



300615
UNIVERSIDAD LA SALLE

ESCUELA DE INGENIERIA

CON ESTUDIOS INCORPORADOS A LA U. N. A. M.

23
rey.

"RED HELIPORTUARIA PARA LA CIUDAD DE MEXICO"

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

TESIS PROFESIONAL

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO CIVIL**

P R E S E N T A :

MARIO GUILLERMO SUGAWARA ALPIZAR

DIRECTOR DE TESIS :

ING. EDMUNDO BARRERA MONSIVAIS

MEXICO, D. F.

JULIO 1991



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE

INTRODUCCION.

CAPITULO 1. ANTECEDENTES.	1
1.1 HISTORIA DE LOS HELIPUERTOS	1
1.2 PRIMERAS NECESIDADES DE USO	2
1.3 EL HELICOPTERO	3
CAPITULO 2. NORMAS DE DISEÑO.	12
2.1 NORMAS DACI-SCT	12
2.2 SUPERFICIES LIMITADORAS DE OBSTACULOS	26
2.3 AYUDAS VISUALES	32
2.4 IMPACTO ECOLOGICO	46
CAPITULO 3. CONSTRUCCION Y MANTENIMIENTO.	49
3.1 REQUISITOS PARA AUTORIZACION	49
3.2 CALCULO DE LA ESTRUCTURA	51
3.3 CONSTRUCCION Y MANTENIMIENTO	55
3.4 OPERACION	57
3.5 EJEMPLO	67
CAPITULO 4. PLANEACION DE UNA RED DE HELIPUERTOS EN LA CIUDAD DE MEXICO.	71
4.1 HELIPUERTOS ACTUALES	71
4.2 DEMANDA ACTUAL	74
4.3 NECESIDADES FUTURA	75
4.4 ESPACIO AEREO	82
4.5 DISEÑO DE LA RED	83
CAPITULO 5. PROYECTO POR CONCESION.	92
5.1 CONCESION	92
5.2 COSTOS	94
5.3 ANALISIS FINANCIERO	98
5.4 RENTABILIDAD	115

CONCLUSIONES.

BIBLIOGRAFIA

INTRODUCCION

INTRODUCCION

El papel del Ingeniero Civil, no se debe limitar al cálculo y construcción de un proyecto, sino que debe abarcar mas allá; desde la concepción, en base a las necesidades de la sociedad, hasta la entrega a la misma, del proyecto terminado, pasando por la investigación de mercado (necesidades reales), planeación, análisis financiero, construcción, administración, operación y mantenimiento de la obra realizada.

Este trabajo está enfocado al área de planeación, dentro de la ingeniería de transporte y al estudio de la rentabilidad, dentro de la Ingeniería financiera, que no es otra cosa que la toma de decisiones, en base a la factibilidad de la inversión en un proyecto.

La tesis que aquí se presenta es el diseño de una red de helipuertos dentro de la ciudad de México y área Metropolitana, como opción para apoyo al transporte público, buscando que tenga una completa correlación con los sistemas de transporte que existen actualmente en la ciudad y su área metropolitana.

El estudio abarca desde el por qué de los helicópteros y helipuertos, hasta la rentabilidad de una red de ellos en la ciudad, pasando por la reglamentación y normatividad, que para el diseño, construcción y operación de los helipuertos, existen.

Se analiza también, los tipos de helicópteros que pueden usarse en este sistema, así como algo de su operación.

También se determina la tarifa y número de helicópteros con que deberá contar este medio de transporte público.

En base a lo anterior y proponiendo la ubicación de cada helipuerto, apoyándose en los que ya existen en la ciudad y el número de usuarios, se busca conocer la rentabilidad del proyecto.

CAPITULO 1

CAPITULO 1. ANTECEDENTES

1.1 HISTORIA DE LOS HELIPUERTOS

Se atribuye al inventor Igor Sikorsky el haber construido en Rusia, entre 1909 y 1910, los dos primeros aparatos de este tipo en forma experimental, aunque no tuvieron el éxito deseado. Estas pruebas no se habían realizado hasta estas fechas por dificultades técnicas.

La idea de un helicóptero se remonta a Leonardo D'Vinci (1452 y 1519), Paucron (1786), Launoy y Bienvenu (1784), Cayley (1796), Phillips (1842), Forlanini (1878). Con el éxito del avión se abandonó temporalmente la idea del helicóptero, pero a principios de siglo se retomó el deseo de aterrizar y despegar verticalmente sin impulso horizontal.

Courmu y Breguet (1905), Richet (1907), Oehmichen (1924) y Pescara (1929-1932) en Francia, Karman-Petroczy en Austria (1918), Bothazat en América, Berliner en Italia y Van Baunhaur en Holanda.

Cuando J. de la Cierva, lo dotó de hélice de propulsión, se resolvieron un gran número de los problemas que presentaba el helicóptero.

En 1917 se consiguió que un helicóptero se levantara del suelo y se mantuviera por más de una hora en el aire sostenido por cables.

Fue hasta 1929 y 1931 que Igor Sikorsky, radicando en E.U.A., consiguió las patentes para dos nuevos modelos.

En 1936, en Alemania, la compañía Focke-Wulf logró total éxito en un nuevo helicóptero, obteniendo al siguiente año, vuelos de travesías con velocidad hasta de 110 Km/hr y altura de 3,500 m.

Para 1940, Sikorsky obtuvo resultados completamente satisfactorios con uno de sus helicópteros.

1.2 PRIMERAS NECESIDADES DE USO

Una de las primeras ideas fue la de sustituir a los globos aerostáticos para la observación, que requería hacerse en aparatos más pequeños, rápidos y que también pudiesen sustentarse en el vuelo. Así mismo se pensó en un aparato capaz de llegar a lugares inaccesibles para el rescate de personas.

Al presentarse la necesidad de los helicópteros, obviamente se presentó la de tener un lugar para aterrizarlos, guardarlos y darles mantenimiento, esto es lo que lleva a la creación de los helipuertos.

Los helipuertos no requieren de grandes extensiones de terreno, sino solo el necesario para el desplante del helicóptero y movimiento del personal de mantenimiento y operación. El sitio de desplante se determinará en base a las dimensiones del aparato crítico, procurando cumplir con todas las ayudas visuales necesarias para la aproximación.

Existen dos tipos de helipuertos; los de tierra firme y los marinos. Los primeros serán el motivo de este estudio y dentro de estos existen los elevados y los de superficie.

Lo primero a considerar será el tamaño del helicóptero, por lo que se empezará a hablar de las características del mismo y los diferentes tipos que de ellos hay.

1.3 EL HELICOPTERO

En esta parte, se conocerá poco del funcionamiento, geometría, partes y performance¹ del helicóptero, así como diferentes tipos que de ellos existen.

El objeto de esta descripción es saber con que tipos de helicópteros se cuenta en la actualidad para poder diseñar la red en base a uno u otro, dependiendo del aparato crítico que aterrizará en los helipuertos de la red.

La primera descripción que se hará será la de su funcionamiento.

El helicóptero es una aeronave caracterizada por la ausencia de alas y por llevar uno ó más rotores horizontales accionados directamente por el motor del aparato.

Con efecto similar a la hélice de un avión, el rotor produce la fuerza necesaria para lograr el ascenso y descenso del aparato en forma vertical.

Cada rotor lleva dos, tres ó cuatro palas separadas, que parten de un eje central de rotación. El ángulo de incidencia de cada pala puede hacerse variar a voluntad y dependiendo de las combinaciones se logra que el aparato ascienda, descienda, gire, avance ó retroceda.

¹ EL PERFORMANCE DEL HELICOPTERO SE REFIERE AL DISEÑO QUE CADA APARATO TIENE EN CUANTO A GEOMETRIA Y FUNCIONAMIENTO PARA DESARROLLAR OPERACIONES COMO VUELO ESTATICO Y PODER ATERRIZAR EN ZOMAS DIFICILES.

Al principio se tenía el problema de que el rotor provocaba un giro del fuselaje contrario al suyo; esto se evita con un rotor adicional en forma vertical en la cola, con esta hélice se controla el giro del helicóptero, según la fuerza que desarrolle la misma.

En helicópteros de dos rotors la hélice no se utiliza porque ambos rotors se neutralizan.

A continuación se presenta un resumen de las características del helicóptero, así como los tipos más comunes de ellos.

Apéndice 1

Características de los helicópteros

(véanse las Figuras 1.1 y 1.2)

Compañía	Designación del modelo	A	B	C	D	E	F ₁	F ₂	G	Peso bruto máximo (kg)	Motores	Número de asientos		Capacidad de combustible (L)	Categoría R.F.F.
		Diámetro del rotor (m)	Longitud total (m)	Longitud del fuselaje (m)	Anchura del fuselaje (m)	Altura (m)	Ancho de vía tren delantero (m)	Ancho de vía tren trasero (m)	Base de ruedas (m)			Tripulación	Pasajeros		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
ARDC/Brantly	U-2	7,21	6,62	5,50*	1,27	2,13	1,72	-	*	726	1	1	1	114	1
	U-2B	7,24	6,62	5,50*	1,27	2,06	1,73	-	*	757	1	1	1	117	1
	305	8,74	10,03	7,44	1,39	2,45	-	2,10	2,14	1 310	1	1	4	162	1
ARDC/Omega	RP-440	11,71	14,73	-	-	3,95	-	4,19	-	2 336	2	1	2-3	288	1
Atrospace	SA-315B	11,02	12,92	10,24	2,60	3,09	2,38	2,38	3,29	1 950	1	1	4	573	1
	SA-316B	11,02	12,84	10,18	2,60	3,00	-	2,60	3,20	2 200	1	1	6	573	1
	SA-318C	10,21	12,09	9,75	2,08	2,74	2,38	2,38	3,30	1 635	1	1	4	380	1
	SA-319B	11,02	12,84	10,18	2,60	3,00	-	2,60	3,20	2 250	1	1	6	573	1
	SA-330J	15,08	8,22	14,82	1,80	5,14	0,48	3,00	4,05	7 400	2	2-3	8-20	1 544	2
	SA-341G	10,50	11,97	9,53	1,32	3,19	2,02	2,02	2,29	1 800	1	1-2	3	735	1
	AS-350	10,69	12,99	10,91	1,80	3,08	2,10	2,10	2,57	1 900	1	1-2	3-4	530	1
	SA-360C	11,50	13,20	10,98	1,96	3,50	1,95	-	7,23	3 000	1	1-2	8	475	1
	SA-365C	11,68	13,29	10,98	1,96	3,54	1,95	-	7,23	3 400	2	1-2	8	475	1
	AS-332C	15,60	18,70	14,76	3,79	4,92	-	3,00	4,49	8 350	2	2	17	1 560	2
AS-332L	AS-332L	15,60	18,70	15,52	3,79	4,92	-	3,00	4,49	8 350	2	2	20	2 060	2
	AS-335F ₁	10,69	12,99	10,91	1,80	3,15	2,10	-	*	02 400	2	2	4	730	1
Atrotécnica	AC-12	8,50	8,30	7,55	1,22	3,10	2,00	-	3,50	820	1	1	1	100	1
	AC-14	9,60	10,00	8,13	-	3,10	2,00	-	3,50	1 350	1	1	4	244	1
Agusta	A101H	20,40	24,60	19,20	2,50	6,55	0,44	4,40	5,24	12 900	3	2-3	36	2 160	3
	102	14,50	17,92	12,73	2,70	3,23	2,45	*	2 850	1	1	9	-	2	
	103	7,40	10,00*	6,13	1,54	2,23	1,54	-	*	460	1	1	-	-	1
	104	7,95	9,30	6,35	-	2,35	1,64	-	*	640	1	2	-	-	1
	115	11,33	13,30	9,90	1,52	2,94	2,29	-	*	1 390	1	-	-	-	1

Compañía	Designación del modelo	A	B	C	D	E	F ₁	F ₂	G	Peso bruto máximo	Motores	Número de asientos		Carga útil de combustible (kg)	Categoría R.E.F.
		Diámetro del rotor (m)	Longitud total (m)	Longitud del fuselaje (m)	Anchura del fuselaje (m)	Altura (m)	Ancho de vía tren delantero (m)	Ancho de vía tren trasero (m)	Base de ruedas (m)			Tripulacón	Pasajeros		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
	A109A	11,00	13,05	10,71	1,42	3,30	-	2,30	3,53	2 430	2	1-2	6	560	1
	AB-205	14,63	17,45	12,70	2,39	3,91	-	2,64	*	4 310	1	1-2	14	-	2
	AB-206B III	10,16	11,91	8,65	1,27	2,80	-	1,83	*	1 451	1	1	4	288	1
	AB-212	14,63	17,46	12,70	2,39	3,91	-	2,64	*	5 800	2	1	14	813	2
	HH-3P	18,89	22,25	17,44	1,98	5,50	-	4,06	5,21	10 002	2	2	25	2 430	2
Bell	47J	11,33	13,21	9,87	1,52	2,83	-	2,28	2,92*	1 293	1	1	3	182	1
	47G	11,27	13,10	9,87	1,52	2,83	2,29	-	*	1 340	1	1	2	227	1
	47J-2	11,27	13,10	9,87	1,52	2,90	2,14	-	*	1 340	1	1	3	180	1
	47G-2	10,72	12,63	9,27	1,52	2,87	2,28	2,28	3,08*	1 130	1	1	2	155	1
	47G-3B-2	11,30	13,15	9,90	1,52	2,84	2,28	2,28	*	1 340	1	1	2	216	1
	47G-4A	11,30	13,15	9,90	1,52	2,84	2,28	2,28	*	1 340	1	1	2	216	1
	47G-5	11,30	13,15	9,90	1,52	2,84	2,28	2,28	*	1 340	1	1	2	216	1
	204	13,41	16,15	13,00	2,39	3,43	-	2,54	3,30*	3 270	1	1	5	625	2
	204B	14,61	17,40	12,98	2,39	4,42	-	2,59	*	3 860	1	1	9	625	2
	205A	14,61	17,41	12,77	2,39	4,42	2,75	2,75	*	2 150	1	1	14	815	2
	205A-1	14,63	17,40	12,65	2,39	4,39	-	-	-	-	1	1	14	814	
	206	10,21	11,28	8,28	1,27	2,64	-	1,77	*	1 310	1	1	4	288	1
	206A	10,20	11,80	9,50	1,27	2,93	1,95	1,95	*	1 360	1	1	4	288	1
	206B	10,15	11,92	8,63	1,27	3,57	1,95	1,95	*	1 451	1	1	4	288	1
	206L-1	11,28	12,92	9,27	1,27	3,57	2,26	2,26	*	1 814	1	2	5	371	1
	212/UH-1H	14,63	17,46	12,86	2,39	3,93	2,84	2,84	*	5 080	2	1-2	14	814	2
	214B	15,24	18,35	13,44	2,39	4,22	2,84	2,84	*	6 260	1	1-2	15	773	2
	214ST	15,85	18,95	15,24	2,86	4,84	2,64	-	*	7 938	2	2	18	1 647	2
	222	12,12	14,32	10,98	1,41	3,93	-	2,77	3,59	3 470	2	1-2	6-10	617	1
	222UT	12,80	15,20	12,85	3,18	3,51	2,77	-	*	3 742	2	2	6	908	2
	412	14,02	17,07	12,92	2,86	4,32	2,59	-	*	5 262	2	1	14	803	2

Compañía	Designación del modelo	A	B	C	D	E	F ₁	F ₂	G	Peso bruto máximo (kg)	Motores	Número de asientos		Capacidad de combustible (l)	Categoría R.P.F.
		Diámetro del rotor (m)	Longitud total (m)	Longitud del fuselaje (m)	Anchura del fuselaje (m)	Altura (m)	Ancho de vía tren delantero (m)	Ancho de vía tren trasero (m)	Base de ruedas (m)			Tripulación	Pasajeros		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Boeing-Vertol	107	14,63	24,89	13,59	2,31	5,13		4,24	7,35	7 550	2	2	25	-	3
	107 II	15,22	23,50		2,31	5,13		4,42	7,62	8 610	2	2	25	1 360	3
	CH-46B	15,54	25,70	13,92	1,83	5,10		3,92	7,37	10 569	2	2	25	1 438	3
	YUH-41A	14,94	18,19	15,82	2,18	4,93		2,34	4,70	8 482	2	-	-	-	2
	CH-47C 234LR	18,29 18,29	30,12 30,18	15,54 15,87	2,51 4,78	3,69 5,68	3,20 3,20	3,20 3,40	6,86 7,87	22 680 22 000	2	2-3	33-44	4 137 7 949	3
Deman	LZ5-2	14,63	19,18	11,58	1,52	4,90	2,28	-	2,97	2 360	1	-	-	-	2
Enstrom	F-28A	9,75	8,90	8,56	1,55	2,75	2,10	2,10	*	975	1	1	2	114	1
	280C/P	9,75	8,43	8,56	1,55	2,79	2,24	-	*	1 179	1	1	2	151	1
Hiller	12-C	10,67	12,34	8,97	-	2,97	-	2,33	*	1 130	1	-	-	-	1
	UH-12B, E4	10,80	14,34	8,69	1,50	2,99	2,16	-	2,28*	1 270	1	1	3	174	1
	UH-12B, 4T	10,80	12,41	9,08	1,50	3,08	2,29	-	*	1 406	1	1	3	174	1
	FH-1100	10,80	12,60	8,56	1,31	2,80	2,20	-	*	1 247	1	1	4	255	1
Hughes	269A	7,62	8,63	6,79	1,30	2,41	1,98	1,98	*	700	1	1	2	95	1
	269 & 300	7,61	8,54	6,80	1,30	2,44	1,98	1,98	*	758	1	1	2	95	1
	500 Esac.	8,03	9,20	7,01	1,37	2,50	1,85	1,85	*	1 155	1	2	3	242	1
	500D	8,05	9,30	7,10	1,37	2,70	2,10	2,10	2,20	1 361	1	1	4-4	240	1
Kaman	K-600	14,33	14,33	7,67	1,60	4,75	2,11	2,54	2,49	4 400	1	2	10	750	1
	K-700	14,33	17,80	12,75	-	4,00	1,91	2,54	-	3 800	2	4	8	2 540	2
Kawasaki	4703B-KH4	11,32	13,30	8,99	1,52	2,88	2,29	2,29	*	1 293	1	1	3	208	1
	369HS/369HM	8,03	9,24	7,01	1,30	2,59	2,07	2,07	*	1 157	1	1	3	232	1
	KV107 II A	15,24	23,40	13,58	2,51	5,13	-	3,94	7,60	9 707	2	2	25	1 324	3
	BK117	11,00	13,00	9,98	1,60	3,83	2,50	-	*	2 850	2	1	7	608	1
Messerschmitt Boikov	BO-105	9,80	11,90	8,56	1,27	2,98	2,40	2,40	*	2 000	2	1-2	3-3	570	1
	BO-105CB	9,84	11,86	8,56	1,27	3,80	2,53	2,53	*	2 300	2	1-2	3-5	580	1
	BO-105CBS	9,84	11,86	8,81	1,27	3,80	2,53	2,53	*	2 300	2	1-2	3-5	580	1

Compañía	Designación del modelo	A	B	C	D	E	F ₁	F ₂	G		Motores	Núm de asientos		Capacidad de combustible (L)	Categoría R.F.F.
		Diámetro del rotor (m)	Longitud total (m)	Longitud del fuselaje (m)	Anchura del fuselaje (m)	Altura (m)	Ancho de vía tren delantero (m)	Ancho de vía tren trasero (m)	Base de ruedas (m)	Peso bruto máximo (kg)		Tripulación	Pasajeros		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Mitsubishi	S-61/HSS-2	18,90	22,29	16,83	1,98	5,23	3,96	-	7,16	9 297	2	2	26	1 552	2
Scheuzow	Model B	8,25	9,50	7,21	2,13	2,60	2,14	2,14	*	705	1	1	1	83	1
Siai-Marchetti/ Silvercraft	SH-4	9,03	10,47	7,63	2,32	2,98	1,74	1,74	*	862	1	1	2	110	1
Sikorsky	CH-53D	22,01	26,97	20,47	2,29	7,59	-	3,96	8,23	19 051	3	3	35	2 232	3
	S-55	16,18	19,00	12,85	1,58	4,66	-	3,35	3,20	3 260	1	2	7-10	700	2
	S-55A	16,15	18,98	12,85	1,58	4,65	1,42	3,35	3,20	3 400	1	2	7-10	700	2
	S-56	21,95	25,24	19,80	2,36	6,55	-	6,02	11,25	14 060	2	2	20	1 515	3
	S-58T	17,07	20,06	14,69	1,52	4,83	-	3,66	8,61	5 896	1	2	16	1 070	2
	S-61	18,90	22,14	18,16	1,98	5,13	-	3,96	7,16	8 630	2	2	25	-	2
	S-61L	18,90	22,21	22,12	1,98	5,11	-	3,96	7,17	8 610	2	3	28	1 550	2
	S-61N	18,90	22,25	18,10	1,98	5,64	4,27	0	7,16	9 299	2	3	26-28	1 552	2
	S-61R	18,90	22,23	17,80	1,98	5,55	4,06	0	5,19	10 000	2	3	30	2 559	2
	S-62	16,15	18,97	13,59	1,62	4,88	-	3,35	5,43	3 400	1	2	12	-	2
	S-62A	16,15	19,00	13,58	1,62	4,87	-	3,66	5,49	3 400	1	1-2	10	709	2
	S-62C	16,15	18,97	13,59	1,62	4,87	3,68	0	5,20	3 760	1	2	10	1 225	2
	S-64E	21,95	26,97	21,39	-	7,74	-	6,02	7,44	19 051	2	2-3	45	3 328	3
	S-64F	22,02	26,97	21,39	-	7,72	-	6,02	7,44	21 319	2	2	3	3 328	3
S-76	13,41	16,00	13,22	1,93	4,41	-	2,44	5,00	4 672	2	2	12	1 060	2	
HH-3E	11,90	22,25	17,45	1,98	5,51	-	4,06	5,21	10 002	2	2	23-30	-	2	
UH-60A	16,36	19,76	15,26	2,36	5,13	2,70	-	8,83	9 185	2	2-3	11	-	2	
Sud-Aviation								2,08#	3,06#						
	Alouette II	10,02	12,05	9,70	2,08	2,75	-	2,30#	2,87#	1 500	1	1	4	580	1
	Alouette III	11,00	12,82	10,18	2,60	2,97	-	2,59	3,40	2 100	1	1	6	595	1
Djinn 1221	11,00	11,00	5,31	1,95	2,62	-	1,93	2,10	760	1	1	1	250	1	
Vertol	YHC-1B	17,98	29,72	15,24	3,79	5,59	-	3,15	6,40	14 970	2	-	-	-	3

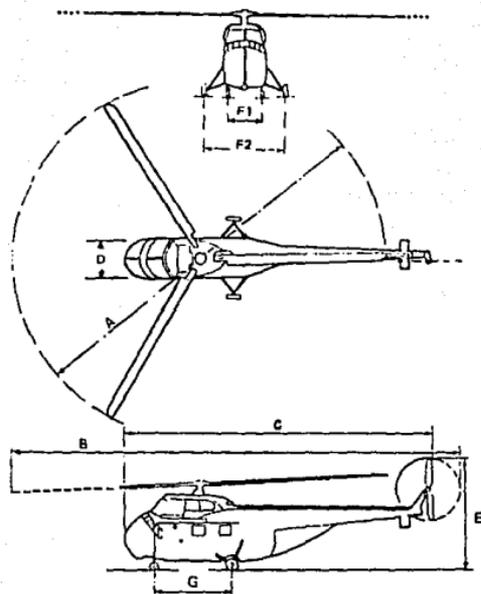
Compañía	Designación del modelo	A	B	C	D	E	F ₁	F ₂	G	Peso bruto máximo	Motores	Número de asientos		Capacidad de combustible (L)	Categoría R.F.F.
		Dímetro del rotor (m)	Longitud total (m)	Longitud del fuselaje (m)	Anchura del fuselaje (m)	Altura (m)	Ancho de vía tren delantero (m)	Ancho de vía tren trasero (m)	Base de ruedas (m)			Tripulación	Pasajeros		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Westland	WASP	10,14	12,29	9,29	1,35	2,94	2,64	2,64	2,77	2 490	1	1	4-5	719	1
	Wessex 31	17,07	20,06	15,29	1,68	4,83	-	3,66	8,58	6 120	1	2	10	1 364	2
	Wirlwind 1-2	16,15	18,90	12,90	1,82	4,77	1,42	3,43	3,84	3 630	1	2	8	660	2
	Wirlwind 3	16,15	18,90	13,46	1,82	4,77	1,42	3,43	3,84	3 630	1	2	8	814	2

** Aproximadamente

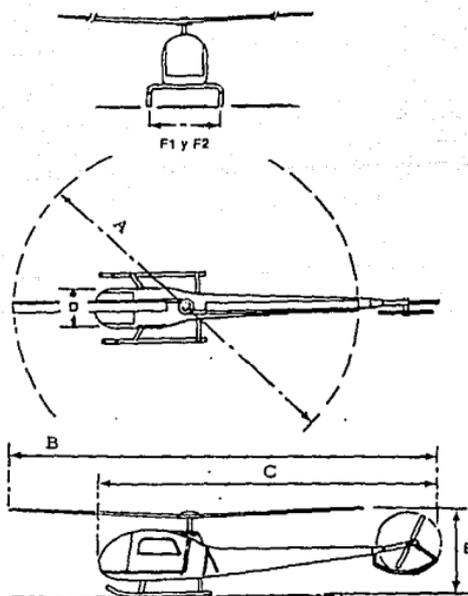
• Patines

Flotadores

O No se aplica



RUEDAS



PATINES

Figura 1.1

Dimensiones de los helicópteros - monorrotores

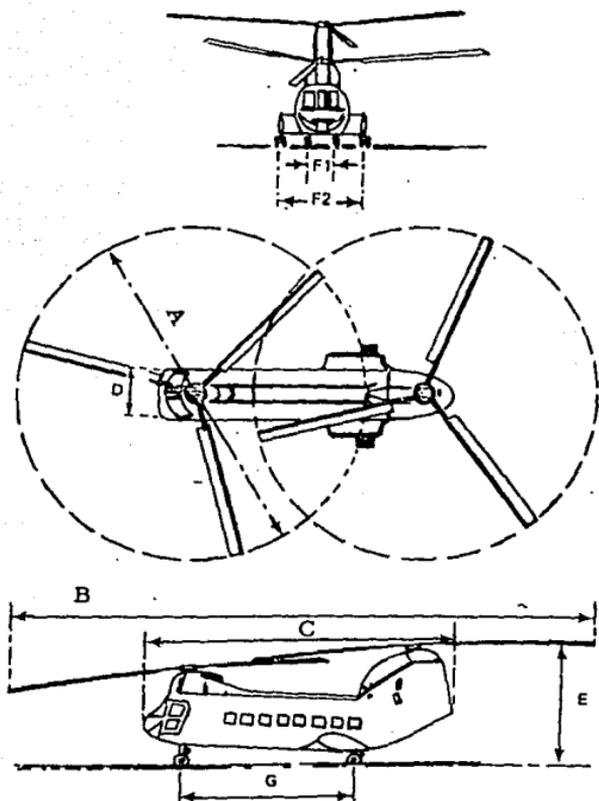


Figura 1.2 Dimensiones de los helicópteros - multirrotores

CAPITULO 2

CAPITULO 2. NORMAS DE DISEÑO

2.1 NORMAS OACI-SCT

Para construir un helipuerto es necesario conocer las normas de proyecto; que son las que marcan las limitantes en cuanto a obstáculos, dimensiones, ubicación, audlios, etc.

Las normas que se utilizaran, son las marcadas por la OACI y por la SCT. Junto con estas se mencionarán y en su caso se aplicarán, las prácticas seguidas en Japón y en los EUA., para aprovechar las experiencias de esos países.

2.1.1 ELECCION DEL EMPLAZAMIENTO

La elección del emplazamiento se realiza en base a 4 consideraciones :

- El lugar y diseño geométrico.*
- La seguridad operacional.*
- Su Integración a la red de control del espacio aéreo navegable.*
- El efecto en las comunidades cercanas.*

Los emplazamientos a nivel del suelo son menos costosos, en su preparación y proporcionan mejor acceso a las personas que usarán el helipuerto. En cambio, los helipuertos elevados tienen mejor acceso en vuelo además de reducir el uso del suelo, ya que se desplantan sobre estructuras existentes.

Al elegir el sitio, es necesario conocer la facilidad de conexión de este sistema con los de transporte de superficie y con los estacionamientos, para poder integrar la red heliportuaria a la de transporte ciudadano.

Una vez elegido el sitio, deberá tomarse en cuenta la orientación, buscando la reducción al mínimo, de los efectos del viento. Se deben tener dos trayectorias de aproximación, situadas a 180 grados y estando una de ellas orientada en sentido opuesto a los vientos dominantes.

Ante la presencia de rascacielos, escuelas, parques públicos, áreas habitadas, prohibidas, restringidas ó peligrosas, etc., tal vez no se pueda tener una aproximación de 180 grados y se buscarán aproximaciones con separación de 90 grados, cuando menos. También se considerarán las aproximaciones por instrumentos.

Así como se habló de una conexión con los sistemas de transporte terrestre, también habrá que considerarla con los sistemas aéreos, es decir, emplazamientos dentro de aeropuertos. Para estos casos se tendrán las siguientes consideraciones en la elección del sitio :

Se tendrá un área aparte de aterrizaje y despegue de los helicópteros, esta área se situará de modo que haya una separación adecuada respecto a los circuitos de tránsito de aviones, para evitar estorbarse unos a otros, también se buscará el sitio más cercano a donde se presentan los pasajeros, usuarios también, de aviones; para evitar recorrer grandes distancias entre uno y otro.

Se tratará de no mezclar el rodaje de helicópteros con el de aviones, esto último es de suma importancia para el aeropuerto de la ciudad de México debido al tráfico tan denso con que cuenta.

Dentro de un aeropuerto, los sitios más recomendables para el emplazamiento son: calle de rodaje, azotea de edificio terminal ó estacionamiento, o un área adyacente a la plataforma pero fuera de ella, ya que el tenerlo dentro implicaría aterrizar y despegar entre los aviones estacionados, complicando así las maniobras y entorpeciendo el trabajo de servicio y mantenimiento.

Lo más conveniente es el emplazamiento a nivel de suelo, usando una porción de la calle de rodaje, por ser lo más cómodo y económico, en caso de que esto no se pueda por las diferentes características de los helicópteros, se le asignará un área específica al helipuerto.

Aparte de las condiciones ya descritas, habrá que considerar otras para el emplazamiento e instalación de un helipuerto.

- Características del(os) helicópteros.*
- Emplazamiento en tierra firme ó fuera de la costa.*
- Emplazamiento en superficie ó elevados.*
- Uso (frecuente u ocasional).*
- Condiciones de carga y descarga, con ó sin malacate.*

Turbulencia y Visibilidad.- *Si el emplazamiento se encuentra cerca de otros edificios ó estructuras, se podrá requerir de vuelos de prueba para determinar turbulencias adversas que afecten las operaciones. Estas turbulencias pueden ocurrir a determinadas horas del día, por lo que el helipuerto podría tener restricciones de uso con cierto límite prefijado de velocidad del viento.*

2.1.2 TRAYECTORIAS DE APROXIMACION-SALIDA

El estudio de trayectorias para aproximación-salida, se realizará considerando al aparato crítico.

Dicho estudio se compondrá de un análisis de rendimiento de ascensos y descensos, con las condiciones máximas esperadas de carga, elevación y temperatura determinadas por el manual del aparato, junto con procedimientos de emergencia por fallas del motor.

Se deberán complementar con las trayectorias de vuelo integradas al espacio aéreo existente. Así mismo se observará evitar el cruce ó acercamiento a zonas prohibidas ó restringidas ó invadir trayectorias de aviones.

Si la aeronave de proyecto es monomotora, se proveerán sitios para aterrizaje de emergencia por autorrotación en la trayectoria (mínimo cada 3 Km) y se buscará que el corredor aéreo cuente con la altura necesaria para dicha autorrotación.

También se analizará el impacto ambiental según la cantidad y tipo de operaciones en la trayectoria y los procedimientos y equipos de seguridad necesarios.

Cualquier cambio de equipo, instalaciones, procedimientos ó aparatos, deberá ser autorizado por la Dirección General de Aeronáutica Civil.

En la plataforma se agregarán especificaciones del equipo y procedimientos de seguridad, según la aeronave crítica.

Para autorización de operaciones nocturnas, VFR, como IFR, será necesario contar con ayudas luminosas complementarias, luces de área de aterrizaje y zona de contacto, indicación de pendiente de aproximación, luces de aterrizaje y aproximación.

Estas trayectorias se comienzan en el borde del área de aproximación final y de despegue y serán orientadas, lo más posible a los vientos dominantes. Deberán tener una separación de por lo menos, 90 grados. Si la trayectoria es curva, será de 450 metros a una distancia de 120 metros, en línea recta, medidos desde el borde del área de aproximación final y de despegue.

2.1.3 CARACTERISTICAS FISICAS

Áreas de Aproximación Final.- Se determinarán en base a los siguientes factores :

- 1. Diámetro del rotor y dimensión del helicóptero crítico.*
- 2. Las características del performance del helicóptero crítico.*
- 3. Aproximaciones con ó sin obstáculos.*

Las dimensiones fijadas para la orientación general son de 120 m de longitud y 60 m de ancho, dependiendo esto del tipo de helicóptero, ya que pueden existir dimensiones menores.

Para operaciones en lugares de altas temperaturas ó muy elevados (caso de la ciudad de México), es recomendable aumentar las dimensiones del área de aproximación final y de despegue, para evitar problemas operacionales.

La superficie del aterrizaje deberá tener la resistencia suficiente para el helicóptero más grande considerado, tomando en cuenta que en aterrizajes de emergencia ó mal realizados, los factores de carga llegan a ser considerables; un aterrizaje normal impone poca ó nula carga de impacto.

Para helipuertos con calles de rodaje, habrán de considerarse las necesidades del mayor helicóptero que las utilizará, en lo que respecta a su autonomía (de ruedas ó vuelo bajo), a la superficie, resistencia y anchura que se proporcionará.

La Plataforma.- La forma y dimensiones dependerán de lo siguiente :

1. El número y tipo de puestos necesarios en base a:

a) El número máximo de movimientos en la hora crítica.

b) El tiempo de permanencia en la plataforma.

c) La necesidad de estacionamiento a helicópteros fuera de servicio.

2. Los tipos de helicópteros.

3. Las distancias de separación entre helicópteros y entre estos y obstáculos.

4. El procedimiento empleado para el estacionamiento.

5. La necesidad de fácil acceso para los pasajeros.

6. Las necesidades de servicio y equipo terrestre.

Superficies en el Terreno.- Estas deben ser lo más horizontal posible, libres de obstáculos, de piedras y deben contar con excelente drenaje.

PRACTICA SEGUIDA EN JAPON

En la aeronáutica japonesa los helipuertos, considerados como aeródromos, se dividen en categorías, clasificadas en relación con la longitud de la pista y las características físicas correspondientes a cada helipuerto.

Las categorías son las siguientes para helipuertos terrestres :

TABLA 2.1

CATEGORIA	LONGITUD DE PISTA O FRANJA DE ATERRIZAJE
A	90 m ó más
B	40 a 90 m
C	15 a 40 m
D	15 m ó más, ó por lo menos 1.2 veces la longitud de la proyección horizontal de la aeronave que la vaya a utilizar.

Las normas para las categorías A, B y C son en base a la clase del helicóptero al que van a servir; grandes, medianos y chicos. La categoría D presta servicio con las limitaciones mínimas de operación y se utilizará cuando los requisitos de A, B y C no se puedan satisfacer completamente.

Normas de Proyecto.- Las características físicas recomendadas para helipuertos terrestres se muestran en la tabla 2.2, presentada en la siguiente hoja.

TABLA 2.2

	CATEGORIA	A	B	C	D
P I	Anchura	30m ó más	20m ó más	15m ó más	1.2 veces anchura de proyección horizontal de aeronave crítica
S	Pendiente máxima longitudinal	2.0 %			
T A	Pendiente máxima lateral	2.5 %			
F R A	Longitud	longitud de la pista cada extremo de la	más 15m a misma		1.2 veces longitud de proy. horizontal
N J A	Anchura	50m ó más	40m ó más	30m ó más	1.2 veces anchura de proy. horizontal
A T	Pendiente máxima longitudinal	2.0 %			
E R R I	Pendiente máxima lateral	2.5 %			
C	Anchura	15m ó más	9m ó más	6m ó más	
A L L	Pendiente máxima longitudinal	3.0 %			
E R	Pendiente máxima lateral	3.0 %			
O D A J E	Dist. entre borde de calle y obstáculo fijo	15m ó más	12m ó más	9m ó más	

Nota : Las dimensiones dadas, serán intervalos, pero las dimensiones reales podrán variar dependiendo de la altitud, temperatura, etc.

Las Normas de la S.C.T. clasifican a los helipuertos por el tamaño del helicóptero crítico que lo utilizará y las categorías son :

H1	Hasta 15 m
H2	De 15 a 24 m
H3	De 24 a 35 m

Esta última práctica será la que se usará en el presente trabajo, ya que son las que se toman para el diseño en México.

PRACTICA SEGUIDA EN LOS ESTADOS UNIDOS

En México, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, en su Dirección General de Aeronáutica Civil, se apoya básicamente en los aspectos que a continuación se estudiarán para su reglamentación.

En los Estados Unidos, así como en la S.C.T. las normas abarcan más puntos a considerar y estos son:

Trazado de Helipuertos.- Se determinarán las dimensiones, forma e instalaciones, en base a la naturaleza del emplazamiento disponible, dimensiones y performance del helicóptero y edificios u objetos circundantes. El trazo puede ser cuadrado, rectangular ó circular y los requisitos no varían de uno a otro.

Dimensiones.- Dependerán del aparato que se considerará crítico para su diseño y de la magnitud de operaciones. Por supuesto se deberá tener en cuenta las necesidades futuras.

Áreas de Aterrizaje y Despegue.- Deberán ser suficientes para cualquier aparato que las utilice. La longitud mínima en helipuerto de superficie será de 1.5 veces la long. total del helicóptero crítico y el ancho será de 1.5 veces el diámetro del rotor del mismo aparato.

Plataforma de Toma de Contacto.- La parte reforzada en el área de toma de contacto debe ser igual al diámetro del rotor del aparato crítico. Si el helipuerto será de poca actividad, las medidas se podrán reducir a:

1. El doble de la base de las ruedas y de la trocha en helipuertos públicos
2. Para helipuertos privados se considerará 1.5 veces la base de las ruedas y la trocha.

Área Periférica.- La zona de seguridad, alrededor del área de aterrizaje y despegue recomendada, deberá tener una anchura mínima de un cuarto de la longitud total del helicóptero crítico, pero no menor a 3 m; contará con una valla de seguridad a lo largo del borde exterior del área periférica, impidiendo la entrada de personal no autorizado; no deberán haber objetos peligrosos ni hacerse operaciones incompatibles con la seguridad del helicóptero.

Zona de estacionamiento.- Las dimensiones se determinarán según el tamaño del helicóptero crítico y el promedio de tráfico esperado en el período máximo, siendo 2 el número mínimo de puestos; la longitud y ancho de cada puesto será igual a la longitud del máximo tamaño a operar; la separación entre cada puesto variará dependiendo del tamaño de los aparatos, pero no será menor de 3 m; el margen mínimo entre área de aterrizaje y zona de estacionamiento será de 30 m.

Edificio Administrativo y Área de Servicios.- En caso de ser necesario incluirán plataforma y estacionamiento. Pueden requerirse hangares de servicio y almacenamiento, así como edificio de mantenimiento. La necesidad depende del propósito general del helipuerto, frecuencia de operaciones y volúmenes de pasajeros, carga y correo. La distancia entre plataforma y edificio será de 45 m.

Rodaje.- Para helicópteros con rodaje aéreo y con rodaje terrestre, la distancia mínima entre extremo de rotor y cualquier objeto será de 3m. La anchura mínima de la calle será de 6 m.

Favimentación del Helipuerto.- Deberán soportar las cargas impuestas por las aeronaves; mantener la superficie libre de polvo y partículas que pudieran ser aventadas por el aire producido por el rotor, para ese efecto se puede considerar una superficie de césped, mejorando el terreno con áridos antes de la siembra del pasto, (para helicópteros pequeños). Deberán tener una pendiente del 2 % como máximo.

Corrientes de Aire Desplazado.- La velocidad del aire desplazado justo debajo del rotor, produce erosión en el área de aterrizaje. Por lo que se deberá estabilizar dicha área.

Las altas velocidades producen incomodidad en el personal y en el área vecina.

Con rodaje aéreo será necesario estabilizar las calles de rodaje en un área igual a la del diámetro del rotor.

En zona de carga y descarga el objeto más cercano estará a una distancia de 1 diámetro del rotor.

Las figuras 2.1 y 2.2 muestran el diseño de un helipuerto, así como la tabla 2.3 da un resumen de las características físicas de los helipuertos de superficie.

TABLA 2.3

	CRITERIOS GEOMETRICOS	CRITERIOS DE PROYECTO
1	Longitud del área de aterrizaje	1.5 veces long. helicóptero
2	Ancho del área de aterrizaje	1.5 veces diámetro del rotor
3	Long. y ancho de área de toma de contacto	1 diámetro del rotor

	CRITERIOS GEOMETRICOS	CRITERIOS DE PROYECTO
4	<i>Dimensiones mínimas de plataforma de toma de contacto:</i> <i>Long.- Públicas</i> <i>Privadas</i> <i>Ancho.- Públicas</i> <i>Privadas</i>	 <i>2.0 x batalla</i> <i>1.5 x batalla</i> <i>2.0 x trocha</i> <i>1.5 x trocha</i>
5	<i>Long. y ancho del área periférica</i>	<i>0.25 long del helicóptero ó 3m.</i>
6	<i>Long. y ancho del área de estac.</i>	<i>Long. del aparato y 3m a c/lado</i>
7	<i>Ancho de calle de rodaje</i>	<i>6m como mínimo</i>
8	<i>Dist. del rotor a un objeto</i>	<i>1 vez el diámetro del rotor</i>
9	<i>Pendientes de los pavimentos</i>	<i>2 % máximo</i>
10	<i>Pendiente del margen lateral</i>	<i>5% max. 1º 3m, 3% el resto</i>

REQUISITOS PARA HELIPIERTOS ELEVADOS

En este tipo de helipuertos, la carga por el impacto del tren de aterrizaje es de primordial importancia, sobre todo para casos de emergencia, al momento de determinar el proyecto y construcción del helipuerto. Los requisitos de resistencia a la carga de aterrizaje, aparecen en los reglamentos de aviación civil; las plataformas de aterrizaje, requerirán una resistencia adicional que proteja las zonas débiles de la estructura. Se podrá considerar para el cálculo una carga concentrada, en cada pata, del 75% del peso bruto.

Al igual que los helipuertos de superficie, las dimensiones de los elevados serán determinadas por el aparato crítico y el tipo y número de operaciones. En la mayoría de los casos el área periférica se sustituye por las áreas abiertas naturales. Los requisitos en trayectorias de aproximación son los mismos para helipuertos elevados y de superficie.

En la proyección de un helipuerto elevado se deberá considerar el uso del edificio, salidas y reglas en materia de incendios, y temblores.

El área de aterrizaje y despegue pueda abarcar toda ó parte de la superficie de la azotea. Orientando el eje mayor del área de contacto en la dirección de los vientos dominantes y estar lejos de salidas, cajas de ascensores, aire acondicionado y escaleras.

Las dimensiones serán las mínimas para áreas despejadas; la plataforma de toma de contacto puede ser más pequeña, pero el área despejada se debe conservar.

La longitud y ancho de la plataforma debe ser igual al diámetro del rotor del mayor de los helicópteros que utilicen el helipuerto, pero se puede reducir según el tren de aterrizaje.

HELIPUERTOS DE RESCATE EN EMERGENCIA

En algunas localidades, son requisito para la licencia de construcción de edificios que exceden 60 m de altura ó 15 niveles construidos, los helipuertos de rescate en emergencia. Los servicios de rescate autorizados, serán los únicos que operarán en este tipo de helipuerto, los requerimientos técnicos, serán los siguientes:

1. *Cono de viento iluminado, con soporte frangible. La iluminación deberá servir también para alumbrar la plataforma de despegue y aterrizaje; su Intensidad mínima será de 500 W.*
2. *Luces de obstrucción, encendido fijo, intensidad 60 W, color rojo y altura de 30 cm sobre el nivel de la plataforma.*
3. *Zona de seguridad. La gente deberá permanecer dentro de ella durante las operaciones de despegue y aterrizaje, para que el helicóptero pueda manobrar con libertad y seguridad. Sus dimensiones serán de 4x10 m y estará acordonada.*
4. *La señal horizontal deberá ser un triángulo cuyo vértice superior se orientará al norte magnético, como referencia. Si hay limitación de peso en plataforma, deberá especificarse con un dígito dentro del triángulo, de 5 m de largo y un ancho de líneas de 0.20 m. El número será color amarillo y corresponderá a la milésima parte de la carga límite en Kg., aproximado al entero inmediato inferior.*
5. *El límite de la plataforma de despegue y aterrizaje deberá marcarse con una línea roja de 0.20 m de grueso.*

Nota : El equipo máximo operable será el helicóptero Bell 206 ó equivalente.

El área de 10x10 ó diámetro de 12 m, es solo para despegue-aterizaje y la franja de 10x4 serán para mantener a la gente en zona segura. Esta área podrá estar a un nivel inferior a la losa de azotea, siempre y cuando se cuente con instalaciones y personal para dicho efecto.

2.2 SUPERFICIES LIMITADORAS DE OBSTACULOS

Para este tipo de criterios, la DGAC-SCT, toma los utilizados por la OACI, que son similares a los que llevan a la práctica los E.U.A.

Limitación de Obstáculos.- Los siguientes criterios serán para helicópteros con reglas de vuelo visual y atañen a las áreas que se habrán de mantener despejadas en el ascenso y descenso. Se tendrán, en un helipuerto las siguientes superficies de control de obstáculos.

a) Superficies Limitadoras de Obstáculos

Es un plano inclinado que va hacia arriba y hacia afuera, con una pendiente de 12.5 %, partiendo del área de aproximación final y de despegue. Esta pendiente podrá modificarse de acuerdo a los procedimientos de aproximación y de despegue, hacia adelante, atrás ó verticalmente. Para helipuertos con helicópteros monomotores de gran performance, se permitirán pendientes mayores.

La superficie limitadora de obstáculos será un trapecio simétrico que empieza con una anchura igual al del área de aterrizaje-despegue y termina en 150 m a una longitud de 1200 m de dicha área. La superficie limitadora de obstáculos deberá coincidir con la superficie de transición. Por la cantidad y forma de los obstáculos, tal vez se llegarán a necesitar superficies con curvas, estas no deberán entrañar peligro alguno para las operaciones.

Para helicópteros monomotores, las superficies limitadoras de obstáculos se situarán de forma que se puedan hacer aterrizajes de emergencia.

b) Superficies de Transición

Se extienden desde una línea paralela a los lados del área de aterrizaje-despegue a 15 m de los mismos y desde el borde de la superficie limitadora, hasta la altitud mínima en ruta. Va hacia arriba y hacia afuera, con una pendiente de 50 %. Con mayor pendiente podrá verse restringido el uso del helipuerto en condiciones meteorológicas desfavorables.

Para helipuertos con servicio a helicópteros monomotores, la distancia de 15 m, puede ser igual a la mitad del diámetro del rotor.

Restricción de Obstáculos.- Es conveniente que los objetos ó partes de estos, que se extiendan a las superficies limitadoras ó a las transición, se eliminen. Es conveniente, también, que el suelo ó espacio aéreo por donde pasa la superficie limitadora y de transición, sea propiedad de la autoridad local ó este bajo restricciones de urbanización en la materia. En las figuras 3.1, 3.2 y 3.3, se muestran los planos limitadores de obstáculos.

PRACTICA SEGUIDA EN JAPON

Las superficies limitadoras se establecerán de la siguiente forma:

a) Superficies de Aproximación

Es un trapecio simétrico, cuyo lado corto será el extremo de la franja de aterrizaje, los laterales estarán a 15 grados del lado corto. La superficie se extiende hacia afuera y hacia arriba. Los límites corresponden a la franja horizontal.

b) Superficie Horizontal

Es un área circular situada en un plano horizontal a 45 m por encima del punto de referencia del helipuerto y su radio depende de la categoría del helipuerto (tabla 2.1).

c) Superficies de Transición

Es el plano limitado por un lado mayor de la franja de aterrizaje y un lado no paralelo de la superficie de aproximación y se extiende hacia arriba hasta la superficie horizontal con una pendiente de 25 %.

Las diferencias entre las prácticas seguidas por la OACI y el Japón, son para consideraciones operacionales, se toman en cuenta situaciones de emergencia, las características de los helicópteros para aterrizar y despegar y la pendiente con que se producirían problemas con los obstáculos.

PRACTICA SEGUIDA POR LOS ESTADOS UNIDOS

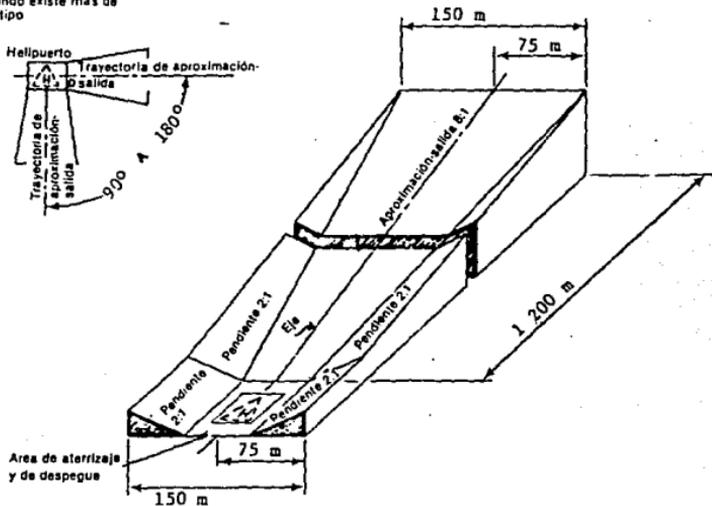
Los criterios seguidos, son los mismos que los que consideran la OACI y la SCT, salvo algunas consideraciones adicionales.

Tipos de Operaciones.- Los tipos de operaciones pueden ajustarse a las reglas de vuelo visual (VFR) ó por Instrumentos (IFR). Para operaciones IFR habrá que ajustarse a los procedimientos de aproximación por instrumentos de los E.U.A.

Franqueamiento de Obstáculos en las operaciones VFR.- Se establecen planos imaginarios de franqueamiento de obstáculos, con el fin de identificar objetos que puedan volverse obstáculos, dichos planos definen los márgenes verticales y de transición.

Superficie Primaria.- Es un plano imaginario que coincide con el área de aterrizaje-despegue. La elevación es la misma que la mayor en dicha área.

Ángulos aceptables entre trayectorias de aproximación-salida cuando existe más de una trayectoria de este tipo



Vista en perspectiva de las superficies de franqueamiento de obstáculos del helipuerto

Figura 2.1

Diagrama de Franqueamiento de obstáculos en V.F.R.

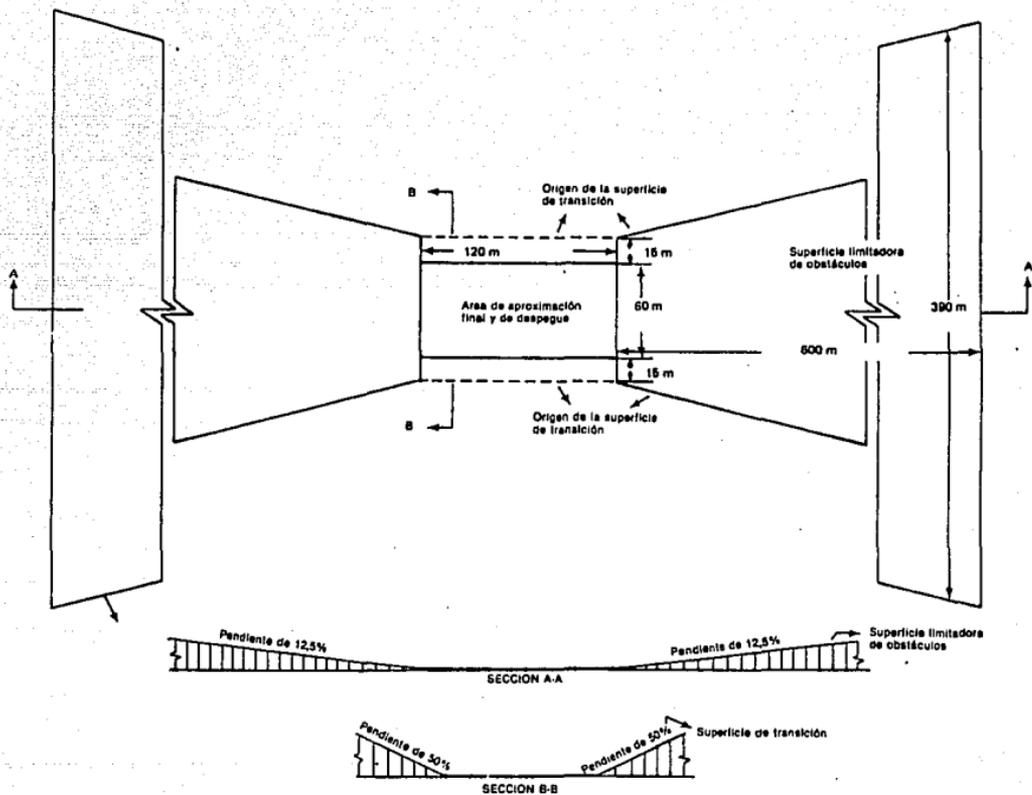


Figura 2.2 Superficies limitadoras de obstáculos de helipuerto

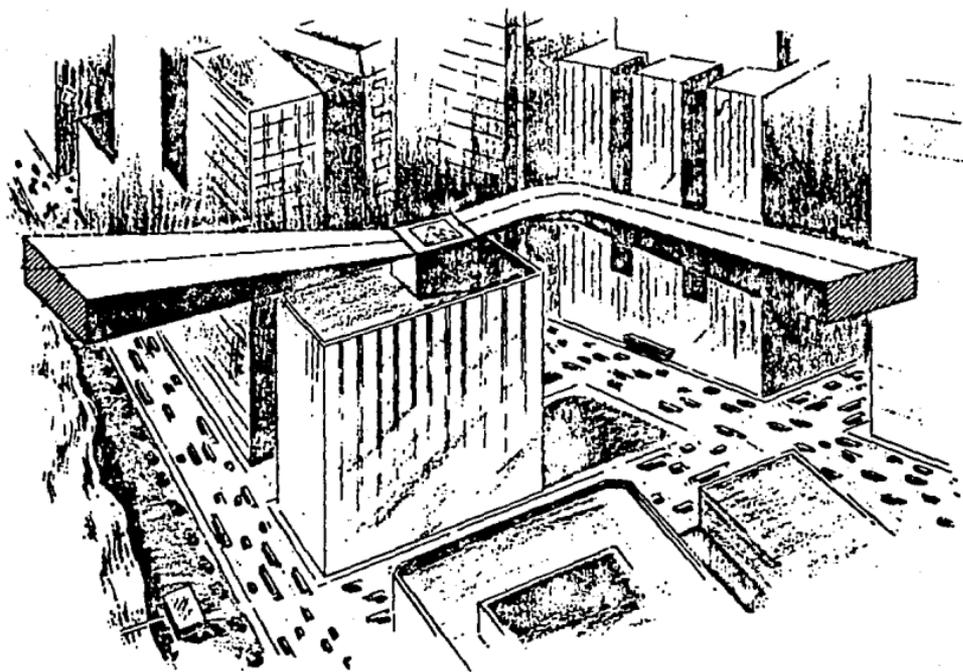


Figura 2.3

Ejemplo de superficie curva de aproximación-salida en un intercambio elevado

2.3 AYUDAS VISUALES

Este tipo de ayudas, sirven para tener una buena ubicación del helipuerto, así como de lo que en él se encuentra, como son plataforma, áreas de contacto, etc. Dentro de este tipo de ayudas se tienen : indicadores, señales y luces. Ya sea para helipuertos elevados ó de superficie, las ayudas serán casi iguales para ambos casos, con algunas variantes.

Dependiendo del uso del helipuerto y del horario de las operaciones, serán los tipos y cantidades de ayudas que estos tengan. Es decir, un helipuerto con operaciones en el día y con condiciones de buena visibilidad, solo requerirá señales, en cambio uno con operaciones nocturnas necesitará además, iluminación.

Las ayudas que aquí se mencionarán, se han pensado para condiciones meteorológicas de vuelo visual. Para condiciones de vuelo por instrumento, se están realizando los procedimientos de vuelo, requisitos operacionales y ayudas visuales necesarias para dichas condiciones, por lo que solo se mencionarán, en este estudio, los que se recomienda usar para el diseño de la red.

A continuación se mencionarán los requisitos operacionales para el diseño de las ayudas en vuelo visual.

- 1. Identificar los helipuertos y las áreas de aproximación final y de despegue proporcionadas para uso exclusivo de helicópteros en aeródromos.*
- 2. Fuera de la costa, identificar cada helipuerto para evitar confusión en caso de encontrarse próximos entre sí.*
- 3. Identificar helipuertos en hospitales.*
- 4. Proporcionar guía de emplazamiento a gran distancia, en los casos en que el emplazamiento no sea fácilmente identificable.*

5. *Proporcionar guía de emplazamiento a corta distancia (> 1 KM), donde corresponda.*
6. *Proporcionar guía de pendiente de aproximación si se requiere por alguna de estas causas:*
 - *Los procedimientos de aproximación exigen alguna pendiente determinada.*
 - *El medio del helipuerto proporciona pocas referencias visuales terrestres.*
 - *Las características del helipuerto exigen que se lleve a cabo una aproximación estabilizada.*
7. *Proporcionar guía de alineación de aproximación, cuando las condiciones requieran la utilización de indicaciones concretas para la aproximación.*
8. *Identificar la dirección de despegue cuando las condiciones exijan la utilización de una dirección determinada.*
9. *Proporcionar un punto de visada para guía de aproximación.*
10. *Proporcionar guía de precisión al punto de toma de contacto en los casos en que la posición de los helicópteros resulte fundamental.*
11. *Proporcionar guía de altura de vuelo estacionario durante la noche y en condiciones de visibilidad reducida.*
12. *Identificar el eje del área de aproximación final y de despegue, cuando sea posible.*
13. *Indicar velocidad del viento y dar una idea de su velocidad.*
14. *Marcar los límites del área de aproximación final y de despegue, cuando sea posible.*
15. *Marcar los límites del área de toma de contacto y de elevación inicial, cuando sea posible.*
16. *Distinguir entre las calles de rodaje utilizables para rodaje aéreo y en tierra, cuando sea necesario.*
17. *Indicar el eje ó los bordes de las calles de rodaje.*
18. *Indicar las posiciones de estacionamiento de los equipos de tierra y las zonas que no deben ser obstaculizadas por equipos ó vehículos de mantenimiento.*
19. *Indicar la masa máxima permisible de los helicópteros que podrían utilizar el helipuerto, cuando exista alguna limitación.*
20. *Indicar los obstáculos.*

HELIPUERTOS EN SUPERFICIE

INDICADORES.

Indicadores de la Dirección del Viento.- Todo helipuerto deberá contar por lo menos con uno, que sirve para señalar la dirección del viento y dar una idea de la velocidad del mismo. Deberá tener una forma de cono truncado, de un solo color (blanco ó naranja) ó combinado (naranja-blanco, rojo-blanco, negro-blanco); deberá ser visto desde un helicóptero a 200 m de altura y no debe ser afectado por turbulencias. Si en el área de toma de contacto, pudieran haber corrientes de aire perturbadoras, se recomienda colocar veletas adicionales pequeñas y de poco peso en dicha área.

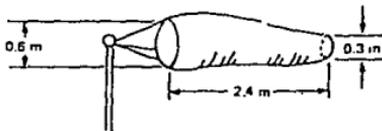


Figura 2.4 Indicador de la dirección del viento para un helipuerto de superficie

SENALES. Serán pintadas ó mediante balizas.

Señal de identificación de Helipuerto.- Esta señal aparecerá en todos los helipuertos y consiste en una letra "H" de color blanco, inscrita en un triángulo con un vértice truncado, orientado hacia el norte magnético. En los hospitales, la "H" será de color roja, colocada dentro de una cruz blanca. La señal se colocará dentro ó cerca del área de aterrizaje y despegue ó a cada extremo del área, si se utiliza junto con las señales de designación. La señal deberá tener una orientación de forma tal que la línea transversal

de la "H", forme ángulo recto con la dirección de aproximación preferente.

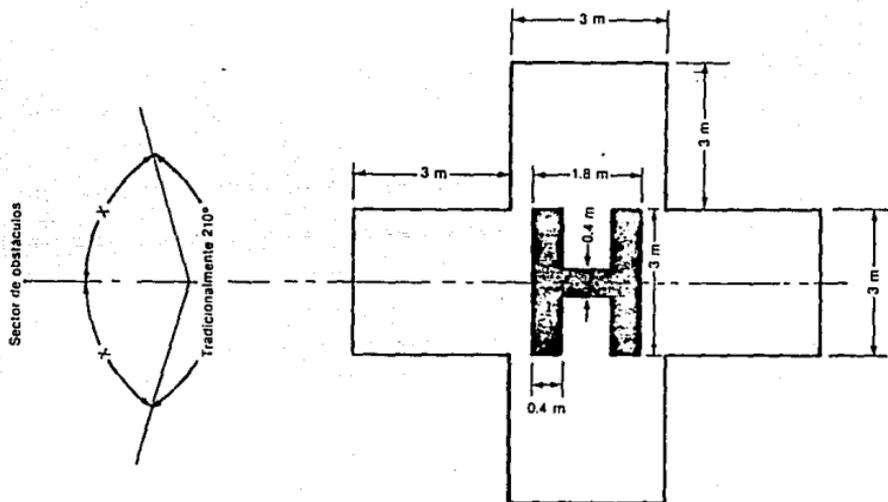


Figura 2.5 Señal de identificación de helipuerto
(Con cruz de hospital y orientación con el sector de obstáculos)

Señal 6 Baliza de Área de Aproximación Final y de Despegue.- Esta señal delimita dicha área y solo se precisa cuando la extensión del área no es evidente. Se utilizarán señales ó balizas y no deberán estar espaciadas más de 50 m; en áreas cuadradas ó rectangulares, deberá haber 4 señales ó balizas por cada lado, además de las esquineras y en áreas circulares, por lo menos 5 señales ó balizas.

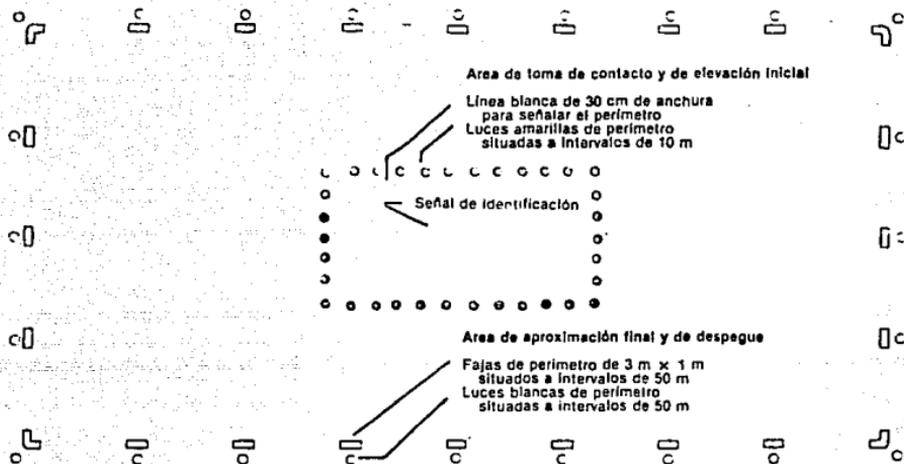


Figura 2.6 Señales y luces de un típico helipuerto de superficie

Señal de Designación de Área de Aproximación Final y de Despegue. - Identifica dicha área de otras, solo se usará cuando sea necesario delimitar dichas áreas.

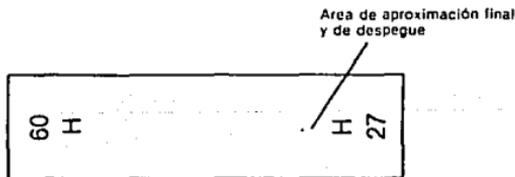


Figura 2.7 Señal de identificación de helipuerto y emplazamiento de los números de designación del área

Señal de Área de Toma de Contacto y Elevación Inicial.- Delimita esta área y se usará cuando los límites no sean evidentes. Será una línea blanca de 30 cm de ancho, como mínimo.

Señales de Punto de Visada y Toma de Contacto Prohibida.- Solo se usará cuando se desee que el piloto efectúe la aproximación hacia un punto determinado del área de aterrizaje-despegue. Será un triángulo equilátero formado por líneas blancas de 60 cm de ancho; cuando dentro del área de aterrizaje-despegue no se permita la toma de contacto, se agregará a la señal de punto de visada, una señal en forma de flecha blanca, situada de forma que indique el área donde se realizará la toma de contacto.

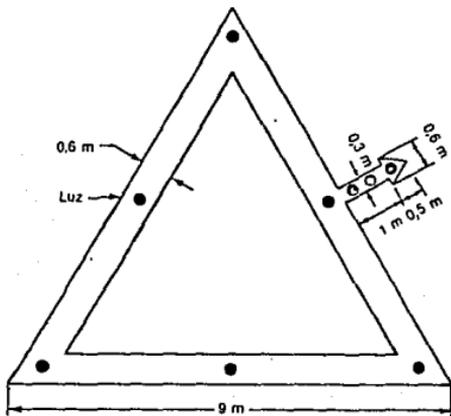


Figura 2.6 Señales y luces de punto de visada y de toma de contacto prohibida

Señal de Punto de Toma de Contacto.- Cuando sea preciso que el aparato realice el contacto ó se estacione en un punto determinado, por ejemplo para franquear un obstáculo, se proporcionará esta señal. Consiste en un círculo amarillo con un diámetro apropiado y un ancho mínimo de 50 cm en las líneas que lo marcan.

Señal de Calle de Rodaje.- Contarán con las mismas especificaciones que para aviones.

Balzas de Calle de Rodaje Aéreo.- El eje de la calle se señalará con estas balizas, con separaciones como indica el Anexo 14.² La superficie de cada una de ellas, vista desde la perspectiva del piloto, será rectangular y de 150 cm², como mínimo y una relación alto-ancho de 3 a 1. La baliza la compondrán 3 bandas horizontales de color amarillo, verde y amarillo, respectivamente.

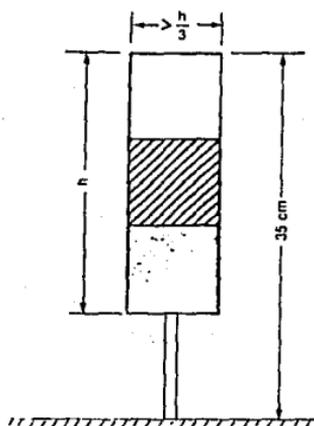


Figura 2.9 Balizas de calle de rodaje aéreo

Señal de Nombre de Helipuerto.- Cuando la identificación visual sea insuficiente, se utilizará esta señal. Los caracteres serán de 1.2 m, mínimo; si existe sector de obstáculos, la señal se colocará junto a la "H" correspondiente a los obstáculos.

² ANEXO 14. CONTIENE LAS ESPECIFICACIONES DE LA AERONAUTICA CIVIL NACIONAL, ESTA EDITADO POR LA DACI.

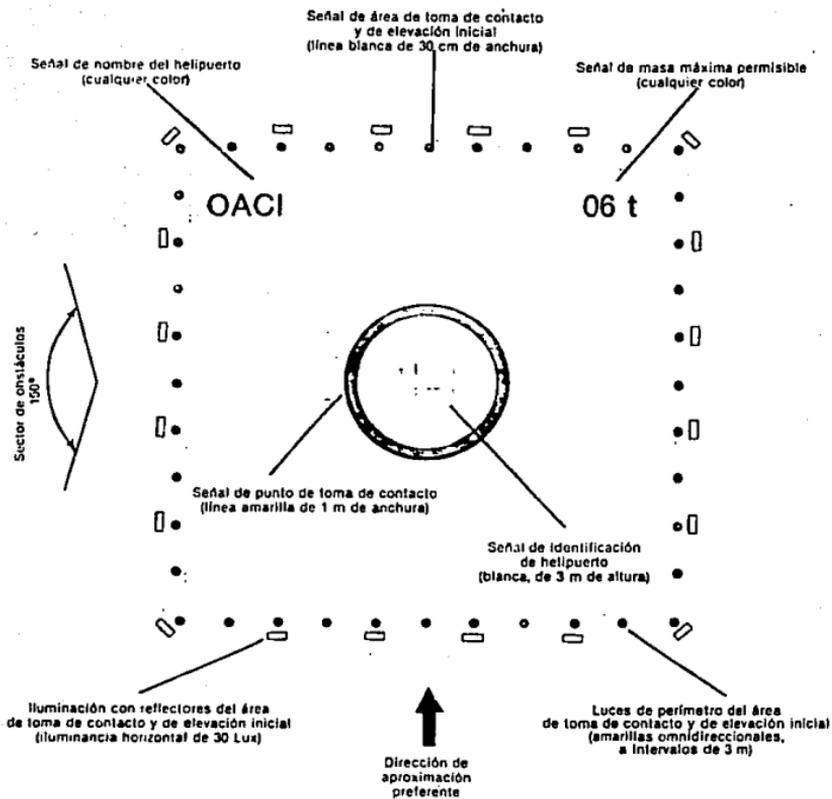


Figura 2.10

Señales y luces de un helipuerto elevado

LUCES.

Faro de Malpueyo.- Cuando los medios visuales no proporcionen una guía visual de largo alcance, se colocará un faro, capaz de emitir combinación de destellos blancos, verdes y amarillos ó blancos solamente. El faro transmitirá la letra "H", con estos destellos en clave morse Internacional, es decir, punto, punto, punto, punto, la frecuencia deberá ser de 12 a 30 pm y no inferior a 20 pm; la distancia vertical deberá ser tal, que por debajo de la horizontal no se vea luz alguna, debe proporcionar control de brillo ó enmascaramiento, para garantizar que no deslumbré a corta distancia.

Sistema de Iluminación de Aproximación.- Cuando sea necesario y posible, se proporcionará un sistema de iluminación de aproximación. Existen dos de estos sistemas y son los siguientes:

a) Sistema A.

Una fila de 7 luces, espaciadas a intervalos de 30 m con un ángulo de aproximación de 5 grados ó más y barra transversal de 18 a 30 m de longitud, situada a 150 m del área de aterrizaje-despegue. Con un ángulo menor a 5 grados, se utilizará el sistema descrito en el anexo 14.

b) Sistema B.

Una fila de 3 luces omnidireccionales destellantes de color blanco, espaciadas a intervalos de 60 m con un ángulo de 5 grados ó más e intervalos de 100 m. Con ángulo menor a 5 grados, dos luces omnidireccionales destellantes de color blanco, colocadas lo más cerca posible del comienzo del área de aterrizaje-despegue.

Las luces deberán emitir destellos secuenciales hacia dicha área. En ambos casos, la intensidad de luces deberá ser la adecuada para todas condiciones de visibilidad y luz, pero sin deslumbrar al piloto.

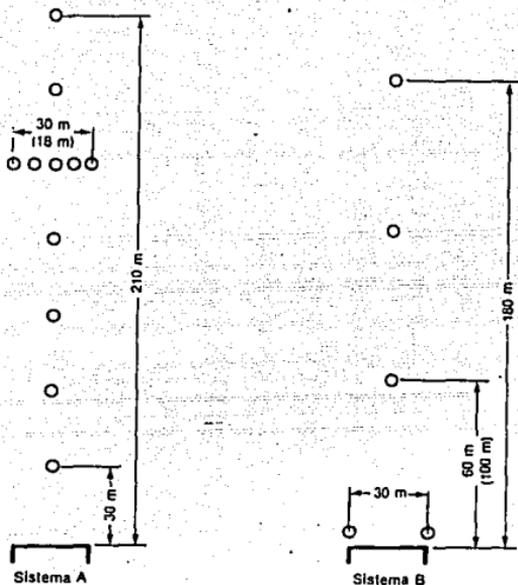


Figura 2.11 Sistemas de iluminación de aproximación

Indicador de Pendiente de Aproximación.- Se utilizará un sistema PAPI ó PAPI sencillo, consistente en dos elementos luminosos, cuando se satisface una ó más de las siguientes condiciones:

1. Los procedimientos de franqueamiento de obstáculos, atenuación de ruido ó control de tránsito, exigen pendientes determinadas.
2. El medio del aeropuerto proporciona pocas referencias visuales terrestres.
3. Las características del aeropuerto exigen aproximación estabilizada.

Al emplear un PAPI, se deberán considerar la longitud de pista y de área de aterrizaje-despegue.

Luces de Área de Aproximación Final y de Despegue.- Estas luces delimitan en la noche, esta área; se podrán omitir cuando sean casi coincidentes con las de toma de contacto y elevación inicial. El espaciado y número de luces corresponde al número de señales/balizas; las luces serán omnidireccionales y fijas, de color blanco variable; la intensidad y abertura del haz de luz debe ser adecuado a las condiciones de visibilidad y luz ambiental para las que esté previsto el helipuerto.

Iluminación de Señales de Punto de Visada y de Toma de Contacto Prohibida.- Deberán iluminarse con luces blancas omnidireccionales con mínimo de 6 luces para punto de visada y 9 luces, por lo menos, para toma de contacto prohibida.

Luces de Perímetro de Área de Toma de Contacto y Elevación Inicial.- Delimitan esta área y se colocarán a intervalos de 10 m con mínimo de 5 luces en área circular y de 3 luces por lado, una de ellas en cada esquina, en áreas cuadriláteras. Luces omnidireccionales y fijas de color amarillo y con altura no mayor a 25 cm.

Iluminación de Calles de Rodaje.- La misma iluminación que para aviones.

Iluminación de Calle de Rodaje Aéreo.- Señalan los ejes de calle de rodaje aéreo en operaciones nocturnas ó de mala visibilidad. Las luces serán omnidireccionales, de color amarillo con intensidad no menor a 25 candelas. Intervalos no mayores a 30 m, en tramos rectos y 15 m en circulares y no rebasar altura de 35 cm.

HELIPUERTOS ELEVADOS

Los indicadores, señales e iluminación, son iguales que en helipuertos de superficie, salvo algunos cambios. Para los casos iguales, solo se indicarán sus nombres y cuando existan diferencias, se anotarán.

INDICADORES.

Indicador de la dirección del viento.- Todo helipuerto elevado deberá contar por lo menos, con un indicador. Los requisitos serán los mismos, pero las dimensiones se podrán reducir a la mitad para no interferir con el espacio aéreo.

SENALES.

Señal de identificación de Helipuerto.

Señal de Masa Máxima Permisible.- Esta señal indica la masa del helicóptero crítico de proyecto, para evitar que helicópteros de mayor masa, hagan uso del mismo. Esta señal consiste en dos números seguidos de una "T", indicando la masa en toneladas; debe ser visible desde la dirección de aproximación preferente.

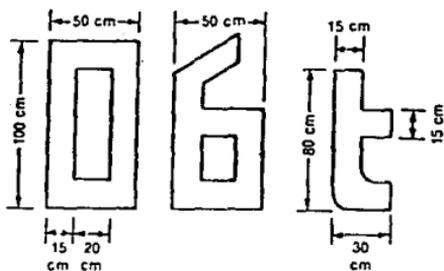


Figura 2.12

Señal de masa máxima permisible

Señal ó Balza de Área de Aproximación Final y de Despegue.- En helipuertos elevados, generalmente no se proporciona esta señal.

Señal de Designación de Área de Aproximación Final y de Despegue.

Señal de Área de Toma de Contacto y Elevación Inicial.

Señal de Punto de Toma de Contacto.

Señal de Nombre de Helipuerto.

Señalamiento de Obstáculos.

LUCES.

Faro de Helipuerto.

Sistema de Iluminación de Aproximación.- Como no es posible el uso de los sistemas anteriormente explicados, los sistemas posibles para estos helipuertos se encuentran en estudio.

Indicador de Pendiente de Aproximación.- Por limitación de espacio, no será posible la instalación de sistemas como PAPI ó PAPI sencillo, por eso se instalará un indicador de un solo elemento, diseñado especialmente. El sistema debe satisfacer los requisitos del anexo 14, ilustrando el sistema ASI en la figura 2.13.

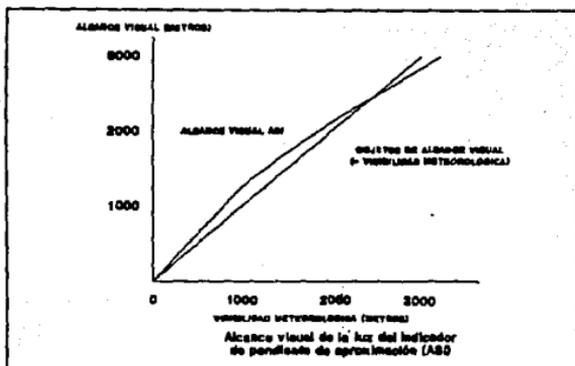


Figura 2.13.

Luces de Área de Aproximación Final y de Despegue.- Normalmente no se utilizan en estos helipuertos.

Luces de Perímetro del Área de Toma de Contacto y Elevación Inicial.- Hay dos diferencias con respecto a los helipuertos de superficie. La primera, cuando el área de toma de contacto no sea rectangular, las luces se deberán emplazar en forma rectangular y dentro del área (no en el perímetro), para que el piloto pueda orientar el aparato sin problema. La segunda, las luces se instalarán a intervalos de 3 m y no de 10 m como en superficie.

Iluminación con Reflectores del Área de Toma de Contacto y Elevación Inicial.- Esta iluminación permitirá al piloto, evaluar la altura durante el aterrizaje. Se situarán a los lados del área pero con altura que no revista peligro para las operaciones; no deberán tener destellos directamente visibles para el piloto; la iluminación deberá proporcionar iluminancia horizontal media mínima de 30 lux.

Iluminación de Obstáculos.- Se aplicará la misma que en aeropuertos, pero cuando no sea posible instalar luces en la parte más alta del obstáculo ó sobre él, se podrá iluminar con reflectores, debiendo iluminar por lo menos, el tercio superior de la estructura y la intensidad no deberá deslumbrar a los pilotos.

2.4 IMPACTO ECOLOGICO

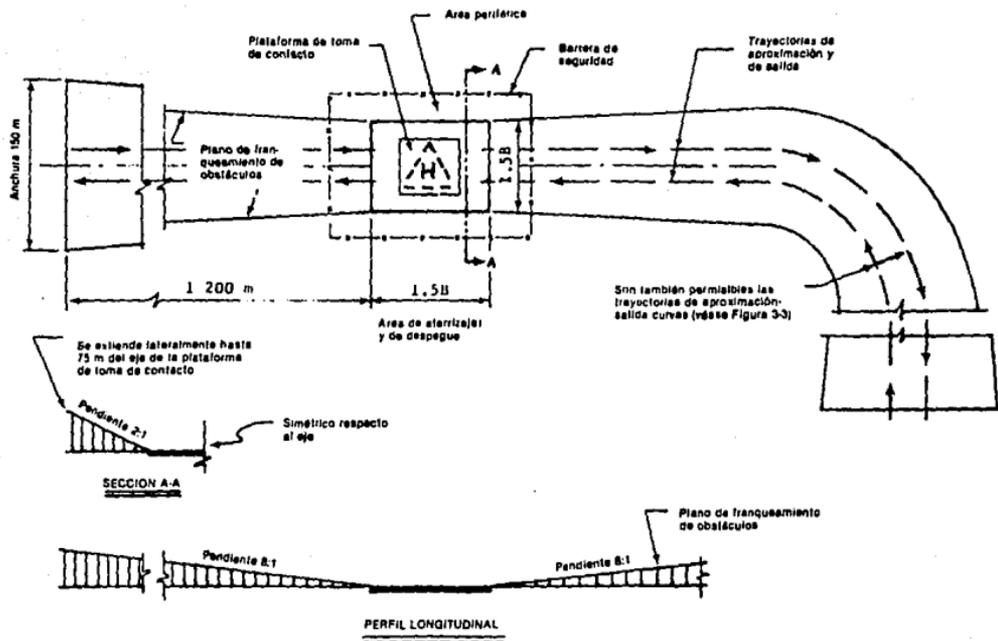
Por ser un área no muy conocida, los helipuertos no tienen una reglamentación específica en cuanto a ecología se refiere. Aquí se mencionaran algunos aspectos, tal vez no todos, pero sí los más importantes en la prevención de la contaminación.

Los helicópteros requieren de combustible especial para su movilización, se procurará evitar al máximo la contaminación mediante filtros para los escapes.

Otro aspecto importante a considerar es el ruido, que es lo que más preocupa, ya que la circulación pretendida es para el área metropolitana y habrá que reducirlo lo máximo posible.

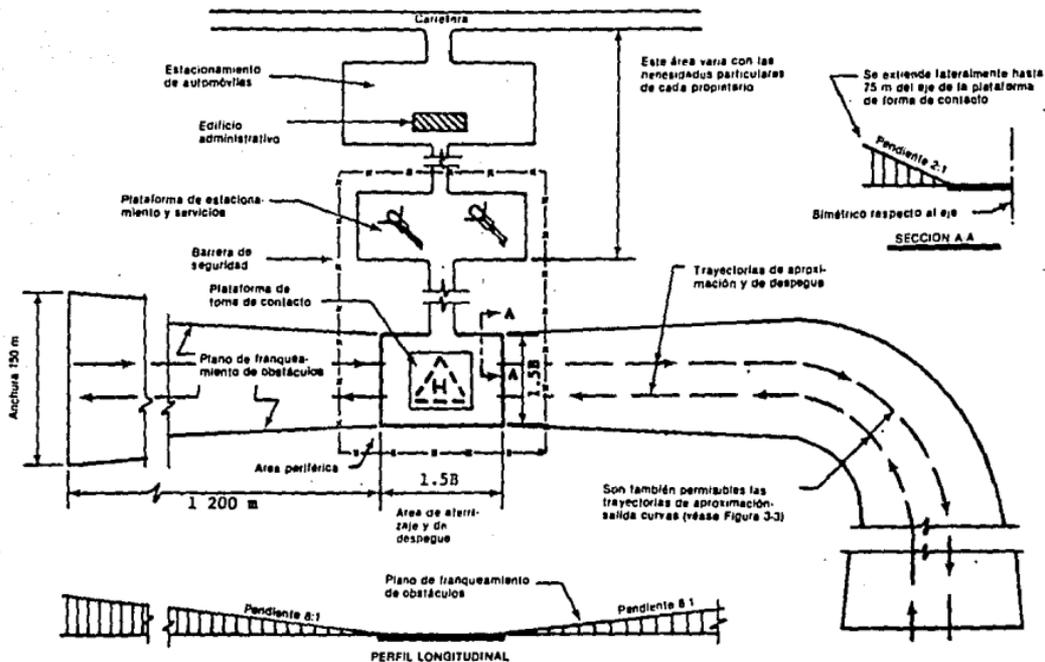
Para reducir al mínimo las molestias producidas por el ruido, deberá considerarse el nivel de ruido ambiente y en las áreas de trayectorias de aproximación-salida, se tendrá mayor atención.

Por lo anterior, se deberá tener muy en cuenta, al momento de la elección del emplazamiento de un helipuerto en zonas donde antes no había alguna actividad aeronáutica, por lo que será necesario aleccionar al público cercano, acerca de las características especiales del helicóptero, que lo harán aceptable en dichas zonas, con base en los requisitos de los reglamentos.



Nota.— La dimensión B es igual a la longitud total del helicóptero.

Figura 2.14 Ejemplo de trazado de un helipuerto mínimo



Nota.— La dimensión B es igual a la longitud total del helicóptero.

Figura 2.15

Ejemplo de trazado de un helipuerto más grande

CAPITULO 3

CAPITULO 3. CONSTRUCCION Y MANTENIMIENTO

Dentro de este capítulo, se conocerá el proceso a seguir para obtener los permisos necesarios para la construcción de un helipuerto. También se conocerán algunas consideraciones de construcción, como son normas OACI y SCT. Se darán algunos métodos constructivos y las formas de mantenimiento, operación y seguridad de los helipuertos. Y por último, se dará un ejemplo de la construcción de uno.

3.1 REQUISITOS PARA AUTORIZACION

Una vez realizada la elección del emplazamiento, los estudios de factibilidad y cumplido con el estudio técnico, se procederá a presentar los documentos necesarios para la autorización de construcción y que están basados en los artículos: 328 de la Ley de Vías Generales de Comunicación; 9,10,11,18 y 47 del Reglamento de Aeródromos y Aeropuertos civiles.

- 1. Solicitud, exponiendo la necesidad de esta vía de comunicación.*
- 2. Copia certificada de acta de nacimiento ó escritura constitutiva de la sociedad.*
- 3. Copia certificada del documento que justifique la posesión ó uso del terreno en que se localice el helipuerto; contrato de arrendamiento ó escritura de propiedad ó anuencia municipal ó particular. Se deberán anexar: copia certificada de la escritura de propiedad, en los casos de arrendamiento, cesión, comodato, donación, etc.*
- 4. Plano de localización, a escala, por duplicado, incluyendo coordenadas geográficas, población más cercana, vías de comunicación, elevaciones, etc.*
- 5. Plano general del helipuerto, por duplicados.*
- 6. Fotografías de los horizontes de las trayectorias de aproximación-salida, así como también aérea.*

7. Estudio operacional de trayectorias, con base en el equipo de vuelo que se piensa operar.

Para helipuertos de rescate en emergencia, solo se presentará :

- 1. Solicitud.*
- 2. Planta de azotea, indicando el área dispuesta ó plano general del helipuerto, por duplicado.*
- 3. Plano de cortes, por duplicado.*
- 4. Copia de alineamiento y No. oficial.*
- 5. Fotografías de horizontes de las trayectorias de aproximación y salida.*

Al analizar y aprobar la documentación, se otorgará el permiso de construcción u operación, según sea el caso.

Los permisos para helipuertos, causan derechos, salvo los de rescate en emergencia. Para renovación de permiso, se pedirá por escrito, indicando los cambios ó modificaciones a las instalaciones, si los hubiera; estos trámites causarán nuevos cargos.

Una vez con el permiso, se cuenta con 60 días naturales para presentar la fianza de garantía y proponer a la DGAC a la persona que fungirá como comandante honorario.

3.2 CALCULO DE LA ESTRUCTURA

En el caso de helipuertos de superficie las consideraciones para el cálculo, no serán tantas como para helipuertos elevados.

El área de aterrizaje-despigue se calculará para la mayor de las aeronaves más las cargas superpuestas (vivas), debidas al movimiento del personal hasta el helicóptero. La plataforma se calculará, además, con cargas tales como, mercancía, pasaje, equipos, personal, etc.

Las cargas producidas por un helicóptero, en aterrizaje normal, equivalen a la estática del peso del aparato; para aterrizajes bruscos se protegerá la estructura aplicando un coeficiente de 1.75 al peso del helicóptero crítico.

HELIPUERTOS ELEVADOS

En general, en los reglamentos de aviación civil, figurarán los requisitos de resistencia a las cargas de aterrizaje; las consideraciones para cálculo serán iguales que en helipuertos de superficie, cuidando los puntos más débiles de la estructura. Las estructuras elevadas pueden proyectarse para soportar una carga concentrada igual al 75 % del peso bruto del helicóptero crítico, en cada pata principal del tren de aterrizaje.

Requisitos en cuanto a la Resistencia.- *Se considerarán, para la resistencia, las cargas dinámicas y estáticas impuestas por las ruedas del helicóptero y la configuración del tren de aterrizaje. La mayoría de los helicópteros pequeños y algunos medianos, tienen patinas ó flotadores como tren de aterrizaje. Los grandes tienen tren de aterrizaje de ruedas. El peso estático a considerar, será el del peso bruto del helicóptero, completamente cargado.*

Consideraciones en cuanto al Apoyo.- Como el tren de aterrizaje en el techo, supone la absorción del impacto por la estructura, habrá que poner especial atención a las seguridad de los habitantes del edificio, sobre todo, a los de la planta alta y por eso las plataformas se clasificarán en dos categorías.

a) Plataformas de Aterrizaje al Nivel de la Azotea.

Aquellos en que la plataforma sea parte integral de la azotea y de los elementos del armazón: se deberán proyectar con capacidad para aterrizajes bruscos, sin que ocasionen daño permanente a la estructura por fallas de esfuerzo cortante, producidas por perforación causada por el tren de aterrizaje.

b) Plataformas de Aterrizaje Elevado.

Aquellos en que la plataforma se sitúa en una posición elevada, sostenida por columnas y armazón independientes a la estructura. Se deberá proyectar como un sistema de absorción de energía contra aterrizajes bruscos; el sistema podrá usar un material flexible sujeto a los requisitos del reglamento de construcción, a condición de que la falla de la estructura no sea completa.

En edificios que se pretenda dar servicio a helicópteros pequeños, se podrán utilizar plataformas de madera ó metálicas para distribución de cargas, con objeto de repartir cargas concentradas, impuestas por el tren de aterrizaje, en la estructura existente y así no tener que hacerle modificaciones a la azotea. Las cargas superimpuestas estarán limitadas por la estructura. Al construir la plataforma, debe tener la altura, por lo menos como el pretil de la azotea, para evitar obstáculos.

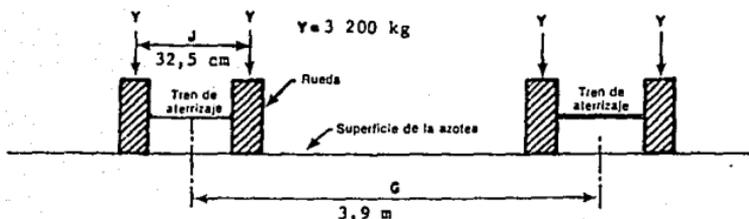
Cargas de Proyecto.- Se basarán en las características del helicóptero crítico. Las cargas estáticas, son las mismas que en reposo, en aterrizajes bruscos la duración de la imposición de cargas mayores es de 20 seg. La carga dinámica será la carga máxima que pueda preverse bajo las condiciones de servicio

que pudieran presentarse en aterrizajes bruscos, para evitar que la azotea ceda a estos esfuerzos, el coeficiente que se aplica al peso del aparato, será de 75 %. El tren de aterrizaje emitirá las mayores fuerzas a la plataforma, al momento del aterrizaje. En áreas de servicio, la carga máxima será la estática.

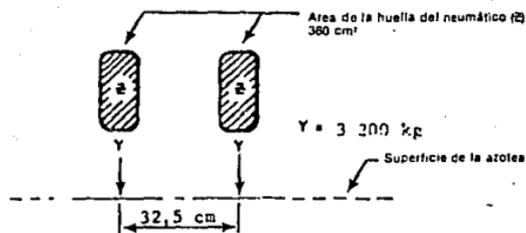
Otras Cargas.- Se considerarán las cargas móviles como, movimiento de personal y de equipo para analizar si se aplicarán simultáneamente con el helicóptero, aunque por recomendación, el área de aterrizaje despegue, se despejará antes de cualquier operación, para eliminar peso y el agua que puedan aventar los rotores por ejemplo.

Dispositivo de Seguridad.- Las plataformas de toma de contacto sin parapeto, deberán tener un dispositivo de seguridad, extendido 1.5 m, por lo menos, del borde de la superficie de toma de contacto, sin que asome por encima de esta; las pasarelas, deberán contar con pasamanos.

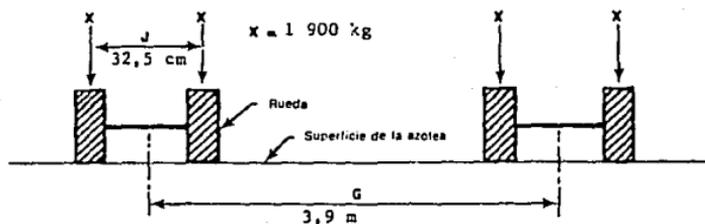
En la siguiente página, se muestra un ejemplo de como considerar las cargas estáticas, para el cálculo de una superficie.



A. Cargas de impacto para el cálculo de la estructura (vista en alzado)



B. Cargas de impacto para el análisis de los esfuerzos cortantes



C. Cargas estáticas para el cálculo de la estructura (vista en alzado)

Nota.—En este ejemplo se utiliza un helicóptero S61L, pero se puede escoger cualquier modelo como helicóptero crítico en un determinado caso.

Figura 3.1

Ejemplos de carga de proyecto

3.3 CONSTRUCCION Y MANTENIMIENTO

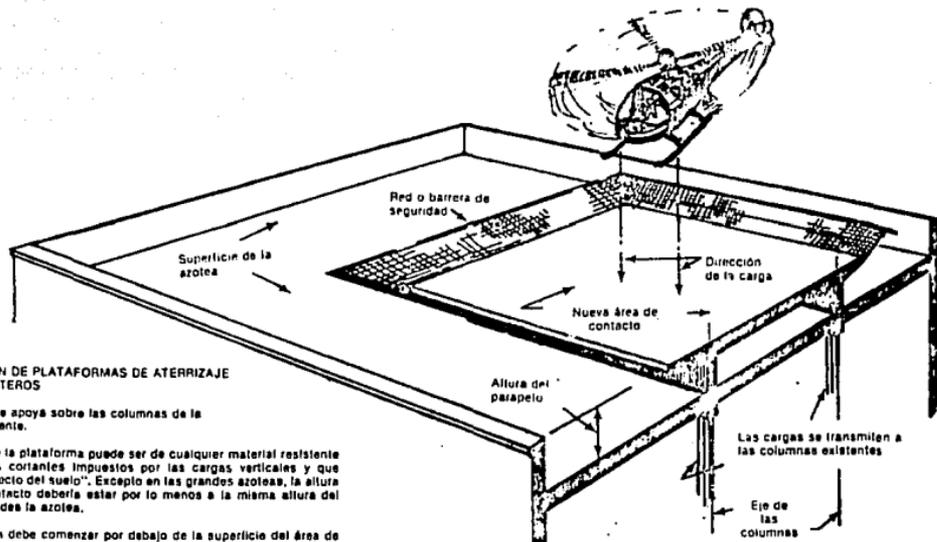
Como ya se vió, el cálculo de un helipuerto no requiere mayor consideración que la de la carga estática del helicóptero crítico y la forma de construirlo es tan solo, el método tradicional de construcción de losas.

Se podrán utilizar diferentes tipos de materiales como son, concreto reforzado, acero y madera. Por su rapidez y seguridad, se recomienda el uso de losa-acero para helipuestos elevados y en el caso de helipueitos de superficie, se construirán a base de concreto reforzado de alta resistencia.

En azoteas existentes sin helipuerto, se propondrá hacer plataformas a base de losa-acero sostenidas por traves de concreto reforzado para la distribución de cargas. En helipuestos existentes con esta modalidad y que no se ajusten a las dimensiones mínimas para el helicóptero escogido como crítico, se podrán ampliar en la medida de lo posible y cumpliendo con los reglamentos. Y para helipuestos cuya plataforma sea parte integral de la losa, se ampliará esta zona cuando no cumpla con las dimensiones.

El mantenimiento de los helipuestos tan solo requiere de una aplicación periódica de pintura fluorescente de alta resistencia contra el intemperismo (un retoque al año) y de mantener la superficie limpia y libre de polvo ó cualquier objeto que pudiera dañar la operación de la aeronave. De igual forma, habrá que procurar tener los señalamientos bien pintados y en buen estado (cono de viento, balizas, etc.), así como mantener el equipo de salvamento listo para ser usado en cualquier momento.

El mantenimiento mayor, será el que se le tiene que dar a cualquier losa de azotea en condiciones normales.



CONSTRUCCIÓN DE PLATAFORMAS DE ATERRIZAJE PARA HELICÓPTEROS

La plataforma se apoya sobre las columnas de la estructura existente.

La superficie de la plataforma puede ser de cualquier material resistente a los esfuerzos cortantes impuestos por las cargas verticales y que proporcione "eficacia del suelo". Excepto en las grandes azoteas, la altura del área de contacto debería estar por lo menos a la misma altura del parapeto que rodea la azotea.

La red o barrera debe comenzar por debajo de la superficie del área de contacto y no deberá sobrepasar dicha superficie.

Figura 3.2

Distribución de las cargas en una superficie elevada

3.4 OPERACION

Una vez que se conocen las especificaciones de proyecto y construcción y algunas formas constructivas para helipuertos, tanto de superficie como elevados, se procederá a conocer un poco del mantenimiento y prevención de accidentes en un helipuerto, así como las operaciones precisadas para un helicóptero, con el objeto de tener una mayor visión de los elementos que rodean a un helipuerto y poder proceder a la elaboración de un ejemplo.

3.4.1 SALVAMENTO Y EXTINCION DE INCENDIOS

Es de gran importancia contar con sistemas adecuados para hacer frente a accidentes ó incidentes que ocurran en un helipuerto ó en las cercanías de este.

En general la preparación de requisitos en materia de salvamento y extinción de incendios (RFF) para helipuertos, se ha basado en los correspondientes a aeródromos y se han seguido los mismos criterios para helicópteros y aviones.

Aunque la cantidad de combustible es menor en un helicóptero que en un avión, el riesgo es mayor en el primero, debido a que el tanque se encuentra justo debajo de la cabina y cerca del motor.

En general las especificaciones serán las mismas que para aviones y de igual forma se tomarán del anexo 14.

Nivel de Protección.

Salvo en el caso de helipuertos de superficie sin personal de servicio y con un número reducido de

operaciones, debe proporcionarse en los helipuertos, servicio y equipo de salvamento y extinción de incendios. El nivel de protección se basará en el helicóptero de mayor longitud, cualquiera que sea la frecuencia de las operaciones, ya que no se dispone de datos estadísticos sobre accidentes de helicópteros y por el riesgo de accidente anteriormente explicado.

Se tomarán tres categorías de helipuertos para salvamento y extinción de incendios, basadas en la longitud total de los helicópteros, incluidos botafón y rotores especificadas en la tabla 3.1.

TABLA 3.1 CATEGORIA DEL HELIPUERTO

CATEGORIA DEL HELIPUERTO	LONG. TOTAL DEL HELIPUERTO
<i>H1</i>	<i>Hasta 15 metros</i>
<i>H2</i>	<i>De 15 y hasta 24 metros</i>
<i>H3</i>	<i>De 24 y hasta 35 metros</i>

En helipuertos emplazados en aeropuertos, las instalaciones del CREI serán suficientes para la atención a los helicópteros y el tiempo de respuesta será de 2 minutos como máximo.

Tipos de Agentes Extintores.- Los agentes principales proporcionarán un control permanente, por varios minutos; los agentes complementarios lo harán en el momento de la aplicación y un corto plazo subsiguiente. Las cantidades de cada uno de ellos, se muestran en las siguientes tablas.

TABLA 3.2 CANT. DE AGENTES EXTINTORES. HELIP. DE SUPERFICIE.

CATEGORIA DEL HELIPUERTO	ESPUMA DE PELICULA ACUOSA O FLUOROPROTEINICA		AGENTES COMPLEMENTARIO (KG)		
	AGUA (L)	REGIMEN DESCARGA SOLUC. DE ESPUMA	POLVOS QUIMICOS	HALOGEN.	CO2
H1	500	250	23	23	45
H2	1,000	500	45	45	90
H3	1,600	800	90	90	180

TABLA 3.3 CANT. DE AGENTES EXTINTORES. HELIP. ELEVADOS.

CATEGORIA DEL HELIPUERTO	ESPUMA DE PELICULA ACUOSA O FLUOROPROTEINICA		AGENTES COMPLEM (KG)	
	AGUA (L)	REGIMEN DESCARGA SOLUC. DE ESPUMA	POLVOS QUIMICOS	HALOGEN
H1	2,500	250	45	45
H2	5,000	500	45	45
H3	8,000	800	45	45

Agentes principales.- Dada la necesidad de sofocar rápidamente un incendio, los tipos de agentes principales que se aceptarán, serán la espuma de película acuosa y película fluoroproteínica, ya que ambas son de mayor rapidez que la espuma proteínica. Las espumas estarán dentro de las especificaciones dadas por el DDF.

Agentes Complementarios.- Para helipuertos de superficie se utilizarán los productos químicos secos en polvo, los hidrocarburos halogenados y el CO₂.

Para helipuertos elevados serán solo los productos secos y los hidrocarburos, ya que el CO₂ es fácilmente dispersado por el viento.

Área Crítica.- Se definirá esta área, como el área adyacente al helicóptero, donde el incendio deberá ser controlado, salvaguardando la integridad del fuselaje y dar una zona de escape a sus ocupantes.

El área crítica será un rectángulo, una de cuyas dimensiones será la longitud media del fuselaje del helicóptero y la otra :

- a) Fuselaje con longitud inferior a 24 m. Anchura media del fuselaje más 4 m.
- b) Fuselaje con longitud de 24 m ó más. Anchura media del fuselaje más 6 m.

O sea :

$$Ac = L \times (w + w1)$$

Ac = Área crítica
L = Long. media de fuselaje
w = Anchura media
w1 = Factor de ancho

Cantidad de Agentes Exhaltores

Agentes Principales.- En las tablas 3.2 y 3.3, se especificaron las cantidades mínimas para cada categoría de helipuerto. Pero será conveniente, siempre que sea posible, proporcionar protección adicional, tomando en cuenta los equipos en mantenimiento periódico.

La cantidad de agua se calculará, multiplicando el Ac x el régimen normal y tiempo de aplicación que será de 5.5 l/min/m², ya que se considera la cantidad óptima para control en un minuto como máximo.

En el caso de espuma, la descarga de la solución no deberá ser menor a lo marcado en las tablas 3.2 y 3.3. La cantidad para controlar en un minuto, en el área crítica, será resultado de multiplicar el área crítica por el régimen de aplicación.

Las cantidades de agua serán para combatir durante 2 minutos el incendio en helipuerto de superficie y por 10 minutos en helipuerto elevado.

En los helipuertos elevados, se deberá garantizar que los agentes se puedan aplicar en toda la heliplataforma, cualquiera que sea la dirección del viento.

El agua, si se dispone de sistema para suministrarla a presión, no deberá almacenarse junto a la plataforma.

Agentes Complementarios.- *Las cantidades también estarán en base a las categorías de los helipuertos y se dan en las tablas, 3.2 y 3.3.*

Sustitución de Agentes.- *En helipuerto de superficie se permitirá sustituir parte ó la totalidad del volumen de agua para la producción de espuma, por agentes complementarios con las siguientes equivalencias:*

*1 Kg. de productos secos en polvo = 0.66 L de agua para producción
ó Hidrocarburos halogenados. de espuma fluoroprod*

*2 Kg. de CO2 ó espuma de película =
acuosa.*

Tiempo de Respuesta.- *El período comprendido entre la llamada inicial y la primera intervención efectiva en el lugar del accidente.*

En helipuertos de superficie no deberá exceder a dos minutos en condiciones óptimas de visibilidad y condiciones de la superficie.

En helipuertos elevados no se recomienda un tiempo determinado ya que se considerará que en heliplataformas se tendrán los equipos a la mano, durante las operaciones.

DISPOSICIONES ESPECIALES RELATIVAS A LOS HELIPUERTOS ELEVADOS.

En helipuertos elevados, dado el reducido espacio de que se dispone, hace que se tengan limitaciones para el emplazamiento del monitor de espuma y para métodos generales de combatir el incendio. Es posible que al derramarse, si esto ocurre, el combustible obstruya las escasas salidas del helipuerto, además se pueden afectar las instalaciones y los equipos de salvamento junto a la plataforma. Es por eso que el cálculo de agentes extintores se hará basándose en la posibilidad de que el incendio se extienda por más tiempo que en uno de superficie.

Por eso se recomendará que durante las operaciones, se esté al tanto de ellas y con el equipo al alcance para poder entrar en acción al momento.

La descarga será por una manguera que lleve espuma, a razón de 250 l/min, se volverá esencial el poder aplicarla en toda la superficie de la plataforma. Los helipuertos categorías 2 y 3, se dispondrán de 2 y 3 monitores con capacidad de proporcionar el régimen de descarga requerido.

Equipo de Salvamento.- Este equipo deberá almacenarse junto a la heliplataforma.

TABLA 3.4 EQUIPO DE SALVAMENTO

EQUIPO	CATEGORIA RFF DEL HELIPUERTO	
	H1 Y H2	H3
LLAVE DE TUERCA REGULABLE	1	1
HACHA DE SALVAMENTO DE AERONAVE	1	1
HERRAMIENTA PARA CORTAR FRENOS, 60cm	1	1
PALANCA DE PIE DE CABRA DE 105 cm	1	1
GANCHO DE RETENCION O SOCORRO	1	1
SIERRA PARA METALES, 6 REPUESTOS	1	1
MANTA RESISTENTE AL FUEGO	-	1
ESCALERA DE MANO, LONG P/HELIC.	1	1
CUERDA SALVAVIDAS, 5cm ESP., 15m LONG	1	1
ALICATES DE CORTE LATERAL	1	1
JUEGO DE DESTORNILLADORES	1	1
CUCHILLO DE CABLE CON FUNDA	1	1
GUANTES RESISTENTES AL FUEGO	2 PARES	3 PARES
HERRAMIENTA MECANICA CORTANTE	-	1

3.4.2 REQUISITOS TECNICOS OPERACIONALES PARA HELICOPTEROS

Para la operación de helipuertos y helicópteros, es de primordial importancia observar la seguridad, teniendo en cuenta que las trayectorias de aproximación-salida, no presenten obstáculo alguno y que pasen sobre terrenos en que pudieran realizarse operaciones de emergencia, (parques, vías acuáticas, campos de golf, terrenos industriales, etc.) en relación a la altitud del helipuerto y al performance del helicóptero crítico.

Dado que los helicópteros bimotores se pueden mantener en vuelo con uno solo de sus motores, por razones de seguridad, deberá hacerse uso de ellos en zonas densamente pobladas y sin las características antes mencionadas.

A continuación, se señalarán los requisitos técnicos operacionales y normas de vuelo, que deberá cubrir, cualquier operación de helicóptero.

- 1. Las operaciones deberán efectuarse exclusivamente en condiciones meteorológicas para vuelo visual, en todo tiempo.*
- 2. Deberán contar con vuelo autorizado por el comandante del aeropuerto ó base de operaciones más cercana, solicitar autorización de los Servicios de Tránsito Aéreo, dar a conocer el plan de operación y recabar el reporte de las condiciones meteorológicas para dar debido cumplimiento al inciso anterior.*
- 3. En caso de que la base de operaciones se encontrara cercana al aeropuerto, todas las operaciones de helicópteros, se controlarán por el aeropuerto.*
- 4. Deberán mantenerse fuera de áreas prohibidas, peligrosas a la navegación, señaladas por la Autoridad Aeronáutica respectiva.*
- 5. El equipo de vuelo, deberá estar autorizado por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, para el servicio que pretenda proporcionar, contar con la tarjeta de aeronavegabilidad en vigor, expedida por*

la DGAC y un Manual de Publicación de Información Aeronáutica (PIA) de México, actualizado.

6. El personal técnico y los miembros de la tripulación, deberán contar con licencia en vigor, acreditando la capacidad del equipo y conocer los procedimientos de emergencia en caso de falla de un motor. Sobre áreas urbanas densamente pobladas, se utilizarán helicópteros bimotores, que puedan realizar operaciones de emergencia con uno solo de ellos.

Las operaciones de aeronaves, tanto en vuelo como en área de maniobras de los helipuertos, se ajustarán a las reglas señaladas a continuación y a las de vuelo visual ya indicadas.

3.4.3 REGLAS GENERALES

1. Queda prohibido ejecutar maniobras que puedan poner en peligro la vida ó bienes de otras personas, tales como :
 - a) Volar en picada ó a poca altura, sobre granjas, casas, edificios y otras estructuras, vehículos ó grupos de gentes.
 - b) Iniciar cualquier maniobra, ya sea desde tierra ó en el aire, sin asegurarse de que la trayectoria de vuelo este despejada.
 - c) Pasar demasiado cerca de otra aeronave.
 - d) Conducir la aeronave, sobre capa de nubes.
2. Vuelos acrobáticos; ninguna persona podrá efectuarlos en las siguientes condiciones:
 - a) Sobre áreas congestionadas de la ciudad ó sobre reuniones de personas al aire libre.
 - b) Dentro de cualquier aerovía nacional, aérea de control ó zona de control.
 - c) Con visibilidad de vuelo inferior a 3 millas.
 - d) A una altura menor de 3000 pies sobre la superficie del suelo ó el agua.
3. Alturas mínimas de seguridad. Los helicópteros podrán volar a menor altura que las señaladas como mínimas preescritas en el Reglamento de Tránsito Aéreo en vigor, siempre que se cumpla con las limita-

ciones y especificaciones indicadas en el manual de vuelo del helicóptero, con objeto de prevenir y no poner en peligro a personas ó bienes que se encuentran en la superficie.

4. En los casos que requieran sobrevolar áreas urbanas densamente pobladas que no ofrezcan sitios para aterrizaje de emergencia en trayectoria ó restrinjan altura de vuelo a menos de 300 m (1000 pies) sobre el terreno, lo que imposibilita una autorrotación, las operaciones se llevarán a cabo con aparatos bimotores capaces de mantener vuelos nivelados ó en caso necesario ascender a un régimen mínimo de 30.5 m/min con un motor inoperativo.

3.4.4 REGLAS PARA VUELO VISUAL

1. Mínimos de techo, visibilidad y distancia a las nubes en los diferentes espacios aéreos para vuelos VFR.

- a) Dentro de zonas de control, se volará a una distancia no menor de 500 pies verticalmente y 2000 pies horizontalmente de cualquier formación de nubes. La visibilidad mínima horizontal, en zona de control será de 3 millas y el techo mínimo para que el CTA, permita vuelos VFR, será de 1500 pies. Este criterio también se aplicará a aerovías nacionales no controladas.

- b) Fuera de zonas y áreas de control ó aerovías nacionales, cuando el vuelo se esté efectuando a una altura de 700 pies a más de la superficie, se volará a una distancia no menor de 500 pies verticalmente y 2000 pies horizontalmente de cualquier nube ó formación de ellas y su visibilidad horizontal deberá ser de 1 milla cuando menos.

- c) Los vuelos efectuados abajo de 700 pies, se considerarán vuelos fuera de zona de control y deberán tener una visibilidad horizontal mínima de 1 milla.

2. Para vuelo visual de aeronaves conducidas en vuelo nivelado a 200 pies ó más sobre la superficie del terreno, dentro ó fuera del espacio aéreo controlado, se mantendrá un nivel de crucero apropiado a la derrota magnética, de acuerdo con lo siguiente:

- a) Derrota magnética comprendida dentro de 000 a 179 grados inclusive. Altitudes impares más 500 pies, como 3500, 5500, 7500.

- b) Derrotas magnéticas comprendidas dentro de 180 y 359 grados Inclusive. Altitudes pares más 500 pies, como 2500, 4500, 6500.
3. La aeronave deberá estar provista de radio de comunicación, con las frecuencias requeridas por el Control de Tránsito Aéreo.
 4. La superficie de aterrizaje, deberá estar trazada y emplazada a efecto que las operaciones con viento, cumplan con las limitaciones y especificaciones indicadas en el manual de vuelo de las aeronaves.
 5. Cuando la operación se realice en la zona pública, previamente autorizada, se utilizará un megáfono portátil para dar instrucciones y señalar las precauciones que sean necesarias, para la seguridad de las personas en el despegue y aterrizaje. Así mismo, se buscará evitar daños a terceros.

3.5 EJEMPLO

Como ejemplo de la construcción y costo de un helipuerto, se tomará el helipuerto construido en el nuevo edificio de "El Herald de México", conociendo el cálculo a que fue sujeto, el método constructivo de la losa de azotea y el tiempo de ejecución. Así mismo se revisará el presupuesto del nivel de azotea, donde se colocará el helipuerto.

La losa se construyó a base de losacero de 6 cm, integrada a una capa de compresión de 12 cm con malla electrosoldada 6-6x8/8, esta capa es resultado del cálculo estructural para soportar la carga del helicóptero y el movimiento de personas que implica el tener un helipuerto, el helicóptero considerado como crítico, fue el BELL 206, que es el más común en la ciudad de México por sus dimensiones y peso, así como por el manejo de pasajeros (4).

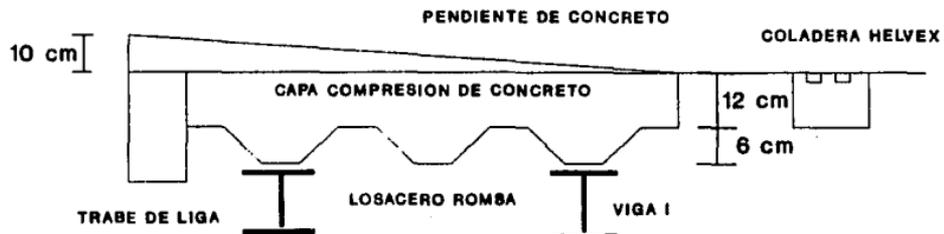
La losacero esta soportada por vigas IR de sección variable y por conectores MON-TEN de diversos espesores, en la colindancia donde no hay conectores se recurrió a una trabe de concreto como liga.

Para evitar encharcamientos en la zona del helipuerto, se le dió una pendiente del 1% hacia las coladeras ubicadas en el centro de la losa, inicialmente se propuso un sistema de desague por la orilla de la azotea pero en consideración a la zona del helipuerto se colocaron dos coladeras que desalojarán por la tubería de los baños.

La pintura para los señalamientos es de tipo fluorescente, del usado para la vialidad vehicular.

Los precios del presupuesto, son de Octubre de 1990

En las siguientes páginas se muestra una ilustración de los componentes de la losa de azotea y posteriormente el presupuesto de los elementos componentes de la misma.



**SISTEMA DE LOSA EN NIVEL DE AZOTEA 'EL HERALDO'
A BASE DE LOSACERO ROMSA**

<u>Presupuesto del heliguerto "EL HERALDO DE MEXICO"</u>				
CONCEPTO	UNI	CANT	P.U.	IMPORTE
ACERO ESTRUCTURAL	KG	4,374.4	\$4,666	\$20,410,810
LOSACERO ROMSA	M2	107.4	\$46,000	\$4,938,560
MALLA ELECTROSOLDADA	M2	107.4	\$4,500	\$483,120
CONCRETO PREM. 8 NIVEL	M3	29.0	\$246,967	\$7,162,043
PINTURA SEÑALIZACION	M2	55.4	\$25,000	\$1,385,000
COLADERA HELVEX	PZA	2.0	\$400,000	\$800,000
IMPERMEABILIZANTE	M2	107.4	\$15,000	\$1,610,400
MALLA PROTECTORA	M2	53.1	\$6,300	\$334,530
SEÑALAMIENTOS	LOT	1.0	\$750,500	\$750,500
			SUBTOTAL	\$37,874,963
			I.V.A.	\$5,681,245
			TOTAL	\$43,556,208
				Oct-90

CAPITULO 4

CAPITULO 4. PLANEACION DE UNA RED DE HELIPUERTOS EN LA CIUDAD DE MEXICO

4.1 HELIPUERTOS ACTUALES

En la actualidad, la ciudad de México cuenta con un buen número de helipuertos, pero la gran mayoría de ellos son para rescate en emergencia ó de uso privado. Por lo que para una red como la que se pretende, se requeriría de la construcción de varios de ellos y la adecuación de algunos de los existentes para emergencia, como de uso público.

Todos los helipuertos han sido dados de alta ante la DGAC, por medio de los requisitos y formatos mencionados en el capítulo pasado.

A continuación, se mencionarán los helipuertos existentes en la ciudad de México, junto con las características y tipo de uso de cada uno de ellos, para que en base a esos datos y las necesidades de cada zona de la ciudad, se diseñe la red.

TABLA 4.1 HELIPUERTOS DE SERVICIO PRIVADO

NOMBRE O PROPIETARIO	DOMICILIO	ALTURA	AREA
TORRE PEMEX	MARINA NACIONAL # 329	220.00	572.00
MEXICANA DE AVIACION	XOLA # 535	120.50	324.00
INMOB. PETROEQUIPOS	MONTES URALES # 460	21.00	380.00
PARQUE REFORMA	CAMPOS ELISEOS # 400	83.00	620.00
DIR. COORP. AURRERA	JOSE MA. CASTORENA # 84	22.00	576.00
NOVEDADES EDITORES	MORELOS # 16	20.00	150.00
PUEBLA INVERSIONISTA	SAN JERONIMO # 790	26.00	338.00
I.U.S.A.	SN JUAN ARAGON # 775	0.00	400.00
OMEGA	CAMPOS ELISEOS # 345	111.00	259.00
ARISTOS MEXICO	REFORMA # 276	52.00	148.00
CIA. NESTLE MEXICANA	EJERCITO NAL. # 435	40.62	382.70
LOMAS ALTAS	AV. LOMAS ALTAS # 217	8.70	268.96
EL UNIVERSAL	AV. BUCARELI # 8	34.50	360.00
HOTEL NIKKO	CAMPOS ELISEOS # 103	139.00	375.00
CYFRA			
HOSPITAL ANGELES	CAM STA TERESA # 1055		
EL HERALDO DE MEXICO	DR VELASCO	32.00	209.00

TABLA 4.2 HELIPUERTOS DE RESCATE EN EMERGENCIA

NOMBRE O PROPIETARIO	DOMICILIO	ALTURA	AREA
CRUZ ROJA MEXICANA	AV. EJERCITO NAL # 1032	0.00	225.00
PLAZA COMERMEX	BLVD. AVILA CAMACHO # 1	63.00	500.00
INMOB. EL CABALLITO	REFORMA Y GUERRERO	129.00	400.00
HOSP. RUBEN LEÑERO	DIAZ MIRON Y PL. SN LUIS	0.00	100.00
EDIFICIO SULLIVAN	SULLIVAN # 233	45.00	200.00
NATIONAL CITY BANK	REFORMA # 390	90.00	44.00
HOTEL MA I SHERATON	REFORMA # 325	66.00	120.00
EDIFICIO REBAQUE	REFORMA # 285	60.00	300.00
SEGUROS LA COMERCIAL	REFORMA # 116	65.00	200.00
HOTEL CROWN PLAZA	REFORMA # 80	90.00	150.00
CIA. INVERS. MEXICANA	REFORMA # 76	65.00	180.00
PATRONATO DEL AHORRO	REFORMA # 77	44.00	150.00
GALERIA PLAZA	HAMBURGO # 195	62.00	200.00
TESORERIA DEL DDF	DR. LAVISTA Y N HEROES	35.00	400.00
EDIFICIO TERESA ATRI	5 DE FEBRERO # 103	37.00	400.00
DGPT DEL DDF	PLAZA TLAXCOAQUE	0.00	200.00
HOSP. URG. BALBUENA	CEC. ROBELO Y SUR 103	0.00	100.00
SEARS ROEBUCK	SAN LUIS POTOSI # 212	21.00	110.00
ALBERTO GUINDI	AÑIL Y AVENA	37.00	150.00
INMOBILIARIA INGE	INSURGENTES SUR # 795	51.00	100.00
COMERCIAL LA LUNA	PENSYL. Y SN ANTONIO	20.00	200.00
BANCO DE MEXICO	INSURGENTES SUR # 1106	39.00	238.00
INMOB. DE LA PARA	CUAUHTEMOC # 1230	90.00	100.00
PROMOSTICOS DEPORTIVOS	INSURGENTES SUR # 1387	51.00	225.00
HOSP. LOPEZ MATEOS	UNIV. Y RIO MIXCOAC	0.00	106.00
HOSP. URGENCIAS XOCO	COYOACAN Y B. TRAVEN	0.00	100.00
FON ASA	INSURGENTES SUR # 1850	45.00	150.00
TORRES STA. TERESA	AV STA TERESA # 13	63.00	110.00
INST. NAL. CARDIOLOGIA	JUAN BADIANA # 1	25.00	100.00
HOSP URGENCIAS TOPILEJO	DOMICILIO CONOCIDO	0.00	100.00
EDIF J. TARTAKOWSKY	HOMERO # 1804	54.00	120.00

NOMBRE O PROPIETARIO	DOMICILIO	ALTURA	AREA
HOTEL PDE. CHAPULTEPEC	CAMPOS ELISEOS # 218	89.00	120.00
COLGATE PALMOLIVE	PRESA LA ANGOSTURA #	15.00	700.00
PROYECTOS, S.C.	PALMAS # 800	95.50	140.00
IMPUL. DESARR. URBANO	IGLESIA # 2	61.30	150.00
CTRO EMPRESARIAL LOMAS	MONTE PELVOUX # 111	36.00	168.00
PROMOTORA GMD	INSURGENTES SUR # 489	86.82	140.00
ESTAC. PEMEX	MARINA NAL. # 263	31.00	707.00
DGOP DEL DDF	3º SECC. CHAPULTEPEC	0.00	681.00
SRIA REL EXTERIORES	R. FLORES MAGON # 1	82.00	121.00
CONDOMINIO DADOO	PALMAS # 805	76.00	100.00
INMOBILIARIA SOMEX	REFORMA # 211	72.00	195.00
TELMEX	PARQUE VIA # 190-200	72.90	437.00
HOSP. INGLES	SUR # 136 ESQ. OBSERV.	22.24	153.00
CONDOMINIO GALI	CAMPOS ELISEOS # 879	62.65	115.00
ASEGURADORA HIDALGO	PDTE. MAZARYK # 111	57.60	378.00

4.2 DEMANDA ACTUAL

Como se puede apreciar en la lista anterior, la mayor demanda es de tipo particular, de uso para hospitales y sobre todo para rescate en emergencia.

La demanda a la que se enfocará el presente trabajo, al transporte público, se reduce a transporte de personal para trabajos especializados como los de Pemex en las plataformas marinas; uso de dependencias gubernamentales; traslado a ciudades aledañas como son : Toluca, Puebla, Pachuca, Querétaro, Cuernavaca y a algunos puertos del país como Acapulco, Veracruz y Puerto Vallarta. Habiendo 7 compañías, en el Distrito Federal, dedicadas a prestar este servicio, con una demanda variable de 1 a 30 alquileres por mes. La demanda para uso dentro del D.F., es mínima ó nula.

Los usuarios rentan los helicópteros por hora, sin indicar el número de pasajeros que transportarán, cada helicóptero cuenta con 3 ó 4 plazas pero no siempre va lleno el aparato. Por estas razones, no se conoce la demanda con exactitud; pero para efectos de este trabajo, se supondrá que los vuelos son con todas las plazas ocupadas.

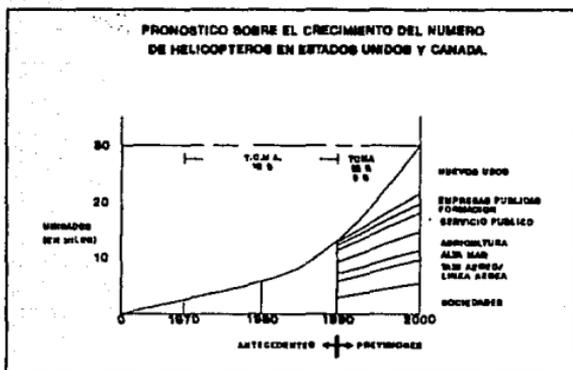
El costo del servicio es de \$ 3'220,000.00 pesos por hora sin requerir de un mínimo de horas para dar el servicio.

En el Distrito Federal, el 98 % del uso de helicópteros está destinado a ambulancias (particulares ó de policía); rondas de vigilancia policiaca, control del tráfico y cobertura de las redes noticiosas.

4.3 NECESIDADES FUTURAS

4.3.1 HELIPUERTOS TODO TIEMPO

Dado el constante crecimiento de la ciudad de México y la también creciente necesidad de transporte rápido y seguro que pueda abarcar largas distancias; reemplazando así, los excesivos transbordos a los que están sujetos los usuarios cuyos lugares de origen y destino, se encuentran a grandes distancias el uno del otro, lo que representa tiempo y dinero gastado en el transporte; se ha pensado que un sistema a base de helicópteros podrá ser una solución futura, en la siguiente tabla se ilustra el crecimiento que podría tener el uso de helicópteros en los siguientes años en los EUA y el Canadá, este crecimiento podríamos reflejarlo en México en algunos de sus campos.



El crecimiento experimentado por la industria de los helicópteros civiles, propiciado por las necesidades de trabajos de exploración y producción petrolera en alta mar y por la fiable tecnología, hace que se pueda pensar en ellos como una solución adicional al transporte urbano de la ciudad de México; en operaciones como servicio público, taxi aéreo, empresas públicas y privadas y otras.

El servicio lo prestaría una ó varias líneas aéreas de helicópteros concesionadas por la DGAC, como las que operan en algunas ciudades de los Estados Unidos y que son en Nueva York, la New York Helicopter Airlines, Executive Airlinck y Omnilight Airways.

Será preciso contar con un sistema de helipuertos todo tiempo, capaz de aprovechar plenamente la singular característica del helicóptero de poder aterrizar en espacios reducidos y con condiciones climatológicas difíciles.

Habrá que tomar en cuenta el diseño de rutas exclusivas para helicópteros.

Se deberá tener en cuenta los sitios de mayor actividad laboral para proveerlos de uno ó varios helipuertos, por ejemplo en el centro de la ciudad ó en sus cercanías.

La mayoría de las ciudades de América del Norte, no disponen de helipuertos cercanos al centro, mucho menos instalaciones de utilización pública y ninguna cuenta con un helipuerto todo tiempo.

4.3.2 VUELO VFR Y VUELO IFR³

En la actualidad, todas las aproximaciones se hacen por vuelo visual. Para ayuda de instrumentos, solo se cuenta con sistemas PAPI y APAPI en condiciones climatológicas buenas.

La reglamentación y desarrollo de instrumentos para vuelos IFR, aún están en estudios, por lo que los helipuertos todo tiempo quedarán sujetos a la puesta en marcha de los primeros equipos IFR.

Las aproximaciones IFR que se pueden realizar actualmente son cerca del aeropuerto, siempre que no interfieran con el tránsito de aviones y conforme a unas mínimas de 1.4 Km de visibilidad y 400 pies de altitud. Cualquiera aproximación IFR se tendría que realizar en las rutas de los aviones, lo que no es posible. Además de que no se aprovechan las características de los helicópteros.

³ VFR = Visual Flight Rules
IFR = Instrumental Flight Rules

4.3.3 PRESENTACION DEL SISTEMA

El tipo de Infraestructura que se estima necesaria para lograr una red futura todo tiempo, así como las medidas que deberán tomarse para el desarrollo del sistema, se describirán a continuación.

El sistema consta de los siguientes elementos :

- * Una red metropolitana de helipuertos todo tiempo, con directrices realistas helipuerto en cuanto al ruido.*
- * Aerovías y espacio aéreo sin interferencias, destinados unicamente a helicópteros.*
- * Sistemas de navegación, comunicaciones y control de tránsito aéreo (NAV/COM/ATC) para helicópteros.*
- * Mayores servicios meteorológicos locales.*
- * Helicópteros IFR.*

Todos los elementos serán esenciales, por lo que es preciso desarrollarlos en conjunto, para lograr verdaderos resultados.

Por lo ya planteado, los helipuertos podrían volverse una necesidad y por eso mismo habrá que disponer de helipuertos, tanto en el aeropuerto como en la zona metropolitana y suburbana.

Como los helipuertos serán conexión con otros medios de transporte, que funcionan en condiciones todo tiempo habrá que planear la utilización en condiciones IFR rigurosas.

Los helipuertos céntricos, no deberán estar necesariamente en el centro, sino que podrán estar en sus cercanías, debidamente enlazados con otros medios de transporte.

En esta zona especialmente, el diseño será importante, ya que los solares son muy costosos, por lo que los helicópteros de gran performance a baja velocidad harán posible la construcción de helipuertos de menor tamaño y por lo tanto, de menor costo. Es decir, que las pendientes ascensionales y bajas velocidades aerodinámicas conexas, así como las distintas necesidades para aterrizar de nuevo con un motor averiado, serán factores importantes para el tamaño de los helipuertos.

Por la facilidad de construcción y de satisfacer los criterios de proyecto, los helipuertos se pueden situar en casi cualquier lugar. Un helipuerto, además de dar servicio a las zonas donde estará ubicado, será fuente de trabajo, brindará lugares para aterrizajes de emergencia e ingresos a la delegación ó municipio, por cobro de derecho de uso.

Otro problema que presenta la ciudad de México es el de la contaminación, por lo que el ruido que suponen los helicópteros podría ser un obstáculo, aunque en realidad más que mucho ruido, hacen un ruido diferente al que la mayoría esta acostumbrada. Por lo tanto, será necesario que los organismos locales y federales, con apoyo y orientación de los fabricantes, elaboren directrices acústicas realistas para conocer los verdaderos niveles de ruido de los helicópteros.

Otra necesidad futura, que va de la mano con los helipuertos, es la creación de un sistema de aerovías y espacio aéreo propio para helicópteros, este tema se discutirá más adelante.

La aviónica⁴, será crucial para el desarrollo de la red todo tiempo, con el sistema NAV/COM/ATC, para helicópteros. Hoy en día, por permisos especiales VFR, los helicópteros pueden realizar algunas operaciones en condiciones de mínimas meteorológicas, en espacio aéreo controlado sin ayuda, operan a una altura de 1200 pies, en condiciones de VFR y de ser visto, pero no pueden realizar operaciones IFR en condiciones de obscuridad, por lo que, como ya se mencionó, los helicópteros IFR serán

⁴ Es la parte de la aeronáutica, dedicada al estudio de la electrónica dentro de la aviación.

Indispensables para un sistema todo tiempo.

Los aparatos que podrían utilizarse son: radiofaro omnidireccional VHF y equipo radiotelemétrico VOR/DME. Pero estos aparatos presentan restricciones de alcance óptico, por lo que será necesaria la instalación de sistemas apropiados para helicópteros, como el sistema en desarrollo, "LOREAN-C", que ofrecerá precisión suficiente en aproximación en ruta.

Otro sistema que podrá satisfacer las necesidades, será el de aproximación MLS, que por permitir aproximaciones cerradas y en curvas, se adapta mejor que el ILS usado para aviones, pero también presenta restricciones ópticas y deberá contarse con uno de ellos en cada helipuerto.

El sistema de comunicación VHF, presenta las mismas restricciones que VOR/DME y MLS.

Solo el sistema de navegación por satélite, NAVSTAR GPS, ofrecerá ayuda satisfactoria en comunicaciones y aproximaciones para dar cabida a todas las necesidades de NAV/COM/ATC.

Para poder despachar la salida y tránsito de helicópteros, habrá de tenerse un buen sistema de obtención de datos meteorológicos y evitar así el que sean sorprendidos en una condición desfavorable, que para el caso de la ciudad de México, no es tan crítico como pudiera ser en otras ciudades del país.

La importancia de que se conozcan mejor las condiciones meteorológicas, es debido a que 4 de cada 10 accidentes de aviación, son debidos a las malas condiciones climatológicas y la mayoría de los retrasos y anulaciones también se deben a eso.

El helicóptero IFR, claro está, será necesario para la operación del sistema todo tiempo, como los helipuertos estarán en lugares con poco espacio, las operaciones de aproximación-salida, serán con pendientes pronunciadas y a velocidades muy bajas, lo que obligará a tener helicópteros de gran performance y con equipo de aproximación-salida de precisión y un control automático para control de ruta, además del sistema manual.

Aplicación del Plan de Acción.- Este plan deberá contar con el apoyo total de la DGAC. Resumiendo : La prioridad máxima corresponderá a los procedimientos terminales, con la consiguiente repercusión en el diseño y planificación de helipuertos y aerovías. Seguirán los criterios de planificación de helipuertos, entre los que cabe mencionar la consideración de solares en el área metropolitana, directrices en cuanto a acústica y criterios de orden estructural, abastecimiento de combustible y servicios de emergencia. Vendrá después, la pronta aplicación del sistema de alerta de tránsito y anticolisión de helicópteros, TCAS.

Otra medida, será el establecimiento del mayor número de rutas y procedimientos para helicópteros, en la revisión del espacio aéreo. Instalación de helipuertos MLS, para aproximaciones y salidas de precisión a corto plazo empleando, siempre que sea posible, el "LOREAN-C".

Por lo que respecta a las medidas que deberán tomar los fabricantes, la asociación Internacional de helicópteros, cuenta con el comité de helipuertos y aerovías (HAC), que dará apoyo con algunas medidas de orden técnico.

La clave del éxito del plan, residirá en el apoyo prestado por el público, que actualmente es negativo ó inexistente, la HAC está creando equipos especiales sobre el desarrollo de helipuertos urbanos para lograr el apoyo político y popular.

4.4 ESPACIO AEREO

Como se mencionó dentro de las necesidades futuras, será prácticamente imposible efectuar vuelos hacia y desde estos helipuertos IFR, a menos que se desarrolle un sistema de aerovías y espacio aéreo especial para helicópteros, sin interferencias.

Es evidente, que se podrá asignar a los helicópteros, el espacio aéreo adyacente a baja altura y esto ayudaría a disminuir el tráfico, representando menor volumen en el espacio de aviones y en el propio.

Por ejemplo, en EUA, el corredor noreste (Boston-Washington), solo ocupa 7.4 Km de ancho, contra los 15 Km que ocupa el de aviones. Por lo que se ve que se podrían proporcionar mayores rutas a los helicópteros que a los aviones, lo que repercutiría en menor congestión de los primeros.

El concepto de navegación de área aleatoria, podría utilizarse para zonas llanas ó sobre agua, condiciones que no presenta la ciudad de México. Este concepto consiste en que el helicóptero puede volar del punto "A" al punto "B", en el espacio aéreo situado debajo del de los aviones y usando las referencias para aviones, sin que estas estén sobre la ruta.

El espacio aéreo no deberá interferir con las aproximaciones de aviones al aeropuerto y en caso de que así ocurriera, será necesario elaborar procedimientos para asegurar la compatibilidad de las operaciones.

Será necesario entonces, una adecuada programación y establecimiento de trayectorias de aproximación-salida, a los helipuertos.

4.5 DISEÑO DE LA RED

El primer punto que se considerará, es la elección del tipo ó tipos de helicópteros que prestarán servicio en la red.⁵

Por estar la red destinada a la zona metropolitana, los helicópteros serán de dos rotores por lo explicado en cuanto a la seguridad que presentan en caso de falla de uno de sus motores.

El peso del helicóptero depende generalmente, del número de pasajeros que puede transportar, por lo tanto, se elegirán helicópteros con manejo de entre 8 y 20 pasajeros como máximo, más la tripulación.

Con esto se pretende tener cargas que no impliquen grandes resultados estructurales y así disminuir el costo de construcción, en caso de helipuertos nuevos; el costo de refuerzo, para helipuertos existentes y en la medida de lo posible, aprovechar sin mayores gastos, los actuales que cumplan con los requisitos.

Las dimensiones de los helicópteros son determinantes para establecer el área de aproximación-despegue, de toma de contacto y las trayectorias de llegada-salida, así como para determinar la categoría del helipuerto (Sería ventajoso el manejo de un solo tipo de categoría para toda la red).

Del promedio que se obtiene de las áreas de los helipuertos existentes en la ciudad de México, se obtiene un área de 256.00 m², esta área se considerará como dato para, después de analizar el helicóptero crítico, saber si la mayoría de los helipuertos existentes podrán dar servicio a la red.

⁵ Como aún no se dispone de helicópteros 100 X IFR, se elegirán modelos existentes, suponiendo que a futuro se les instalarán los equipos para realizar vuelos todo tiempo.

Para proceder al cálculo de áreas y estructura, habrá que elegir algunos helicópteros, en base a lo establecido, que presten servicio en la red. Los helicópteros se tomarán de la lista presentada en el capítulo 1.

Nota : Los helicópteros que en la actualidad prestan servicio en México cuentan con un máximo de 4 plazas (Bell 206). Normalmente vuelan de 10 a 18 horas por mes, se les dá mantenimiento preventivo cada 300 horas de vuelo y reparación mayor, cada 6,000 hrs. Como en la actualidad no se tienen rutas establecidas ni se tiene una estadística de los sitios a los que la mayor parte de los usuarios podrían dirigirse dentro del D.F., ya que la demanda para esta ciudad, desde la ciudad, es muy baja ó nula, inicialmente la red empezará funcionando como taxi aéreo en el Distrito Federal, dentro de los lineamientos y restricciones que la DGAC establece, para que posteriormente se establecieran rutas fijas en base a la demanda observada.

TABLA 4.3

MODELO	D. ROTOR	LONG.	PESO	No. PAX	MOTORES
AEROSPATIALE SA-330J	15.08	8.22	7,400	20	2
AEROSPATIALE SA-365C	11.68	13.29	3,400	8	2
BELL 222	12.12	14.52	3,470	10	2
KAMAN K-700	14.33	17.80	3,800	8	2
KAWASLAD SK-117	11.00	13.00	2,850	7	2
SIKORSY S-76	13.41	16.00	4,612	12	2

Para determinar las dimensiones del helipuerto crítico, se tomarán las máximas dimensiones de cada una de las partes de entre los helicópteros escogidos.

$$\text{Área de aterrizaje: } (16 \times 1.5)(15.08 \times 1.5) = 542.88 \text{ m}^2$$

$$\text{Área toma de contacto: } (15.08 \times 15.08) = 227.41 \text{ m}^2$$

Pl. toma de contacto.

$$\text{superficie: } (2 \times 7.23)(2 \times 2.77) = 80.11 \text{ m}^2$$

$$\text{elevado: } (1 \times 7.23)(1 \times 2.77) = 20.02 \text{ m}^2$$

$$\text{Ancho área periférica: } 3\text{m} \text{ ó } 16/4 = 4\text{m}$$

Como el área de aterrizaje de la aeronave crítica es muy grande, se considerará la posibilidad de tener dos tipos de helipuertos, uno de ellos para el helicóptero más grande y pesado y otro, más pequeño, en zonas donde no se dispongan de áreas de esa naturaleza y en las que sean de muchos edificios.

$$\text{Área de aterrizaje: } (12.12 \times 1.5)(14.52 \times 1.5) = 395.96 \text{ m}^2$$

$$\text{Área toma de contacto: } (12.12 \times 12.12) = 146.89 \text{ m}^2$$

Pl. toma de contacto.

$$\text{superficie: } (2 \times 7.23)(2 \times 2.77) = 80.11 \text{ m}^2$$

$$\text{elevado: } (1 \times 7.23)(1 \times 2.77) = 20.02 \text{ m}^2$$

$$\text{Ancho área periférica: } 3\text{m} \text{ ó } 14.52/4 = 3.63 \text{ m}$$

El tener dos tipos de helipuertos, además ayudará a aprovechar los ya existentes y reducir el costo de construcción y operación. Con un solo tipo de helicóptero, reduciría el número de pasajeros por viaje al tener helipuertos pequeños y aumentarían los problemas para ubicar helipuertos grandes.

De esta forma se podrán tener helipuertos grandes para manejar helicópteros grandes y de mayor número de pasajeros, en áreas más despejadas y edificios grandes y, los helicópteros pequeños, tendrán fácil acceso a las zonas de muchos edificios y áreas de menores dimensiones.

4.5.1 HELICOPTEROS DE LA RED

Para el transporte de 12 a 20 pasajeros, se escogieron los helicópteros; AEROSPATIALE SA-330J y SIKORSKY S-76, por la razón de que sin ser excesivamente pesados, pueden manejar el rango de pasajeros deseado para el sistema.

Y para el transporte de 8 a 10 pasajeros, los helicópteros escogidos fueron; AEROSPATIALE SA-365C y BELL 222, porque estos son los que tendrían fácil acceso y su número de pasajeros está dentro de lo que se necesita.

Estos helicópteros no prestan servicio en México, pero se buscaría su entrada y uso en la ciudad.

Los helicópteros KAMAN y KAWASLAO, fueron descartados por dimensiones el primero y capacidad el segundo.

Con una flota de :

4	AEROSPATIALE SA-330J
4	AEROSPATIALE SA-365C
5	SIKORSKY S-76
5	BELL 222

Se atenderá a 100 pasajeros por hora, utilizando 4 helicópteros, uno de cada modelo. El número de pasajeros se obtuvo en base a las distancias de recorrido (la más larga de 65 Km), los tiempos de espera en cada terminal de la ruta (2 a 3 min) y a la velocidad del helicóptero (200 Km/hr).

Con los datos anteriores se obtiene un tiempo de recorrido de 19.5 min, más 10 minutos por concepto de aterrizaje y despegue en las terminales de la ruta, lo que da un tiempo aproximado de 30 min por recorrido, por lo que en una hora se realizan dos viajes.

El número de pasajeros aumentará porque en cada escala que se haga, se dejará y recogerá pasaje, pero como no se dispone de los datos para conocer el número exacto ó aproximado de la demanda en cada terminal, se supondrán los helicópteros con 50 pasajeros por viaje.

Por lo anterior, se tiene un total de 100 pasajeros por hora por 4 juegos de helicópteros, por 16 horas de servicio al día, haciendo un total de 6,400 pasajeros por día y de 194,560 pasajeros que al mes podrá mover la red.

Dado que se requiere mantenimiento a cada 300 ó 350 horas de servicio, se tendrán 2 helicópteros en servicio constantemente, es por esto que el cálculo de pasajeros se hace con 16 helicópteros.

4.5.2 HELIPUERTOS DE LA RED

Inicialmente se han considerado 31 helipuertos dentro de la red y estará compuesta de la siguiente forma :

10 existen actualmente y de ellos 5 cuentan con el área suficiente para dar cabida al equipo grande.

4 existen actualmente, pero sus áreas habrán de aumentarlas en, la medida de lo posible, para atender a los helicópteros críticos.

17 habrán de construirse.

La ubicación de cada uno de ellos se hizo en atención a las zonas populares más habitadas y que tengan fácil acceso al helipuerto; las zonas con alta densidad en cuanto a lugares laborables se refiere, como son Polanco, del Valle y centro de la ciudad; las zonas con medio a alto poder de adquisición y que se encuentren en la periferia de la ciudad, como son Satellite, Pedregal, Lomas; por último las terminales de transporte foráneo en la ciudad, aeropuerto, estación de ferrocarril, terminales de autobuses y las estaciones del metro que colindan con el estado de México.

Las características y zonas de cada helipuerto serán las señaladas en la tabla 4.4.

TABLA 4.4

UBICACION	T I P O	CATEGORIA	No. PASAJEROS
CLUB DE GOLF BUENAVISTA	SUPERFICIE	H2	20
PARQUE NAUCALLI	SUPERFICIE	H2	20
HERRADURA	SUPERFICIE	H2	20
3ª SECC. CHAPULTEPEC	SUPERFICIE	H2	20 *
COLINAS DEL SUR	SUPERFICIE	H2	20

UBICACION	TIPO	CATEGORIA	No. PASAJEROS
PERISUR	SUPERFICIE	H2	20
VIADUCTO TLALPAN-PERIFERICO	SUPERFICIE	H2	20
PUEBLA INVERSIONISTAS	ELEVADO	H1	10 * A
PARQUE REFORMA	ELEVADO	H2	20 *
METRO INDIOS VERDES	SUPERFICIE	H2	20
METRO EL ROSARIO	SUPERFICIE	H2	20
METRO CUATRO CAMINOS	SUPERFICIE	H2	20
METRO PUEBLA	SUPERFICIE	H2	20
METRO CHAPULTEPEC	ELEVADO	H2	20
METRO DIV DEL NORTE	ELEVADO	H2	20
CENTRAL DEL NORTE	SUPERFICIE	H2	20
CENTRAL DEL SUR	SUPERFICIE	H2	20
CENTRAL DE OTE.	SUPERFICIE	H2	20
AEROPUERTO	SUPERFICIE	H2	20 *
FERROCARRILES	ELEVADO	H2	20
VALLEJO	SUPERFICIE	H2	20
INDUSTRIAS UNIDAS	SUPERFICIE	H1	10 *
PETROLEOS MEXICANOS	ELEVADO	H2	20 *
TELEFONOS DE MEXICO	ELEVADO	H1	10 *
INMOBILIARIA CABALLITO	ELEVADO	H1	10 *
TESORERIA DEL DDF	ELEVADO	H1	10 *
5 DE FEBRERO	ELEVADO	H1	10 *
SEARS	ELEVADO	H1	10 * A
MEXICANA DE AVIACION	ELEVADO	H1	10 * A
PRONOSTICOS DEPORTIVOS	ELEVADO	H1	10 * A
COLGATE PALMOLIVE	ELEVADO	H2	20 *

Los marcados con *, existen y sirven para la red; los que tienen * A son los que habrá de ampliar para que puedan dar servicio en la red.

La ubicación exacta, salvo en el caso de los ya existentes, quedará sujeta a la localización de los sitios adecuados, en base a los reglamentos expuestos en el capítulo 2 para la determinación de las trayectorias de aproximación-salida, las rutas a seguir (buscando parques, espacios abiertos, no interferir con las rutas aéreas establecidas para aviones, etc), el análisis de los edificios y saber si cuentan con la estructura adecuada y además conocer si el propietario e inquilinos no se oponen a la construcción del helipuerto. Este tema no se analizará en este trabajo.

4.5.3 COBRO DEL PASAJE

El cobro se realizará en cada terminal a la entrada del helipuerto (en superficie) ó en la PB del edificio (en elevados). La adquisición del boleto, se podrá hacer en cualquier terminal sin importar donde sea el origen y donde el destino.

Tarifa - El costo establecido por la SCT, por hora de vuelo para helicópteros es de \$3'200,000 pesos con el IVA incluido. La obtención de la tarifa a cobrar por viaje se determinará de forma parecida a como se obtuvo el número de helicópteros.

La tarifa de la SCT, esta basada en el tamaño y capacidad de cada helicóptero, por lo que el precio varía según el tipo de aeronave. De los diferentes precios se obtendrá uno ponderado para los usuarios de la red, en base al costo para cada helicóptero y al número de pasajeros de la combinación base (1 helicóptero de cada modelo).

$$20(161,000) + 12(268,333) + 10(322,000) + 8(402,000)$$

$$\text{Tarifa} = \text{-----} = 257,600$$

$$20 + 12 + 10 + 8$$

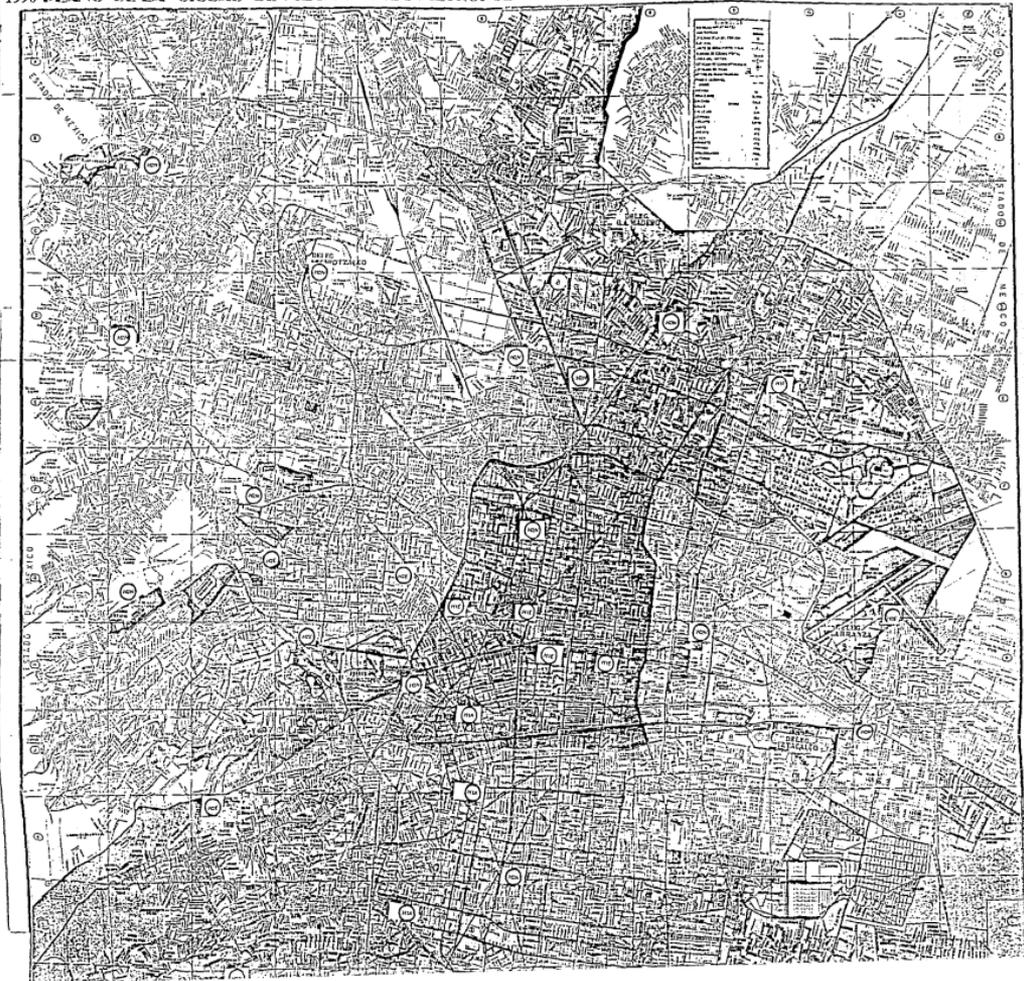
Costo por hora = \$ 257,600.00, pero como en una hora se realizan 3 viajes promedio (2 viajes en recorridos largos y hasta 4 en recorridos cortos), el costo definitivo inicial será de \$ 85,867.00.

El cobro de pasaje, será la única fuente de ingresos a la red, posteriormente se pensará en la venta de espacio para publicidad.

Los pagos que se tendrían que realizar serían :

Al propietario del edificio ó terreno, por concepto de alquiler; además de impuestos, sueldos, etc.

En el siguiente plano de la ciudad de México, se muestra la ubicación propuesta de los helipuertos de la red.



CAPITULO 5

CAPITULO 5. PROYECTO POR CONCESION

Dentro de la Ingeniería, el campo financiero es de suma importancia para el mejor manejo del dinero, ya que sin dinero no se desarrolla la infraestructura y hay que conocer como habrá de administrarse.

Por lo anterior, en este capítulo se analizará el costo del proyecto, así como su rentabilidad.

5.1 CONCESION

El proyecto se establecerá mediante la modalidad de proyecto concesionado, que consta del otorgamiento de la concesión para construir, operar, mantener y entregar al cabo de un tiempo, el proyecto otorgado.

En el caso de los helipuertos la Ley de Vías Generales y de Comunicaciones, en su artículo 328, establece que la concesión mínima será de 30 años, demasiado tiempo para este tipo de proyectos, además como se desarrollará en el Distrito Federal, la SCT mediante la DGAC, podría otorgar esa concesión de 30 años al DDF y este a su vez, la transmitiría a un particular por un plazo de 10 años. Al término de este plazo, la compañía entregaría la red al DDF, en perfectas condiciones de uso.

En la fig. 5.1, se indica el funcionamiento de la concesión.

ESQUEMA DE CONCERTACION DE LA CONCESION

RED HELIPORTUARIA EN LA CIUDAD DE MEXICO

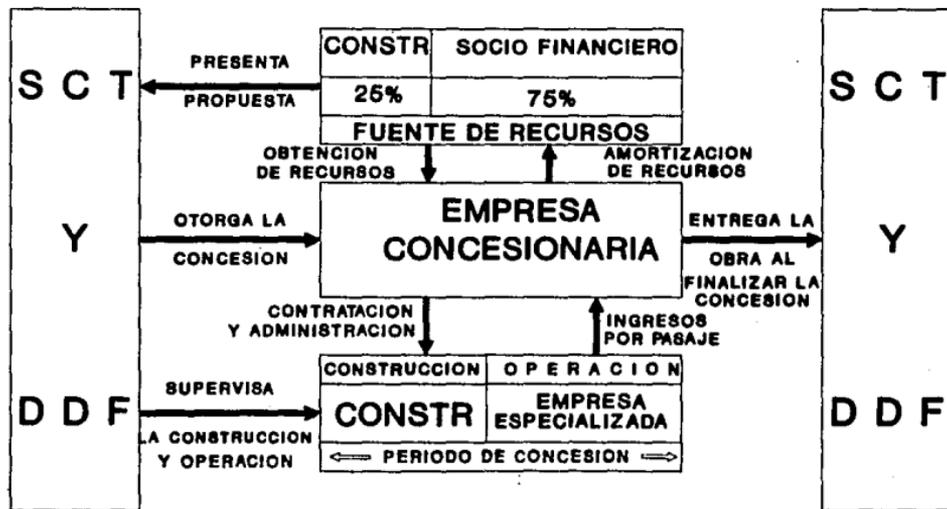


Figura 3.1

Propuesta para la construcción, explotación y operación de la red

5.2 COSTOS

En el costo de la red intervienen :

- 1. Costo de Construcción.*
- 2. Costo de Helicópteros.*
- 3. Costo de Equipos IFR.*
- 4. Costo de Equipos de Salvamento.*

1. Costo de Construcción.

En el ejemplo se llegó a un costo de \$ 37'874,963.00 pesos en una superficie de 209 m2 destinadas al helipuerto, por lo que el costo que se tomará será por m2 y tendrá un valor de \$ 181,272 pesos de construcción en obra nueva; para obras existentes se tomará la diferencia de áreas entre total y actual y se le aplicará el mismo costo que para obra nueva, más un 5% de sobre costo por concepto de imprevistos, como que tener que soportar la losa para el caso en que se tuviera que demoler la existente ó parte de ella.

Otra solución sería hacer plataformas sobre el nivel de la azotea, en caso de no estar así y si existen, ampliarse; para el caso de edificios sin helipuertos, esta será, la mejor solución y habrá que incluir el costo de traveses en que se soportará la plataforma. (\$30,000 por ML)

El sobre costo por traveses será :

$$\text{HELIPUERTOS de 20} = [30000((24)2 + (22.62)2)] = \$2'797,200.00$$

$$\text{HELIPUERTOS de 10} = [30000((18.18)2 + (21.78)2)] = \$2'397,600.00$$

$$\text{HELIPUERTOS H2} = \$2'797,200 \times 2 = \$ 5'594,400.00$$

HELIPUERTOS H1 = \$2'397,600 x 4 = \$ 9'590,400.00

El costo por m2, Incluye: pintura, señales y protecciones.

COSTO TOTAL DE LA RED					
NOMBRE HELI	SUP.TOTAL	SUP.ACTUAL	SUP.CONSTR.	\$/M2	IMPORTE
1	482	0	482	\$208,463	\$100,479,070
2	482	0	482	\$208,463	\$100,479,070
3	482	0	482	\$208,463	\$100,479,070
4	482	0	482	\$208,463	\$100,479,070
5	482	0	482	\$208,463	\$100,479,070
6	482	0	482	\$208,463	\$100,479,070
7	482	0	482	\$208,463	\$100,479,070
8	396	338	58	\$218,886	\$12,695,385
9	620	620	0	\$208,463	\$0
10	482	0	482	\$208,463	\$100,479,070
11	482	0	482	\$208,463	\$100,479,070
12	482	0	482	\$208,463	\$100,479,070
13	482	0	482	\$208,463	\$100,479,070
14	482	0	482	\$208,463	\$100,479,070
15	482	0	482	\$208,463	\$100,479,070
16	482	0	482	\$208,463	\$100,479,070
17	396	110	286	\$218,886	\$62,601,379
18	500	500	0	\$208,463	\$0
19	482	0	482	\$208,463	\$100,479,070
20	482	0	482	\$208,463	\$100,479,070
21	400	400	0	\$208,463	\$0
22	707	707	0	\$208,463	\$0
23	437	0	437	\$208,463	\$91,098,244
24	400	400	0	\$208,463	\$0
25	482	0	482	\$208,463	\$100,479,070
26	400	400	0	\$208,463	\$0
27	400	400	0	\$208,463	\$0
28	396	324	72	\$218,886	\$15,759,788
29	395	225	170	\$218,886	\$37,210,610
30	482	0	482	\$208,463	\$100,479,070
31	707	707	0	\$208,463	\$0
TRABES					\$15,184,800
					\$2,043,173,457
				CONST	\$2,043,173,457
				PERMISOS	\$195,548,000
				IFR	\$694,440,000
				HELIPLACI	\$310,000,000
				SALV	\$55,401,234
				HELIC	\$277,000,000,000
				TOTAL	\$280,298,562,691

El total de la construcción será de \$ 2,043'173,457.00 incluyendo construcción de nuevos helipuertos, ampliación de los existentes, las trabes para las plataformas y el IVA.

2. Costo de Helicópteros.

El número de cada tipo de helicópteros se obtuvo en el capítulo anterior y multiplicado por el costo de cada uno de ellos, nos dará el total de la inversión en las aeronaves.

MODELO	CANT	COSTO	IMPORTE
AEROSPATIALE SA-330J	4	\$15,000'000,000	\$ 60,000'000,000
AEROSPATIALE SA-365C	4	\$13,500'000,000	\$ 54,000'000,000
SIKORSKY S-76	5	\$18,000'000,000	\$ 90,000'000,000
BELL 222	5	\$14,600'000,000	\$ 73,000'000,000
TOTAL			\$277,000'000,000

3. Costo de Equipo IFR.

Cada helicóptero contará con un equipo ADF y VOR, con un costo de \$38'580,000, lo que da un total de \$694'440,000. Cada helipuerto contará con un sistema de iluminación Heliplac con un costo de \$10'000,000, que por toda la red hace un total de \$310'000,000.

4. Costo de Equipo de Salvamento.

Este costo dependerá de la categoría de los helipuertos y de si son de superficie ó elevados.

CONCEPTO	UNI	CANT	COSTO	IMPORTE
<i>Helip. H1. Sup.</i>				
AGUA A PRESION	LT	500	\$ 500.00	\$ 250.000
POLVOS QUIMICOS	KG	23	\$5.750.00	\$ 132.250
HALOGENADOS	KG	23	\$5.508.00	\$ 126.684
CO2	KG	45	\$5.520.00	\$ 248.400
				\$ 757,334
<i>Helip. H2. Sup.</i>				
AGUA A PRESION	LT	1000	\$ 500.00	\$ 500.000
POLVOS QUIMICOS	KG	45	\$5.750.00	\$ 258.750
HALOGENADOS	KG	45	\$5.508.00	\$ 247.860
CO2	KG	90	\$5.520.00	\$ 496.800
				\$ 1'503,410
<i>Helip. H1. Elev.</i>				
AGUA A PRESION	LT	2500	\$ 500.00	\$ 1'250.000
POLVOS QUIMICOS	KG	45	\$5.750.00	\$ 258.750
HALOGENADOS	KG	45	\$5.508.00	\$ 247.860
				\$ 1'756,610
<i>Helip. H2. Elev.</i>				
AGUA A PRESION	LT	5000	\$ 500.00	\$ 2'500.000
POLVOS QUIMICOS	KG	45	\$5.750.00	\$ 258.750
HALOGENADOS	KG	45	\$5.508.00	\$ 247.860
				\$ 3'006,610
TOTAL				\$55'401,234

5.3 ANALISIS FINANCIERO.

Una vez establecidos los costos que intervendrán en la red, se procederá a realizar el análisis financiero, proponiendo al constructor como inversionista con un 25 % de capital y que el 75 % restante sea conseguido mediante un financiamiento bancario, entonces el análisis será para conocer la conveniencia del proyecto.

El monto total de la inversión será de :

CONSTRUCCION	\$ 2,043'173,457.00
PERMISOS	\$ 195'548,000.00
I.F.R.	\$ 694'400,000.00
HELIPLACI	\$ 310'000,000.00
SALVAMENTO	\$ 55'401,234.00
HELICOPTEROS	\$277,000'000,000.00
TOTAL	\$280,298'522,691.00

En las páginas anexas se muestra la corrida financiera del proyecto aquí presentado, en esa corrida, se obtendrá la Tasa Interna de Retorno al final de la concesión y el plazo para pago de la deuda.

En la corrida se analizarán los tiempos de construcción, y el flujo del proyecto trimestralmente, también con ese mismo período se analizarán los egresos del proyecto debidos a construcción, administración, operación, mantenimiento, pago de impuestos, etc, así como los ingresos que por cobro de pasaje se tendrán; posteriormente se podrían tener ingresos por concepto de publicidad.

TARIFA Ponderada	888.887	COSTO E	243.838	CONSTRUCCION	CONTRIBUCION RCT	0.9%	ANALISIS A PRECIOS CONSTANTES	CREDITO DDO	75.8%	28.9%
NL PONDURADOS	2.354	HELP	31.66	CON SOC. FI	CON SOC. FI	0.9%	DEPRECIACION EN LÍNEA RCT	CREDITO LÍNEA	5.9%	
CAPTACION	1.69%	EN LA CIUDAD DE MEXICO	2.779	CONSTRUCCION	PARIZA Y SEGURO	1.9%	IMPULSOR 18%	TAMBO	AÑO 1 =	15.89%
VALUADOS PONDERS	180.388	EN LA CIUDAD DE MEXICO	2.779	(TAMBA)			RUT =	16.9%	AÑO 2 =	13.89%
T.C.M.A.	4.9%	EN LA CIUDAD DE MEXICO	1.89	AÑO	PROG. FINANCIERO	0.9%	RA =	2.9%	AÑO 3 =	11.89%
FACTOR CREDITAM	1.69%	EN LA CIUDAD DE MEXICO	CANTIDADES EN MILLONES DE PESOS		CONCEP	15.9%	RA =	15.9%	RETO =	9.89%

TR. AÑO 18.9 = 11.9%

RED DE HELIPORTOS,
CIUDAD DE MEXICO

TRIMESTRE	AÑO												I/A			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
TOTALES	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
TRIMESTRE	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4

PROGRAMA DE REVERSIONES

COSTO DE CONSTRUCCION

CHG. 8%	243.838	767	81.267	81.267	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
---------	---------	-----	--------	--------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

ESTADO DE RESULTADOS

INGRESOS POR USUARIOS	1,462,880	0	0	0	0	25,700	25,700	25,700	25,700	25,700	25,700	25,700	25,700	25,700	25,700	25,700	25,700	25,700	25,700
OTROS INGRESOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
INGRESO BRUTO (IBRA)	1,708,560	0	0	0	0	25,700	25,700	25,700	25,700	25,700	25,700	25,700	25,700	25,700	25,700	25,700	25,700	25,700	25,700
CONTRIB. RCT	0.9%	8,960	0	0	0	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120
GASTOS DE OPERACION	999,957	0	0	0	0	4,880	4,880	4,880	4,880	4,880	4,880	4,880	4,880	4,880	4,880	4,880	4,880	4,880	4,880
GASTOS MANTENIMIENTO	921,467	0	0	0	0	5,922	5,922	5,922	5,922	5,922	5,922	5,922	5,922	5,922	5,922	5,922	5,922	5,922	5,922
SUPERVISION	7,319	23	2,432	2,432	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ADMINISTRACION	0.9%	0.976	0	0	0	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
DEPRECIACION DEL PERIODO	206,156	0	0	0	0	5,643	5,643	5,643	5,643	5,643	5,643	5,643	5,643	5,643	5,643	5,643	5,643	5,643	5,643
AMORT. STOS. DP.	927	92	92	92	92	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
GASTOS DE OPERACION	891,286	65	2,462	2,462	15,945	15,945	15,945	15,945	15,945	15,945	15,945	15,945	15,945	15,945	15,945	15,945	15,945	15,945	15,945
RESULTADO DE OPERACION	817,274	345	(2,462)	(2,462)	(2,925)	(2,925)	(2,925)	(2,925)	(2,925)	(2,925)	(2,925)	(2,925)	(2,925)	(2,925)	(2,925)	(2,925)	(2,925)	(2,925)	(2,925)
CONTRIB. SOCIO FINANCIERO	0.548	0	30	2,980	1,986	2,982	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GASTOS FINANCIEROS	87,284	0	30	2,980	5,918	0,177	0,182	0,187	0,192	0,197	0,202	0,207	0,212	0,217	0,222	0,227	0,232	0,237	0,242
RESULTADO ANTES DE IMPUESTOS	889,540	315	(2,980)	(7,720)	(5,906)	(112)	(2,70)	(3,36)	(4,170)	(5,200)	(6,506)	(8,209)	(10,170)	(12,400)	(14,980)	(17,880)	(21,080)	(24,610)	(28,410)
TOTAL DE IMPUESTOS	827,350	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
RESULTADO NETO	(118,770)	(315)	(2,980)	(7,720)	(5,906)	(112)	(2,70)	(3,36)	(4,170)	(5,200)	(6,506)	(8,209)	(10,170)	(12,400)	(14,980)	(17,880)	(21,080)	(24,610)	(28,410)

RED DE HELIPUERTOS EN LA CD. DE MEXICO FLUJO DEL ACCIONISTA

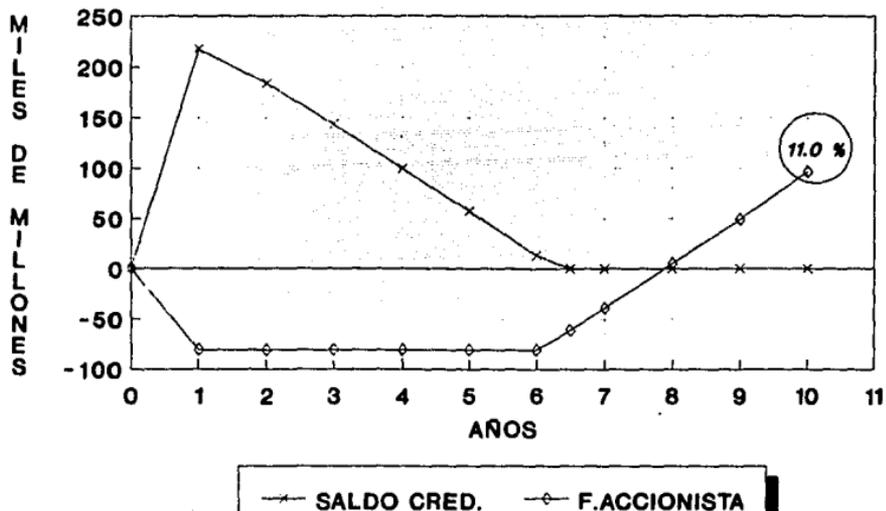


Figura 6.2

Pago del crédito y recuperación del accionista

5.4 RENTABILIDAD

Dado que la inversión se recuperará en 6.0 años 6 meses y que la tasa interna de retorno, al final de la concesión, será de 11.0 %, la red de helipuertos es rentable para el inversionista, también lo es para el DDF, ya que la TIR al final de la concesión otorgada por SCT, será de 18.8 %, lo que le da una ganancia al DDF.

Para apoyar un poco la rentabilidad del proyecto se presenta una encuesta realizada para conocer la aceptación del proyecto entre la población. La intención de la encuesta será conocer, de modo aproximado, si la red tendría ó no la cantidad de usuarios esperados.

ACEPTACION DE RED DE HELIPUERTOS EN LA CD. DE MEXICO			
PAGARIA LA TARIFA	HELIP. EN SU EDIFICIO	HELIP. EN LAS CERCANIAS	TEMOR A VIAJAR HELIC.
NO	NO	NO	SI
NO	NO	NO	NO
NO	NO	NO	SI
NO	NO	NO	SI
NO	NO	NO	SI
NO	NO	SI	NO
NO	NO	NO	SI
SI	SI	SI	NO
NO	NO	NO	SI
NO	NO	NO	NO
SI	NO	SI	NO
SI	SI	SI	NO

NO	NO	NO	SI
NO	NO	NO	SI
NO	NO	NO	SI
NO	NO	NO	SI
NO	NO	NO	SI
NO	NO	NO	SI
SI	SI	SI	NO
NO	SI	SI	NO
NO	NO	NO	SI
NO	SI	SI	NO
NO	SI	SI	SI
SI	NO	SI	NO
NO	NO	NO	NO
RESP POS = 5	RESP POS = 6	RESP POS = 9	RESP POS = 14
20.00%	24.00%	36.00%	56.00%
NO A LA RED :			
80.00%	76.00%	64.00%	44.00%

Como se puede apreciar, en esta pequeña encuesta, la aceptación de la red no es lo satisfactoria que se esperaba entre la gente. Lo que nos lleva a observar que el proyecto no sería tomado con agrado por el público usuario.

REFERENCIAS

- 1) **CAPITULO 1** .- La tabla de las características de los helicópteros y las figuras de sus componentes fueron tomadas del **MANUAL DE LA OACI**.
- 2) **CAPITULO 2** .- Las figuras y las tablas se extrajeron del **MANUAL DE LA OACI**; en el caso de la figura 2.12., los datos se tomaron de la **REVISTA DE LA OACI**.
- 3) **CAPITULO 3** .- Las tablas y figuras se tomaron del **MANUAL DE LA OACI** y del de **LA SCT**. El ejemplo fue facilitado por la constructora **ROMSA**, que construyó el nuevo edificio de "EL HERALDO DE MEXICO". Los costos aquí considerados, son de **OCTUBRE de 1990**.
- 4) **CAPITULO 4** .- Los listados de los helipuertos se reprodujeron del registro de la Dirección General de Aeronáutica Civil de México. La figura 4.1, se tomó de la **REVISTA DE LA OACI**. La ubicación de los helipuertos, son propuestas. Los costos que se presentan son de **OCTUBRE de 1990**.
- 5) **CAPITULO 5** .- El esquema de financiamiento, ha sido propuesto. La corrida financiera, es el modelo usado en el grupo **ICA** y fue diseñado por el **Lic. David Villena Randolph** de quien también recibí la asesoría para su aplicación y a quien se lo agradezco sobremanera.

Los manuales y revistas de la **OACI** y de la **SCT**, fueron facilitados por el departamento de Documentación y Normas de la **OACI**, dependiente de la **DGAC** de la **SCT**.

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

La evolución del helicóptero, a pesar de ser un proyecto viejo, es relativamente nueva y se han logrado avances muy significativos en cuanto a su performance y control de ruido.

Para el uso de sistemas IFR y helipuertos todo tiempo, se requiere de un avanzado estudio para el desarrollo de tecnología y reglamentación para poder regular dicho tipo de operaciones.

En cuanto a construcción y operación de un helipuerto, no representa problema alguno, lo que sí será necesario es contar con pilotos capacitados para realizar las operaciones en cualquier tipo de helipuerto y clima.

La ubicación de los helipuertos, atiende a zonas habitadas y de alta población laboral, además de estar conectada en forma directa, con los medios de transporte terrestre y aéreo, formando así, un completo sistema de transporte metropolitano.

La legislación que se tiene es de gran utilidad para uniformizar el criterio en cuanto a proyección, construcción y operación de helipuertos y tener así, helipuertos del mismo tipo y características. Como se pretende un sistema IFR, las ayudas visuales y los sistemas de iluminación, serán de gran utilidad y se necesitarán los adecuados para cada caso. Además la reducción de contaminantes tendrá que llevar especial atención ya que la red trabajará en el área metropolitana.

Como ya se mencionó, el costo de un helipuerto no es muy alto ya que no se requiere de algún tipo de material ó método especial, por lo que no representa un alto costo de construcción. La mayor carga económica del proyecto está en el equipo de operación, por lo que es de suma importancia, optimizarlo para una rápida depreciación.

Apoyándonos en el análisis financiero que sobre la red se ha presentado, se llega a la conclusión de que el proyecto es rentable, siempre y cuando la demanda esperada se cumpla. Y como se vió en la encuesta realizada, la red no tendría aceptación entre el público usuario. Podemos resumir los puntos más importantes por lo que la gente no acepta este proyecto :

- El costo sería muy elevado y la inmensa mayoría no está dispuesta a pagarlo.
- Los Inquilinos no están dispuestos a que se coloque un helipuerto en su edificio por la molestia del ruido y el paso de los pasajeros. Así mismo, los vecinos del área consideran muy molesto el constante ruido producido por los aparatos.
- Y muchos de los encuestados revelaron su temor a volar en helicóptero, dado la falta de información acerca de ellos.

Por lo tanto, a pesar de las ventajas financieras que ofrece al inversionista, la red de helipuertos para la ciudad de México, al menos por el momento, no tendría la aceptación necesaria y por lo mismo su rentabilidad disminuiría notablemente.

Tal vez en un futuro y dependiendo de las circunstancias económicas del país, del desarrollo de los helicópteros y de probarlo en alguna ciudad de los EUA ó del Canadá, donde estos proyectos también se están realizando, la red podría ser factible apoyada en una buena campaña de información acerca de las ventajas del helicóptero, su seguridad, así como buscar la forma de disminuir al máximo posible el ruido producido.

La red ha quedado propuesta y abierta para un posterior estudio de la ubicación exacta de los helipuertos, determinando las Trayectorias de Aproximación y Despegue, las Superficies Limitadoras de Obstáculos, la densidad de población que usaría cada uno de los helipuertos, etc.

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

MANUAL DE HELIPUERTOS
OACI
2a EDICION - 1985

MANUAL DE HELIPUERTOS
DIRECCION GENERAL DE AERONAUTICA CIVIL
DEPTO DE AERODROMOS Y AEROPUERTOS CIVILES

AIRPORT ENGINEERING
NORMAN ASHFORD/PAUL H WRIGHT
CAPITULO 12
ED. WILEY-INTERSCIENCE 1979

LEY DE VIAS GENERALES DE COMUNICACION
ART. 328.

REGALMENTO DE AERODROMOS Y AEROPUERTOS CIVILES
ART. 9,10,11,18 Y 47

ENCICLOPEDIA BARSA
TOMOS 1,2,8 Y 14
ED. BRITANICA

REVISTA DE LA OACI
ENERO DE 1983
ED. OACI