozamiento entre las partes metálicas en movimiento por la interposición del aceite entre las mismas.

La finalidad del circuito es doble lubricar y refrigerar.

**1.2.4.1.1.1 La lubricación.-** es para disminuir el rozamiento o desgaste entre las piezas móviles.

Además, los motores también necesitan.

**1.2.4.1.1.2 Refrigeración.-** En el momento de su funcionamiento la temperatura del motor es mucho mayor que el punto de fusión del hierro. Si no se refrigeraran, se calentarían tanto que se bloquearían o solidificarían.

#### **1.2.4.1.2 APLICACIÓN**

En la actualidad los lubricantes se aplican muchas veces mecánicamente para un mejor control, por lo general mediante válvulas, anillos o cadenas giratorias, dispositivos de inmersión o salpicado o depósitos centrales y bombas. La grasa y otros lubricantes similares se aplican mediante prensado, presión o bombeo. Para un lubricado eficaz hay que elegir el método de aplicación más adecuado además de seleccionar un lubricante. Y en el caso de aviación hay que aplicar el método establecido en la orden técnica.

El circuito de lubricación cabe recalcar que es un sistema de transporte de fluidos.

#### **1.2.4.1.3 LUBRICANTES.**

El circuito de lubricación esta diseñado para operar en las condiciones prescritas de funcionamiento de la aeronave por tal virtud se deduce que las



características del aceite para lubricación y refrigeración, deben ser de características de acuerdo a su aplicación.

Y en consideración a lo anterior han considerado que el aceite sintético es el idóneo para su aplicación. Se caracteriza por sus excelentes propiedades de viscosidad, temperatura, baja volatilidad y punto de cristalización.

**1.2.4.1.3.1 Viscosidad.-** propiedad de un fluido que tiende a oponerse a su flujo cuando se le aplica una fuerza. Los fluidos de alta viscosidad presentan una cierta resistencia a fluir; los fluidos de baja viscosidad fluyen con facilidad. La fuerza con la que una capa de fluido en movimiento arrastra consigo a las capas adyacentes de fluido determina su viscosidad, que se mide con un recipiente (viscosímetro) que tiene un orificio de tamaño conocido en el fondo. La velocidad con la que el fluido sale por el orificio es una medida de su viscosidad.

**1.2.4.1.3.2 Flujos de la capa límite.-** según la teoría molecular, cuando un fluido empieza a fluir bajo la influencia de la gravedad, las moléculas de las capas estacionarias del fluido deben cruzar una frontera o límite para entrar en la región de flujo. Una vez cruzado el límite, estas moléculas reciben energía de las que están en movimiento y comienzan a fluir. Debido a la energía transferida, las moléculas que ya estaban en movimiento reducen su velocidad. Al mismo tiempo, las moléculas de la capa de fluido en movimiento cruzan el límite en sentido opuesto y entran en las capas estacionarias. El resultado global de este movimiento bidireccional de un lado al otro del límite es que el fluido en movimiento reduce su velocidad.

Para hacer que una capa de fluido se mantenga moviéndose a mayor velocidad que otra capa es necesario aplicar una fuerza continua.

**1.2.4.1.3.3 Efectos del calor.-** la viscosidad de un fluido disminuye con la reducción de densidad que tiene lugar al aumentar la temperatura. En un fluido menos denso hay menos moléculas por unidad de volumen que puedan transferir impulso desde la capa en movimiento hasta la capa estacionaria. Esto, a su vez, afecta a la velocidad de las distintas capas. El momento se transfiere con más dificultad entre las capas, y la viscosidad disminuye. En algunos líquidos, el aumento de la velocidad molecular compensa la reducción de la densidad. Los aceites de silicona, por ejemplo, cambian muy poco su tendencia a fluir cuando cambia la temperatura, por lo que son muy útiles como lubricantes cuando una máquina está sometida a grandes cambios de temperatura.

**1.2.4.1.3.4 Aditivos.-** son compuestos químicos destinados a mejorar las propiedades de un lubricante establecido. El incremento de alguna sustancia mejora las propiedades o añade otras que no poseía el aceite, que son considerados para su utilización.

**1.2.4.1.3.5 Estanqueidad.-** Para todos los cojinetes, por laberintos provistos de depósitos desgastables y presurizados.

#### **1.2.4.2 Descripción general del circuito.**

El circuito asegura la alimentación, recuperación y desgasificación del aceite para la lubricación y el enfriamiento mediante el aceite sintético a los elementos del motor Makila 1A1 de forma controlada tanto presión, temperatura y captadores magnético.

Íntegramente autónomo, es decir de cárter seco, con flujo de caudal total.

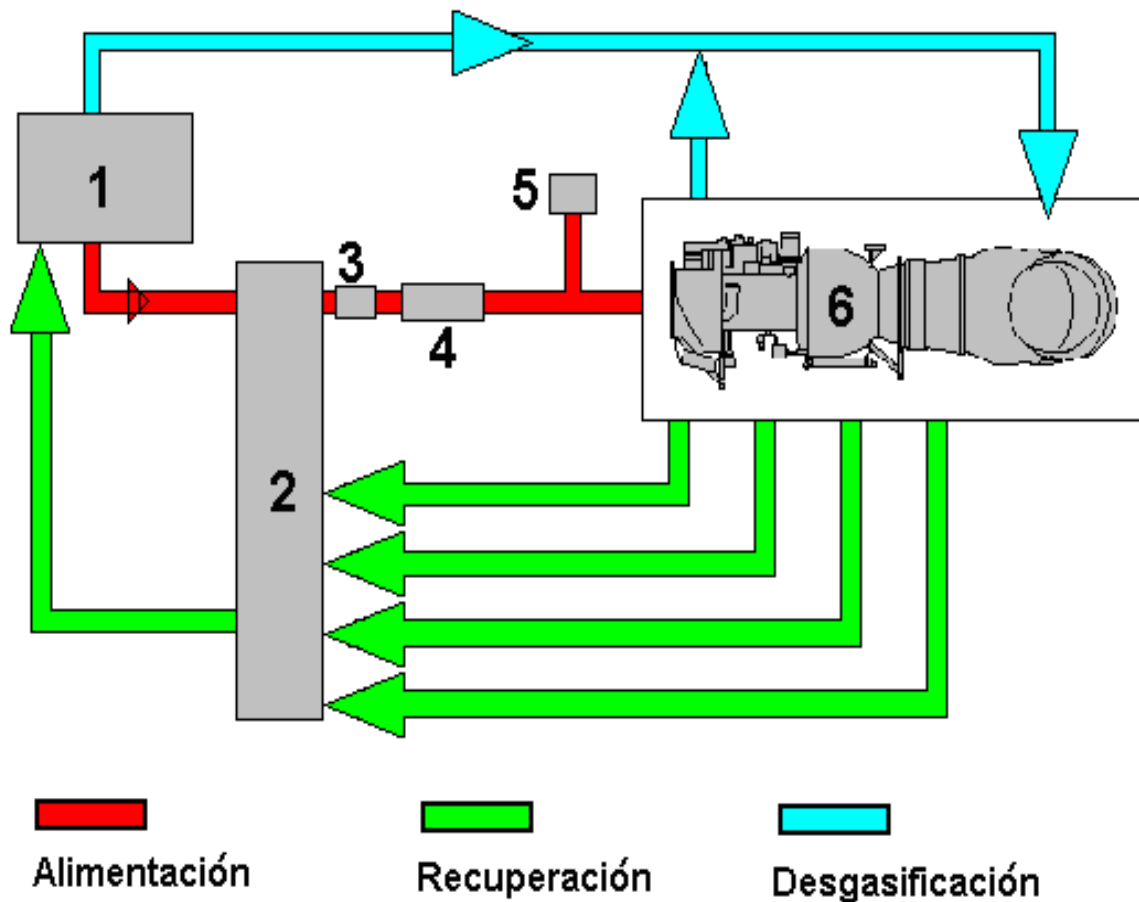


Fig. 1.16 Esquema en bloque del circuito de lubricación.

#### 1.2.4.3 Elementos del esquema en bloque del circuito de lubricación del motor Makila 1A.

1. **Depósito de aceite**(Compuesto de la cavidad inferior del cárter de la entrada de aire)
2. **Bombas de aceite**(Bombas de engranajes: 1 de presión y 4 de recuperación)
3. **Conjunto de filtrado**(Filtro metálico provisto de una válvula de derivación)

4. **Intercambiador de temperatura**(Enfriamiento del aceite por flujo de combustible)

5. **Dispositivo de control**(Indicación de presión de temperatura)

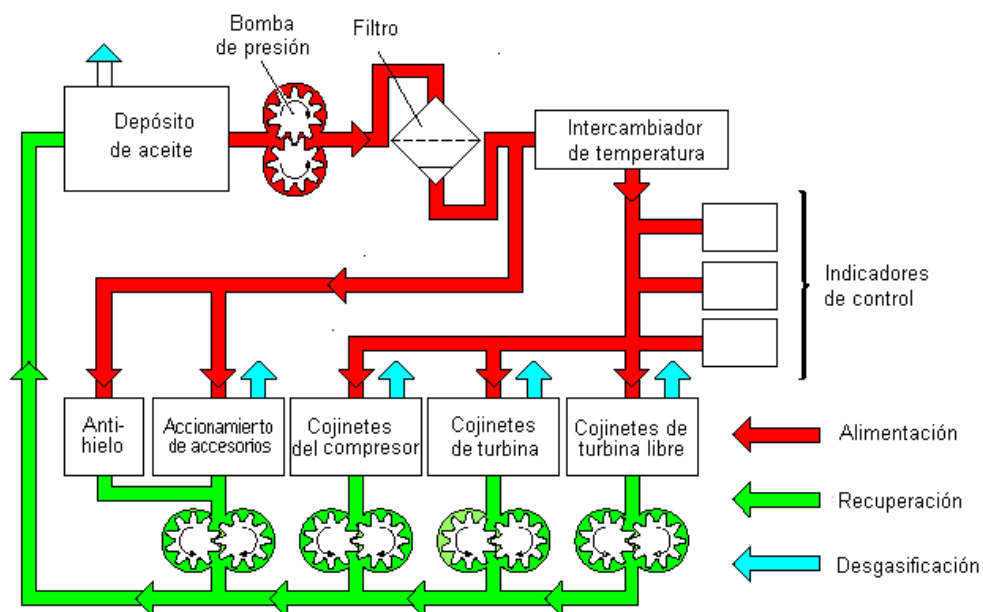
6. **Motor** (conductos, surtidos, tamices, tapones magnéticos...)

### 1.2.5 Funcionamiento del circuito de lubricación del motor Makila 1A.

#### 1.2.5.1 Generalidades.

La bomba aspira del depósito integral y descarga el aceite presurizado a través del filtro. Después del filtrado, el aceite es distribuido, por una parte, directamente por el antihielo del cono de entrada y la lubricación en la cadena accesorios; por otra parte, después del enfriamiento en el intercambiador para la lubricación de los cojinetes de los compresores y lo cojinetes de las turbinas.

Después de la lubricación, el aceite baja a la parte inferior de los cárteres de donde es inmediatamente recuperado por las bombas y vuelto a llevar al depósito. Cada recinto esta conectado con un desgasificador centrífugo que asegura la desgasificación.



**Fig.1.17 Funcionamiento del Circuito de Lubricación.**

### **1.2.5.1.1 Alimentación.**

El aceite contenido en el depósito (cavidad inferior del cárter de entrada) es aspirado por la bomba de presión (bomba de engranajes accionada a una velocidad proporcional a la del generador de gas).

La bomba descarga el aceite presurizado; flujo de caudal total ( $\approx 810$  l/h), presión variable con la velocidad de rotación y la temperatura de aceite (2 a 6 bares).

En caso de sobrepresión (por ejemplo, arranque por temperatura muy baja), la válvula de sobrepresión vuelve a llevar el aceite excedente al depósito. Su ajuste es aproximadamente de 8 bares.

El aceite presurizado atraviesa enseguida un filtro metálico que retiene las partículas eventuales (poder filtrante de 30 micrones). En caso de taponamiento, una válvula diferencial (ajuste  $\Delta P = 3$  bares) se abre y permite el flujo en derivación. El pretaponamiento está señalado por un indicador mecánico tan pronto como la diferencia de presión rebasa 2 bares.

En la salida del filtro, una válvula de retención de bajo ajuste (0.13 bar) impide el flujo a bajas presiones encontradas durante la fase inicial de arranque o durante la parada; todo esto para evitar la obstrucción y las fugas por los laberintos de estanqueidad poco eficaces a baja velocidad.

Antes de penetrar en el intercambiador, cierta cantidad de aceite se dirige hacia la parte delantera para el antihielo permanente del cono de entrada y la lubricación de la cadena de accionamiento de los accesorios.

La entrada de aceite en el cono incluye una válvula de retención (ajuste 1,8 bar.) destinada a anular el flujo del antihielo en ciertas condiciones susceptibles de causar una baja de presión del circuito (baja velocidad N1 y temperatura elevada de aceite).

El intercambiador de temperatura en el cual circula luego el aceite permite enfriar el aceite al transferir la energía calorífica al combustible. El intercambiador está provisto de una válvula diferencial que asegura el flujo en derivación en caso de taponamiento (ajuste de la válvula: 0,8 bares).

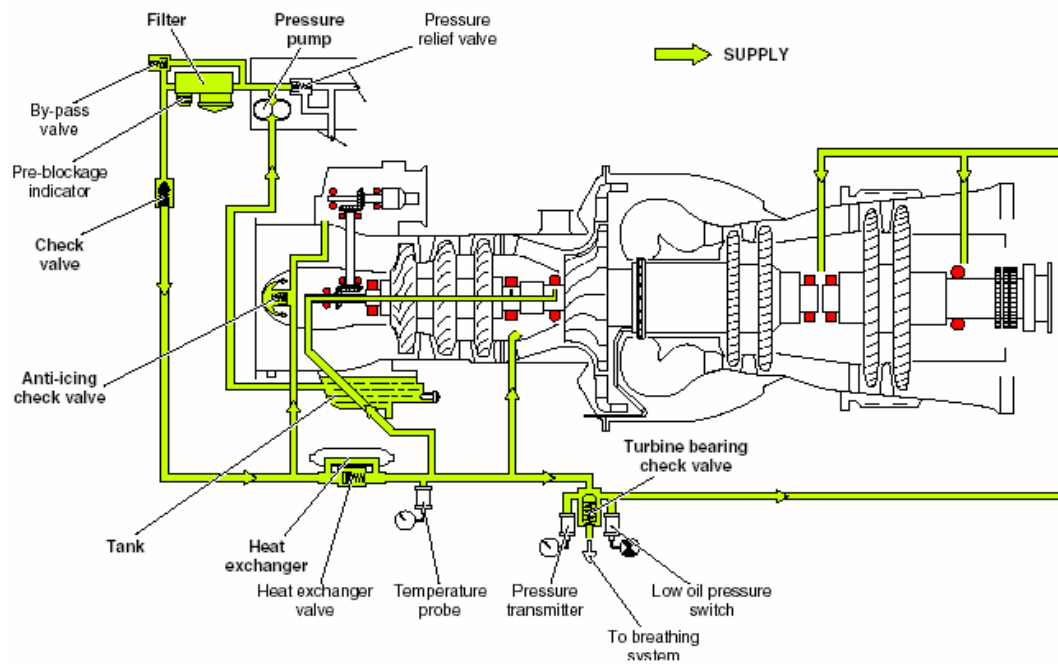
Después de enfriamiento en el intercambiador, el aceite es dirigido hacia la parte delantera para la lubricación del piñón cónico, del cojinete delantero del compresor axial y, por un conducto interno en el árbol, del cojinete trasero del compresor axial y del cojinete del compresor centrífugo.

Cierta cantidad de aceite se encamina por una canalización exterior para un segundo caudal de lubricación del cojinete del compresor centrífugo.

El aceite está también dirigido hacia los cojinetes de las turbinas a través de una válvula de retención 0,250 bar. que evita el flujo a baja presión (el mismo papel que la válvula de retención 0,13 bar. pero para los cojinetes de las turbinas).

Se entiende por cojinetes de las turbinas, por una parte, el cojinete trasero del generador de gas y el cojinete delantero de la turbina libre y por otra, el cojinete trasero de la turbina libre.

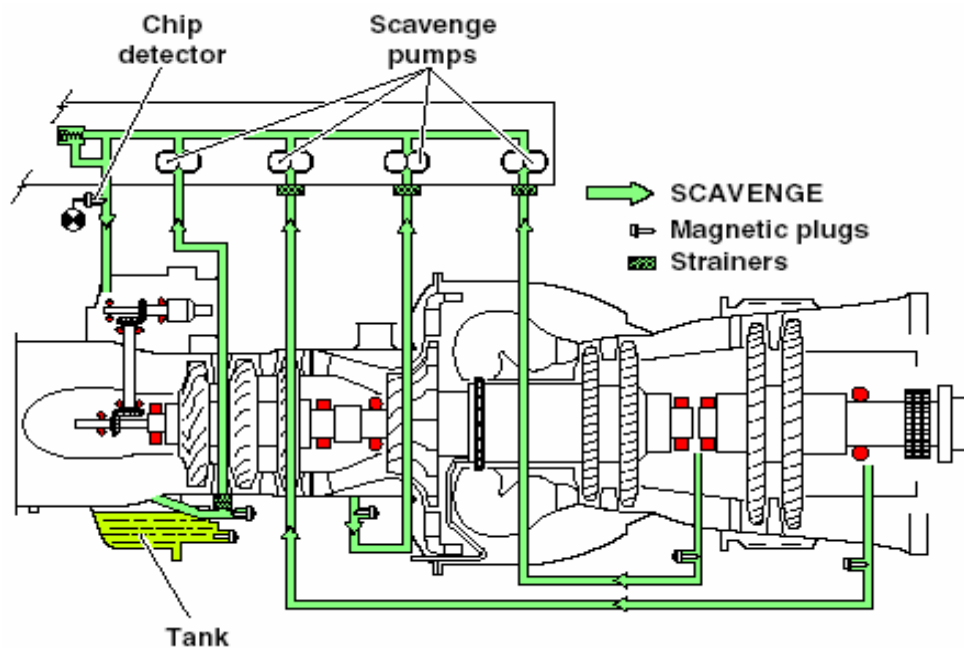
El control de funcionamiento del circuito está asegurado por una sonda de temperatura, un transmisor y un manocontactador montados a la salida del intercambiador.



**Fig.1.18 Funcionamiento del circuito de alimentación.**

### 1.2.5.1.2 Recuperación.

El aceite que ha lubricado y enfriado los órganos, cae por gravedad a la parte baja de los recintos donde las bombas de recuperación lo aspiran, pero antes de llegar al depósito por los tapones magnéticos y filtros de malla el cual hay uno en cada conducto de recuperación y sigue hasta llegar al depósito.

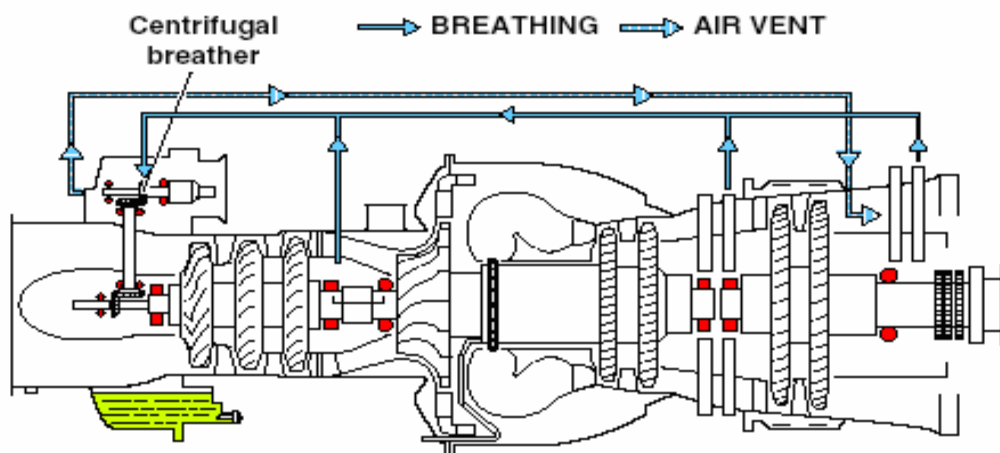


**Fig.1.19 Funcionamiento del circuito de recuperación.**

### 1.2.5.1.3 Desgasificación.

Los vapores consecutivos a la lubricación son vueltos a llevar a la parte delantera, desaceitados por un desgasificador centrífugo el cual separa el aire del aceite por centrifugación y luego enviado por un conducto al aire libre por la tobera de escape de los gases.

Además el vapor de aceite del depósito es puesto de la misma manera al aire libre.

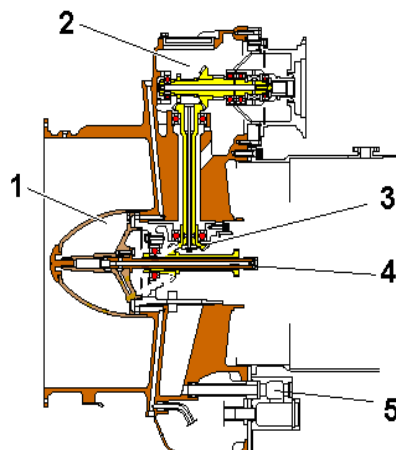


**Fig.1.20 Funcionamiento del Circuito de Desgasificación.**

### 1.2.6 Lubricación de los elementos.

#### 1.2.6.1 Lubricación de la parte delantera.

Esta sección considera el flujo del aceite y la lubricación de los órganos internos.



**Fig.1.21 Lubricación de la parte delantera.**



1. **El antihielo** (Aceite pulverizado en los tabiques internos del cono; circuito suprimido cuando la presión es inferior a 1,8 b(es el valor de ajuste de la válvula ). el cárter esta también protegido contra el hielo por el aceite contenido en el deposito y los brazos del cárter mediante el flujo de aceite).
2. **Cadena de accionamiento de los accesorios** (Aceite llevado por un brazo del cárter.
3. **Piñón cónico** (Por canalización interna).
4. **Tornillo central** (Aceite llevado hacia los cojinetes de los compresores).
5. **Recuperación** (El aceite cae por gravedad a la parte inferior del recinto y pasa por un brazo del cárter).

#### 1.2.6.2 Lubricación de los cojinetes del compresor.

2. **Llegada de aceite por tronillo central** (Lubricación cojinete trasero axial, manguito de acoplamiento y cojinete centrifugo).
3. **Llegada de aceite por canalización exterior** (Lubricación del cojinete centrifugo).
4. **Cojinete trasero del compresor axial** (Cojinete de rodillos, estanqueidad por sello de laberinto presurizado).
5. **Cojinete del compresor centrífugo** (Cojinete de bolas, estanqueidad por sello de laberinto presurizado).
6. **Recuperación** (El aceite cae por gravedad a la parte baja del recinto y circula por un brazo del cárter ).

**7. Desgasificación** (Vapores llevado al desgasificador centrífugo en la parte delantera).

#### **1.2.6.3 Lubricación de los cojinetes de la turbinas.**

- 1. Llegada de aceite** (Por tubo que pasa a través de un brazo del difusor intermedio).
  - Lubricación del cojinete trasero del generado de gas.
  - lubricación del cojinete delantero de la turbina libre.
- 2. Recuperación** (Desde la parte baja del recinto a través de un tubo).
- 3. Desgasificación** (Desde la parte alta del recinto a través de un tubo; Retorno de los vapores al desgasificador).
- 4. Presurización** (Aire P1 llevado por el 4to tubo para la presurización de los sellos laberintos).

#### **1.2.6.4 Lubricación del cojinete trasero de la turbina libre.**

- 1. Llegada de aceite** (Por tubo que pasa por un brazo).
  - Lubricación del cojinete trasero de la turbina libre.
- 2. Recuperación** (Desde la parte inferior del recinto y tubo inferior).
- 3. Desgasificación** (Por tubo y comunicación con el desgasificador centrífugo en la parte delantera).
- 4. Presurización** (Llegada de aire de P1 por el 2do tubo inferior; presurización del sello de estanqueidad laberinto).

### 1.2.7 Accesorios del circuito.

Esta sección considera los accesorios del circuito de aceite de una manera un poco mas detallada.

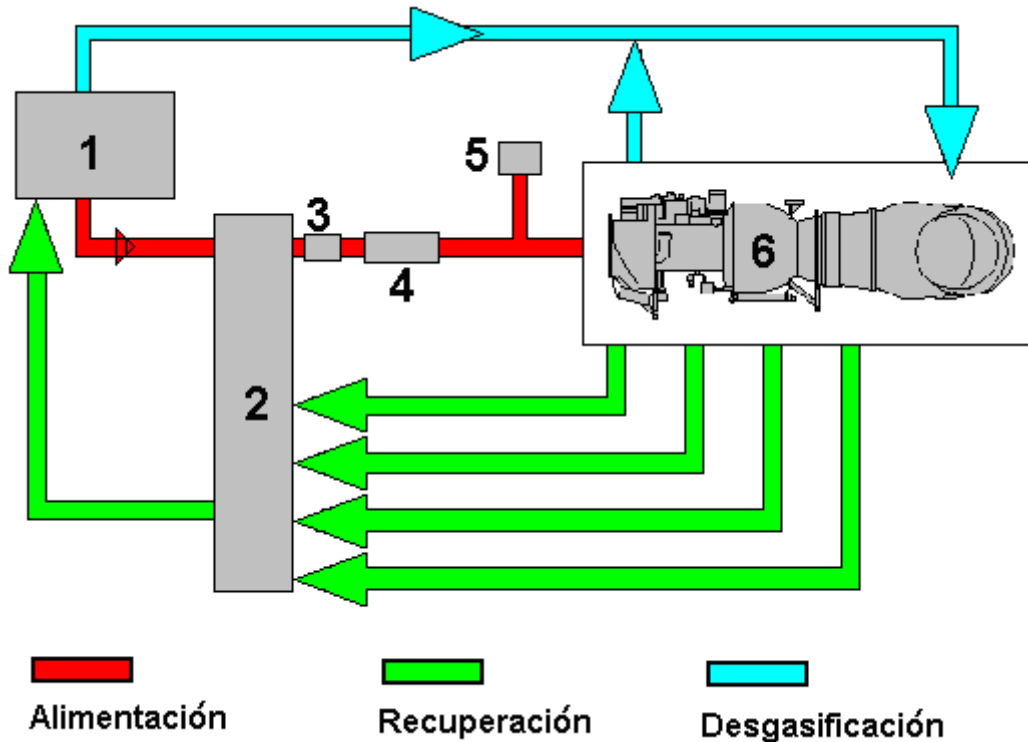


Fig.1.22 Esquema de tipo bloque de los accesorios.

1. **Depósito de aceite** (Formado por cavidad inferior del cárter de la entrada).
2. **Conjunto de bombas de aceite** (Montaje en la cara delantera de la caja de los accesorios).
3. **Conjunto de filtrado** (Montaje en la caja de accesorios del lado de la bomba de aceite).
4. **Intercambiador de temperatura** (Montaje en la parte inferior del contracárter).

5. **Dispositivo de control** (Transmisor manocontactador de presión y sonda de temperatura en la salida del intercambiador).

6. **Turbomotor.**

### 1.2.7.1 Depósito de aceite.

Integrado al motor asegura el almacenamiento del volumen necesario a la lubricación del motor.

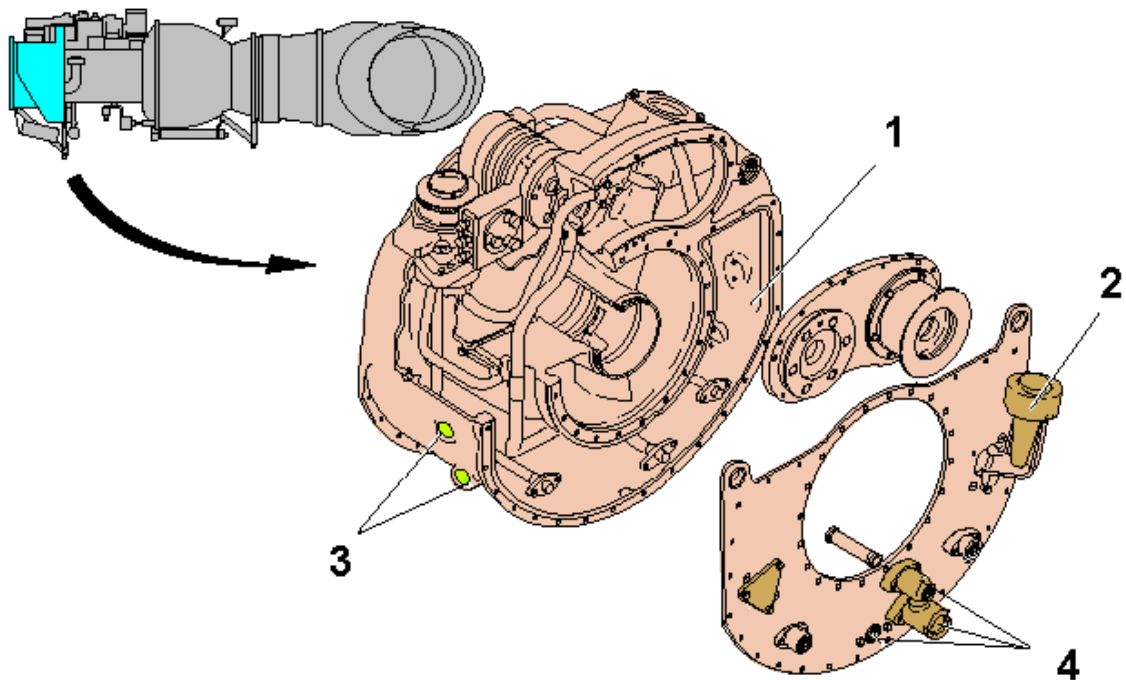


Fig. 1.23 Depósito de aceite.

#### 1.2.7.1.1 Elementos del depósito de aceite.

##### 1. Capacidad del depósito en el carter de entrada.

- Capacidad máxima 16,5 l : marca máxima 7,6 l; marca mínima 4,3 l.
- Volumen consumible 3,3 l; volumen que no puede vaciarse 0.6 l.

2. **Tapón de llenado** (Provisto de un filtro tamiz).

3. **Indicador de nivel** (Tipo “mirillas”).

4. **Ubicación de los tapones magnéticos, tamiz y vaciado.**

### 1.2.7.2 Intercambiador de calor.

Asegura el enfriamiento del aceite que regresa de lubricar los distintos puntos del motor y al pasar por el intercambiador el combustible se recalienta, de este modo se aprovecha esta la energía tanto para enfriar aceite y calentar el combustible.

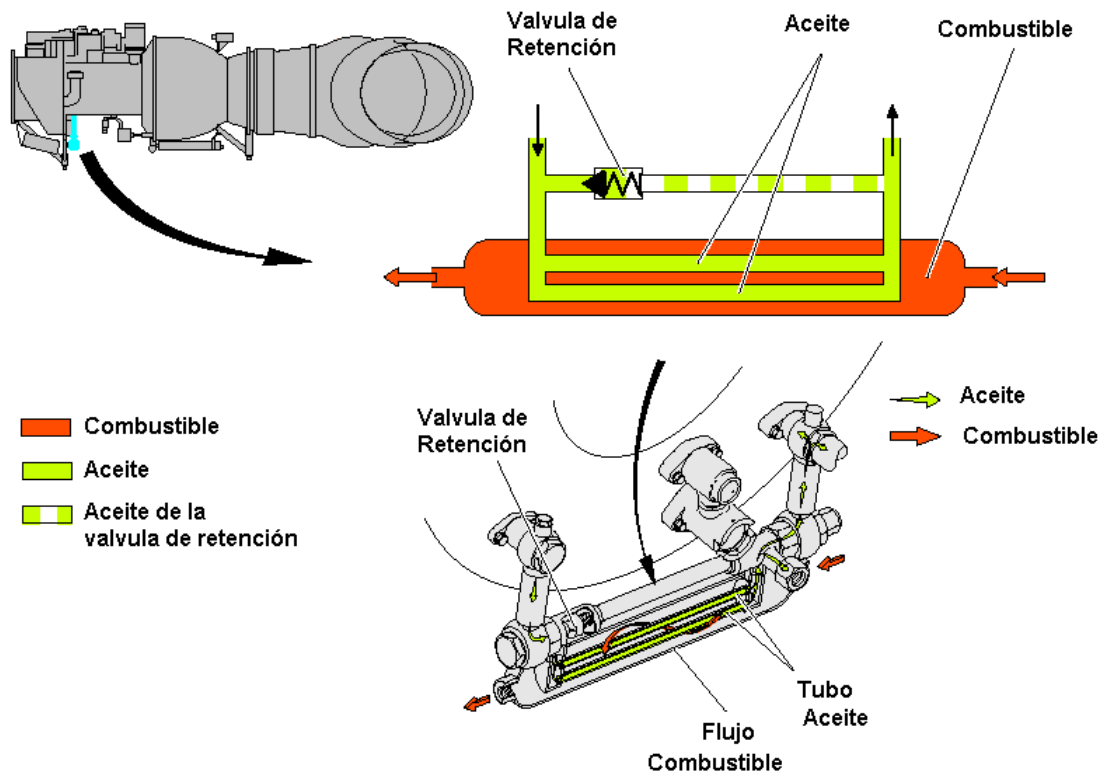


Fig. 1.24 Intercambiador.

#### 1.2.7.2.1 Elementos del intercambiador.

1. **Válvula de derivación** (Flujo de aceite en derivación en caso de taponamiento; ajuste  $\Delta P=0,8b$ ).
2. **Conducto de aceite** (enfriamiento del aceite).
3. **Conducto de combustible** (recalentamiento del combustible).

### 1.2.7.3 Grupo de bombas de aceite.

Asegura la alimentación del aceite presurizado y la recuperación del aceite después de la lubricación el grupo esta formado por bombas de engranaje accionadas simultáneamente una velocidad proporcional a la del generador de gas.

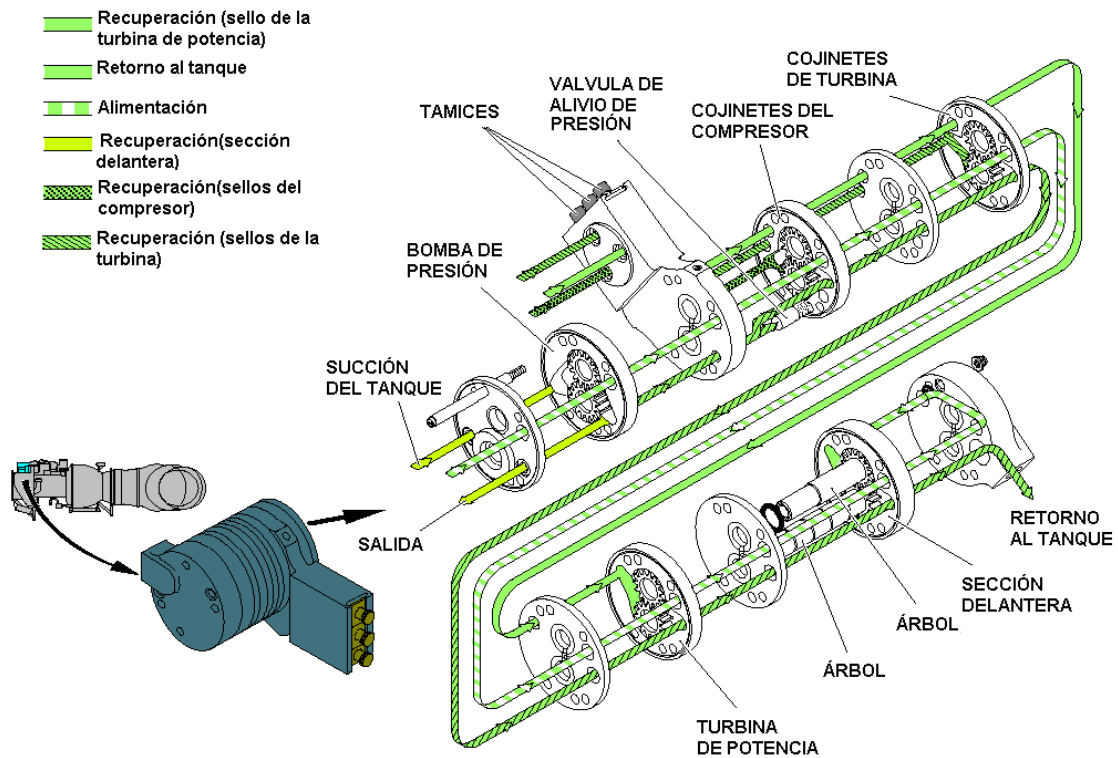


Fig. 1.25 Grupo de bombas de aceite.

1. **Bomba de presión** (Bomba de presión de 2 engranes que suministra una presión en función de la velocidad de rotación y la viscosidad del aceite; presión promedio alrededor de 3 bares).
2. **Bombas de sobrepresión** (Lleva el exceso de aceite al regreso recuperación en caso de sobrepresión; ajuste alrededor de 8 bares; normalmente cerrada en función normal).

3. **Bombas de recuperación** (Parte delantera, parte intermedia; cojinete trasero del generador de gas y delantero de la turbina libre, cojinete trasero de la turbina libre).
4. **Tamices** (Filtros de malla ancha que detiene las partículas grandes para proteger las bombas).

#### 1.2.7.4 Conjunto de filtro de aceite.

Este conjunto es la que garantiza que no ingresen impurezas en el circuito de lubricación para evitar un mal funcionamiento del mismo.

Es un conjunto filtrante que incluye un filtro metálico, una válvula de derivación y un indicador de pretaponamiento.

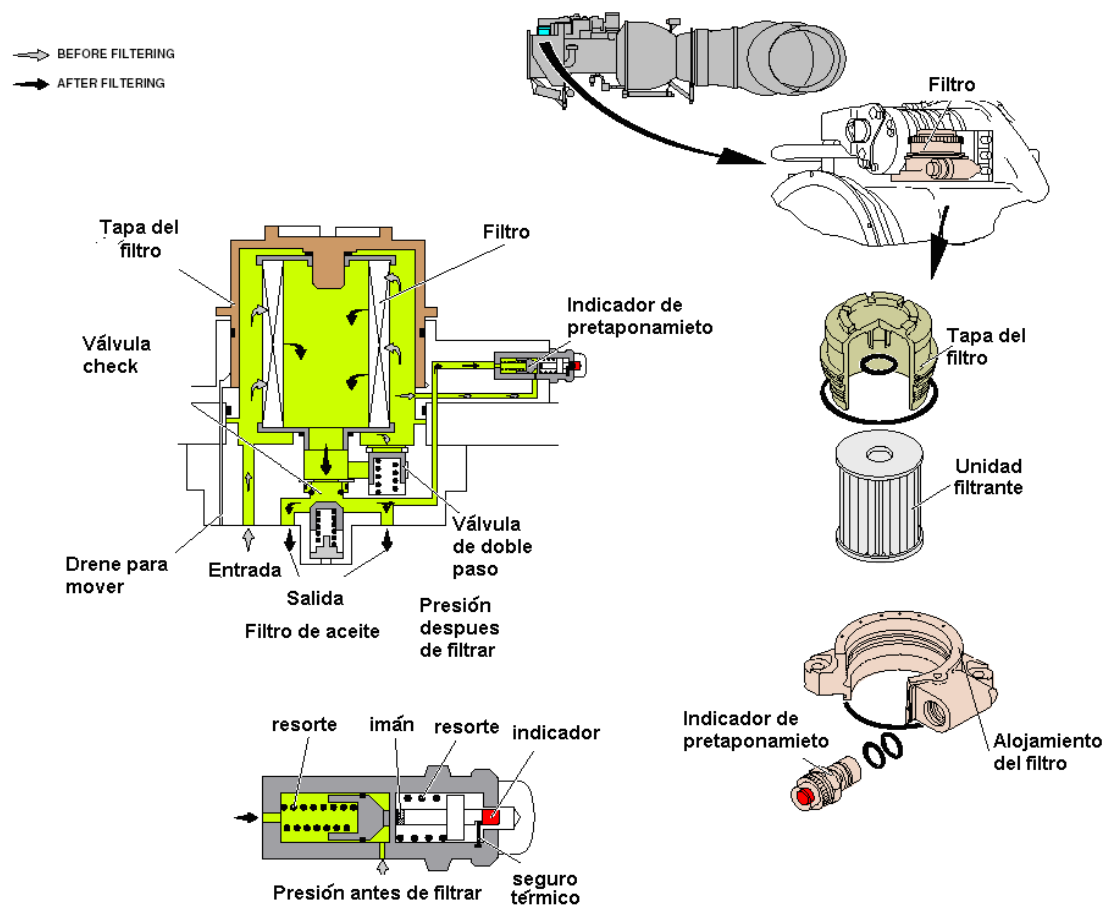


Fig. 1.26 Composición y flujo del aceite en el filtro.

### 1.2.7.5 Desgasificador centrífugo.

Los vapores consecutivos a la lubricación son llevados a la caja de los accesorios. El desgasificador centrífugo contenido en la caja de accesorios separa el aceite del aire y pone el circuito al aire libre.

- Desgasificador centrífugo (compuesto del piñón intermedio de la cadena de accionamiento de los accesorios).
- Sello de estanqueidad (de tipo "grafito").
- Vapores de aceite en el cárter (en realidad, la caja de accionamiento de los accesorios)
- Aire sin aceite (puesta al aire libre general conectada con la tobera de escape de los gases).

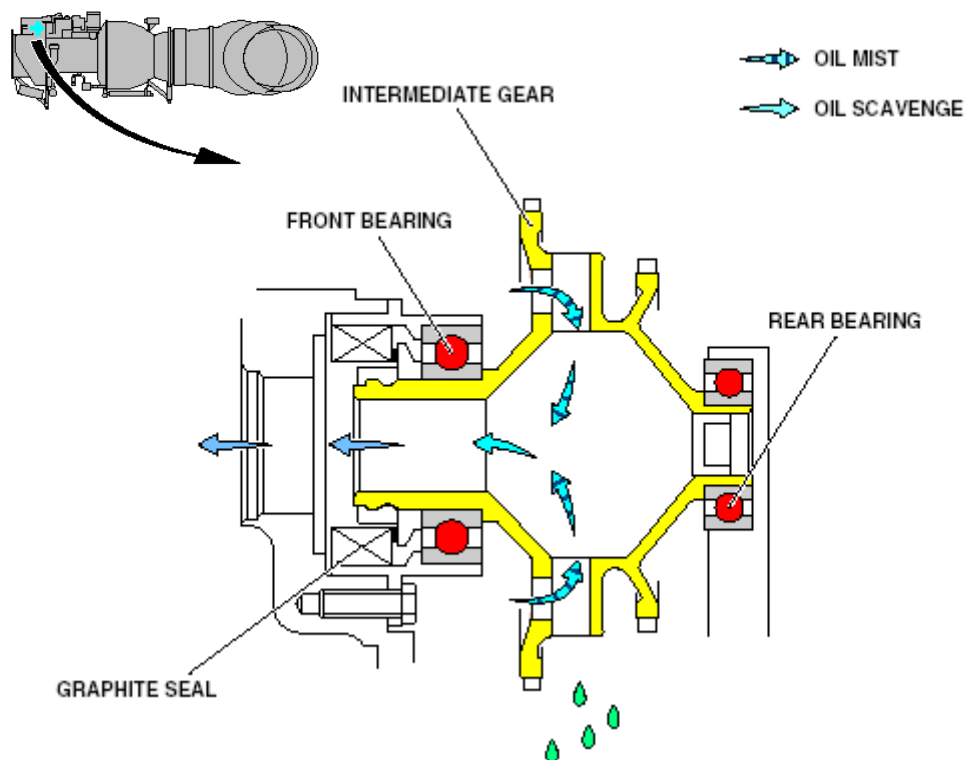


Fig. 1.27 Desgasificador centrífugo.



### 1.2.7.6 Tamices y tapones magnéticos.

El circuito incluye tamices de protección de las bombas y los tapones magnéticos que captan las partículas metálicas.

#### Emplazamiento y descripción.

1. En el bloque de la bomba de aceite:

Tamiz recuperación del cojinete trasero de la turbina libre.

Tamiz recuperación de los cojinetes traseros turbinas.

Tamiz recuperación de los cojinetes intermedios.

2. En la parte delantera:

Tamiz en el circuito de recuperación de la parte delantera.

Tapón magnético de la parte delantera.

Tapón magnético del depósito.

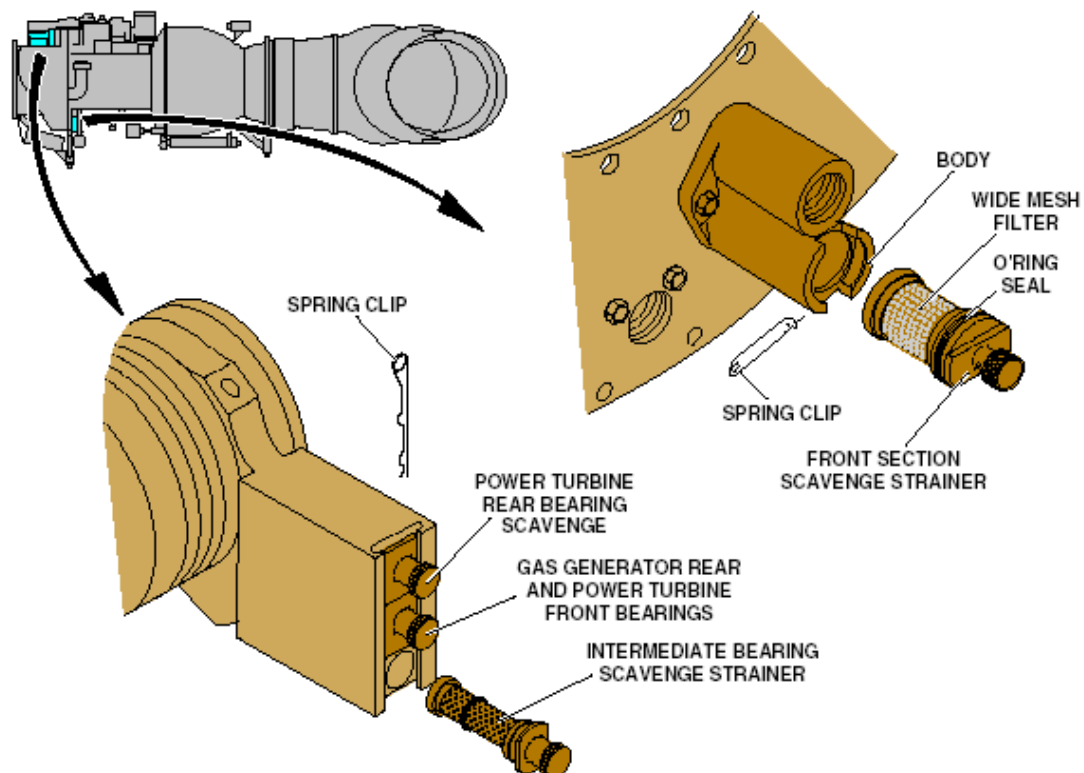
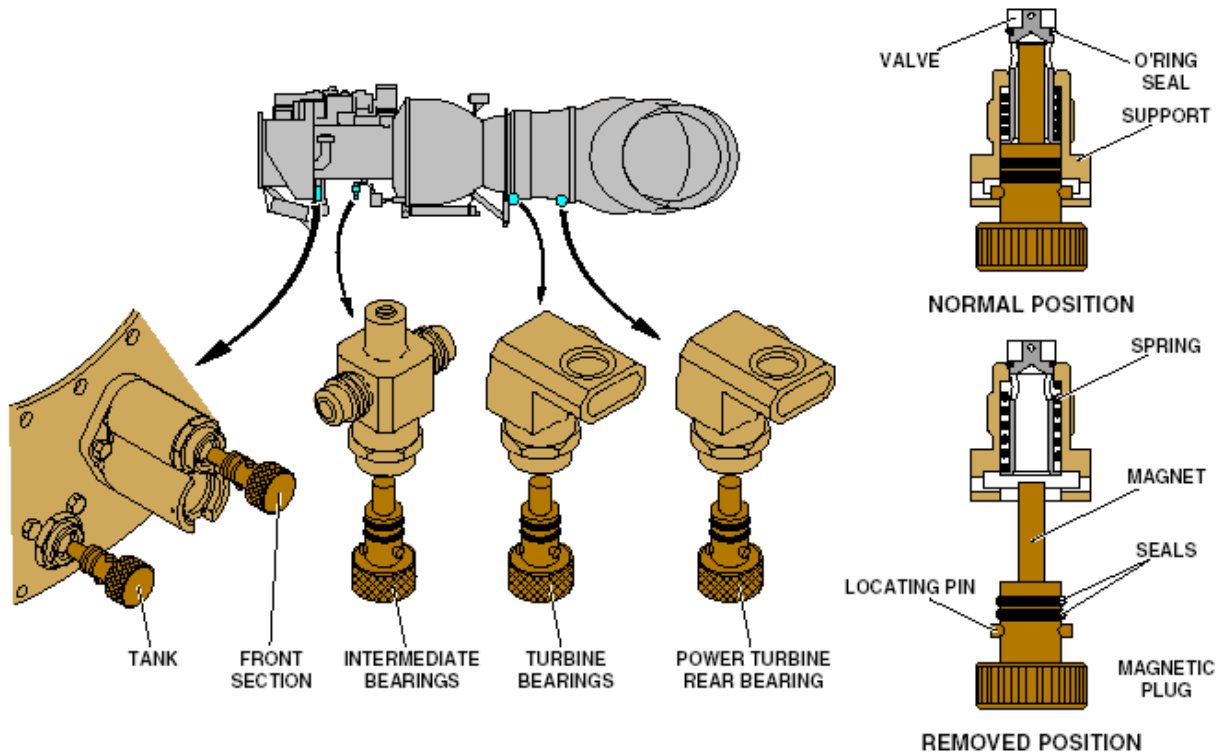


Fig. 1.28 Tamices.

**1.2.7.6.1 Tapones magnéticos** (sobre recuperaciones de los cojinetes de alta velocidad)



**Fig. 1.29 Tapones magnéticos.**

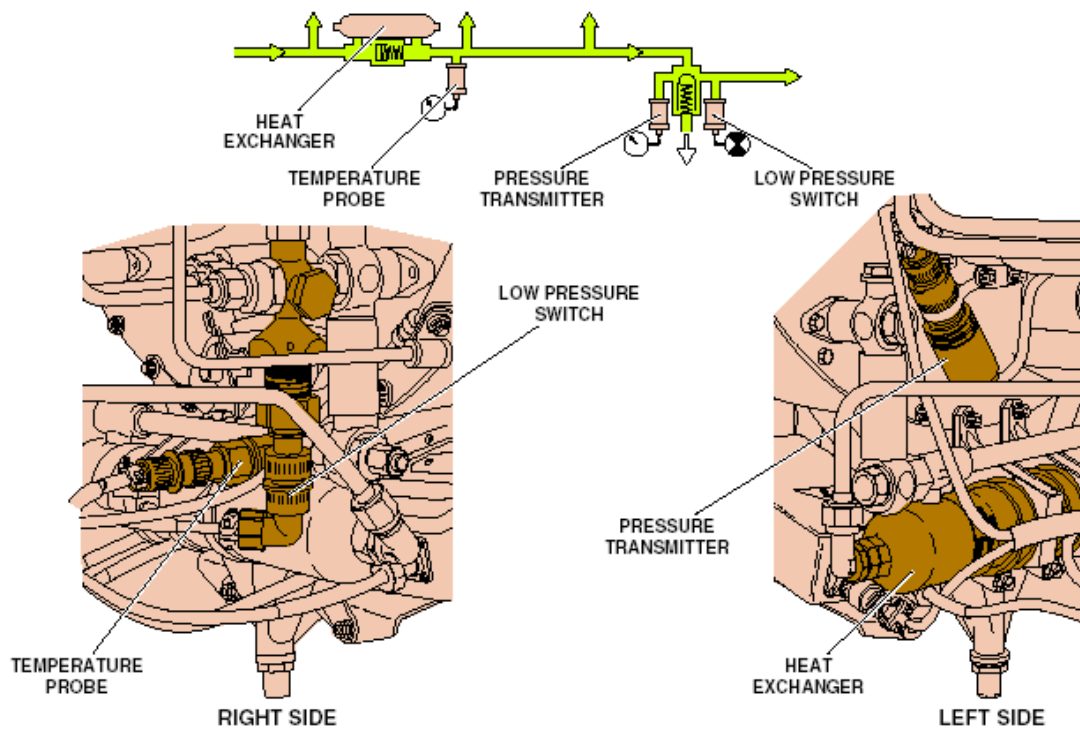
**1.2.8 Órganos de control.**

El circuito asegura una indicación de presión y de temperatura de aceite.

**1.2.8.1 Transmisor de presión de aceite** (Mide la presión de la bomba en la salida del intercambiado).

**1.2.8.2 Manocontactador de baja presión** (Señala una presión anormalmente baja al encender una luz de aviso).

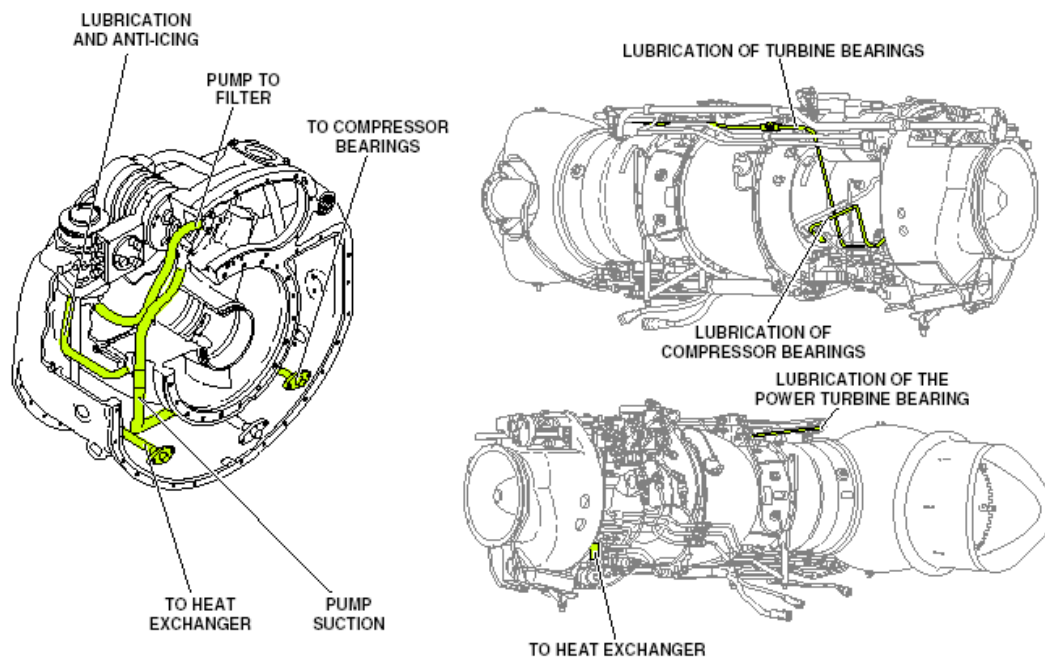
**1.2.8.3 Sonda de temperatura de aceite** (Mide la temperatura de aceite en la salida del intercambiador).



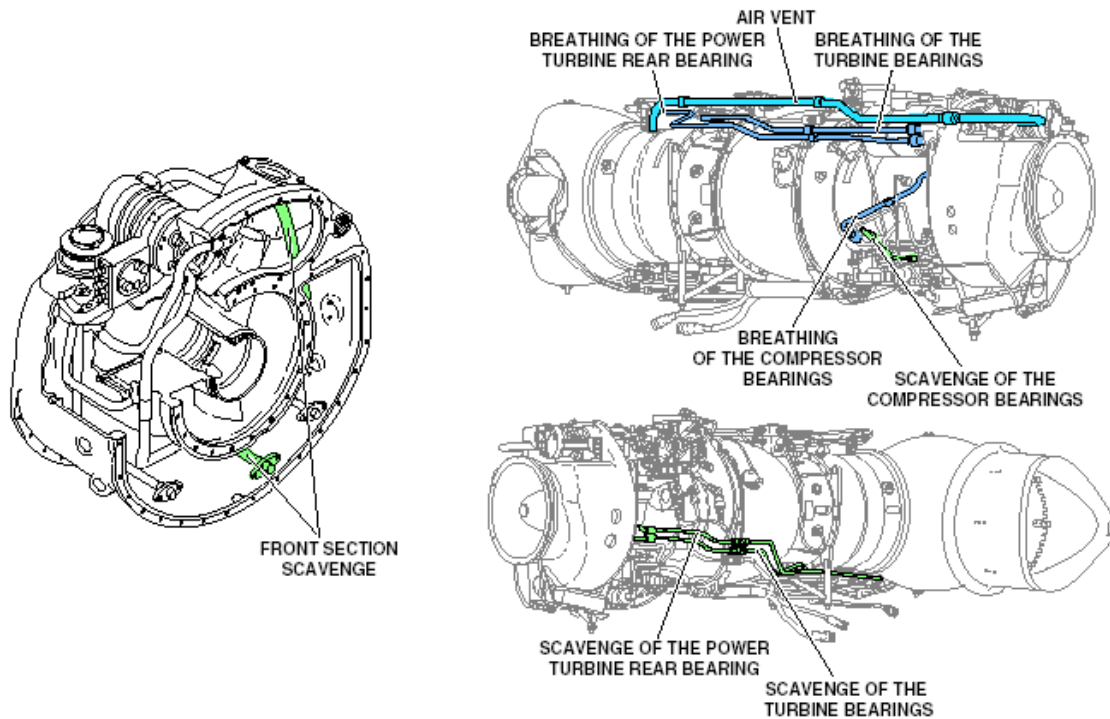
**Fig. 1.30 Órganos de control.**

### 1.2.9 Canalizaciones.

Localización de las cañerías exteriores del circuito.



**Fig. 1.31 Cañerías de aceite del sistema de presión.**



**Fig. 1.32 Cañerías de aceite del sistema de recuperación de desgasificación.**

## 1.2 INTRODUCCIÓN AL AUTOCAD 2006.

Autocad 2006 es un programa que permite al usuario efectuar tareas relacionadas con el diseño gráfico con mayor facilidad, rapidez y precisión. Esta versión ofrece un alto nivel de velocidad, precisión y facilidad de uso, para los usuarios que trabajan con este programa permite crear al usuario menús personalizados y programas de aplicación, aplicando las posibilidades en función de las distintas necesidades, permite abrir un diálogo con el usuario en la pantalla con los menús despegables y los iconos gráficos que permiten una fácil asimilación y una familiarización con el programa.

### 1.3.1 GENERALIDADES.

Si antes de comprar el ordenador era el lápiz el que se encargaba de dar forma a lo que pasaba por nuestra imaginación, ahora de esa tarea se encarga el ratón. El cambio es curioso, pero no lo es tanto si pensamos que el que maneja los hilos sigue siendo el mismo. Así pues, es AutoCAD uno de los primeros programas utilizados para el diseño gráfico asistido por ordenador.

Una de las mayores ventajas del programa es su diseño gráfico abierta que permite a los usuarios la personalización de todas sus opciones, e incluso la creación de programas que amplíen las posibilidades de AutoCAD.

Antes de pasar a dibujar, se necesita conocer algunos aspectos importantes del programa como la ventana principal, el sistema de coordenadas o abrir y guardar un archivo.

#### 1.3.1.1 La ventana principal de AutoCAD.

Esta ventana contiene los componentes que se muestran en la siguiente figura.

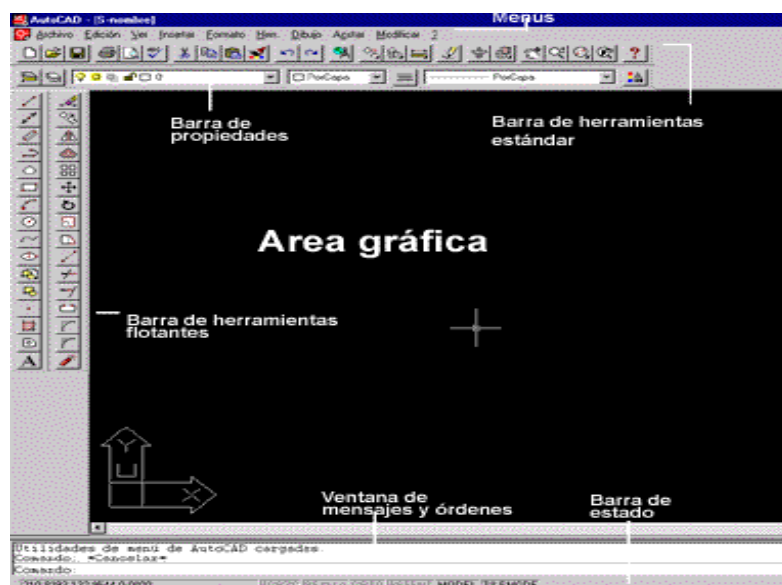


Fig. 1.33. Ventana principal de AutoCAD.

### **1.3.1.2 La ventana de Área Gráfica.**

Ocupa la mayor parte de la pantalla y es donde se muestran y crean los dibujos.

### **1.3.1.3 Barra de menús.**

Situada en la parte superior, permite el acceso a una serie de menús desplegables que contiene las órdenes y procedimientos de uso más frecuente en AutoCAD.

### **1.3.1.4 Barra de herramientas estándar.**

Incluye una serie de iconos que representan de forma gráfica e intuitiva las órdenes que se ejecutarán si se pulsa sobre ellos: *zoom*, *ayuda*, *recorta*, *etc.*

### **1.3.1.5 Barra de propiedades.**

Su función es la de controlar y establecer las propiedades por defecto de las entidades, como son *capa*, *color* y *tipo de línea*.

### **1.3.1.6 Barra de herramientas flotantes.**

Son barras de herramientas que pueden situarse en cualquier parte de la pantalla, y que incluyen las órdenes más utilizadas.

### **1.3.1.7 Ventana de mensajes y órdenes.**

Es la ventana en la que van apareciendo los mensajes correspondientes a las órdenes que se ejecutan. También se puede introducir órdenes en esta.

línea de comando. Originalmente, el programa coloca esta ventana en la parte inferior, pero al igual que ocurre en el resto de ventanas, podrá modificarse su tamaño y posición.

#### **1.3.1.8 Barra de estado.**

En ella se visualizan las coordenadas del cursor y el estado de los modos de trabajo, por ejemplo, indica si están activados modos como *Rejilla* u *Orto*, cuya función se verá más adelante.

#### **1.3.2 Creación de dibujos nuevos.**

Al crear un dibujo nuevo, se puede utilizar una plantilla con parámetros estándar. Esta plantilla puede ser una de las suministradas con AutoCAD, o bien, una que se haya personalizado para incluir los parámetros necesarios. Como plantilla se puede utilizar un dibujo existente.

#### **1.3.3 Guardar dibujos.**

Mientras se trabaja en un dibujo, se debería guardar con frecuencia. Si se desea crear una nueva versión de un dibujo sin que se vea afectado el original, puede guardarlo con un nombre diferente.

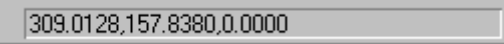
#### **1.3.4 Sistema de coordenadas.**

Mientras se dibuja, se observará que hay determinadas funciones que se usan con frecuencia. Una de ellas es el sistema de coordenadas, empleado para designar puntos en el dibujo.

#### **1.3.4.1 Sistema de coordenadas polares y cartesianas.**

Un sistema de coordenadas cartesianas tiene tres ejes, X, Y, y Z. Cuando se especifican valores para estas coordenadas, se indica una distancia del punto (en unidades) y su sentido (+ o -) a lo largo de los ejes, con respecto al origen del sistema de coordenadas (0,0,0). Al comenzar un dibujo, automáticamente se utiliza el Sistema de coordenadas universales (SCU). El eje X es horizontal, el eje Y es vertical y el eje Z es perpendicular al plano XY.

Por el contrario, los sistemas de coordenadas polares, definen un punto mediante una distancia y un ángulo.



309.0128,157.8380,0.0000

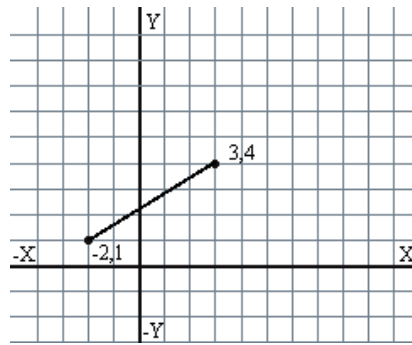
**Fig.1.34. Coordenadas polares.**

AutoCAD muestra la posición actual del cursor como una coordenada en la barra de estado., situada en la parte inferior de la pantalla de Windows.

#### **1.3.4.2 Determinación de coordenadas absolutas.**

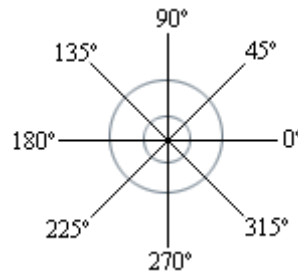
Para indicar una coordenada absoluta X, Y, especifique un punto determinado sus valores X e Y en el formato X, Y. Las coordenadas absolutas X, Y suelen utilizarse cuando se conocen los valores exactos X e Y de la ubicación del punto.





**Fig.1.35. Coordenadas absoluta.**

### 1.3.4.3 Determinación de coordenadas relativas.



**Fig. 1.36. Coordenadas relativas.**

Las coordenadas X, Y relativas se utilizan cuando se conoce la posición de un punto respecto al punto anterior.

### 1.3.4.4 Determinación de coordenadas polares.

Para determinar una coordenada polar, se indica una distancia y un ángulo, separados por un corchete agudo (<).

Por defecto, los ángulos aumentan en sentido contrario a las agujas del reloj y disminuyen en el sentido de las agujas del reloj.

### 1.3.5 Introducción directa de distancia.

Mediante la introducción directa de valores de coordenadas, puede especificar un punto desplazando el cursor para indicar una dirección y después escribir la distancia que existe desde el primer punto de la línea. Es una buena forma de especificar rápidamente la longitud de las líneas.

Se puede utilizar la introducción directa de distancias para especificar los puntos necesarios para todos los comandos, excepto aquellos que permiten indicar un solo valor real, como *Matriz*, *Gradúa* y *Divide*. Cuando Orto se encuentra activado, el método es muy apropiado para dibujar líneas perpendiculares.

### 1.3.6 Creación de objetos.

Las herramientas de dibujo permiten la creación de objetos tan sencillos como una *línea* o un *círculo*, o tan complejos como las *curvas spline*, las *elipses* o los *sombreados asociativos*. Por regla general, el dibujo de objetos se lleva a cabo mediante la especificación de puntos haciendo uso del dispositivo señalador o indicando los valores de coordenadas pertinentes en la línea de comando.



**Fig. 1.37 Herramientas de dibujo.**

En la barra de herramientas *dibujo* se encuentran las herramientas de creación más útiles,

### 1.3.6.1 Barra de Herramientas *Dibujo*.

La barra de Herramienta *Dibujo*, es una de las barras flotantes se abre por defecto al iniciar el programa. En caso de que esta no esté visible, o de que cualquier barra no este visible, se hace operativa yendo al menú *Ver, barra de herramientas*.

### 1.3.6.2 Dibujar un Línea.

Una línea puede constar de un segmento o de una serie de segmentos conectados, aunque cada segmento se considera un objeto de línea independiente.

### 1.3.6.3 Dibujar una Polilínea.



**Fig. 1.38 Dibujo de Polilínea.**

Una polilínea es una secuencia de líneas o de segmentos de arco conectados, creados como un objeto único.

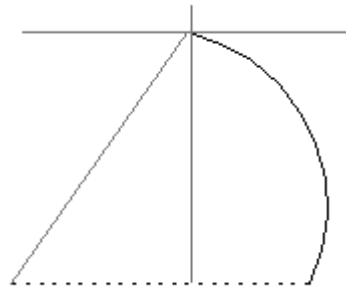
### 1.3.6.4 Dibujar Líneas múltiples.

Las líneas múltiple constan de entre 1 y 16 líneas paralelas también denominadas elementos. Los elementos figuran desfasados del origen de la línea múltiple según el valor especificado.

### 1.3.6.5 Dibujar polígonos.

Un polígono es una polilínea cerrada formada por un número que oscila entre 3 y 1,024 lados de igual longitud. El dibujo de un polígono se lleva a cabo mediante su inscripción o circunscripción en un círculo imaginario o especificando los extremos de uno de los lados del polígono.

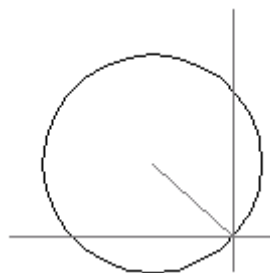
#### 1.3.6.6 Dibujar arcos.



**Fig. 1.39 Dibujo de arcos.**

Un arco se crea de muchas formas. El método por defecto consiste en especificar tres puntos, un inicial, un segundo en el arco y un punto final. Asimismo, se puede especificar el ángulo incluido, el radio, la dirección y la longitud de cuerda de los arcos.

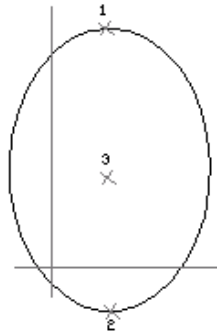
#### 1.3.6.7 Dibujar círculos.



**Fig.1.40 Dibujar círculos.**

Se crea círculos de distintas formas. El método por defecto consiste en especificar el centro y el radio. Asimismo, se puede especificar el centro y el diámetro o definir tan solo el diámetro con dos puntos.

#### 1.3.6.8 Dibujo de elipse.

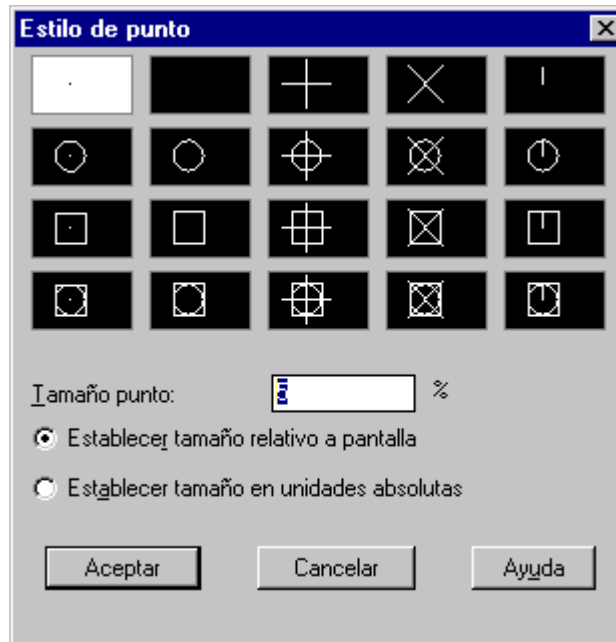


**Fig. 1.41 Dibujar elipse.**

Es posible crear elipses completas y arcos elípticos, ambas representaciones matemáticas exactas de elipses. El método por defecto para dibujar una elipse consiste en especificar los puntos finales del primer eje y la distancia, que es la mitad de la longitud del segundo eje. El orden de definición de los ejes resulta independiente.

#### 1.3.6.9 Crear objetos de punto.

Los objetos de punto pueden ser utilizados, como puntos de referencia o de nodo hacia los cuales podrá forzar el cursor o desfasar los objetos. Si lo desea, podrá definir el estilo del punto, así como su tamaño, en relación con la pantalla o especificando unidades absolutas. Para definir el estilo y el tamaño de un punto:



**Fig. 1.42 Ventana de estilo de punto.**

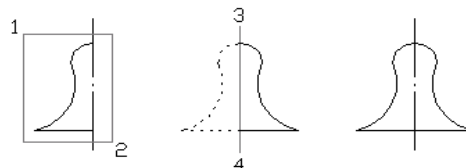
### 1.3.6.11 Borrar.

Dispone de varios métodos de selección con los que podrá eliminar los objetos deseados. Con la herramienta borrar, se borran todos los elementos que abarque la ventana.

### 1.3.6.12 Copiar objetos.

Es posible copiar un solo objeto o varios dentro del dibujo actual, así como efectuar operaciones de copia entre dibujos o aplicaciones.

### 1.3.6.13 Copiar en simetría objetos.



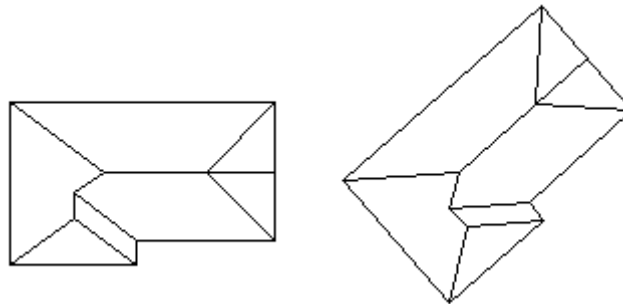
**Fig. 1.43 Objetos en simetría.**

Para reflejar objetos en simetría sobre un eje de simetría, debe definir dos puntos tal y como se describe en la figura. Si lo desea podrá borrar o conservar los objetos originales.

#### **1.3.6.14 Desplazamiento de objetos.**

Cuando desplace objetos, puede girarlos, alinearlos o desplazarlos sin cambiar la orientación ni el tamaño.

#### **1.3.6.15 Rotación de objetos.**



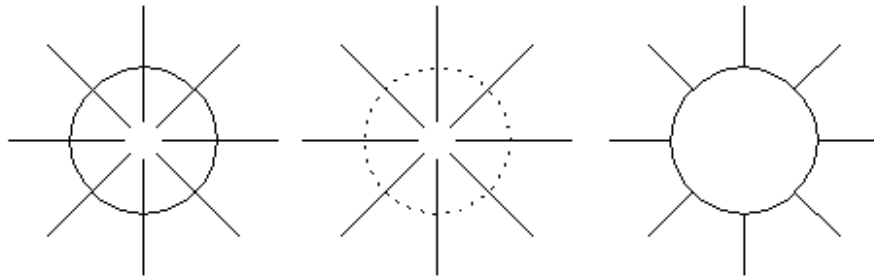
**Fig.1.44 Objeto Rotando.**

La rotación de objetos conlleva obligatoriamente la elección de un punto base y un ángulo de rotación absoluto o relativo.

#### **1.3.6.16 Atribución de escala a objetos.**

Para atribuir una escala a los conjuntos de selección, hay que utilizar el mismo factor de escala en la dirección X , Y. De esta forma, podrá aumentar o reducir el tamaño del objeto, pero no podrá modificar la relación anchura/altura.

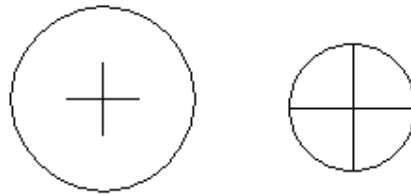
### 1.3.6.17 Recorte de objetos.



**Fig. 1.45 Objeto recortado.**

Se puede cortar un objeto en borde definido por uno o varios objetos.

### 1.3.6.18 Alargamiento de objetos.



**Fig. 1.46 Alargamiento de objetos.**

Se puede alargar objetos de modo que éstos finalicen precisamente en los bordes de los contornos definidos por otros objetos.

### 1.3.7 Capas, colores y tipos de línea.



**Fig. 1.47 Gráfico de capas.**



Las capas son como superposiciones transparentes en las cuales se organizan y se agrupan distintos tipos de información. Los objetos que se crean tienen propiedades como capas, colores y tipos de línea.

#### **1.3.7.1 Asignación de color a una capa.**

Puede asignar color a una capa en el cuadro de diálogo.

#### **1.3.7.2 Asignación de tipo de línea a una capa.**

Cuando se definen capas, los tipos de línea ofrecen otro modo de mostrar información visual.

##### **1.3.7.2.1 Activación y desactivación de capas.**

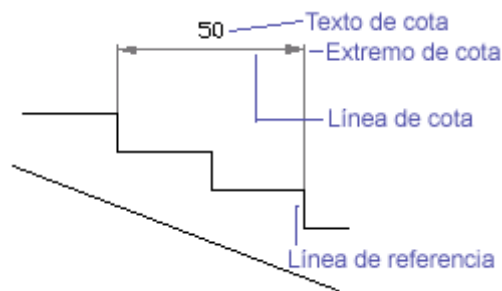
Las capas desactivadas se generan con el dibujo pero no se visualizaran ni trazaran.

##### **1.3.7.2.2 Inutilización y reutilización de capas en todas las ventanas.**

Se puede inutilizar capas para acelerar *Zoom*, encuadre y *Pto. De vista*, mejorar la selección de objetos y reducir el tiempo de regeneración de dibujos complejos.

##### **1.3.7.3 Inutilización y reutilización de capas en la ventana actual .**

Se puede inutilizar o reutilizar capas de la ventana flotante actual sin afectar a las demás ventanas gráficas.



**Fig. 1.48 Inutilización y reutilización de capas.**

#### **1.3.7.4 Inutilización o reutilización de capas en ventanas gráficas nuevas .**

Es posible establecer los parámetros de visibilidad por defecto aplicables a ciertas capas de las nuevas ventanas flotantes.

##### **1.3.7.4.1 Bloqueo y desbloqueo de capas .**

El bloqueo de capas resulta práctico para editar los objetos asociados con ciertas capas y ver los objetos de otras capas.

## **1.4 INTRODUCCIÓN A MACROMEDIA FLASH MX.**

Macromedia Flash MX es una aplicación orientada principalmente a diseñar y desarrollar animaciones multimedia con objetos vectoriales, los cuales son dibujados desde con esta misma aplicación u otras.

### **1.4.1 GENERALIDADES.**

Macromedia Flash MX se posesiona en el mercado como el más rentable y liviano de los diseñadores de animaciones multimedia utilizados exclusivamente para proyección interactiva. Por la sencillez en el manejo de las herramientas y lo fácil que se integra con otras aplicaciones graficas,

Macromedia Flash MX esta logrando un posicionamiento más importante en lo que es diseño y animación.

#### 1.4.1.1 Entorno de Trabajo.

Flash MX ha incorporado las diferentes herramientas para una presentación distinta, tal y como lo ve a continuación la siguiente imagen.

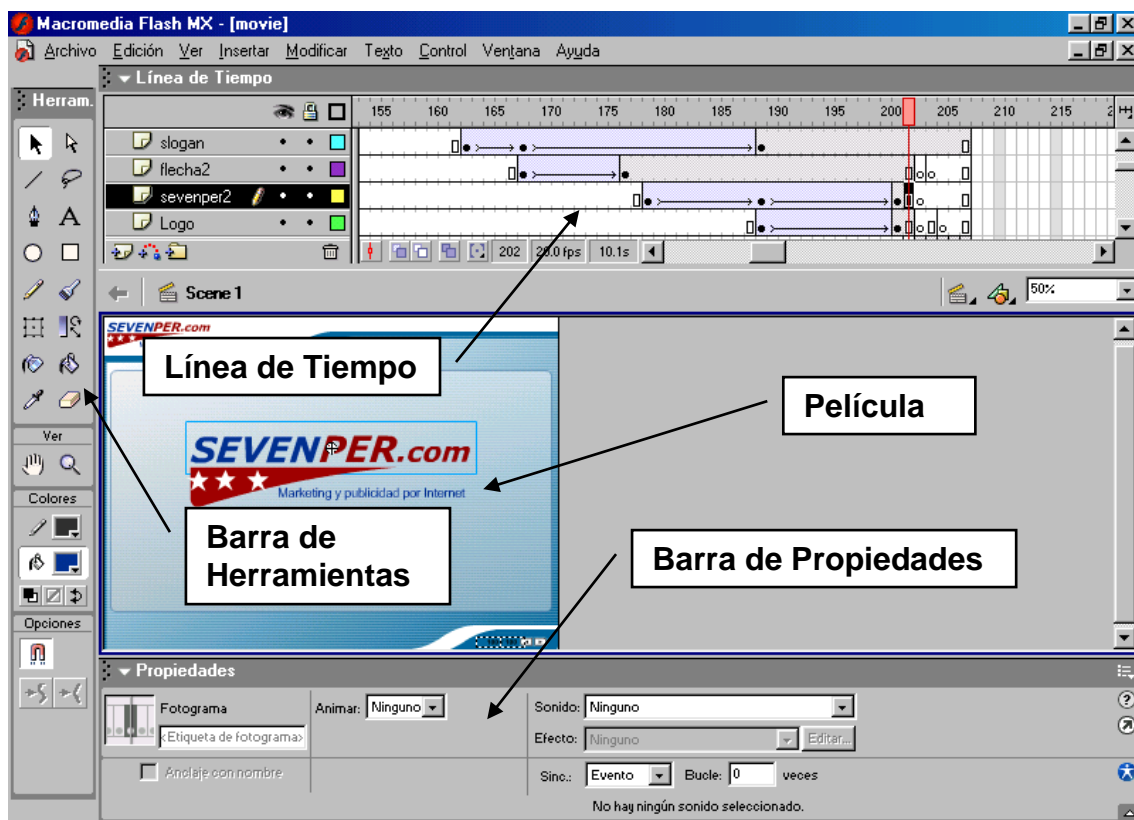


Fig. 1.49 Ventana principal de Flash MX.

#### 1.4.1.2 Borrando Objetos.

Flash da la posibilidad de borrar el objeto completo, solo el contenido o solo el borde del objeto.

### 1.4.1.3 Animación de Objetos.

La animación es el punto principal del trabajo con Flash MX, es por eso que se debe dar a darle mayor importancia a todo lo relativo a la animación de objetos y las diferentes formas que puede lograr ese efecto.

Hay que tener en cuenta que flash trabaja con dos tipos de fotogramas.

- Fotograma es una unidad de tiempo y la velocidad de reproducción de una película se mide en fotogramas por segundo (fps).
- Aproximadamente la velocidad promedio es de 12fps.
- Los tipos de fotogramas que utiliza Flash MX son:
  1. Los fotogramas simples.
  2. Los fotogramas Claves.

### 1.4.1.4 Animación Frame por Frame.

Es la más simple y a la vez la más trabajosa de las animaciones debido a que tenemos que hacer la animación cuadro por cuadro.

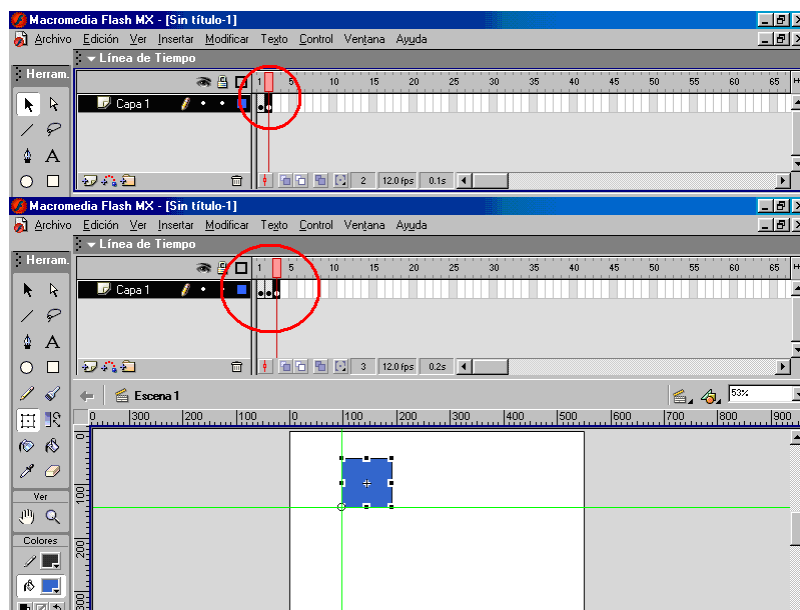


Fig.1.50 Ventanas de animación fotograma fotograma.

#### 1.4.1.5 Ejecutando la película.

Hay dos formas de ejecutar la película, una en el mismo Flash con la combinación CTRL. + ENTER y la otra desde el navegador de Internet.

#### 1.4.1.6 Animación por Interpolación de movimiento.

Esta animación es fácil de hacer y de la que va a obtener mejores resultados debido a que su trabajo se va a limitar a solo establecer la forma de inicio y final del objeto para ser animado.

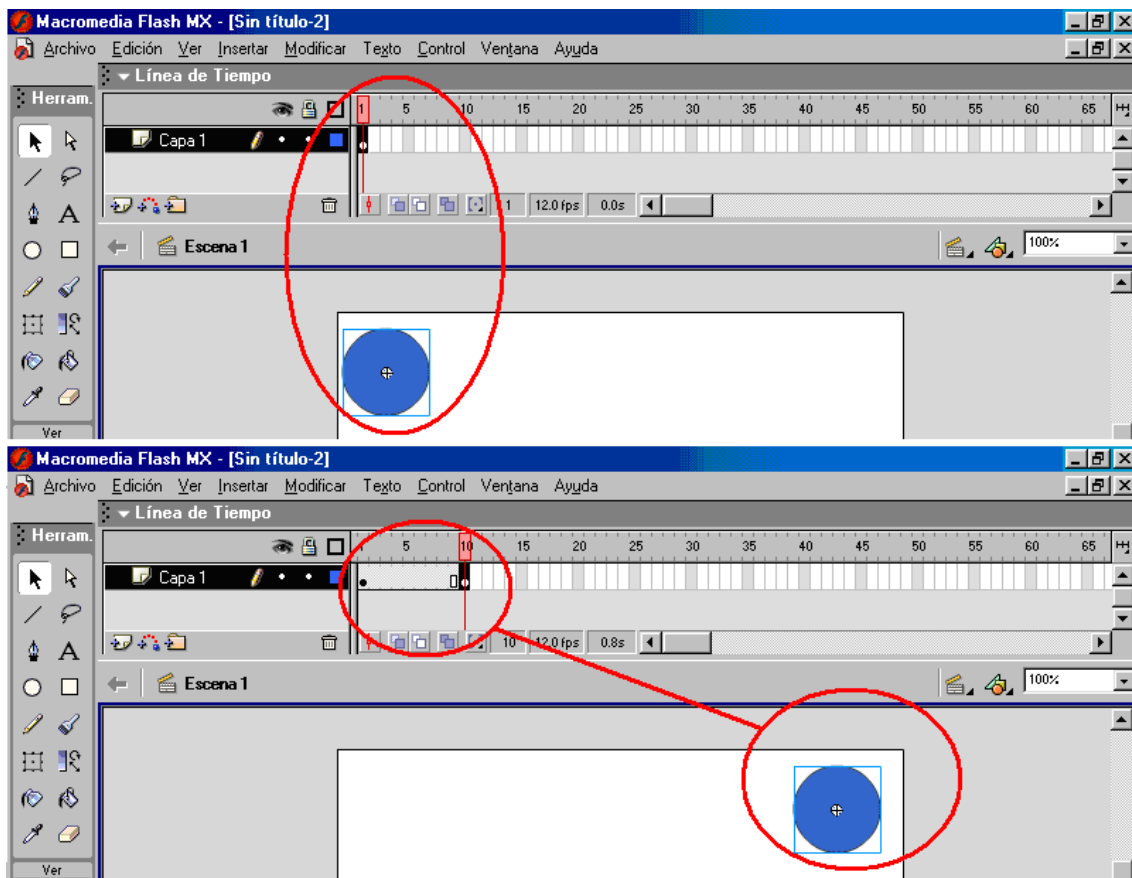
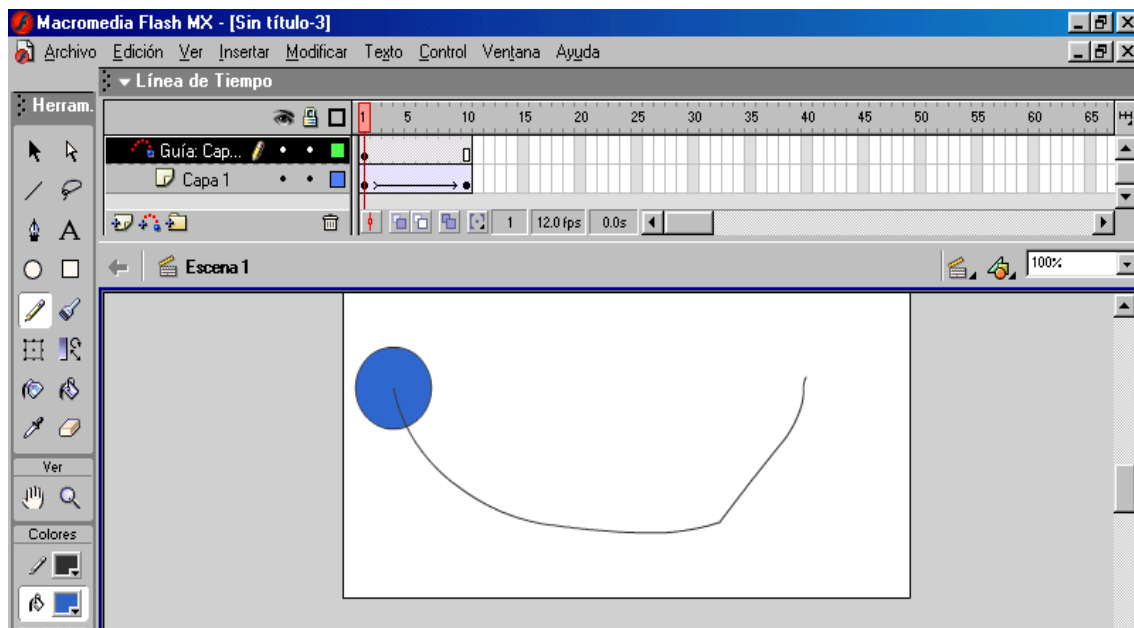


Fig. 1.51 Ventana animación por interpolación.

#### 1.4.1.7 Animación por guía de Movimiento.

Esta animación aunque algo complicado, es relativamente importante si se quiere hacer alguna animación algo especial como por ejemplo, un recorrido

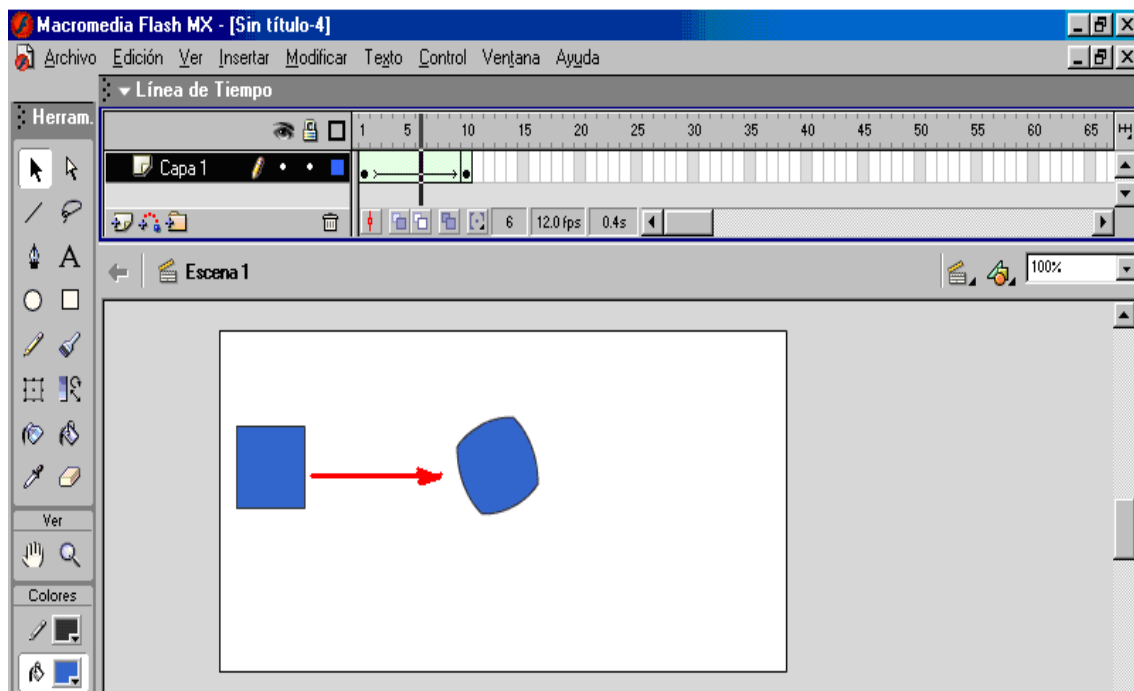
que realiza de un lugar a otro especificando sobre un mapa el itinerario que realiza a través de una animación.



**Fig. 1.52 Ventana animación por guía de movimiento.**

#### 1.4.1.8 Animación de Forma.

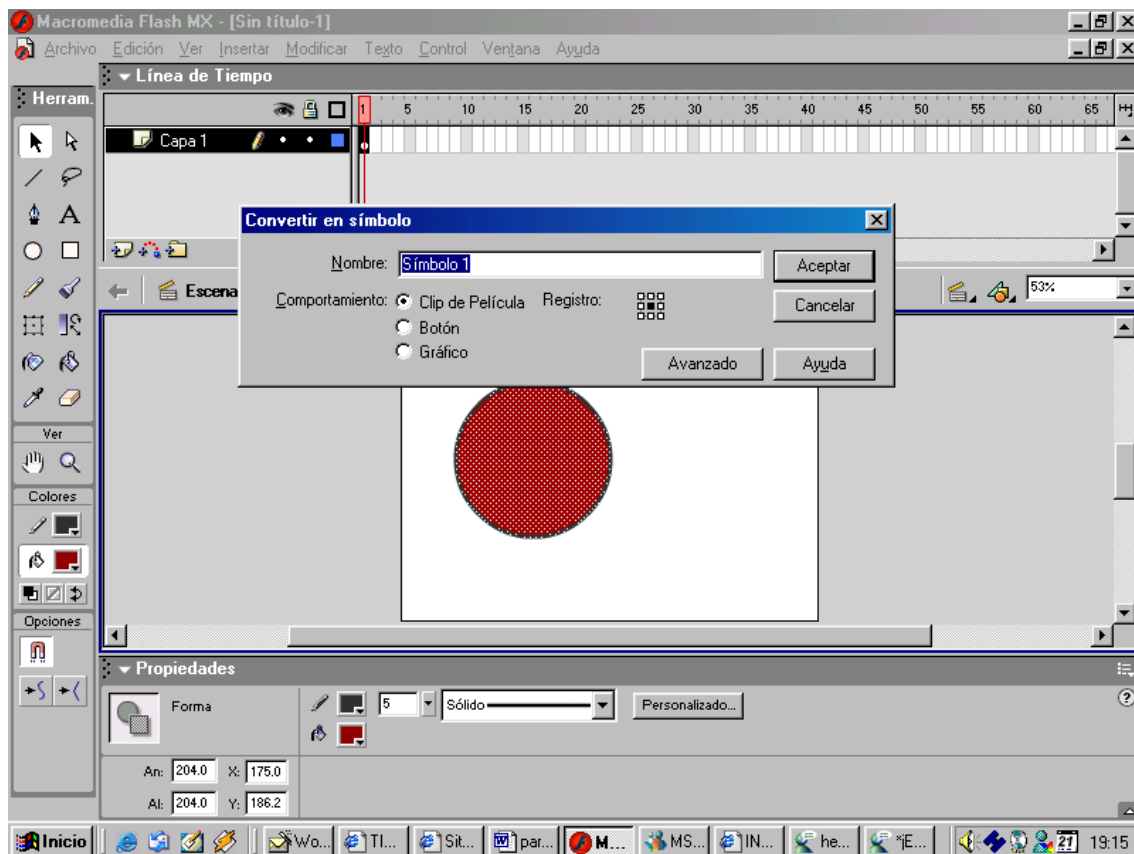
Este tipo de animación permite transformar un objeto en otro.



**Fig. 1.53 Ventana animación de forma.**

### 1.4.1.9 Símbolo Botón.

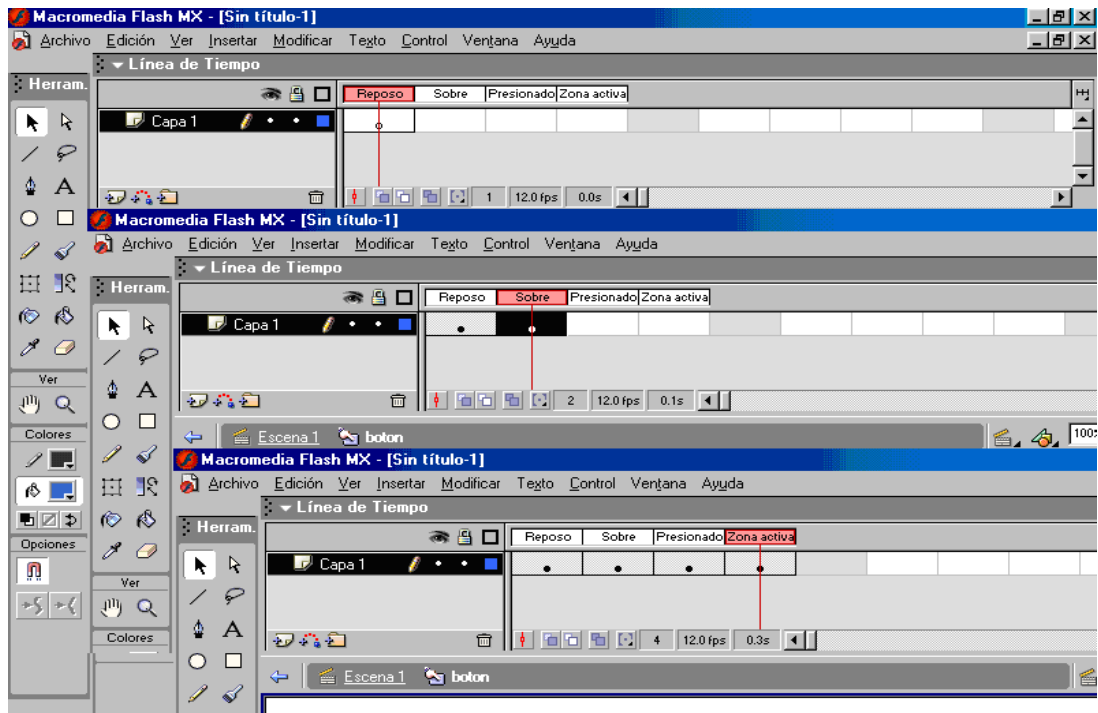
- **GRAFICOS.-** son símbolos que pueden contener imágenes o dibujos estáticos
- **CLIP DE PELÍCULA.-** son símbolos que guardan animaciones, por lo general animaciones de imágenes o textos.
- **BOTONES.-** son símbolos que poseen eventos del mouse los cuales se activa



**Fig. 1.54 Ventana para convertir en símbolo.**

Los botones son gráficos activos que se ejecutan al ocurrir eventos del mouse sobre ellos. Un botón no es más que un RollOver de objetos con los eventos OnMouseOver, OnMouseOut y OnClick. Además de estos tres eventos

el botón posee un área activa, este puede ser una figura que limita la zona sensible del botón. Los hipervínculos de los botones no se realizan directamente en la creación sino cuando ya están en la película a través de ActionScript.



**Fig.1.55. Ventana de las acciones de los símbolos.**

#### 1.4.1.11 Manejo de Mascara de Capas.

La Mascara es una útil herramienta que permite visualizar solo una sección de la imagen o figura que tenemos en la película.



**Fig. 1.56 Manejo de Mascara de Capas**



#### 1.4.1.12 El manejo de archivos de sonido en las películas.

Podemos insertar un archivo de sonido para los eventos del botón.

Para lo cual tenemos una biblioteca de sonido y podemos crear una biblioteca propia.

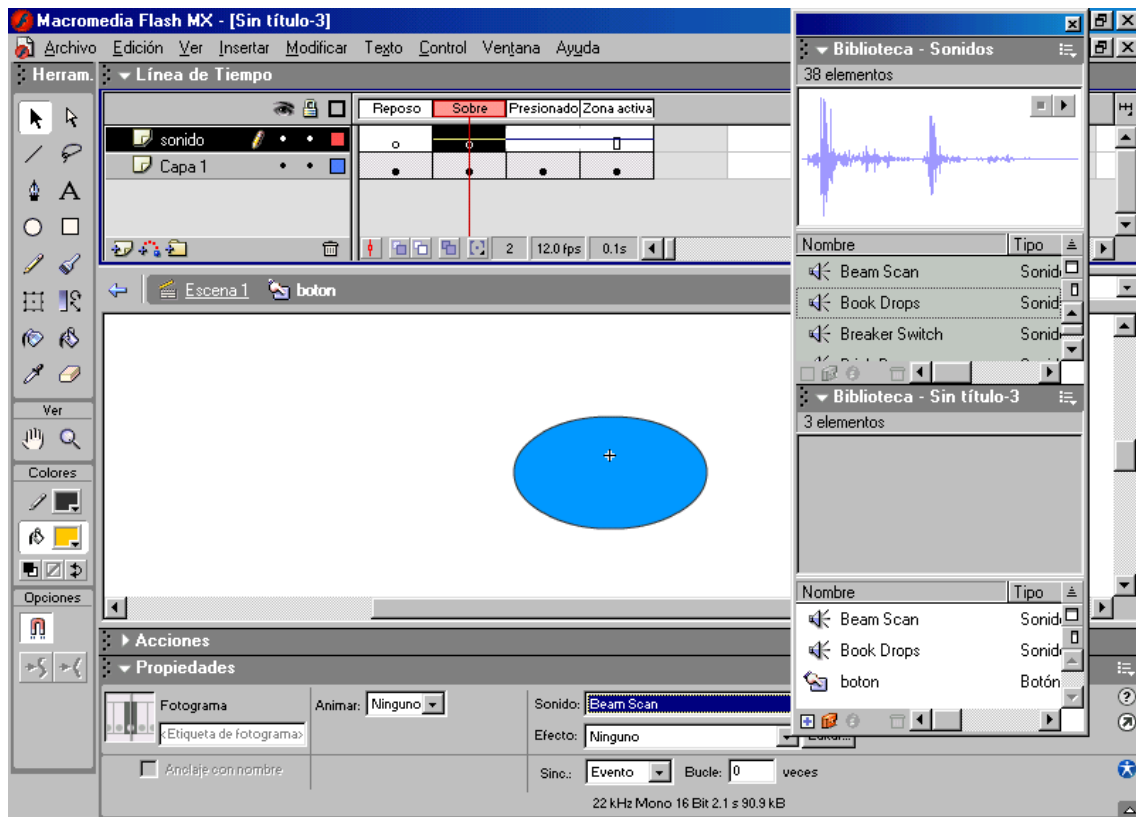


Fig. 1.57 Ventana de manejo de archivos de sonido en las películas.

## **CAPITULO II**

### **ALTERNATIVAS**

#### **2.1 SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS.**

**2.2.1 DEFINICIÓN DE ALTERNATIVAS.-** La búsqueda de alternativas se basa en dos cuantificadores:

- Alternativas de diseño gráfico.
- Alternativas de secuencia de animación.

##### **2.2.1.1 ALTERNATIVAS DE DISEÑO GRÁFICO:**

- a. Diseño gráfico en AutoCAD.
- b. Diseño gráfico en Flash MX.
- c. Diseño gráfico en Paint Shop.

##### **2.2.1.2 ALTERNATIVAS DE SECUENCIA DE ANIMACIÓN:**

- a. Animación mediante Flash MX.
- b. Animación mediante Adobe Illustrator.
- c. Animación mediante Visual Basic.

**2.2.2 ESTUDIO TÉCNICO.-** primeramente para el estudio técnico del diseño gráfico va entorno a dos conceptos fundamentales:

**2.2.2.1 GRÁFICOS VECTORIALES.-** Los gráficos vectoriales, también conocidos como esquemas orientados a objetos, son el segundo gran grupo de imágenes digitales. Son más simples que los gráficos de mapas de bits, ya que en ellos las imágenes se almacenan y representan por medio de trazos geométricos controlados por cálculos y fórmulas matemáticas, tomando algunos puntos de la imagen como referencia para construir el resto.

Las imágenes en los gráficos vectoriales no se construyen píxel a píxel, sino que se forman a partir de vectores, objetos formados por una serie de puntos y líneas rectas o curvas definidas matemáticamente.

Una línea se define en un gráfico de mapa de bits mediante las propiedades de cada uno de los píxeles que la forman, mientras que en un gráfico vectorial se hace por la posición de sus puntos inicial y final y por una función que describe el camino entre ellos. Análogamente, un círculo se define vectorialmente por la posición de su punto central (coordenadas  $x,y$ ) y por su radio ( $r$ ).

#### **2.2.2.2 VENTAJAS Y LIMITACIONES DE LOS GRÁFICOS VECTORIALES.**

Las principales ventajas que ofrecen los gráficos vectoriales, derivadas de su naturaleza matemática, son:

- Almacenan las imágenes en archivos muy compactos, ya que sólo se requiere la información (fórmulas matemáticas) necesaria para generar cada uno de los vectores; dado que no se ha de almacenar información para definir cada punto de la pantalla, sino una serie de fórmulas matemáticas.

- Permiten modificar el tamaño de las imágenes y de sus objetos componentes sin que se produzca pérdida de información, pues se actualizan de forma matemática todas las nuevas relaciones y posiciones de los elementos geométricos que las componen. Con ello, los cambios de tamaño de las imágenes vectoriales no afectan a la calidad de las mismas, apareciendo siempre con la misma nitidez.
- Son muy útiles a la hora de imprimir imágenes, ya que no es necesario pasar a la impresora la información de cada punto. Basta con ir pasándole la información de los vectores que forman la imagen.
- Cada objeto viene definido por sus propias fórmulas matemáticas y se maneja independientemente del resto, pudiendo escalarse, distorsionarse y cambiarse de forma o de posición sin afectar para nada los otros elementos del dibujo.
- Es posible un control independiente del color, tanto del contorno como del relleno, admitiendo la aplicación de texturas, degradados, transparencias, etc.
- Se puede controlar con gran precisión la forma, orientación y ordenación de los elementos.
- Cualquier efecto que se aplique a los objetos puede rectificarse en cualquier momento, ya que el dibujo es siempre editable. Esto no ocurre en las imágenes de mapas de bits, en las que una vez pintado un elemento ya no es posible modificarlo.

- Es fácil reutilizar un dibujo o una parte del mismo en otros proyectos. Basta copiarlo y pegarlo en un nuevo fichero o en uno ya existente-
- Los objetos del gráfico pueden fusionarse fácilmente entre sí, creando una serie de formas intermedias. Por ejemplo, se puede pasar de un cuadrado a un triángulo en cinco formas interpoladas.
- Se puede relacionar de diferentes formas con el resto de objetos del gráfico (agrupar, separar, recortar, intersecar, etc.).
- Se puede ordenar las formas de cualquier manera si está en superposición unas con otras.

**2.2.2.3 IMÁGENES DE MAPA DE BITS.-** Existen dos tipos principales de imágenes digitales: los mapas de bits, en los que la imagen se crea mediante una rejilla de puntos de diferentes colores y tonalidades, y los gráficos vectoriales, en los que la imagen se define por medio de diferentes funciones matemáticas.

Las imágenes de mapa de bits (bitmaps o imágenes raster) están formadas por una rejilla de celdas, a cada una de las cuales denominada píxel (Picture Element, Elemento de Imagen), se asigna un valor de color y luminancia propios, de forma que su agrupación crea la ilusión de una dibujo de tono continuo.

Un píxel es pues una unidad de información, pero no una unidad de medida, ya que no se corresponde con un tamaño concreto. Un píxel puede ser muy pequeño (0.1 milímetros) o muy grande (1 metro).

Una imagen de mapa de bits es creada mediante una rejilla de píxeles única.

Cuando se cambia su tamaño, se modifican grupos de píxeles, no los objetos o figuras que contiene, por lo que estos suelen deformarse o perder alguno de los píxeles que los definen, una imagen de mapa de bits está diseñada para un tamaño determinado, perdiendo calidad si se modifican sus dimensiones, dependiendo esta pérdida de la resolución a la que se ha definido la imagen.

Los gráficos de mapa de bits se obtienen normalmente a partir de capturas de originales en papel utilizando escáneres, mediante cámaras digitales o directamente en programas gráficos. También existen multitud de sitios en Internet que ofrecen imágenes de este tipo de forma gratuita o por una cantidad variable de dinero.

**2.2.3 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD.**-mediante un análisis podemos conocer las diferentes características de los programas, los cuales considerados como alternativas.

#### **2.2.3.1 ALTERNATIVAS DE DISEÑO GRÁFICO:**

##### **a. Diseño gráfico en AutoCAD.**

- Permite la manipulación de sus gráficos a otros programas.
- Trabaja con los diferentes comandos de manera fácil.
- Uso de gráficos vectoriales.
- Los gráficos tienen perfecto acabado.

**b. Diseño gráfico en Flash MX.**

- Permite la manipulación de sus gráficos a otros programas.
- Usa comandos graficados idénticos a la barra de herramientas de Paint.
- Trabaja en gráficos vectoriales y en mapa de bits (en mayor porcentaje con mapa de bits)
- El acabado es bueno.

**c. Diseño gráfico en Paint Shop.**

- Permite exportar sus gráficos a otros programas.
- Usa comandos de fácil manejo.
- Trabaja con las imágenes en mapas de bits.
- El acabado gráfico no es de precisión, es regular.

**2.2.3.2 ALTERNATIVAS DE SECUENCIAS DE ANIMACIÓN:**

**a. Animación en Flash MX.**

- Maneja comandos de fácil manejo.
- Permite la importación de imágenes de diferentes extensiones.
- Permite presentar su ejecución en cualquier PC.

- Es un paquete diseñado para animación y creación de gráficos.
- Manejo de sus comandos se ejecutan simplemente mediante barras de herramientas de ejecución por medio del cursor del ratón, no necesita comandos escritos.
- Maneja lenguaje de programación de fácil uso con ventanas de dialogo de edición.

**b. Animación en Adobe Illustrator.**

- Permite exportar sus gráficos a otros programas.
- Es bueno su acabado.
- Utiliza lenguaje de programación de fácil uso con ventanas de diálogo de edición.
- Permite la importación de imágenes.

**c. Animación mediante Visual Basic.**

- Maneja comandos son de ejecución escrita.
- Ejecuta archivo en aplicaciones de su propio programa.
- Es un paquete de programación.
- Usa lenguaje de programación en un entorno gráfico.



**2.2.4 EVALUACIÓN DE PARÁMETROS.**-Para la evaluación se debe tomar en cuenta las características que presentan estas, viendo la opción que obtenga la mayor calificación la seleccionada para la elaboración de este trabajo. Se opciona su valor de 0,1 a 1.

**2.2.4.1 EVALUACIÓN DE PARÁMETROS DE DISEÑO GRÁFICO Y SECUENCIA DE ANIMACIÓN.- PARÁMETROS DE EVALUACIÓN.**

Para evaluar cada una de las alternativas se toma en cuenta las ventajas y desventajas relacionadas anteriormente que presentan cada una de ellas y la opción que obtenga la mayor calificación será la seleccionada para realizar su elaboración. Siendo su rango de calificación entre los valores de cero y uno.

Para lo cual se le asignará un valor  $X_i$  a los parámetros de selección que se han considerado los más importantes que permitirán seleccionar la mejor alternativa de elaboración. La asignación de los valores  $X_i$  dependerá de la importancia del parámetro y su valor de ponderación estará entre:

$$0 < X_i < 1$$

Como referencia para la evaluación se ha tomado en cuenta a los siguientes parámetros de selección divididos en tres factores:

**a. Técnico.**

- Funcionalidad.
- Fiabilidad.
- Facilidad de operación y control.
- Materiales.
- Proceso de elaboración.

**b. Económico.**

- Costo de elaboración.
- Costo de operación.

**c. Complementario.**

- Método.
- Formato.

A continuación se define cada uno de los parámetros.

**2.2.4.1.1 Factor Técnico.**

**2.2.4.1.1.1 Funcionalidad.-** Este parámetro trata sobre las características para comprobar el funcionamiento y el cumplimiento con los fines para los que fue elaborado. Por la importancia de este parámetro se le asigna un valor de 0,8.

**2.2.4.1.1.2 Fiabilidad.-** Este factor es muy importante ya que trata de analizar el funcionamiento y la seguridad que brinde cada una de las alternativas en su accionamiento. A este parámetro se le asigna un valor de 0,8.

**2.2.4.1.1.3 Facilidad de operación y control.-** Las alternativas presentadas deben perseguir una finalidad primordial, la misma que constituye su fácil manipulación tanto en su operación y control. A este parámetro se le asigna un valor de 0,7.

**2.2.4.1.1.4 Materiales.-** Este indicador se refiere a los diferentes tipos de materiales a usarse en la elaboración y su facilidad utilización para que la elaboración sea óptima. A este indicador se le asigna un valor de 0,4.

**2.2.4.1.1.5 Proceso de construcción.-** En este parámetro se analiza desde la capacidad de utilización de los programas para la elaboración de los diferentes diagramas, así como el requerimiento de otras ayudas necesarias para la solución del diseño del proyecto, verdaderamente con buenos resultados de funcionamiento. A este parámetro se le asigna un valor de 0,7.

#### **2.2.4.1.2 Factor Económico.**

**2.2.4.1.2.1 Costo de elaboración.-** Este indicador es de gran importancia, ya que el factor costo tanto del material didáctico, será el punto clave para la selección de la alternativa más idónea, tomando en cuenta que la elaboración demande un gasto primordial, de tal manera se trata de buscar la alternativa más económica. A este indicador se le asigna un valor de 0,6.

**2.2.4.1.2.2 Costos de operación.-** Para su prueba dependerá del funcionamiento del material didáctico en las diferentes alternativas. A este parámetro se le asigna un valor de 0,6.

#### **2.2.4.1.3 Factor Complementario.**

**2.2.4.1.3.1 Método.-** Se refiere pasos a utilizarse para la elaboración del material didáctico que utiliza cada una de las alternativas propuestas. A este parámetro se le asigna un valor de 0,2.

**2.2.4.1.3.2 Formato.-** se refiere la forma en que se guarda y representa la información que contiene el material didáctico. A este parámetro se le asigna un valor de 0,2.

**Tabla 2.1 Matriz de evaluación del diseño gráfico.**

PARÁMETROS DE EVALUACIÓN	Factor de Ponderación. $X_i$	ALTERNATIVAS DE ELABORACIÓN		
		a	b	c
<b>1.- Factor Técnico.</b>				
• Funcionalidad.	0.9	0.8	0.8	0.8
• Fiabilidad.	0.6	0.5	0.5	0.5
• Facilidad de operación y control.	0.8	0.8	0.7	0.7
• Materiales.	0.5	0.4	0.5	0.4
• Proceso de construcción.	0.8	0.8	0.7	0.7
<b>2.- Factor Económico.</b>				
• Costo de elaboración.	0.6	0.5	0.4	0.4
• Costo de operación.	0,6	0.5	0.5	0.5
<b>3.- Factor Complementario</b>				
• Método.	0.2	0.2	0.1	0.1
• Formato.	0.2	0.2	0.1	0.1

**Tabla 2.2 Matriz de decisión del diseño gráfico.**

PARÁMETROS DE EVALUACIÓN	Factor de Ponderación. $X_i$	ALTERNATIVAS DE CONSTRUCCIÓN		
		$a^* X_i$	$b^* X_i$	$c^* X_i$
<b>1.- Factor Mecánico.</b>				
• Funcionalidad.	0.9	0.72	0.72	0.72
• Fiabilidad.	0.6	0.30	0.30	0.30
• Facilidad de operación y control.	0.8	0.64	0.56	0.56
• Materiales.	0.5	0.20	0.25	0.20
• Proceso de construcción.	0.8	0.64	0.56	0.56
<b>2.- Factor Económico.</b>				
• Costo de elaboración.	0.6	0.30	0.24	0.24
• Costo de Operación.	0,6	0.30	0.30	0.30
<b>3.- Factor Complementario.</b>				
• Método.	0.2	0.04	0.02	0.02
• Formato.	0.2	0.04	0.02	0.02

**Tabla 2.3 Matriz de decisión del diseño gráfico. (Puntajes finales)**

PARÁMETROS DE EVALUACIÓN	ALTERNATIVAS DE ELABORACIÓN		
	a* X <sub>i</sub>	b* X <sub>i</sub>	c* X <sub>i</sub>
<b>Factor Técnico.</b>	2.5	2.39	2.34
<b>Factor Económico.</b>	0.6	0.54	0.54
<b>Factor Complementario.</b>	0.08	0.04	0.04
<b>TOTALES</b>	<b>3.18</b>	<b>2.97</b>	<b>2.92</b>

**Tabla 2.4 Matriz de evaluación de la secuencia de animación.**

PARÁMETROS DE EVALUACIÓN	Factor de Ponderación. $X_i$	ALTERNATIVAS DE ELABORACIÓN		
		a	b	c
<b>1.- Factor Técnico.</b>				
• Funcionalidad.	0.9	0.9	0.8	0.8
• Fiabilidad.	0.6	0.6	0.5	0.5
• Facilidad de operación y control.	0.8	0.8	0.8	0.8
• Materiales.	0.5	0.5	0.4	0.4
• Proceso de construcción.	0.8	0.8	0.7	0.6
<b>2.- Factor Económico.</b>				
• Costo de elaboración.	0.6	0.6	0.5	0.5
• Costo de operación.	0,6	0.5	0.5	0.5
<b>3.- Factor Complementario</b>				
• Método.	0.2	0.2	0.2	0.1
• Formato.	0.2	0.2	0.2	0.1

**Tabla 2.5 Matriz de decisión de la secuencia de animación.**

PARÁMETROS DE EVALUACIÓN	Factor de Ponderación.	ALTERNATIVAS DE CONSTRUCCIÓN		
	$X_i$	$a \cdot X_i$	$b \cdot X_i$	$c \cdot X_i$
<b>1.- Factor Mecánico.</b>				
• Funcionalidad.	0.9	0.81	0.72	0.72
• Fiabilidad.	0.6	0.36	0.30	0.30
• Facilidad de operación y control.	0.8	0.64	0.64	0.64
• Materiales.	0.5	0.25	0.20	0.20
• Proceso de elaboración.	0.8	0.64	0.56	0.48
<b>2.- Factor Económico.</b>				
• Costo de elaboración.	0.6	0.36	0.30	0.30
• Costo de Operación.	0,6	0.30	0.30	0.30
<b>3.- Factor Complementario.</b>				
• Método.	0.2	0.04	0.04	0.02
• Formato.	0.2	0.04	0.04	0.02



**Tabla 2.6 Matriz de decisión de la secuencia de animación. (Puntajes finales)**

PARÁMETROS DE EVALUACIÓN	ALTERNATIVAS DE ELABORACIÓN		
	a* X <sub>i</sub>	b* X <sub>i</sub>	c* X <sub>i</sub>
<b>Factor Técnico.</b>	2.7	2.42	2.34
<b>Factor Económico.</b>	0.66	0.60	0.60
<b>Factor Complementario.</b>	0.08	0.08	0.04
<b>TOTALES</b>	<b>3.44</b>	<b>3.10</b>	<b>2.98</b>

### 2.2.5 SELECCIÓN DE LA MEJOR ALTERNATIVA.

Una vez concluido el estudio técnico, analizando cada una de las alternativas y evaluando los parámetros anteriormente se llega a la conclusión de que la alternativa **a** es la más factible para ser elaborada ya que brinda las mejores y óptimas condiciones de diseño, funcionalidad, factibilidad en la operación y control, además de ser de bajo costo en su elaboración del material didáctico, una interacción entre el Autocad y el Flash MX.

## **CAPITULO III**

### **3.1 ELABORACIÓN DE UN SISTEMA INTERACTIVO DEL CIRCUITO DE LUBRICACIÓN DEL MOTOR MAKILA-1A DEL HELICÓPTERO SUPER PUMA.**

#### **3.1.1 Información general.**

Para la elaboración del sistema didáctico interactivo del circuito de lubricación del motor Makila 1A del Helicóptero Súper Puma, se inicio mediante la investigación y recopilación de información de dicho motor y en si del circuito del motor Makila 1A; la cual en su totalidad encontramos en los manuales de mantenimiento y de instrucción existentes en la manualoteca del Centro de Mantenimiento de la Aviación del Ejército unidad de la BRIGADA AÉREA DEL EJÉRCITO N° 15"PAQUISHA".

El trabajo de investigación, recopilación de información se la realizó de mejor forma gracias a la las facilidades brindadas por el personal de técnicos que laboran en esta dependencia. Los manuales de mantenimiento y de instrucción están en idioma francés e inglés ya que la fabricación de los motores es francesa y el idioma que da mas opción a la traducción es el inglés, primeramente se tuvo que trabajo en la traducción de la información necesaria de los elementos que constituye los diferentes circuitos de lubricación del motor makila 1A. Además con las muchas experiencias de algunos técnicos, que han dado su conocimiento hicieron posible la interpretación de mejor manera para no caer en una interpretación diferente a la real.

### 3.2 Diseño gráfico del circuito de lubricación del motor makila 1 A

Los diagramas de circuito de lubricación del motor makila 1A son graficados, con los diferentes comandos y herramientas comunes que se utiliza en AutoCAD 2006. Para elaborar el Motor Makila 1Ay los diferentes circuito de lubricación del mismo se utiliza las herramientas más frecuentes ubicadas en el panel en donde se ejecuta las órdenes, se detalla a continuación las órdenes de ejecución para empezar a diseñar.

Se llega la ventana de mensajes y ordenes para empezar a trabajar.

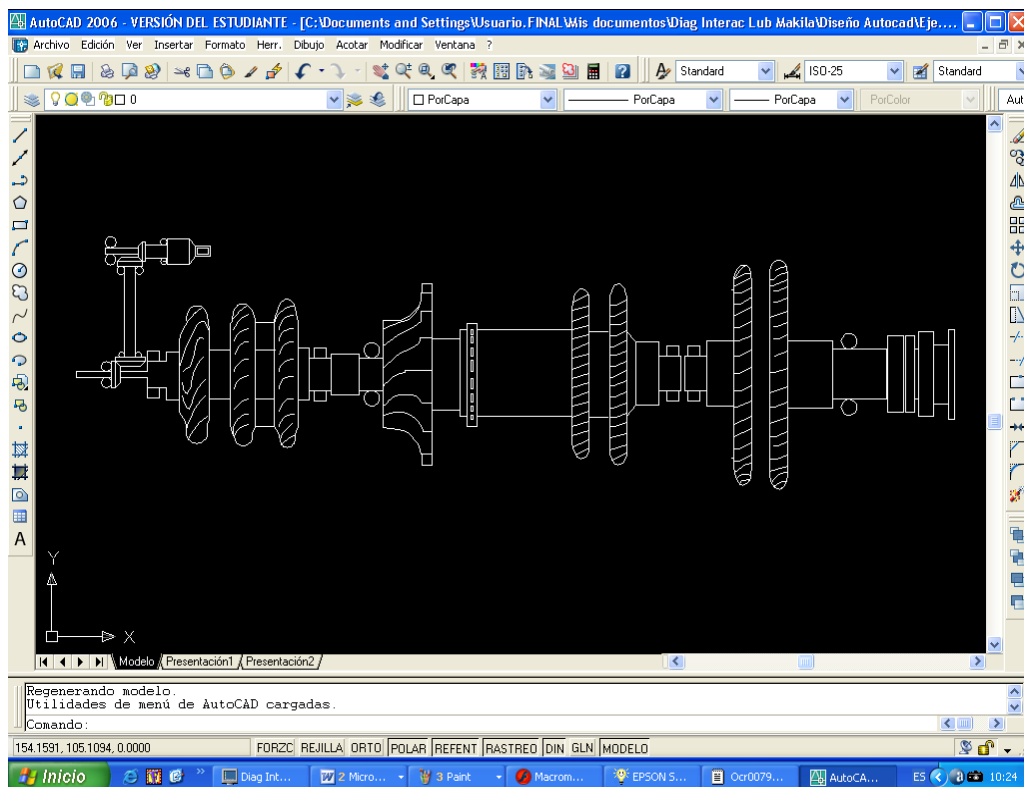


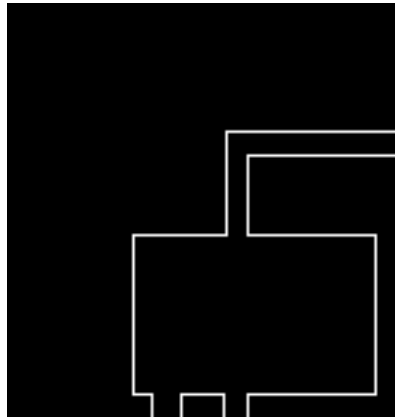
Fig. 3.1 Ventana de mensajes y órdenes

### 3.3 Creación de dibujo nuevo

Se crear un dibujo nuevo en este caso el circuito de lubricación del motor Makila 1A y en si el motor mismo; se utiliza una plantilla con parámetros estándar de modo se pueda definir de la mejor manera.

### 3.3.1 LINEA

La herramienta de la línea permite crear una línea especificando la primera coordenada, dando las dimensiones correspondientes para finalizar el trazado con esta orden procedemos a dibujar el deposito y las cañerías y el diseño del motor Makila 1A.



**Fig.3.2 Orden line.**

### 3.3.2 MULTILINEA

Permite realizar una serie de líneas paralelas creando estilos diseños propios que pueden ser almacenados, y además se les puede definir el color y el tipo de línea.

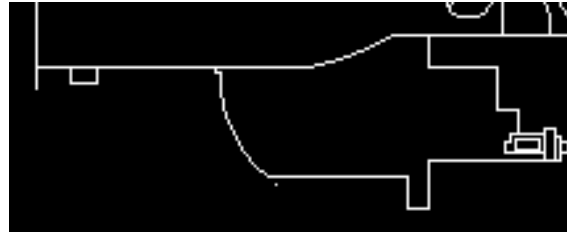
Para diseñar la cañería de retorno del de lubricación del motor Makila 1A se dibujo una serie de líneas paralelas.



**Fig. 3.3 Dibujo de cañería de retorno**

### 3.3.3 POLILÍNEA

Una polilínea es una secuencia de líneas o de segmentos de arco conectados, creados como un objeto único.

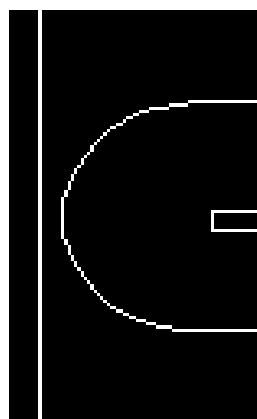


**Fig.3.4 Dibujo del deposito**

### 3.3.4 ARCOS

Sirve para realizar arcos especificando tres puntos, un final, un segundo en el arco y un punto final. Una línea recta entre dos puntos finales.

De este modo se dibujo el cono de entrada de aire de motor Makila 1<sup>a</sup>

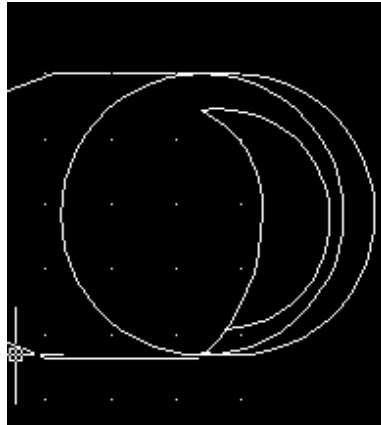


**Fig.3.5 Dibujo del cono de entrada del motor Makila 1A**

### 3.3.5 CIRCULO

Es un comando de las herramientas de AutoCAD, permite al usuario dibujar circunferencias, especificando su radio y su diámetro.

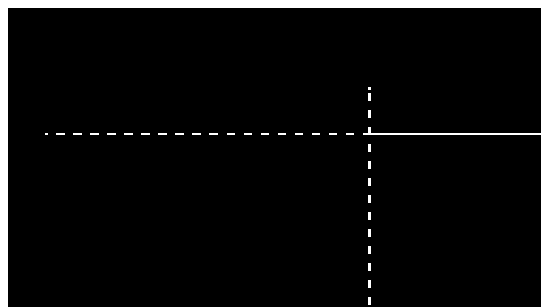
Con la ayuda de esta orden se diseña lo que corresponde las toberas del motor Makila 1A.



**Fig.3.6 Gráfico tobera del motor Makila 1A.**

### 3.3.6 RECORTAR

Esta orden es de mucha ayuda y permite borrar las líneas que están intersecadas entre sí.

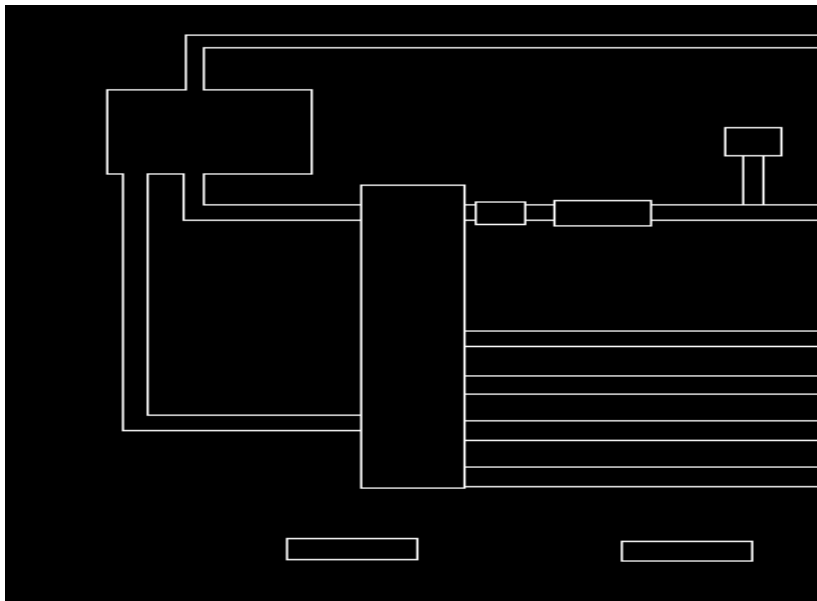


**Fig. 3.7 Intersección recortar**

### 3.3.7 RECTANGULO

El comando orden rectángulo permite dibujar rectángulos, especificando las coordenadas y remenciones según la necesidad del usuario.

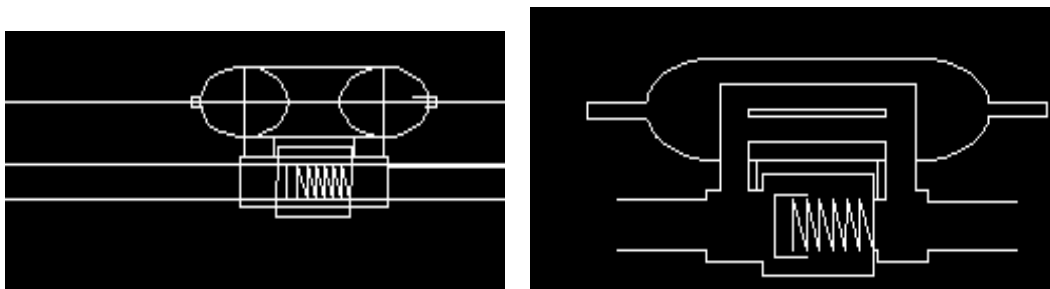
Especialmente se utiliza para realizar los gráficos del esquema en bloque circuito de lubricación del motor Makila 1A.



**Fig.3.8 Diseño del esquema en bloque circuito de lubricación del motor Makila 1A.**

### 3.3.8 BORRAR

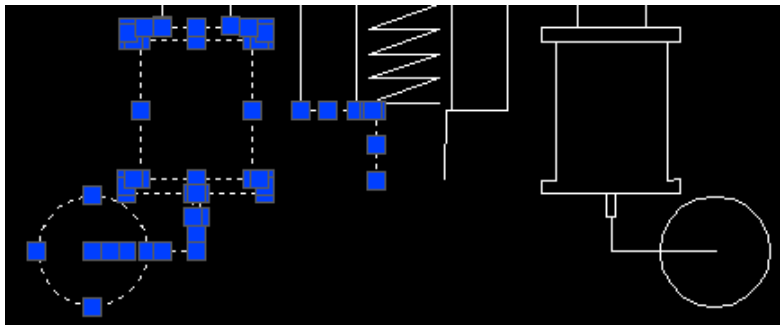
El icono BORRAR es utilizada por el usuario para borrar objetos. En este diseño el intercambiador de calor se puede ver líneas sobrantes y borrar



**Fig.3.9 Gráfico del contorno del el intercambiador de calor**

### 3.3.9 COPIAR

Se utiliza para copiar objetos, gráficos con las mismas dimensiones y coordenadas. En el siguiente gráfico se origina una copia de los transmisores de presión-temperatura de las mismas medidas y coordenadas del circuito de lubricación del motor Makila 1A.

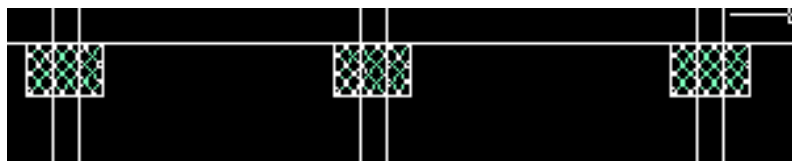


**Fig.3.10 Gráfico del transmisor de presión-temperatura mediante copiar.**

### 3.3.11 OVER o DESPLAZAR

Este icono permite mover el gráfico hacia otras coordenadas según la necesidad del usuario.

En nuestro caso



**Fig.3.11 Gráfico de la bomba de aceite accionando mover.**

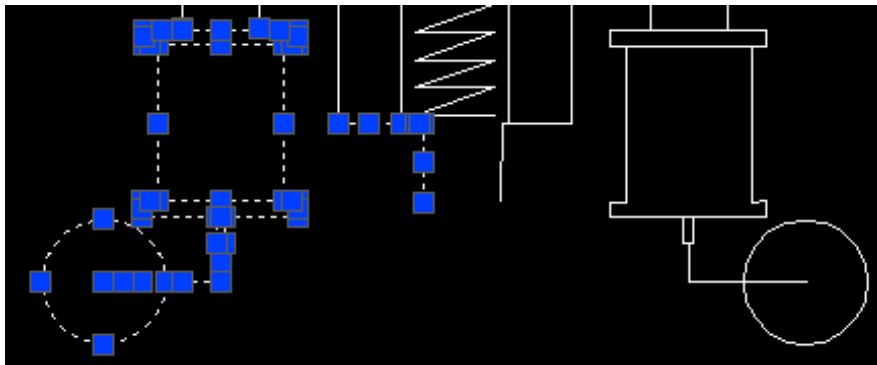
### 3.3.12 GIRAR

Cuando el usuario requiera cambiar de sentido del gráfico se especifica esta orden para la necesidad del mismo se recurre a esta orden.

Se cambia el sentido del transmisor de presión-temperatura como se puede observar en la bomba de aceite para ser unificado al sistema de esta forma se



va completando el diagrama final para después ser importados al programa Flash MX para su respectiva animación.

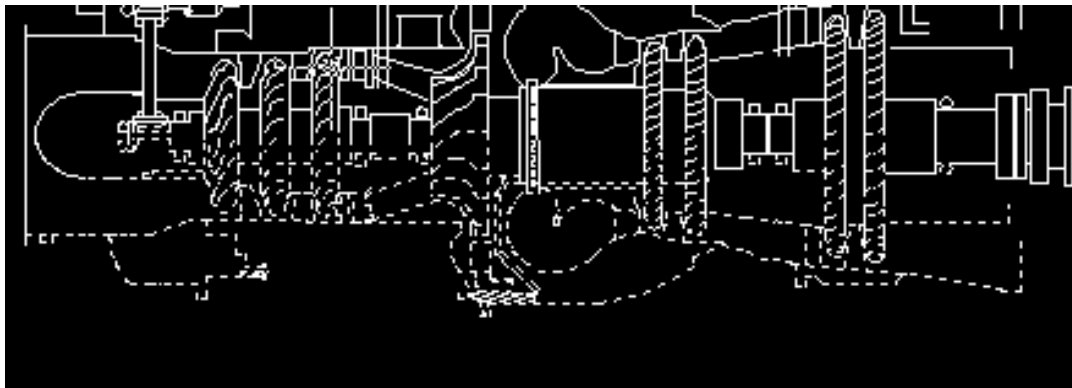


**Fig. 3.12 Gráfico de la bomba de aceite accionando girar.**

### 3.3.13 SIMETRÍA

Esta herramienta es de gran utilidad para el usuario, viene a ser como un espejo, ya que refleja el gráfico al otro lado en sentido contrario.

De esta forma se completa el diseño del motor seleccionando la parte graficada se establece las coordenadas y se obtiene el gráfico deseado.



**Fig. 3.13 Diseño gráfico del motor Makila 1A utilizando la simetría.**

## 3.4 ANIMACIÓN DEL CIRCUITO DE LUBRICACIÓN.

### 3.4.1 Importación de gráficos de Auto-Cad a Flash MX.

Para la importación de los diferentes diagramas se pasa a flash MX la información obtenida al ser importada no se pierde datos y en caso de pérdida de datos se agrupa el gráfico y se retoca los gráficos luego la información es importada al programa de animación flash MX para realizar las diferentes animaciones.

### 3.4.2 Interfaz del Programa

Abre Flash (desde Windows Botón Inicio > Programas > Macromedia > Macromedia Flash MX 2004). Una vez abierto, anda al Menú Archivo > Nuevo. En la ventana escoges Documento de Flash y Aceptar.

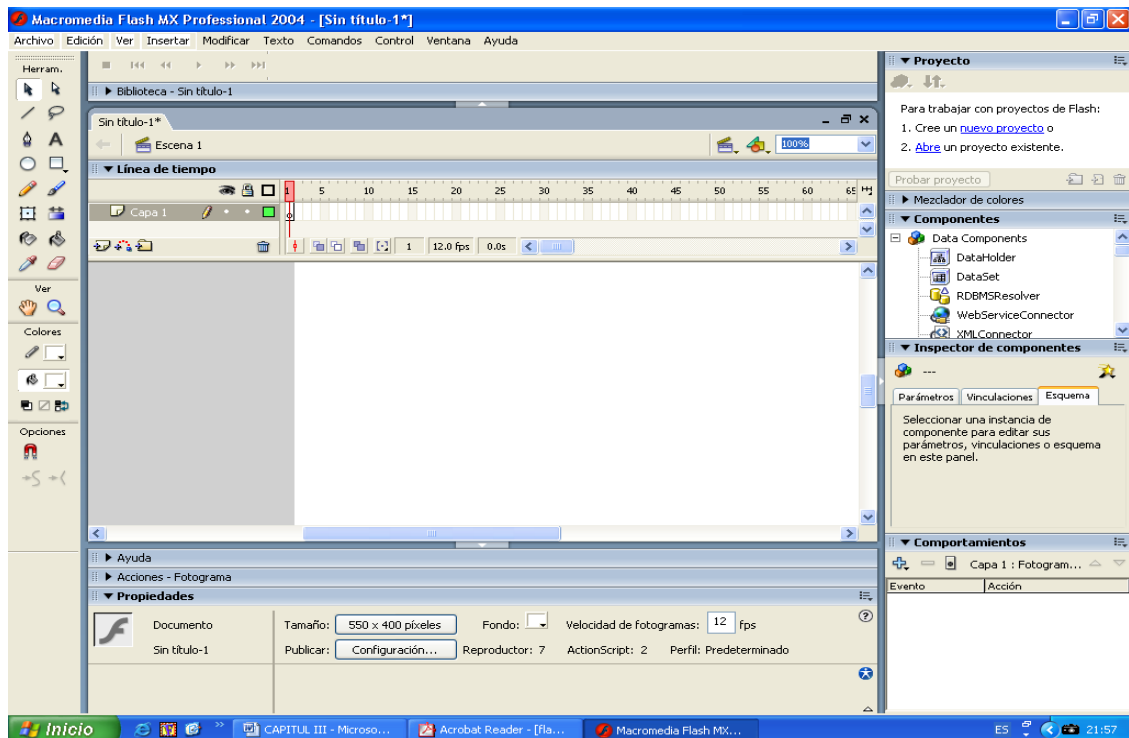


Fig. 3.14 Ventana documento de Flash MX.

Un archivo de Flash se guarda con una extensión “fla”. Ese fla es editable. Lo que se monta en Internet es un archivo swf, no editable y comprimido.

La interfaz de Flash está diseñada para que sea cómodo, ordenado y fácil trabajar con el programa.

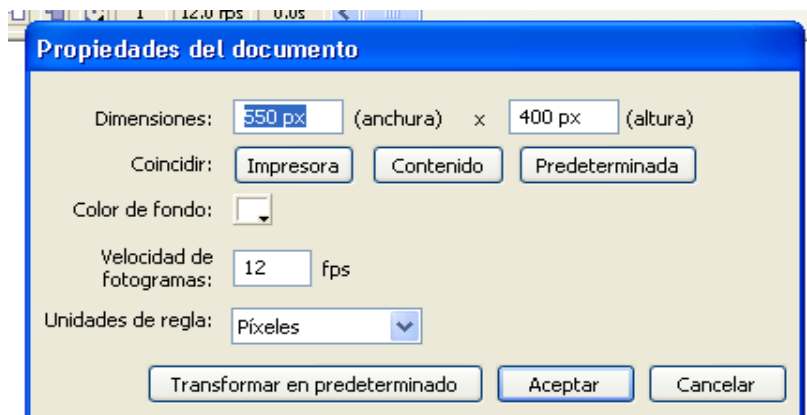
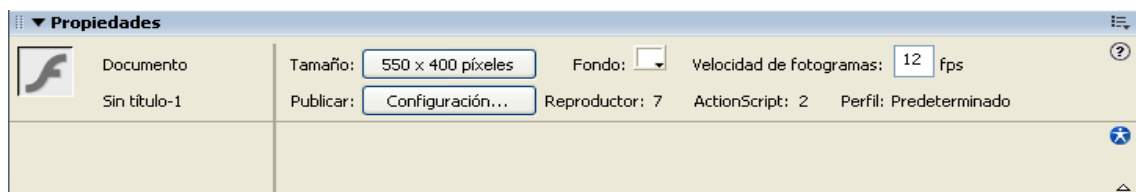
Arriba (barra azul) a la izquierda tiene el nombre del archivo y a la derecha los típicos iconos de Windows (Minimizar, Restaurar, Cerrar).

Un poco más abajo, los menús de todo software (Archivo, Edición, Ver, Insertar, etc.)

A la derecha se puede observar una serie de Paneles. Los Paneles ofrecen una gran ayuda para complementar nuestros desarrollos en Flash.

Abajo se observa 2 barras cerradas (Acciones y Ayuda) y una abierta (Propiedades).

La barra de Propiedades da indicaciones sobre cualquier cosa que esté seleccionada en el escenario. Indicando la película se acaba de abrir.



**Fig. 3.15** Ventana de propiedades

Esta ventana es una confirmación de lo que muestra la barra de propiedades, pero acá se puede cambiar los valores. Los más importantes por ahora son: El tamaño de la película, la Velocidad de Fotogramas la Unidad de regla. Pero siempre conserva la Unidad de regla como Píxeles, ya que es una medida muy ocupada en el mundo de las imágenes digitales.

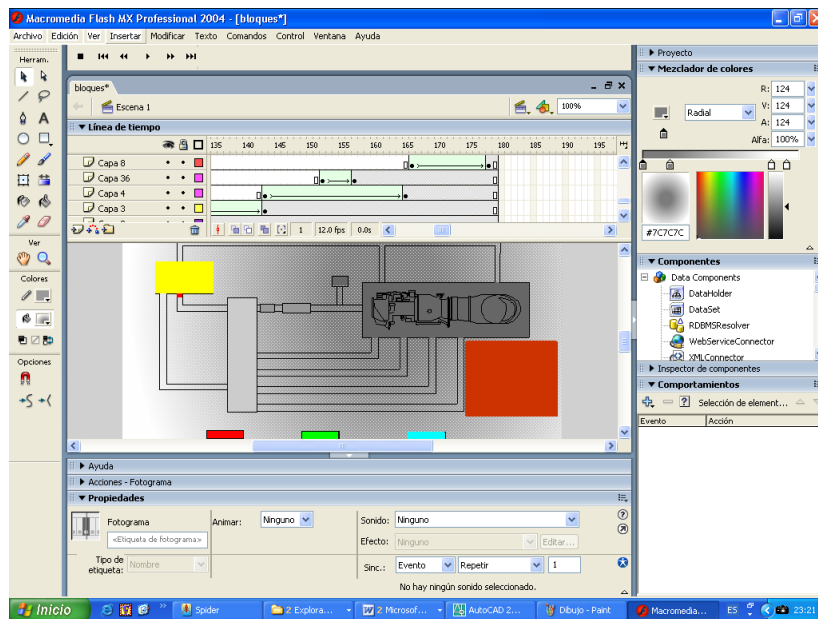
**Nota.- El píxel** (del inglés picture element, o sea, "elemento de la imagen") es la menor unidad en la que se descompone una imagen digital, ya sea una fotografía, un fotograma de video o un gráfico.

Al centro de la interfaz se encuentra el Escenario, que es donde ocurre todo lo que quiere el usuario.

### **3.4.3 Las capas en Flash MX.**

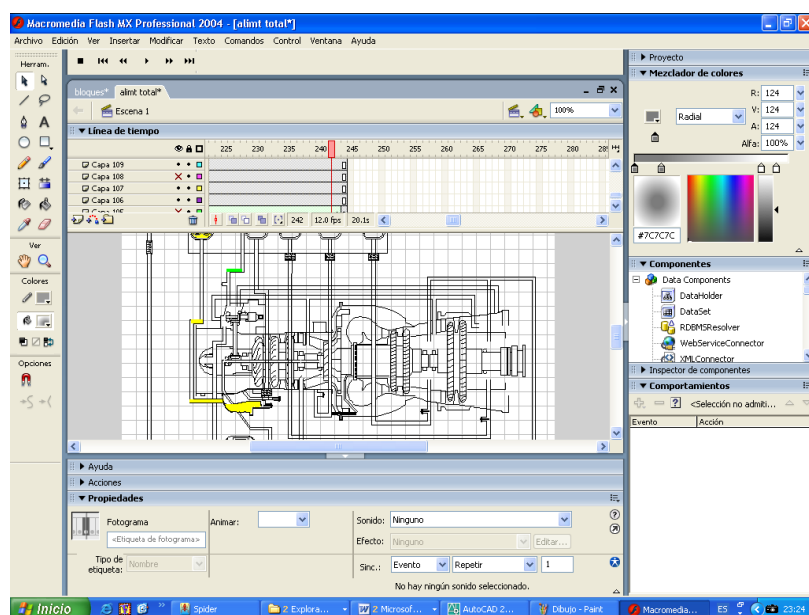
Las capas de flash MX son como hojas similares a las de acetato intercaladas una sobre otra, permaneciendo en el escenario todo lo que se dibuja de capa en capa, que permite iniciar con la animación de los gráficos

Para la creación de una película en Flash MX con varias capas podría compararse a la proyección de varias películas de cine antiguo recorre la cinta de la película; ya que la sucesión de capas es como si la cinta de la película avanzara por la misma pantalla, cada capa podrá contener lo que se quiere con la ventaja de que los objetos no influirán sobre otra de esta manera no se tendrá que agrupar los} objetos para que no interaccionen entre sí.



**Fig. 3.16 Capas en Flash MX**

Es posible la activación o desactivación de la visualización de la capa o varias capas que desee de manera que se pueda visualizar únicamente aquello que se desea editar y evitar desórdenes con otros elementos, también se puede organizar nuestro trabajo colocando en cada capa una animación gráfico sonido o elemento diferente, tomando en cuenta que al iniciarse la reproducción de la película el cursor irá avanzando y reproduciendo todo lo que contengan las diferentes capas.



**Fig. 3.17 Zona de control de las capas.**

### 3.4.4 Creación de nuevas capas.

Cuando se empieza a trabajar con el programa aparece una capa por defecto para añadir hay que dirigirse en la parte inferior de la ventana se selecciona la opción insertar capas asignándole Flash MX el nombre predeterminado como CAPA 2. si se crea otra le corresponderá el nombre de CAPA 3. y así sucesivamente según la necesidad de capas que se requiera para la animación de circuito de lubricación del motor Makila 1A.

En las nuevas capas que se vayan creando se colocan de abajo hacia arriba en la ventana de capas, siendo este el orden de apilado.

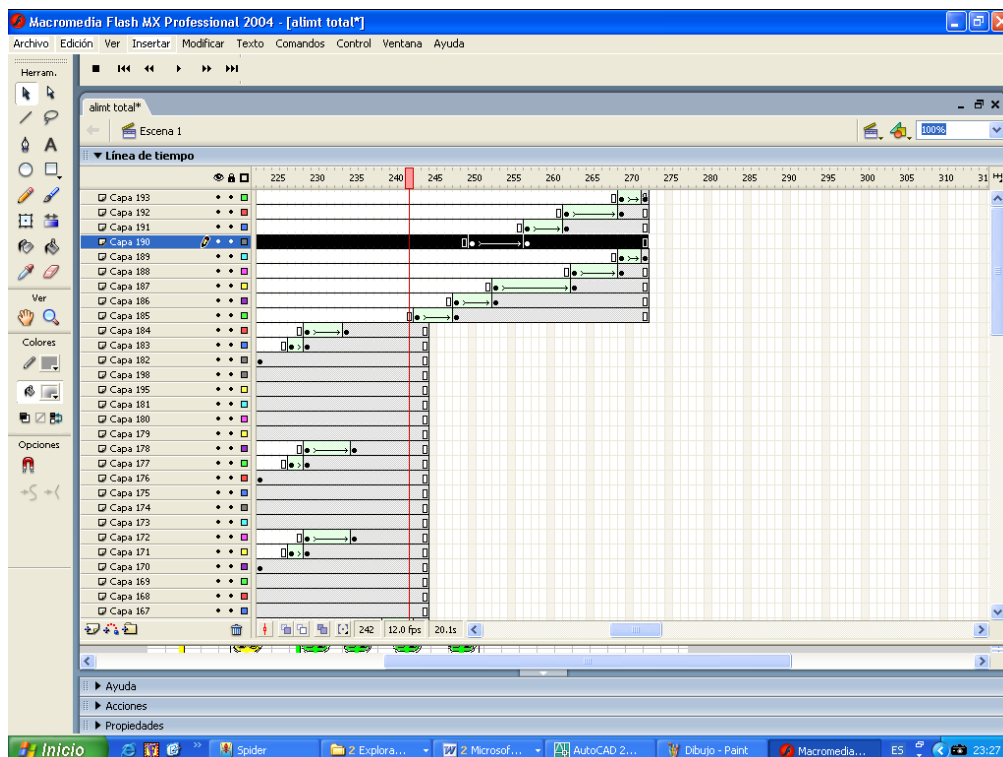
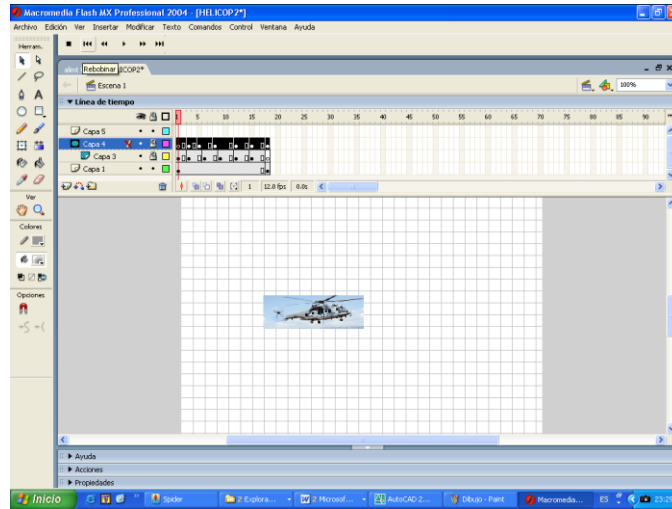


Fig.3.18 Distribución de capas.

### 3.4.5 Capas de máscara.

En la animación del circuito de lubricación del motor Makila 1A del helicóptero Super Puma la capa de máscara viene a ser un tipo especial de capa que permite mostrar y ocultar a voluntad los elementos que se encuentran en capas ubicadas por detrás de la capa máscara.

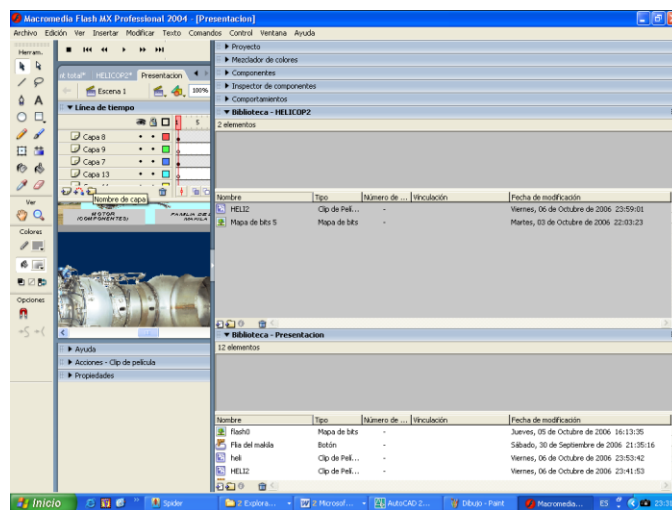


**Fig. 3.19 Capa máscara.**

Para que aparezca la capa máscara se hace clic derecho sobre la capa normal abriendo una sub. Ventana despegable en la cual se seleccionará la opción máscara.

### 3.4.6 Biblioteca de símbolos.

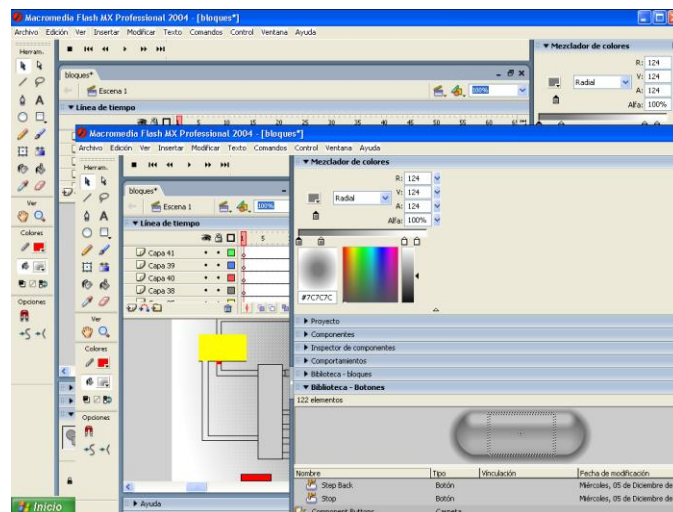
En la biblioteca de símbolos van todos los símbolos que se vaya creando, al realizar la animación los símbolos son de gran ayuda porque se quedan almacenadas en la biblioteca como nuevo elemento para ser utilizado.



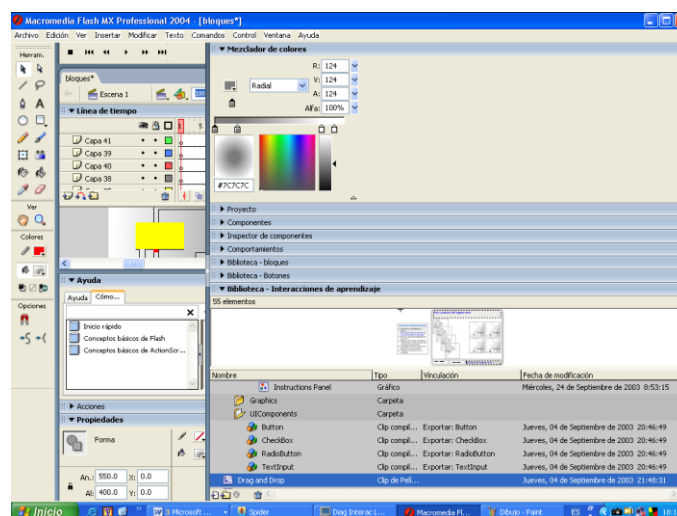
**Fig. 3.20 Biblioteca de la película.**

En la biblioteca prefijada se conforma de una serie de bibliotecas que vienen implementadas en flash la misma que contiene botones gráficos, clip sonidos que pueden se utilizar para realizar el clip de película de las bombas de alimentación como de recuperación del circuito de lubricación del motor Makila 1A

En la biblioteca de símbolos se tiene varias opciones que se puede utilizar en la animación como la biblioteca de interacciones y la de sonido de esta forma se optimiza, y no se necesita la creación de algunos botones que se utilice en la animación.



**Fig. 3.21 Biblioteca de botones.**



**Fig. 3.22 Biblioteca de interacciones.**



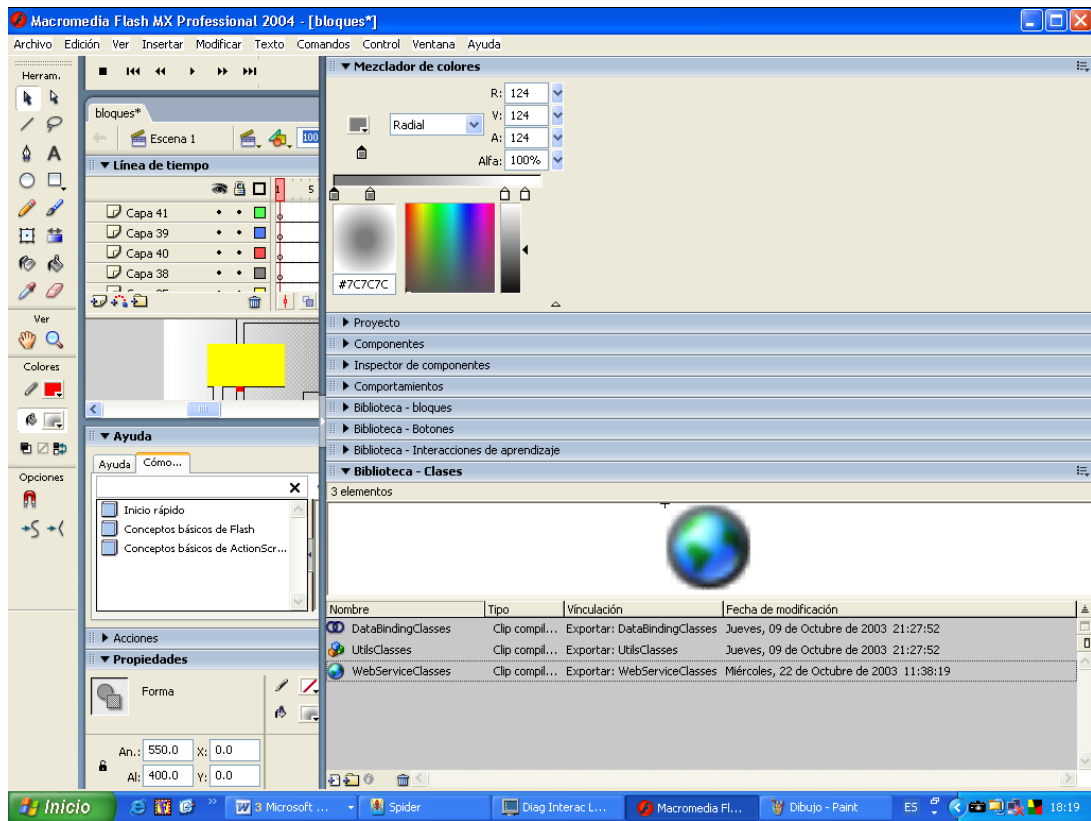


Fig. 3.23 Bibliotecas de clases



Fig. 3.24 Bibliotecas de sonidos.

### 3.4.7 Los fotogramas.

El procedimiento que se utilizó para crear las animaciones es que se basa en una sucesión de fotogramas como una película de cine, en cada fotograma muestra una imagen ligeramente diferente de la anterior.

Para obtener dicha animación se emplea una línea de tiempo en la que aparecen los fotogramas, en cada uno de los mismos se encuentran las diferentes imágenes con las que se esté trabajando.

Al poner en marcha la reproducción de la película la pantalla mostrara una continuación de otra el contenido de cada fotograma a la velocidad que se ha especificado.

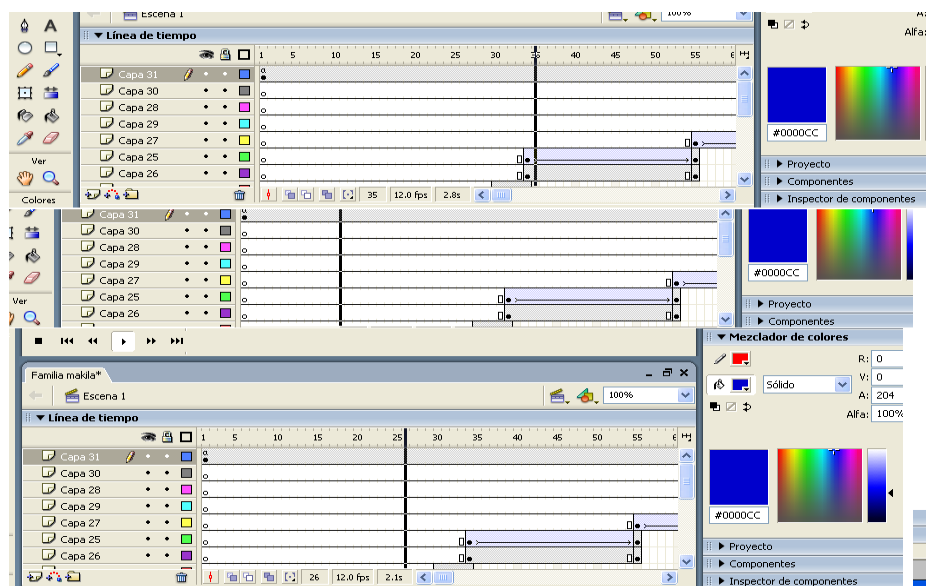


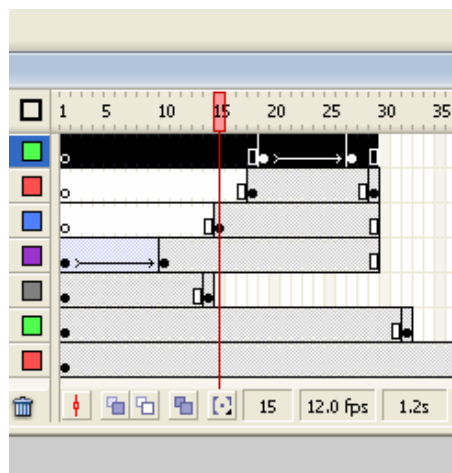
Fig.3.25 Fotogramas de animación.

### 3.4.8 Línea de tiempo.

Es la que se encarga de organizar y controlar el contenido de una película a través de la línea de tiempo, dicha organización se realiza a través de capas y fotogramas, un puntero de lectura que corre por la parte superior

que corre por la parte superior de la línea de tiempo es la encargada de indicarle en todo momento en que fotograma de la película se encuentra la reproducción, arrastrando el puntero con el mouse se podrá reproducir la película hacia delante o hacia atrás de una forma totalmente manual.

Cada capa dispone de su propia línea de tiempo con sus propios fotogramas pero durante la reproducción de la película los fotogramas de cada capa se reproducen a la vez.



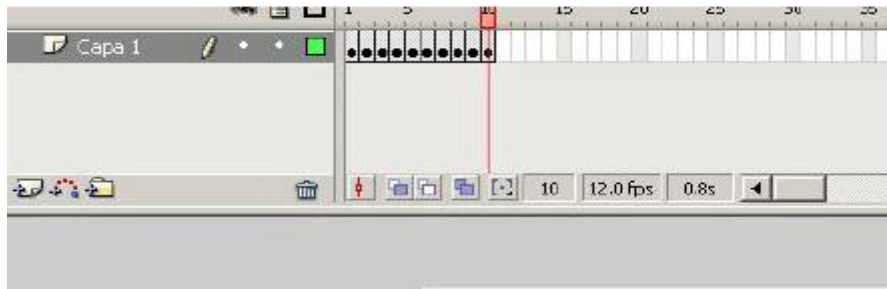
**Fig. 3.26 Ventana de línea de tiempo.**

Flash MX es un programa que permite crear animaciones de dos formas, la primera que es de fotograma a fotograma y la siguiente que es por interpolación.

### **3.4.9 Creación de una animación de fotograma a fotograma.**

Para crear una animación de fotograma a fotograma lo primero que se debe hacer es crear uno, dibujar en el interior la posición de partida del gráfico que se desea animar, después viene la creación del siguiente fotograma lo cual hará que aparezca en él el mismo contenido. Para el segundo fotograma este debe ser ligeramente diferente al anterior, en la creación del tercer fotograma

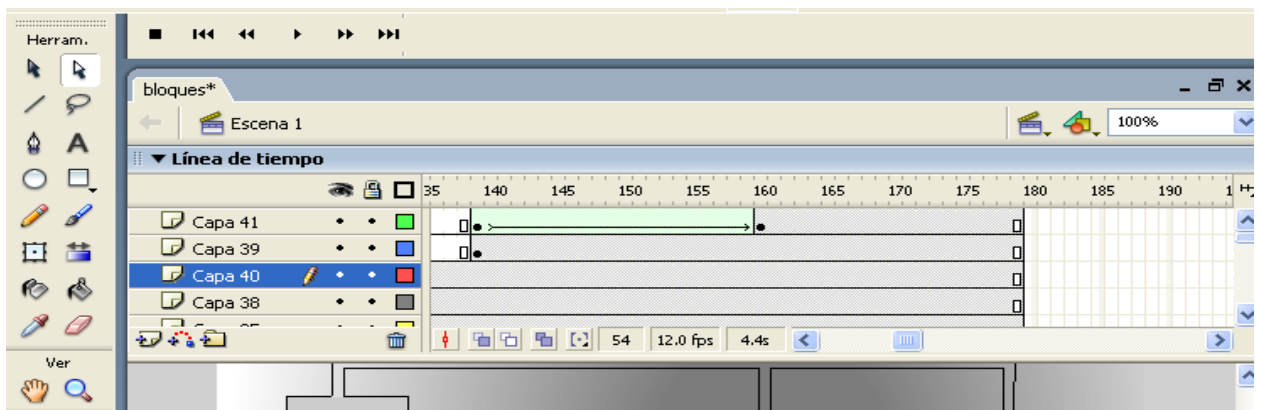
este va aparecer idéntico al segundo, se procede como en el caso anterior, y así sucesivamente hasta terminar la animación con la que se desarrolle.



**Fig. 3.27 Animación de fotograma a fotograma.**

### 3.4.11 Animación por interpolación de forma.

En la interpolación se ejecuta al programa, para designar cuales son los fotogramas inicial y final de la animación el mismo que se encarga de crear en forma automática todos los fotogramas intermedios por ejemplo si a una figura se le da movimiento de izquierda a derecha a esta se le debe dar movimiento en cada uno de los fotogramas, pero en la animación por interpolación se ejecuta dos ordenes, la primera se lo hace en el primer fotograma en la línea de tiempo y la siguiente orden que va ha ser la final, ya que en los fotogramas intermedios son ejecutados automáticamente por Flash MX en cada uno de los ya mencionados.



**Fig. 3.28 Animación por interpolación de forma.**

### 3.4.12 Animación por la interpolación de movimiento.

Para crear una animación de interpolación de movimiento se siguen los mismos pasos que una interpolación de forma, la misma que debe contener dos fotogramas claves que contenga respectivamente el objeto inicial y final, rellenando automáticamente los fotogramas intermedios, se selecciona el primer fotograma se hace clic sobre el botón derecho para desplegar el menú contextual eligiendo la opción crear interpolación de movimiento.

También se puede elegir la opción en el panel de propiedades seleccionando en la casilla animar, al crear es tipo de animación la figura debe estar agrupada seleccionando en la línea el fotograma No 5, pulsando la tecla F6 se crea el segundo fotograma clave el contenido del primer fotograma aparecerá ahora en este fotograma, seleccionando el mismo se le puede arrastrar a otro lado de la pantalla por ejemplo hacia abajo.

Se selecciona el primer fotograma se da un clic sobre el mismo con el botón derecho del mouse se abre en el menú contextual y se selecciona la opción de crear interpolación de movimiento, esta hará que aparezca sobre el fotograma la típica flecha indicativa de que se trata de una interpolación a la vez que los fotogramas intermedios se colorean.

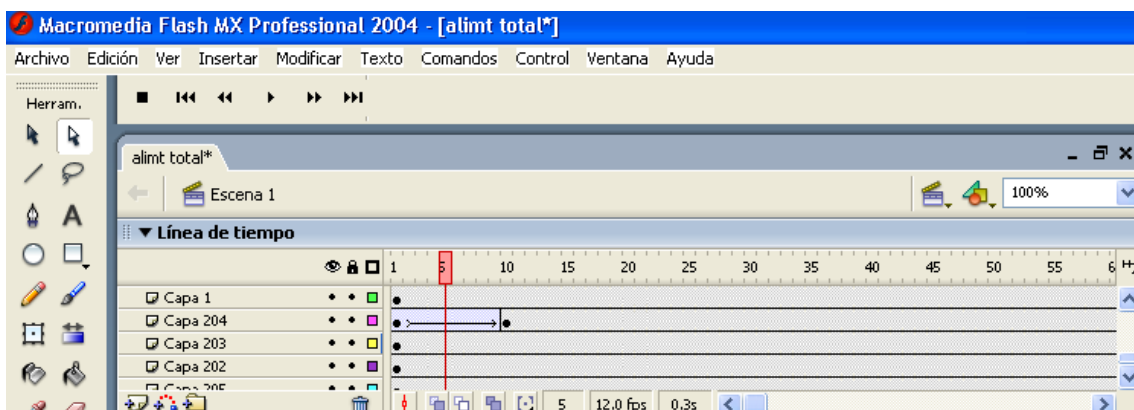
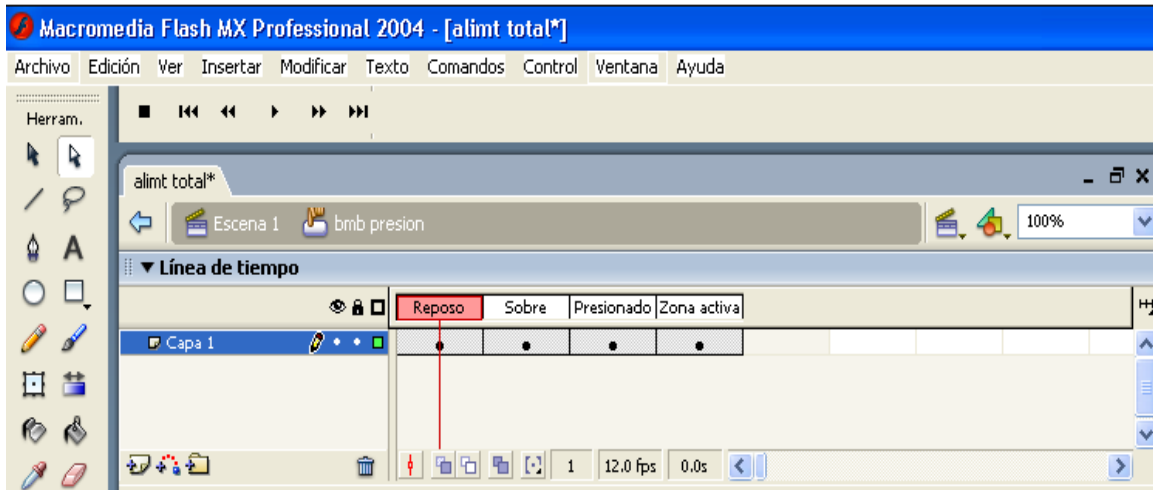


Fig. 3.29 Interpolación de movimiento.

### 3.4.13 Creación de botones.

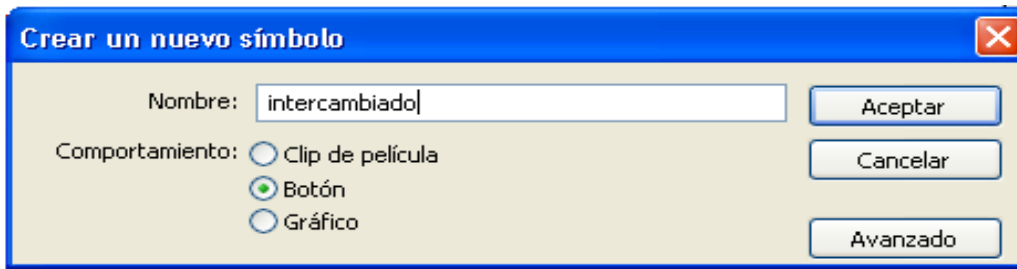
Un botón viene a ser un pequeño clip de película interactivo que tiene únicamente cuatro fotogramas denominados: reposo, sobre. Presionado y zona activa.



**Fig. 3.30 Fotograma de los símbolos del botón.**

- El fotograma reposo debe contener el aspecto gráfico del botón cuando no está pulsado y no tiene el cursor del ratón encima.
- El fotograma sobre debe contener el aspecto gráfico del botón cuando el cursor del ratón está encima de él.
- El fotograma presionado debe contener el aspecto gráfico del botón cuando se haga clic sobre el ratón.
- El fotograma Zona Activa es en donde se define la zona activa del botón es decir la zona que será sensible al clic del ratón o al paso de este por encima.

Para crear un botón hay que seleccionar la opción inserta/ nuevo símbolo y en la ventana que se abrirá activar la casilla botón y asignar un nombre.



**Fig. 3.31 Ventana para la definición de un símbolo.**

Después de eso se abrirá la ventana de edición de botón mostrando una superficie de trabajo y una línea de tiempo con los cuatro fotogramas mencionados, una vez creado el aspecto del botón en el primer fotograma debemos crear el segundo fotograma, para este paso se debe seleccionar y pulsar la tecla F6 para convertirlo en un fotograma clave.

El hecho de convertir el segundo fotograma en un fotograma clave provoca la repetición del contenido del primer fotograma lo cual se utiliza para poder modificarlo sin perder ni el centro ni la referencia de tamaño, de la misma manera para crear el tercer fotograma se selecciona y se pulsa la tecla F6 aquí se debe dibujar el aspecto que desea que adopte el botón cuando se haga clic sobre el.

En el cuarto fotograma seleccione el fotograma Zona activa (presionado) y se pulsa F6 para convertirlo en un fotograma clave, el texto desaparecerá pero esto no afectará el contenido del cuarto fotograma porque no se visualiza en la escena.

Este último fotograma sirve únicamente para decirle al programa de flash MX cual es la zona del botón en la que serán considerados las acciones del cursor del ratón, al reproducir la escena se observa que no sucede nada cuando actúa con el ratón sobre el texto y solo resulta sensible la parte redonda del botón.

#### **3.4.14 Botones en la escena.**

Cuando se crean los botones estos quedan automáticamente depositados en la biblioteca del documento para llevarlos a la escena se deberá abrir la biblioteca y arrastrarlos hasta el lugar que se desee.

#### **3.4.15 PUBLICACIÓN Y DESCARGA DE PELÍCULAS.**

Una vez creada la película y sin salir de la aplicación el programa flash MX le permite reproducir de la siguiente manera

- Desde el editor pulsado la tecla INTRO, este método no siempre permite reproducir todos los eventos de la película, acciones etc.
- Mediante el reproductor de flash MX desde el propio editor pulsando ctrl.+Intro con este método se crea automáticamente un archivo swf que se encarga de ejecutar el reproductor de flash MX sin abandonar el programa.
- Mediante el reproductor de flash MX de forma individual una vez creado un archivo swf. de la película, se puede reproducir en cualquier ordenador que tenga instalado el reproductor de flash MX.
- Mediante un archivo .exe (proyector de Windows) con este método no es necesario tener instalado ni Flash MX ni su reproductor ya que se genera un archivo -exe ejecutable denominado proyector, que contiene la película y el propio reproductor de flash MX necesario para verla.

### **3.5 PRUEBA FUNCIONAL DEL MÉTODO INTERACTIVO.**

Una vez obtenido los diagramas se los ubica por escenas para editar la película se da un "CONTROL ENTER" en el archivo de datos "Sistema de lubricación" creando un archivo de tipo película propio de Flash MX,



De esta forma se visualiza la presentación de la película para ingresar al archivo se da un clic en el icono de ejecución del archivo de la película de extensión \*.exe desplegando una ventana de presentación de la película.



**Fig.3.32 Presentación de la película.**

Para los diagramas de funcionamiento del Circuito de lubricación del motor Makila 1A se ejecuta.

### **3.6 DIAGRAMAS ELABORADOS**

Para la elaboración de los diagramas del circuito de lubricación del motor Makila 1A se diseño mediante el programa de diseño grafico AutoCAD 2006, siendo este programa en resumen es de gran exactitud y fácil manejo de utilización, luego se realizó la exportación hacia el programa Flash MX en el

cual se procedió a dar la animación correspondiente de los siguientes diagramas:

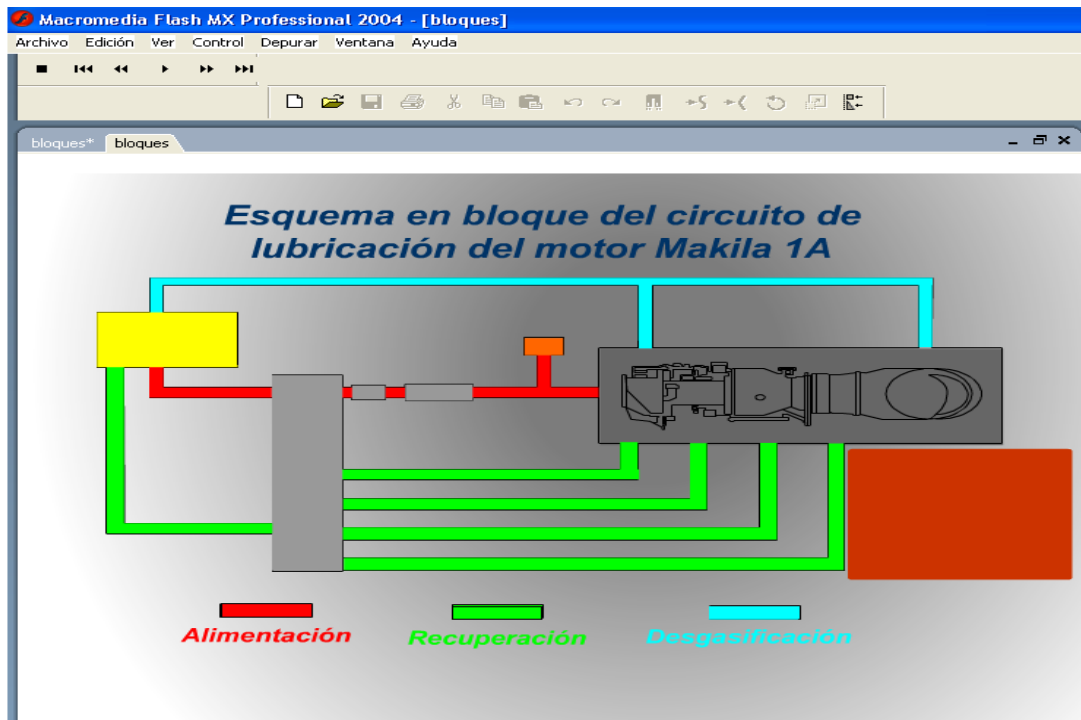


Fig.3.33 Esquema en bloque del circuito de lubricación.

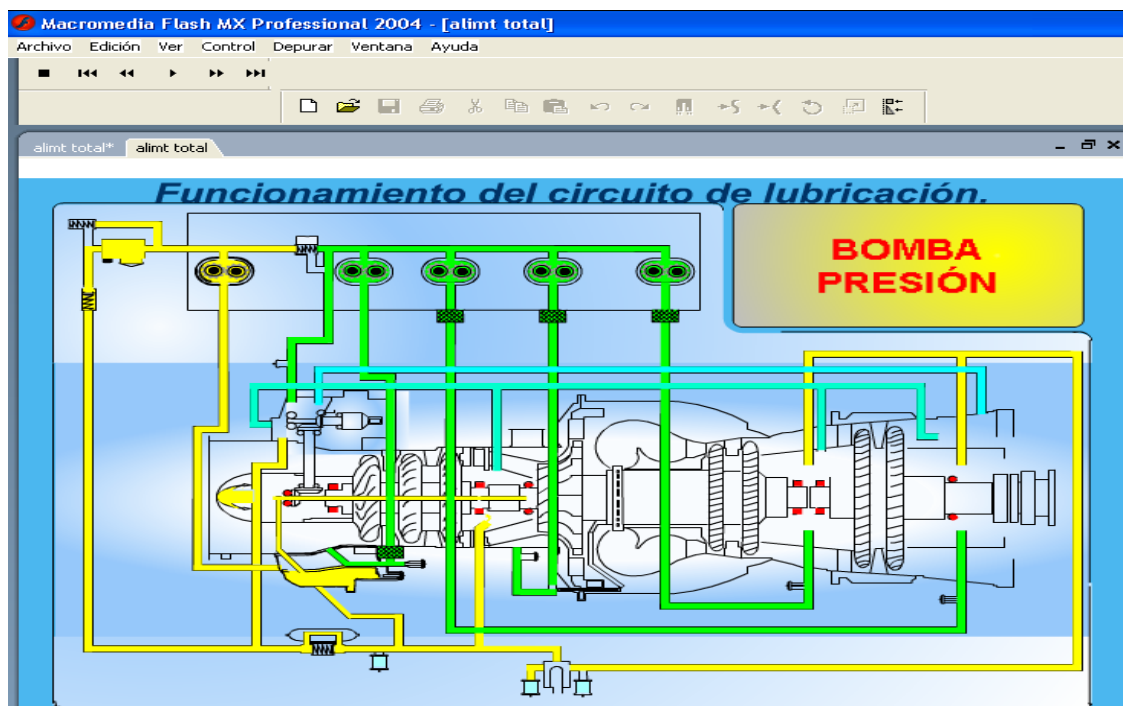


Fig. 3.34 Diagrama de funcionamiento del circuito de lubricación del motor makila 1A.

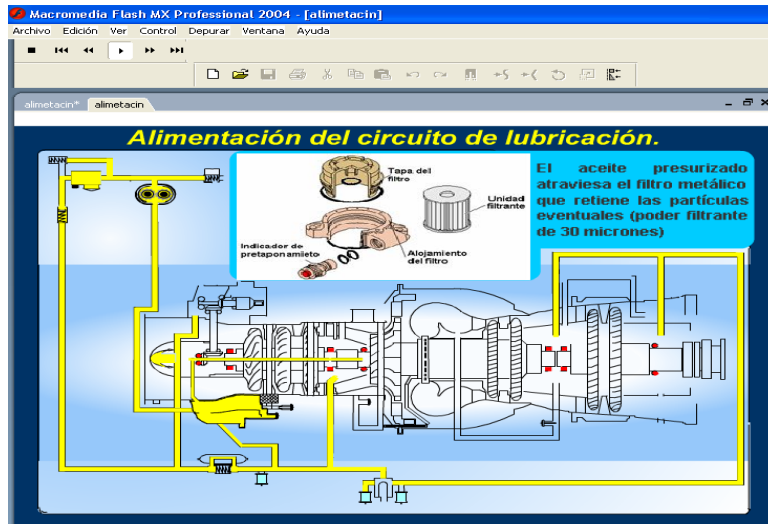


Fig.3.35 Diagrama de funcionamiento del circuito alimentación.

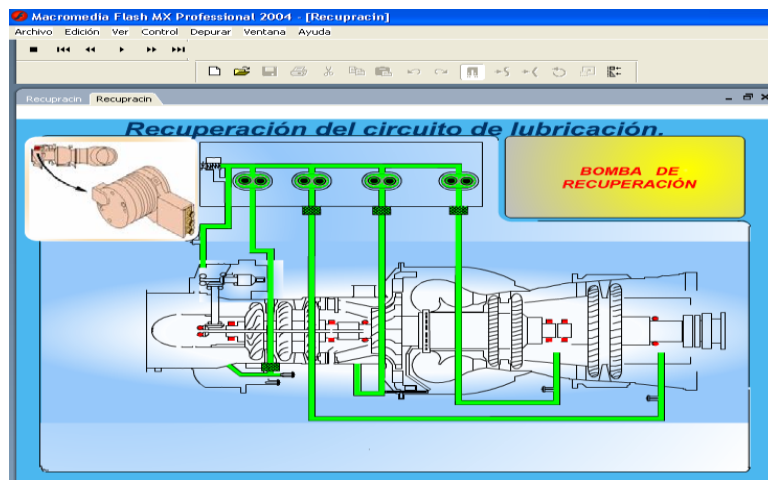


Fig.3.36 Diagrama de funcionamiento del circuito recuperación.

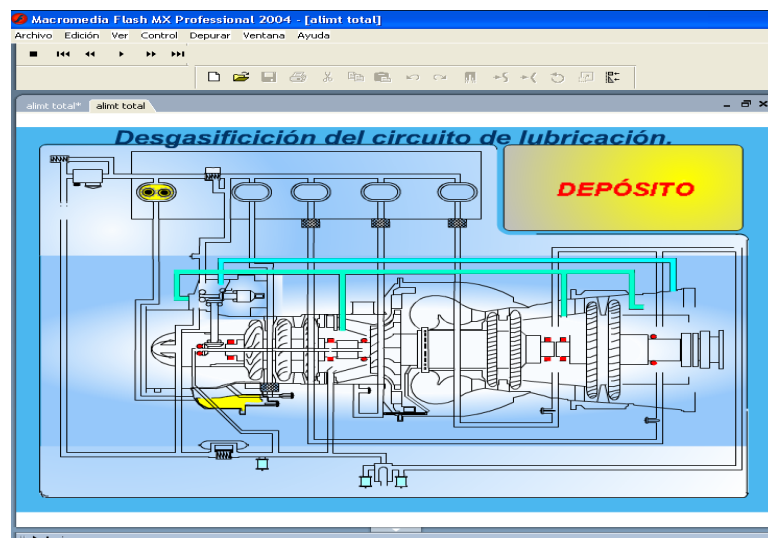


Fig.3.37 Diagrama de funcionamiento del circuito desgasificación.

## **CAPÍTULO IV**

### **ECONÓMICO**

#### **4.1 ESTUDIO ECONÓMICO.**

En este capítulo se detalla a continuación del costo real de la elaboración del sistema didáctico interactivo del circuito de lubricación del motor makila 1A.

#### **4.2 Presupuesto.**

Realizando un estudio económico antes de concretar este proyecto, se llego a la conclusión que dicho proyecto llegaba a costar \$ 460.

#### **4.3 Análisis económico.**

Para elaborar el sistema didáctico interactivo del funcionamiento del circuito de lubricación del motor makila 1A se considero los siguientes precios:

- Curso de capacitación.
- Materiales
- Otros.

##### **➤ CURSO DE CAPACITACIÓN.**

Para la realización de este proyecto se realizó un curso de capacitación de Auto CAD y Flash MX.

Ya que el diseño de los diferentes diagramas del circuito de lubricación del motor makila 1A se lo realizo en Auto CAD por su gran precisión y de fácil manejo para dibujar los diferentes diagramas. Y en el caso de Flash MX por ser un programa eficientemente óptimo para la animación de dichos diagramas.

➤ **MATERIALES.**

Esto comprende todo el material utilizado para la elaboración del proyecto, los cuales son los siguientes:

- Hora máquina.
- Hora Internet.
- Cd.
- Disquete.

➤ **OTROS.**

En esta parte comprende todos los materiales utilizados en la elaboración de dicho proyecto como es: papel, impresiones, copias, etc. De tal modo que se ha establecido el costo auténtico de la elaboración del sistema didáctico interactivo del circuito de lubricación del motor Makila 1A.

**Tabla 4.1 Costo total del sistema didáctico interactivo del circuito de lubricación del motor makila 1A.**

<b>MATERIALES</b>	<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>TOTAL DE COSTO</b>
Internet	1	20	Hrs.	20
Computadora	1	80	Hrs.	80
Curso de AutoCAD	5	20	Hrs.	100
Curso de Flash MX	5	20	Hrs.	100
Impresiones	0.20	300	Hojas	60
Imprevistos	100	-----	-----	100
<b>Total</b>	-----	-----	-----	<b>460</b>

## CAPÍTULO V

### 5.1 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

#### 5.1.1 Conclusiones:

- La recopilación de información del circuito de lubricación del motor Makila 1A del helicóptero Super Puma permitió desarrollar la secuencia de animación de dicho circuito, el que servirá de material didáctico para los técnicos de la ETAE-15.
- La interpretación del funcionamiento de alimentación, recuperación y desgasificación del circuito de lubricación del motor Makila 1 A facultó el conocimiento de funcionamiento de los circuitos, elementos y accesorios.
- La interrelación de los softwares dio la alternativa para la elaboración de los diferentes diagramas interactivos.
- La graficación de los diferentes diagramas principales de funcionamiento del circuito de lubricación del motor Makila 1A permitió obtener una base gráfica previa a la animación
- La animación de los diferentes diagramas de funcionamiento del circuito de lubricación del motor Makila 1A facilitó la secuencia de animación lógica de dichos circuitos.
- La ejecución de funcionamiento y aplicación del material didáctico facilitó la prueba de aplicación del disco compacto.

### **5.1.2 Recomendaciones:**

- Se recomienda usar el presente material para incrementar el interés e interpretación el funcionamiento del circuito de lubricación del motor Makila 1A en el conocimiento del motor.
- Se recomienda realizar métodos didácticos idénticos del motor Makila 1A y sistemas del helicóptero Súper Puma, así la ETAE-15 contará con material didáctico de apoyo para facilitar la enseñanza como el conocimiento del funcionamiento de este circuito.
- Se debe tener muy en cuenta que el uso de los señaladores geométricos (Drafting settings) del Autocad facilita la edición de gráficos ya que permiten ubicar puntos geométricos de un objeto para que sean referencia en el diseño de otro.
- Se recomienda utilizar el programa FreeHand como interfase de importación entre el Autocad y el Flash MX; ya que de ser directa se perderían detalles gráficos.
- Al usar movie clips en el Flash MX se debe dar un duplicado en caso de tener que usar un objeto de similares características ya que al realizar una copia normal del objeto al modificar el objeto copiado se modificará el objeto de origen.
- Dentro de las acciones que se proporciona a (los botones que ejecutan las secuencias de animación es importante realizar una relación de condiciones mediante el código if ya que hay secuencias que no se deben ejecutar si otra esta en función.

## BIBLIOGRAFÍA

- TURBOMECA snecma group, Turbomeca training center, Makila 1(Eng), Junio 2002.
- TURBOMECA snecma group; Maintenance Manual; Makila 1; first edition, march 1981; Tomo 2, Cap 79-00-00
- [http://www.mapmultimedia.cl/parrao/Fla\\_Basico\\_Parrao.pdf](http://www.mapmultimedia.cl/parrao/Fla_Basico_Parrao.pdf))
- [http://www.aulaclie.es/flashMX/t\\_2\\_1.htm](http://www.aulaclie.es/flashMX/t_2_1.htm)
- [http://www.macromedia.com/shockwave/download/download.cgi?P1\\_Prod\\_](http://www.macromedia.com/shockwave/download/download.cgi?P1_Prod_)  
<http://www.unav.es/cti/manuales/AutoCAD/>
- [http://www.macromedia.com/es/software/trial\\_download/](http://www.macromedia.com/es/software/trial_download/)