

AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DE JAPON  
SECRETARIA NACIONAL DE TRANSPORTES,  
COMUNICACIONES Y AERONAUTICA CIVIL  
DE LA REPUBLICA DE BOLIVIA

**INFORME**  
**DEL ESTUDIO DE DISEÑO BASICO**  
**DEL PROYECTO DE**  
**MODERNIZACION DEL AEROPUERTO DE**  
**EL ALTO DE LA PAZ**  
**EN LA**  
**REPUBLICA DE BOLIVIA**

ENERO DE 1994

**PACIFIC CONSULTANTS INTERNATIONAL**

GRS
CR(1)
94-016

JICA

INFORME DEL ESTUDIO DE DISEÑO BASICO DEL PROYECTO DE MODERNIZACION DEL AEROPUERTO DE EL ALTO DE LA PAZ EN LA REPUBLICA DE BOLIVIA

ENERO DE 1994

LIBRARY  
916



JICA LIBRARY



1112913171

国際協力事業団

26250

**AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DE JAPON**

**SECRETARIA NACIONAL DE TRANSPORTES,  
COMUNICACIONES Y AERONAUTICA CIVIL  
DE LA REPUBLICA DE BOLIVIA**

**INFORME**  
**DEL ESTUDIO DE DISEÑO BASICO**  
**DEL PROYECTO DE**  
**MODERNIZACION DEL AEROPUERTO DE**  
**EL ALTO DE LA PAZ**  
**EN LA**  
**REPUBLICA DE BOLIVIA**

**ENERO DE 1994**

**PACIFIC CONSULTANTS INTERNATIONAL**

## PREFACIO

En respuesta a la solicitud formulada del Gobierno de la República de Bolivia, el Gobierno del Japón decidió realizar un estudio de diseño básico del Proyecto de Modernización del Aeropuerto Internacional de El Alto de La Paz y encargó dicho estudio a la Agencia de Cooperación Internacional de Japón (JICA).

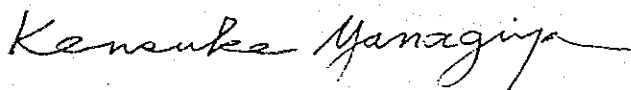
JICA envió a Bolivia una misión de estudio presidida por el Lic. Yutaka Hosono, Director General del Centro Internacional de Kyushu de JICA, y formada con miembros de Pacific Consultants International, del 26 de julio al 15 de agosto de 1993.

La misión sostuvo discusiones con las autoridades relacionadas del Gobierno de Bolivia y realizó las investigaciones en los lugares destinados al Proyecto. Después de su regreso al Japón, la misión realizó más estudios analíticos. Luego se envió otra misión a Bolivia con el propósito de discutir el borrador del informe y se completó el presente informe.

Espero que este informe sirva al desarrollo del Proyecto y contribuya a promover las relaciones amistosas entre los dos países.

Deseo expresar mi profundo agradecimiento a las autoridades pertinentes del Gobierno de la República de Bolivia por su estrecha cooperación brindada a las misiones.

Enero de 1994



---

Kensuke Yanagiya

Presidente

Agencia de Cooperación Internacional del Japón

Sr. Kensuke Yanagiya  
Presidente  
Agencia de Cooperacion Internacional de Japón  
Tokio, Japón

## CARTA DE COMUNICACION

Tenemos el placer de presentarle el Informe del Estudio de Diseño Básico del Proyecto de Modernización del Aeropuerto Internacional de El Alto de La Paz en la República de Bolivia.

Bajo el contrato firmado con JICA, Pacific Consultants International, hemos llevado a cabo el presente Estudio desde el 20 de julio de 1993 hasta 20 de enero de 1994. En el Estudio hemos examinado la pertinencia del proyecto en plena consideración a la situación actual de Bolivia, y hemos planificado el Estudio más apropiado para el Proyecto dentro del marco de la Cooperación Financiera no Reembolsable del Gobierno del Japón.

Deseamos aprovechar esta oportunidad para expresar nuestro profundo agradecimiento a los personales de JICA, del Ministerio de Asuntos Exteriores y del Ministerio de Transportes. Así mismo deseamos expresar nuestra gratitud a los funcionarios relacionados del Ministerio de Planeamiento y Coordinación, del Ministerio de Transportes, Comunicaciones y Aeronáutica Civil, de la AASANA, la oficina de JICA en la República de Bolivia y la Embajada del Japón en la República Bolivia por sus consejos y colaboraciones precisas con el Proyecto.

Esperamos que este Informe sea de utilidad para JICA en el desarrollo del Proyecto.

Muy atentamente,

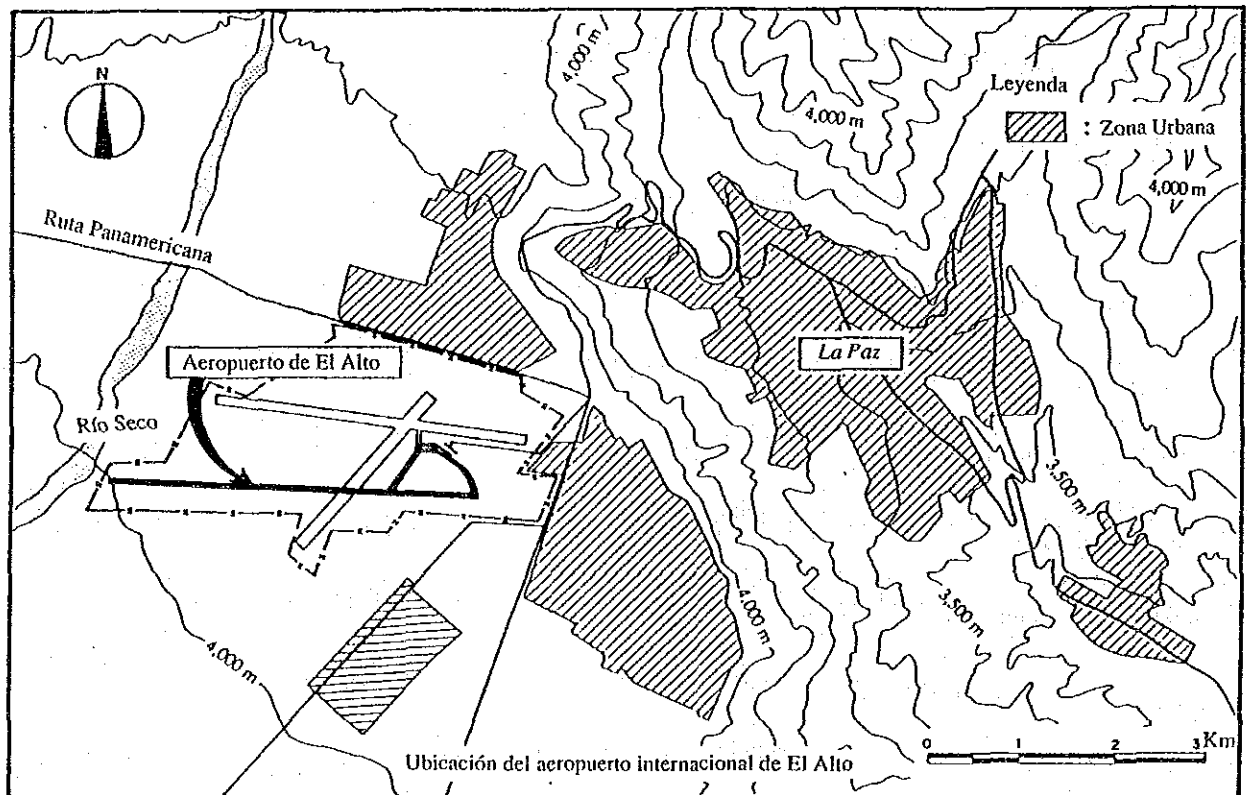
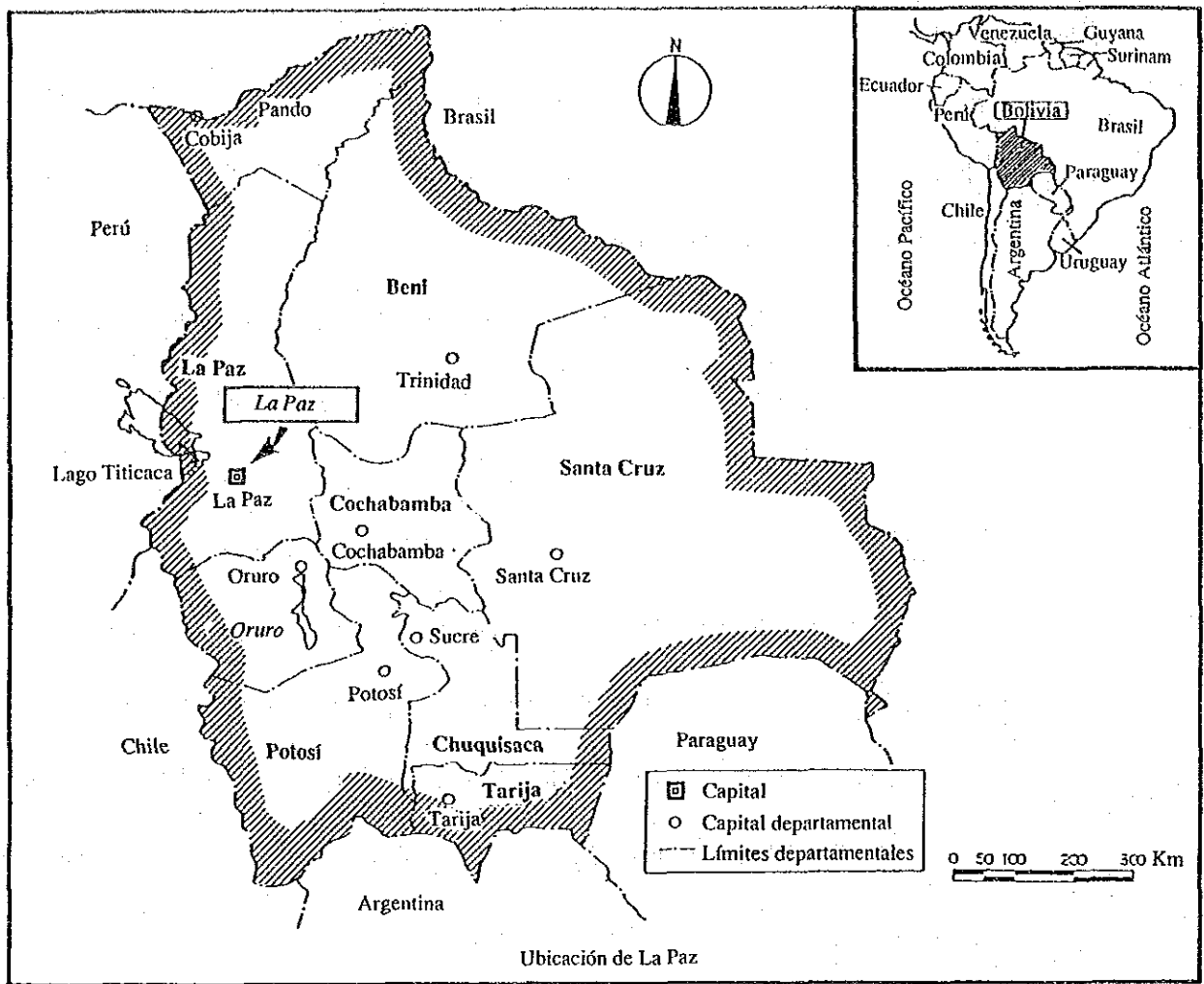


Makoto Tanaka

Jefe Administrativo

Misión de Estudio de Diseño Básico  
del Proyecto de Modernización del  
Aeropuerto Internacional de El Alto  
de La Paz

Pacific Consultants International



PLANO DE UBICACIÓN





## **RESUMEN**





## RESUMEN

La República de Bolivia es un país mediterráneo que se ubica casi en la parte media del continente sudamericano; su superficie es de aproximadamente 1,100,000 Km<sup>2</sup>, teniendo un territorio tres veces mayor que el del Japón, con 6.4 millones de habitantes (en 1992). Geográficamente Bolivia se divide en tres zonas o terrazas ecológicas, estas son, altiplano, valles y llanos. El aeropuerto internacional de El Alto se encuentra a unos 15 Km al oeste de la ciudad de La Paz, que siendo la sede del gobierno y actividades económicas del país, es también virtualmente la capital de Bolivia frente a la ciudad de Sucre, capital constitucional de la República.

En cuanto a los sistemas de transporte, dado que la población boliviana está dispersa a lo largo y ancho del extenso territorio y que debido a su accidentada topografía, el transporte terrestre ha tenido un desarrollo notoriamente lento, es por esto que el transporte aéreo, tanto en su red internacional como en la doméstica, tiene una importancia relevante como medio de movilización efectiva.

El aeropuerto internacional del El Alto de la capital de La Paz es el centro de la red de transporte aéreo internacional en Bolivia. Por otro lado, el enlace principal de tráfico aéreo doméstico está establecido entre los aeropuertos de La Paz, Trinidad, Cochabamba, Santa Cruz, Sucre y Tarija.

Bolivia cuenta con tres aeropuertos internacionales; el de El Alto de La Paz, el aeropuerto Viru Viru de Santa Cruz y el de la ciudad de Cochabamba. A parte de estos aeropuertos, la red doméstica cuenta con seis aeropuertos para vuelos regulares como los de Reyes, Rurrenabaque, San Borja, Sucre, Tarija y Trinidad. Además, existen pistas de aterrizaje que entre pequeñas y grandes suman cerca de cuarenta.

Dadas estas condiciones, con la finalidad de asegurar un irrestricto medio de transporte aéreo e incentivar la actividad económica internacional, en 1984 se construyó el aeropuerto de Viru Viru en la ciudad de Santa Cruz, la segunda ciudad más importante de la República que está ubicada en una zona estratégica desde el punto de vista del desarrollo industrial. Por su lado, el aeropuerto internacional de El Alto es la puerta principal de ingreso a Bolivia y su ampliación era absolutamente indispensable, sin embargo, por factores económicos, desde 1966, año en el que se inauguró su pista pavimentada, no se ha hecho ampliaciones sustanciales para cubrir la creciente demanda

y mejorar la seguridad de la navegación aérea. Por estas razones, la mayoría de las instalaciones han quedado obsoletas y se ha deteriorado la confiabilidad en la seguridad. Por lo tanto, el aeropuerto no puede responder a la demanda cada vez creciente del tráfico aéreo.

En el año 1987, con el objeto de encontrar soluciones a estos problemas, se llevó a cabo el "Estudio de Modernización del Aeropuerto de El Alto", realizado por la Agencia de Cooperación Internacional de Japón (JICA). En este estudio, se elaboró un Plan Maestro cuyo año objetivo es el 2005 y dentro del marco de este Plan se realizó el Estudio de Factibilidad de una primera fase con miras al año 1997. Este estudio recomendaba ampliar la terminal de pasajeros, mejorar la pista y plataforma y tomar medidas de seguridad para la navegación aérea. Sin embargo, lastimosamente se llegó al presente sin poder haber hecho realidad esta primera etapa.

En 1991, en las proximidades de este aeropuerto, se accidentó un avión carguero, esto ha hecho sentir aún más la necesidad de modernizar el sistema de navegación aérea. (En este informe se aplica una definición amplia sobre este término; o sea, el sistema de navegación aérea se refiere a las radioayudas para aterrizaje y despegue, instalaciones de control de tráfico aéreo, equipos de telecomunicación, instalaciones meteorológicas y sistema de iluminación). Por otro lado, es casi imposible conseguir partes de repuesto para la reparación de las instalaciones de seguridad aeroportuaria instaladas en este aeropuerto, razón por la cual no es de extrañar que se origine inhabilitación o suspensión del servicio de los equipos. Por lo tanto, las operaciones se llevan a cabo dentro de un ambiente de inestabilidad y poca confiabilidad en la seguridad de la navegación aérea. Más aún, la eficiencia de unos equipos ha disminuido y se han originado errores de funcionamiento, debido a lo cual las líneas aéreas han presentado quejas. Por consiguiente, la confiabilidad en las ayudas a la navegación aérea, que es indispensable para un aeropuerto, ha disminuido considerablemente.

Con la finalidad de resolver los problemas con los que se enfrenta el aeropuerto, el Gobierno Boliviano concedió una alta prioridad al equipamiento de los sistemas de navegación aérea y solicitó a su similar del Japón una cooperación financiera no reembolsable.

El Gobierno Japonés, en base a la solicitud de cooperación presentada por el Gobierno de la República de Bolivia, decidió llevar a cabo el Estudio del Diseño Básico del Proyecto de Modernización del Aeropuerto Internacional de El Alto de La Paz, el mismo fue realizado por la Agencia de Cooperación Internacional de Japón. La mencionada

Agencia, con fines de efectuar el Estudio, decidió enviar una misión que permaneció en Bolivia desde el 26 de julio hasta el 15 de agosto de 1993. La misión de estudio, durante su permanencia en la República de Bolivia, llevó a cabo una serie de reuniones con las autoridades correspondientes, realizó estudios de campo en el sitio del Proyecto y reunió información y datos para su correspondiente análisis.

Como resultado, se ha considerado necesario realizar un Proyecto tendiente al equipamiento mínimo necesario para garantizar una operación segura de las aeronaves y construir algunas instalaciones que se requieran para dicho equipamiento.

El aeropuerto de El Alto asume funciones como; Región de Información de Vuelo (FIR) de Bolivia, Centro de Control de Area (ACC) y Centro de Información de Vuelo (FIC), Area de Control Terminal (TMA) de La Paz y Control de Aproximación y Torre de Control de Aeródromo (APP y TWR) del aeropuerto de La Paz. El presente Proyecto consta del equipamiento de sistemas de seguridad necesarios para realizar los controles arriba mencionados, comunicaciones y asistencia a la navegación aérea (radioayudas para aterrizaje y despegue, sistemas de control, telecomunicaciones, meteorología e iluminación), así como la instalación de sistemas de suministro de energía eléctrica y edificios para albergar los equipos de control y máquinas.

El diseño básico para la modernización del aeropuerto internacional de El Alto, basado en la cooperación financiera no reembolsable, tiene el contenido que a continuación se describe.

- (1) Reemplazo del sistema de ayuda para aterrizaje y despegue consistente en; sistema de aterrizaje por instrumentos (ILS), radiofaro omnidireccional VHF (VOR), equipo raditelemétrico (DME), radiofaro no direccional (NDB), etc.
- (2) Reemplazo del sistema de control con consolas, grabadora, pistola de señales luminosas, etc.
- (3) Reemplazo del sistema de telecomunicaciones como radios VHF aire / tierra, radios HF aire / tierra y otros equipos de comunicación VHF / HF, como también enlaces de microondas, centralita para mensajes de comunicaciones fijas, etc.
- (4) Reemplazo del sistema de observación meteorológica con recolector automático de datos en pista, receptores de FAX satélite, etc.

- (5) Construcción de torre de control y salas de máquinas necesarios para realizar el reemplazo de equipo sin tener que parar las operaciones del aeropuerto.
- (6) Reemplazo del sistema de iluminación consistente en luces de pista, luces de calles de rodaje, iluminación del indicador de dirección de viento, faro de aeródromo, luces de aeropuerto, etc.
- (7) Construcción de hombreras y área de giro en pista.
- (8) Reemplazo del sistema de recepción y distribución de energía eléctrica para los sistemas arriba indicados, generadores de electricidad para emergencias, etc.
- (9) Dotación de instrumental y herramientas para el mantenimiento de los equipos.

Se estima que se requiera un período de 4.5 meses para el diseño de ejecución y 28 meses para las obras incluyendo la publicación de la oferta.

Una vez realizado el Proyecto, se podrá ofrecer una información muy precisa y de alta confiabilidad para la navegación. Además de elevar el nivel del servicio, se podrá mantener y asegurar una operación de alta seguridad en las aeronaves.

El Aeropuerto Internacional de El Alto, además de ser la puerta de ingreso internacional a Bolivia, es también a nivel nacional uno de los de más importancia; en consecuencia, si a través de este Proyecto se puede garantizar una operación segura para las aeronaves, no solo se estaría aportando al mejoramiento de las actividades político económicas del país, sino también se estaría incentivando el flujo turístico. Por estas razones, consideramos que este Proyecto es apropiado o idóneo para una cooperación financiera no reembolsable. Además, respecto al manejo y administración de este Proyecto en el futuro, pensamos que con el personal e ingreso con los que cuenta AASANA no habrá ningún tipo de problemas.



## Indice

Prefacio	
Carta de Comunicación	
Plano de Ubicación	
Resumen	
<b>CAPITULO 1 INTRODUCCION</b>	<b>1</b>
<b>CAPITULO 2 ASPECTOS GENERALES DEL PROYECTO</b>	<b>3</b>
2.1 Condiciones Naturales, Sociales y Económicas del Proyecto	3
2.2 Estado Actual del Transporte	5
2.3 Condiciones Actuales del Transporte Aéreo	7
2.4 Estado Actual de las Instalaciones Aeroportuarias y Ayudas a la Navegación Aérea	12
2.5 Proyectos Relacionados	38
2.6 Reseña Histórica de la Solicitud y su Contenido	38
<b>CAPITULO 3 CONTENIDO DEL PROYECTO</b>	
3.1 Objetivos	46
3.2 Consideraciones Sobre la Solicitud de Cooperación	46
3.2.1 Pertinencia y Necesidad del Proyecto	46
3.2.2 Ejecución y Manejo del Proyecto	47
3.2.3 Cooperación Recibida de Otros Países	48
3.2.4 Estructura del Proyecto	49
3.2.5 Instalaciones Solicitadas y Equipos a Suministrarse	49
3.2.6 Necesidad de Cooperación Técnica	50
3.2.7 Política Fundamental en la Relización de la Cooperación	50
3.3 Generalidades del Proyecto	52
3.3.1 Periodo de Ejecución y Régimen Administrativo	52
3.3.2 Ubicación y Condiciones del Sitio del Proyecto	55
3.3.3 Resumen de las Instalaciones y Equipos	62
3.3.4 Plan de Mantenimiento y Administración	65
<b>CAPITULO 4 DISEÑO BASICO</b>	
4.1 Política del Diseño	66
4.2 Consideraciones Sobre las Condiciones de Diseño	69

4.3 Diseño Básico.....	70
4.3.1 Terreno y Plan de Ubicación.....	70
4.3.2 Plan de Instalaciones.....	70
(1) Radioayudas a la navegación aérea.....	71
(2) Facilidades de control tráfico aéreo.....	74
(3) Telecomunicaciones.....	75
(4) Instalaciones meteorológicas.....	80
(5) Iluminación.....	81
(6) Suministro de energía eléctrica.....	85
(7) Edificaciones.....	86
(8) Obras civiles.....	90
4.3.3 Planos del Diseño Básico.....	93
4.4 Plan de Ejecución.....	118
4.4.1 Política de Ejecución.....	118
4.4.2 Aspectos de la Construcción y Pormenores de la Ejecución.....	118
4.4.3 Plan de Administración de las Obras.....	119
4.4.4 Plan de Adquisición de Equipos.....	120
4.4.5 Cronograma de Ejecución.....	120
4.4.6 Alcance de Trabajo.....	120
 CAPITULO 5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	 125

## ANEXO

- A. Lista de los miembros de la Misión de Estudio
- B. Actividades realizadas por la Misión de Estudio
- C. Minutas de Discusiones
- D. Lista de participantes en las discusiones
- E. Lista de datos y material recolectado
- F. Detalle del alcance de trabajo
- G. Resultados de las conversaciones con las líneas aéreas



## **CAPITULO 1 - INTRODUCCION**





## CAPITULO 1 INTRODUCCION

El transporte aéreo de la República de Bolivia cuenta con una red de vuelos internacionales cuyo principal centro de operaciones es al aeropuerto "El Alto" de la ciudad de La Paz, mientras que su red doméstica, en la ruta principal, une las ciudades de La Paz, Trinidad, Cochabamba, Santa Cruz, Sucre y Tarija.

El aeropuerto internacional de El Alto, como "puerta de ingreso al país" tiene una importancia muy relevante. Este aeropuerto que, en el año 1966, concluyó su nueva pista, calles de rodaje y plataforma, en 1970 inauguró su terminal de pasajeros. Sin embargo, debido a que ninguna de las facilidades aeroportuarias han sido objeto de una mejora o ampliación significativas, casi todas ellas han quedado obsoletas, por lo tanto, la seguridad es poco confiable y, más aún, la capacidad de su terminal aérea ya no puede cubrir la continuamente creciente demanda de transporte aéreo. En el año 1987, con miras a encontrar soluciones a estos problemas, se llevó a cabo el "Estudio de Modernización del Aeropuerto de El Alto", realizado por la Agencia de Cooperación Internacional de Japón (JICA).

En este estudio, se elaboró un Plan Maestro cuyo año objetivo es el 2005 y dentro del marco de este Plan se realizó el Estudio de Factibilidad de una primera fase con miras al año 1997. Sin embargo, lastimosamente se llegó al presente sin poder haber hecho realidad esta primera etapa.

En 1991, en las proximidades de este aeropuerto, se accidentó un avión carguero, lo que ha venido a acentuar más la necesidad de modernizar el sistema de navegación aérea (en este informe "sistema de navegación aérea" se refiere genéricamente a las radioayudas para aterrizaje y despegue, sistemas de control, telecomunicaciones, meteorología e iluminación). Los equipos con los que cuenta actualmente el aeropuerto, ya casi no pueden ser reparados por la dificultad que representa el conseguir repuestos para este tipo de equipo y todo esto, a su vez, resulta en averías constantes que acarrearán consigo, incluso, el tener que parar algún servicio. La realidad es que en estas condiciones no se puede garantizar una operación segura de la navegación aérea.

Además de lo expuesto, debemos agregar que parte del equipo, debido a su obsolescencia, muchas veces tienen un funcionamiento erróneo, aspecto que ha originado la queja de las líneas aéreas. Así, la funcionalidad de los sistemas de

seguridad que son indispensables para la navegación aérea, está bajando considerablemente. Es por estas razones que el Gobierno Boliviano, le concedió una alta prioridad al equipamiento de este aeropuerto y solicitó a su similar del Japón una cooperación no reembolsable.

El Gobierno Japonés, por su parte, al recibir esta solicitud, decidió realizar un estudio de diseño básico, para lo cual, JICA envió una misión encabezada por el Sr. Yutaka Hosono (Jefe del Centro Internacional de JICA en Kyushu), la misma que permaneció en la República de Bolivia desde el 26 de julio hasta el 15 de agosto de 1993, período durante el cual se llevaron a cabo una serie de reuniones con los diferentes departamentos de la Administración de Aeropuertos y Servicios Auxiliares a la Navegación Aérea (AASANA) y otras reparticiones del Gobierno Boliviano y se ejecutó el estudio con el siguiente contenido.

- (1) Confirmación de las condiciones de la solicitud.
- (2) Confirmación del contenido de la solicitud y su alcance.
- (3) Confirmación acerca de la cooperación de otros países.
- (4) Visita y estudio de los terrenos del proyecto.
- (5) Planificación del manejo, mantenimiento y administración.
- (6) Condiciones naturales, sociales y económicas de la República de Bolivia.
- (7) Estado actual del aeropuerto internacional de El Alto.
- (8) Información general sobre la construcción en Bolivia.

En fecha 4 de agosto de 1993, la Misión de Estudio y los representantes del Gobierno Boliviano, firmaron las minutas de las reuniones sostenidas. A su regreso al Japón, la Misión continuó estudios analíticos sobre el contenido de las reuniones celebradas e información y datos reunidos. En base a estos estudios elaboró el Diseño Básico. Después, se envió una misión, del 8 al 19 de noviembre de 1993, para explicar el Borrador del Informe a las autoridades pertinentes del Gobierno de Bolivia. Como resultado, ambas partes llegaron a un acuerdo sobre el contenido del Borrador del Informe del Estudio de Diseño Básico y el 16 de noviembre del mismo año los representantes de ambos lados firmaron las minutas de discusiones. El presente informe fue elaborado en base a los estudios anteriormente citados mediante el análisis posterior en Japón con las enmiendas necesarias. El listado de los miembros de la Misión, el cronograma de actividades, la lista de los participantes en las discusiones y la copia de las minutas de discusiones están en los anexos.





## **CAPITULO 2 ASPECTOS GENERALES DEL PROYECTO**





## **CAPITULO 2 ASPECTOS GENERALES DEL PROYECTO**

### **2.1 Condiciones Naturales, Sociales y Económicas del Proyecto**

#### **2.1.1 Condiciones Naturales**

Bolivia es un país mediterráneo que se ubica en el centro del continente sudamericano; su territorio tiene aproximadamente de 1,100,000 Km<sup>2</sup>, lo que representa casi tres veces la superficie del Japón. Geográficamente, Bolivia se divide en tres zonas o terrazas ecológicas, estas son, altiplano, valles y llanos. El altiplano, como su nombre lo indica, es una planicie que se encuentra a una altitud de aproximadamente 4,000 m sobre el nivel del mar y está flanqueada por las cordilleras oriental y occidental de los Andes. Esta zona es tradicionalmente minera y la mayor parte de la población del país se encuentra concentrada en esta región.

La zona de los valles se extiende desde la cordillera oriental hacia el amazonas con alturas que varían entre los 1,500 y 3,000 m sobre el nivel del mar. Esta zona alberga aproximadamente el 30% de la población boliviana y es la que suministra una gran parte de los cereales y frutas que la región altiplánica consume.

Los llanos ocupan la mayor extensión del territorio y son planicies tropicales que se extienden desde el sector oriental de los valles hasta las fronteras con Brasil y Paraguay. Esta es la región menos desarrollada de Bolivia y aquí vive el 20% restante de la población.

El clima boliviano difiere enormemente de acuerdo con las regiones antes mencionadas. La zona altiplánica es fría, los valles tienen un clima que varía de templado a semitropical, mientras que los llanos orientales son ya regiones tropicales. El verano que se extiende desde el mes de diciembre hasta marzo es también la época de lluvias; durante este período casi todos los días por la tarde llueve torrencialmente.

La ciudad de La Paz, convertida virtualmente en capital por ser sede del Gobierno, se ubica en la zona media del altiplano norte a una altitud de 3,600 m sobre el nivel del mar, lo que la convierte en la capital más alta del mundo. Con una población de aproximadamente 1.19 millones de habitantes es la ciudad más poblada de Bolivia; la ciudad se encuentra en una hoyada rodeada por montañas

andinas, de entre las cuales resalta el nevado Illimani que, con una altura de 6,402 m, se alza majestuosamente en la parte sureste de la ciudad.

### 2.1.2 Condiciones Sociales

La población boliviana de aproximadamente 6.4 millones de habitantes, de los cuales el 55% son aimaras y quechuas, un 32% son mestizos y sólo el 13% son blancos. La religión es preponderantemente cristiana; el 94% de la población es católica y un 3% protestante. El idioma oficial es el español pero se emplean mucho los idiomas originarios como el aimará y el quechua.

### 2.1.3 Condiciones económicas

El PIB (Producto Interno Bruto) boliviano es de 4,526 millones de dólares (Banco Mundial, 1990), lo que representa un PIB per capita de 620 dólares. La participación de los diferentes sectores en el PIB es la siguiente; agricultura 21%, industria 14%, minería 9% y petróleo 6%.

Bolivia exporta principalmente minerales, gas natural, madera y azúcar. Los recursos minerales cubren casi el 41% de las exportaciones y el gas natural se ubica en segundo lugar con el 24%. Actualmente los volúmenes de exportación del azúcar y la madera están en aumento. Los principales compradores de la exportación boliviana son Argentina con el 22%, Estados Unidos 17%, Reino Unido 7%, Perú 5%, Brasil 5% y Japón 1%.

Los principales productos de importación son, materiales de consumo 21%, materia prima y productos semiacabados 39% y capitales 40%. Los principales proveedores son, Estados Unidos 20%, Brasil 17%, Argentina 11% y Japón con el 7%. La relación comercial con el Japón, en cuanto a las exportaciones bolivianas, el 90% son minerales, un 8% madera y el 2% restante es café; mientras que Bolivia importa del Japón un 55% de vehículos, un 42% de equipo eléctrico y el restante 3% son productos de acero y hierro.

## 2.2 Estado Actual del transporte

### 2.2.1 Caminos

Los caminos de Bolivia se dividen en tres tipos de carreteras, la Red Fundamental, Red Complementaria y Red Vecinal. Las condiciones de mantenimiento de estos caminos se muestran en la tabla 2.2.1 y en la figura 2.2.1.

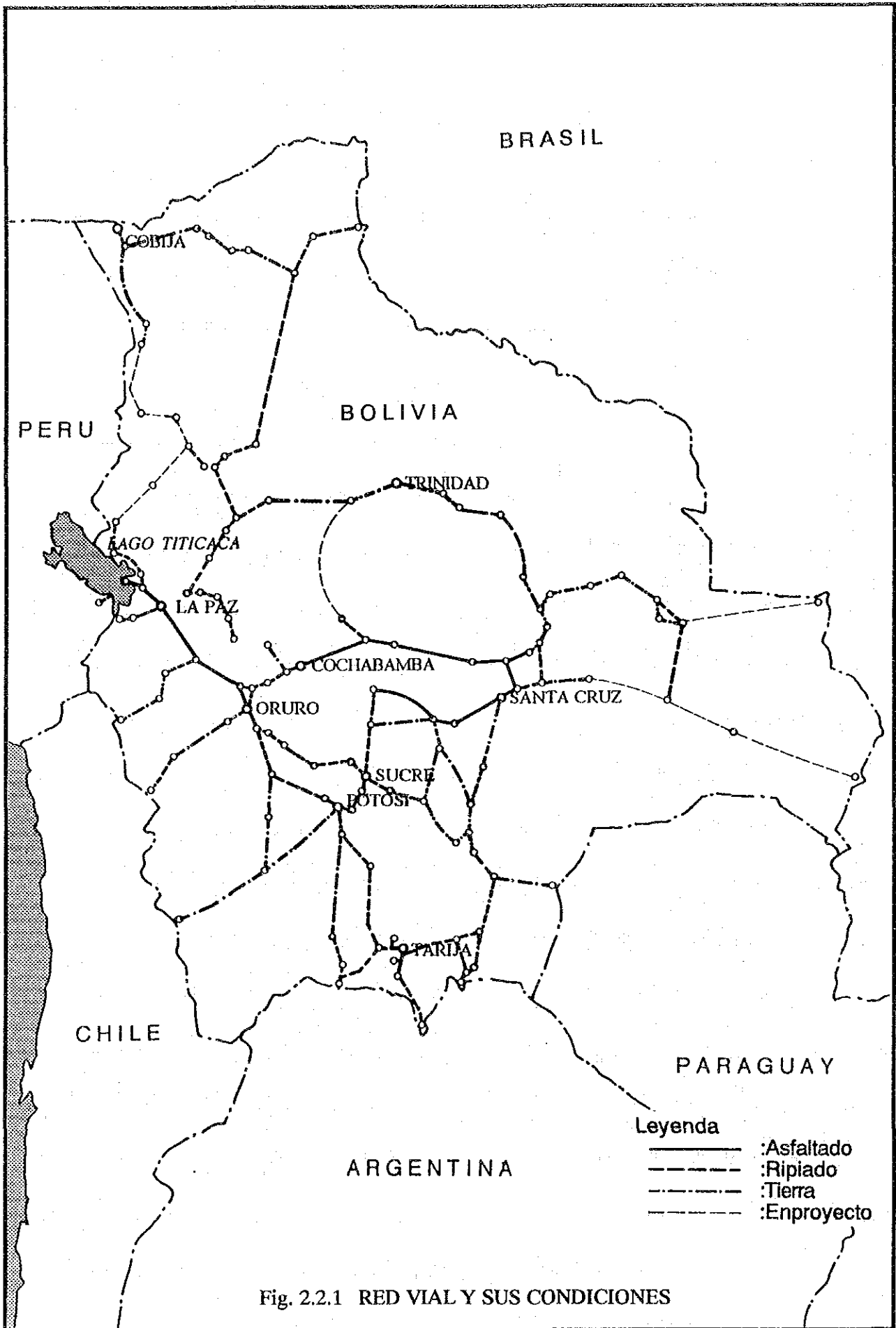
Tabla 2.2.1 Estado de las Carreteras Según su Tipo

Unidad: Km

Tipos de Carretera	Asfalto	% de Pavimento	Ripiado	Tierra	Total	
Red Fundamental	1,649	22.9%	3,394	2,169	7,212	16.8%
Red Complementaria	95	1.5%	2,407	3,638	6,140	14.3%
Red Vecinal	121	0.5%	6,209	23,146	29,476	68.8%
Total	1,865	4.4%	12,010	28,953	42,828	100.0%

Como se puede apreciar en la tabla anterior, el porcentaje de carreteras pavimentadas es muy bajo y Los caminos de tierra generalmente son intransitables en la época de lluvias.

La red vial de Bolivia consta de tres rutas principales; la carretera No. 1 o Panamericana que, partiendo de la frontera con Perú, en la población de Desaguadero, une las ciudades de La Paz, Oruro y Potosí para luego ingresar a la frontera con Argentina por la población de Bermejo. La segunda ruta la conforma la carretera No. 4, une las ciudades de La Paz, Oruro, Cochabamba y Santa Cruz. La Tercera ruta es la conformada por las carreteras No. 6 y No. 9 de la red complementaria y une Santa Cruz con la ciudad de Yacuiba en la frontera con Argentina. El asfaltado de las carreteras en Bolivia se ha venido efectuando principalmente en la zona altiplánica que es la más rica en recursos mineros; sin embargo, el desarrollo vial que une la parte alta con la zona baja ha quedado muy atrasado debido a la accidentada topografía.





### 2.2.2 Ferrocarriles

Los ferrocarriles Bolivianos se dividen en dos redes, la Occidental y la Oriental. La Red Occidental o Red Andina se extiende desde La Paz, Oruro y Potosí hacia Argentina y Chile con una longitud de 2,373 Km. La Red Oriental une la frontera brasileña y la frontera argentina pasando por Santa Cruz con una longitud total de 1,440 Km. La figura 2.2.2 muestra la red ferroviaria.

Si bien, los tramos que unen las principales ciudades, tanto en la red Occidental como la Oriental, están bien mantenidos en comparación con las redes de caminos, debido a las dificultades que presenta la topografía accidentada, no ha sido posible instalar una red ferroviaria en todo el territorio. Especialmente, el tramo entre Santa Cruz y Cochabamba aún no ha sido concluido y el sector norte de la Nación no cuenta con este servicio.

## 2.3 **Condiciones Actuales del Transporte Aéreo**

### 2.3.1 Aeropuertos

Tal como hemos mencionado anteriormente, dado lo accidentado de la topografía, los medios de transporte terrestres han sufrido un retraso en su desarrollo, razón por la cual el transporte aéreo cobra mucha importancia en Bolivia. Especialmente, el transporte aéreo se ha desarrollado de manera importante en el sector noreste debido al magro desarrollo carretero de esa región.

Bolivia cuenta con tres aeropuertos internacionales, el de El Alto en la ciudad de La Paz, el aeropuerto de Viru Viru en Santa Cruz y el de la ciudad de Cochabamba.

Además de estos aeropuertos, la red doméstica cuenta con 6 aeropuertos como los de Reyes, Rurrenabaque, San Borja, Sucre, Tarija y Trinidad. Además existen pistas de aterrizaje que entre pequeñas y grandes suman más de 40.

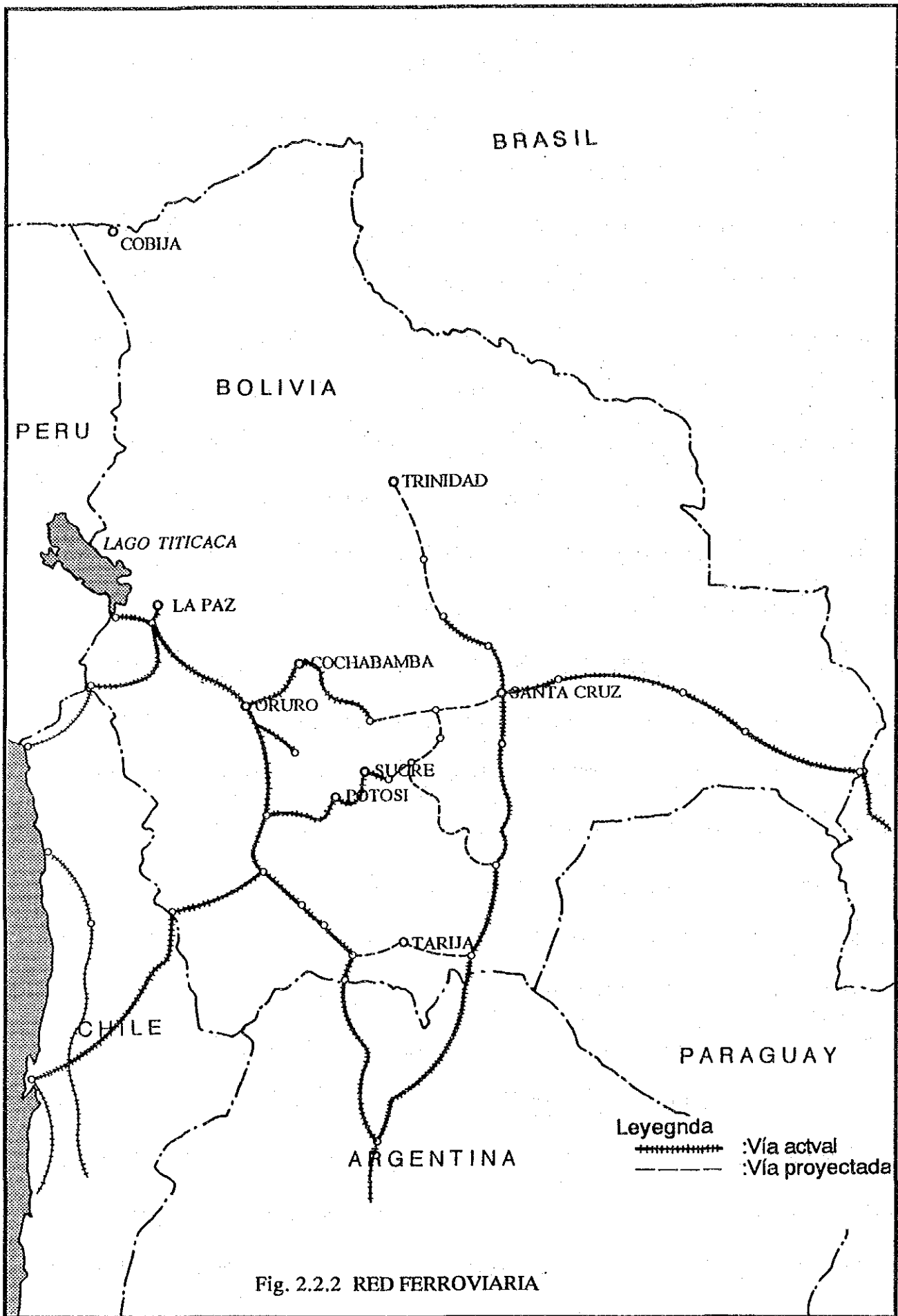


Fig. 2.2.2 RED FERROVIARIA

### 2.3.2 Red Aérea

La red de servicio aéreo internacional se muestra en la figura 2.3.1 y la red doméstica en la figura 2.3.2.

Mediante la red internacional, el aeropuerto de El Alto está conectado con los diferentes países del continente americano y europeo. Las líneas aéreas que operan en el aeropuerto de El Alto son, Lloyd Aéreo Boliviano (LAB), Aeroperú, Lufthansa, Aerolíneas Argentinas, Lan Chile, Varig y American Airlines. Las líneas aéreas internacionales que operan en este aeropuerto actualmente, casi siempre están llenas y existen solicitudes de autorización de operación de México, Cuba, Ecuador, España, etc. Entre los aviones el B727 es el más empleado. El avión de mayor capacidad que opera en este aeropuerto es el A310 del Lloyd Aéreo Boliviano para servicio internacional. La red doméstica está cubierta principalmente por el Lloyd Aéreo Boliviano y por una nueva empresa denominada Aerosur, sin embargo existen varias compañías que con equipo pequeño cubren las diferentes rutas nacionales.

### 2.3.3 Pasajeros del Servicio Aéreo

La Cantidad de usuarios del servicio aéreo internacional de Bolivia se muestra en la figura 2.3.3, y el volumen de cargas del servicio aéreo en la Figure 2.3.4.

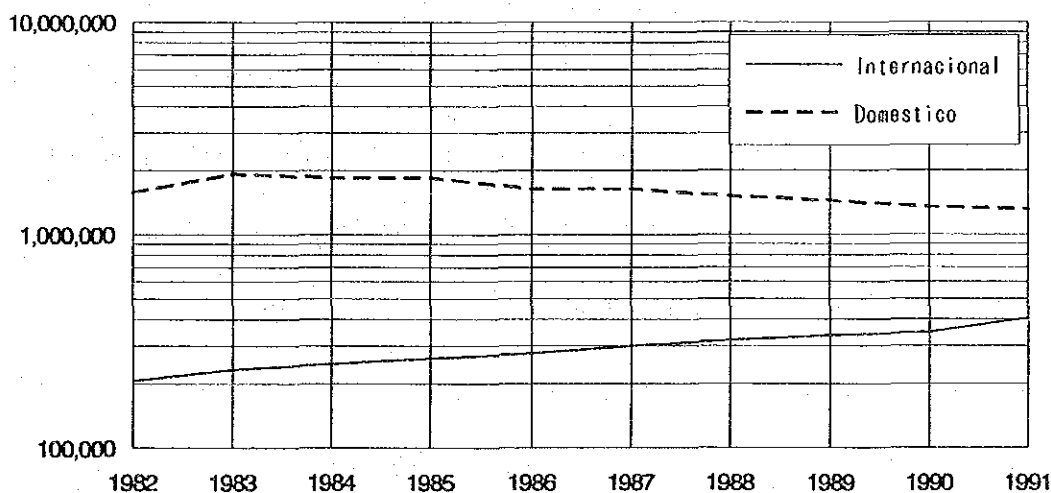


Fig. 2.3.3 Pasajeros de Servicio Aéreo por Año

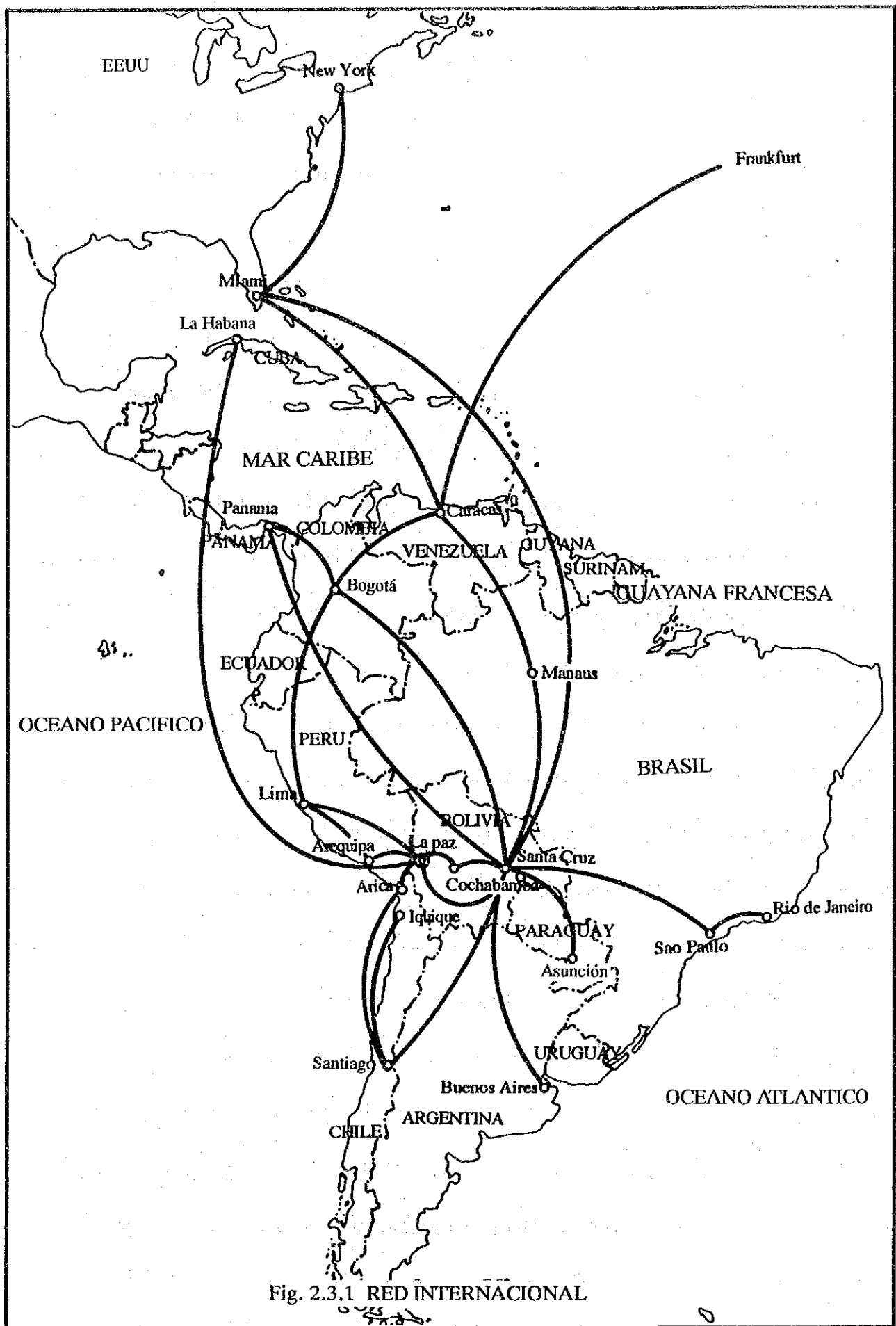


Fig. 2.3.1 RED INTERNACIONAL

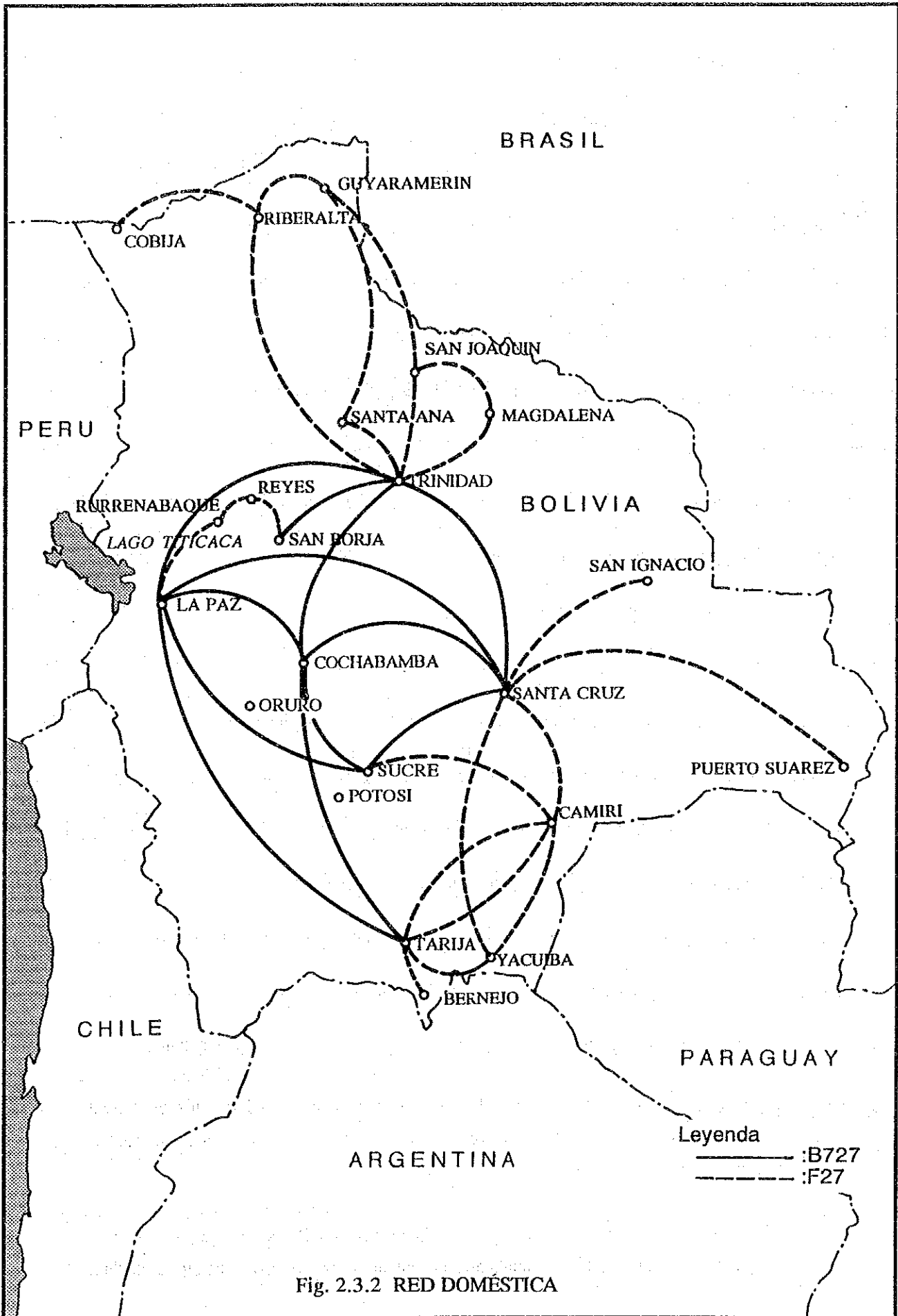


Fig. 2.3.2 RED DOMÉSTICA

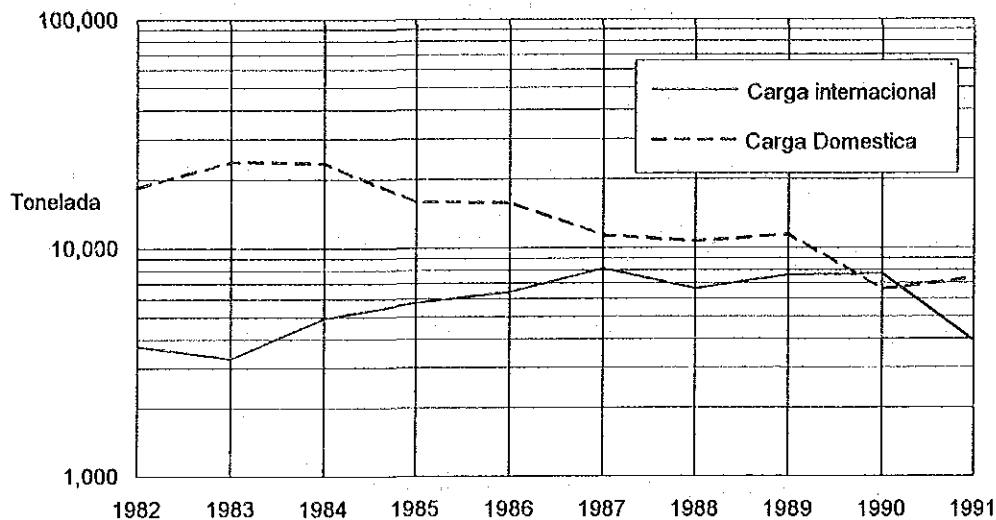


Fig. 2.3.4 Carga del servicio aéreo anual

El cuadro 2.3.1 nos muestra la cantidad anual de pasajeros y cargas del aeropuerto de El Alto.

Tabla 2.3.1 Cantidad de Pasajeros y cargas por Año (1991)

	Pasajeros anuales			Cargas (Tonelada)		
	Doméstico	Internacional	Total	Doméstico	Internacional	Total
Bolivia	1,316,724	406,420	1,723,144	28,616	6,418	35,034
El Alto	351,818	165,809	517,627	7,355	3,927	11,282
(Porcentaje)	27%	41%	30%	26%	61%	32%

## 2.4 Estado Actual de las Instalaciones Aeroportuarias y Ayudas a la Navegación aérea

### 2.4.1 Aspectos Generales

En el año 1930, el Gobierno Boliviano otorgó a la empresa PAN AMERICAN GRACE AIRWAYS (PANAGRA) la autorización para el servicio de transporte aéreo; este mismo año Panagra empezó la construcción y/o adaptación de pistas y realizó vuelos hacia diferentes localidades nacionales y conecta con el exterior vía Arequipa y Buenos aires.

En 1965 PANAGRA se fusionó con la empresa BRANIFF que desde 1950 operaba con equipo de comunicaciones y terminal propia en el aeropuerto de El

Alto, resultando así en una ampliación de sus servicios. Dentro de estos cambios, la pista del aeropuerto de El Alto que era solamente ripiada, se modernizó y desde 1966, ya con pista de hormigón armado, empezó una nueva era en los servicios aéreos. Paralelamente con estos acontecimientos, el 16 de octubre de 1967, las instalaciones como NDB, equipo de telecomunicaciones, torre de control, etc., que eran propiedad de PANAGRA y BRANIFF, fueron transferidos a AASANA para que ésta se encargara de la administración, operación y mantenimiento del aeropuerto. Luego, en 1970 se inauguró el edificio terminal para más tarde, entre la década de los años setenta y la ochenta, ir equipándose paulatinamente con sistemas de comunicación, ayudas a la navegación aérea, iluminación, etc., hasta llegar a convertirse en un aeropuerto internacional.

Sin embargo, desde la inauguración de la pista pavimentada y del edificio terminal, no han habido mejoras ni ampliaciones sustanciales, incluso el equipo NDB y los sistemas de telecomunicaciones se han deteriorado considerablemente y, más aún, estos equipos que fueron instalados entre la década de setenta y la ochenta, han quedado ya obsoletos, y debido a su antigüedad, la funcionalidad de los mismos se ha visto afectada y el conseguir repuestos es todo una odisea. Por estas razones, en cuanto a las operaciones de las aeronaves al aproximarse y aterrizar en este aeropuerto, hay un deterioro de la confiabilidad en la seguridad.

#### 2.4.2 Instalaciones Aeroportuarias

##### (1) Pista

Si bien existen tres pistas, en realidad se usa solamente la pista principal 09R/27L. Las restantes dos pistas no están pavimentadas y sólo en forma esporádica alguna pequeña aeronave emplea alguna de ellas. Han pasado ya 25 años desde que la pista principal ha sido construida con losas de hormigón, el largo total de la pista es de 4,000 metros y su ancho 46 metros. Actualmente se presentan los siguientes problemas;

- Las losas del pavimento tienen muchas rajaduras, lo que hace que la resistencia del pavimento disminuya.
- La pista tiene una pendiente de 1.55%, por lo tanto, sobrepasa las recomendaciones de la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) en 1%; sin embargo, debido a las limitaciones topográficas es muy difícil mejorar estas condiciones.
- Las hombreras de la pista no están pavimentadas; por esta razón, el chorro de las turbinas hace que, muchas veces, salten piedras que causan daños a las mismas aeronaves y también a las luces de pista.

- El sector extremo de la pista 09 no cuenta con área de giro, este espacio es necesario para los aviones que despegan desde la pista 09 y para los que aterrizan por la pista 27.

(2) Calles de Rodaje

Al igual que la pista, la pendiente de las calles de rodaje tampoco cumple con las recomendaciones de la OACI. Aquí también la resistencia del pavimento es insuficiente.

(3) Plataforma

La plataforma de parqueo en frente del edificio terminal también tiene una pendiente mayor que la recomendada por la OACI y su pavimento también adolece de falta de resistencia. La cantidad de áreas de estacionamiento con las que se cuenta no es suficiente en la actualidad. La plataforma para aviones pequeños y de carga no está pavimentada.

(4) Edificio Terminal de Pasajeros

El edificio terminal que fue construido hace aproximadamente 23 años y que, tanto en sus dimensiones como en su concepto básico, no encaja con el actual sistema de transporte aéreo con aviones a chorro, tiene una superficie aproximada de 7,600 m<sup>2</sup> con lo cual no puede abastecer a la demanda actual, habiendo sobrepasado ya su capacidad límite como instalación.

Por otro lado, las líneas de o rutas para los pasajeros dentro del edificio son desordenadas y adolece de falta de puestos para mostradores de atención y no cuenta con un buen sistema de información a los pasajeros.

Las instalaciones y equipo eléctrico ya son obsoletos y su funcionamiento es visiblemente insuficiente. A pesar de estos problemas fundamentales, el querer hacer mejorar en el mismo edificio es muy difícil por su estructura por aspectos económicos.



### 2.4.3 Radioayudas para la Navegación Aérea

#### (1) Uso del Espacio Aéreo

El área terminal del aeropuerto de El Alto, como se puede ver en la figura 2.4.1, tiene como centro el VOR/DME La Paz y cubre un área de 55 millas de radio y las rutas de navegación están definidas con relación al mismo VOR/DME.

Una vez que las aeronaves ingresan al área del VOR/DME, aterrizan después de seguir a través de una ruta predeterminada de aproximación.

Debido a que a unas 20 millas del aeropuerto se encuentra el nevado Illimani (6,402 m - 21,000 pies de altura), las salidas, especialmente las de rumbo Santa Cruz, en uno de sus tramos (ISAMO - TORAX) se tiene que aplicar la navegación a estima. Si bien en la ruta de navegación a estima se pone mucho cuidado con el nevado Illimani, para una mayor seguridad, la instalación de una radio ayuda que indique claramente la mencionada ruta se considera como de alta prioridad.

Actualmente el aeropuerto de El Alto tiene las siguientes ayudas a la navegación aérea; ILS/DME, VOR/DME, NDB y radiofaro de localización; la información acerca de estas instalaciones se encuentra en la tabla 2.4.1 y su ubicación en la figura 2.4.2.

#### (2) ILS/DME

El equipo de aterrizaje por instrumentos ILS/DME, es empleado para las aproximaciones por la pista 09, el localizador es uno del tipo de frecuencia única, la trayectoria de planeo tiene una pendiente de 2.5 grados y es de referencia cero. No se tiene radiobaliza exterior pero en su lugar el DME está emplazado a la trayectoria de planeo. El equipo es de la marca Philips y ha sido instalado en 1983. Si bien el mantenimiento es prolijo, el equipo ya tiene mucho tiempo de uso y su diseño data de finales de la década de 1970 por lo que es muy difícil adquirir repuestos para su mantenimiento.

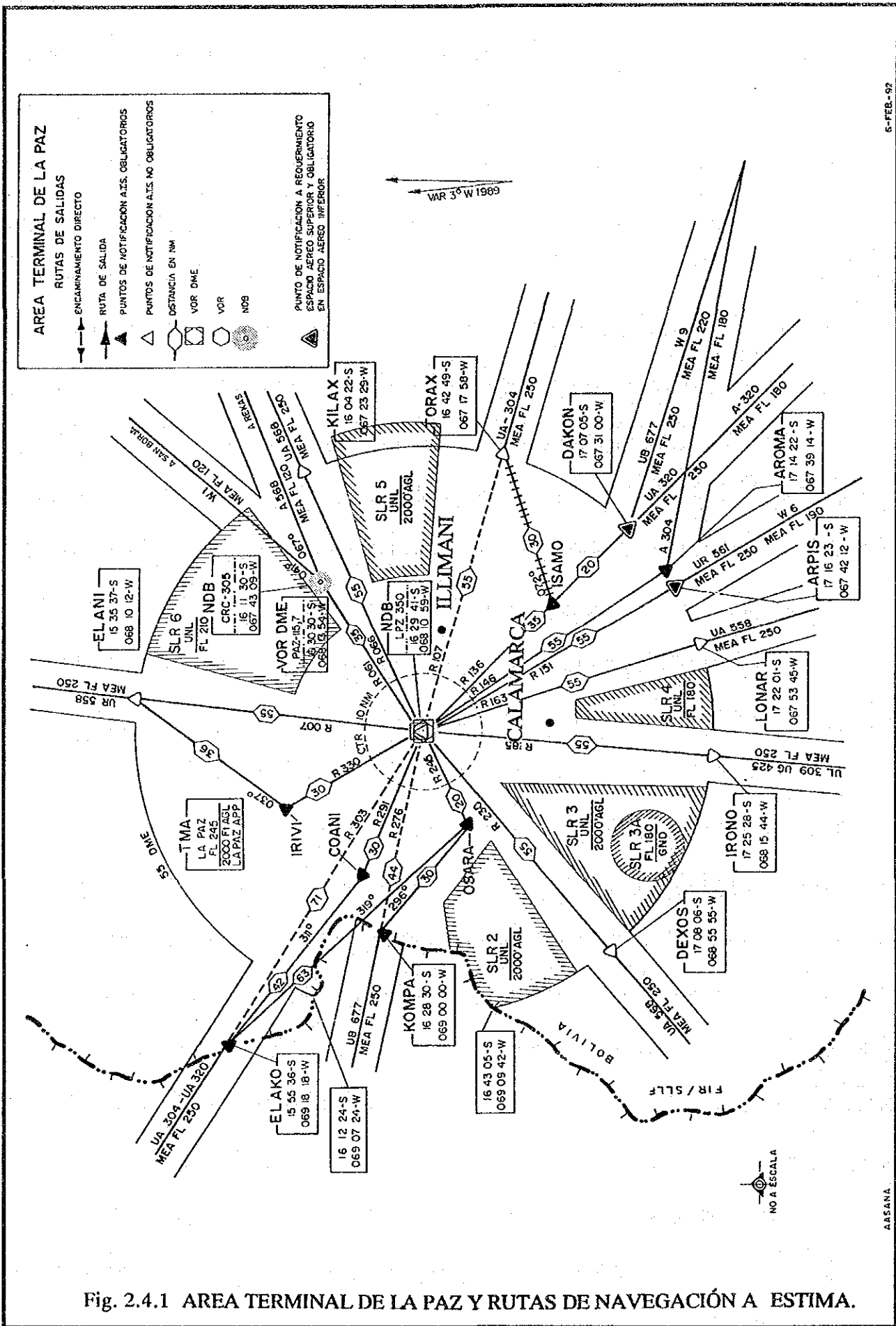


Fig. 2.4.1 AREA TERMINAL DE LA PAZ Y RUTAS DE NAVEGACIÓN A ESTIMA.

(3) VOR/DME

El VOR convencional instalado a 2.4 Km de la pista 09 en la prolongación del eje, es de la marca Philips modelo de 1982; el DME es de la marca Wilcox modelo 1975. La obsolescencia de ambos es extrema, especialmente el equipo radiotelemétrico (DME) emplea lámparas de cerámica, esto hace que, además de ser costoso el mantenimiento, el conseguir repuestos es muy difícil. La ubicación del VOR es muy buena ya que alrededor no existen obstáculos.

Tabla 2.4.1 Radioayudas a la Navegación Aérea

Equipo	Frecuencia	Potencia	Cant.	Lugar de instalación	Marca	Año de Instl.	Energía	Obsrv.
ILS/LLZ	110.3 MHz		Dual	Pista 09	Philips	1983	DC 28 v	Cat. 1, una frecuencia, y baterías de 2 horas
ILS/GP	335.0 MHz		Dual	Pista 09	Philips	1983	DC 28 v	GP=2.5 grados, referencia cero
ILS/DME	40 X		Dual	Pista 09	Philips	1983	DC 28 v	Sin radiobaliza exterior
ILS/MM	75 MHz		Dual	Pista 09	Philips	1983	DC 28 v	
VOR	115.7 MHz	100 W	Dual	0.6 Millas del umbral de pista 09	Philips	1982	AC 220 V con 15 KVA EG	Cobertura 180 MN
DME	104 X	1 KW	Dual	Junto al VOR	Wilcox	1975	Igual	A lámparas, cobertura 195 MN
NDB	350 KHz	1 KW	Dual	Fuera de Pista	Federal Telephone & Radio Corp.	1945	AC 220 V con 20 KVA EG	Cobertura 250 MN, antena T 30m de alto

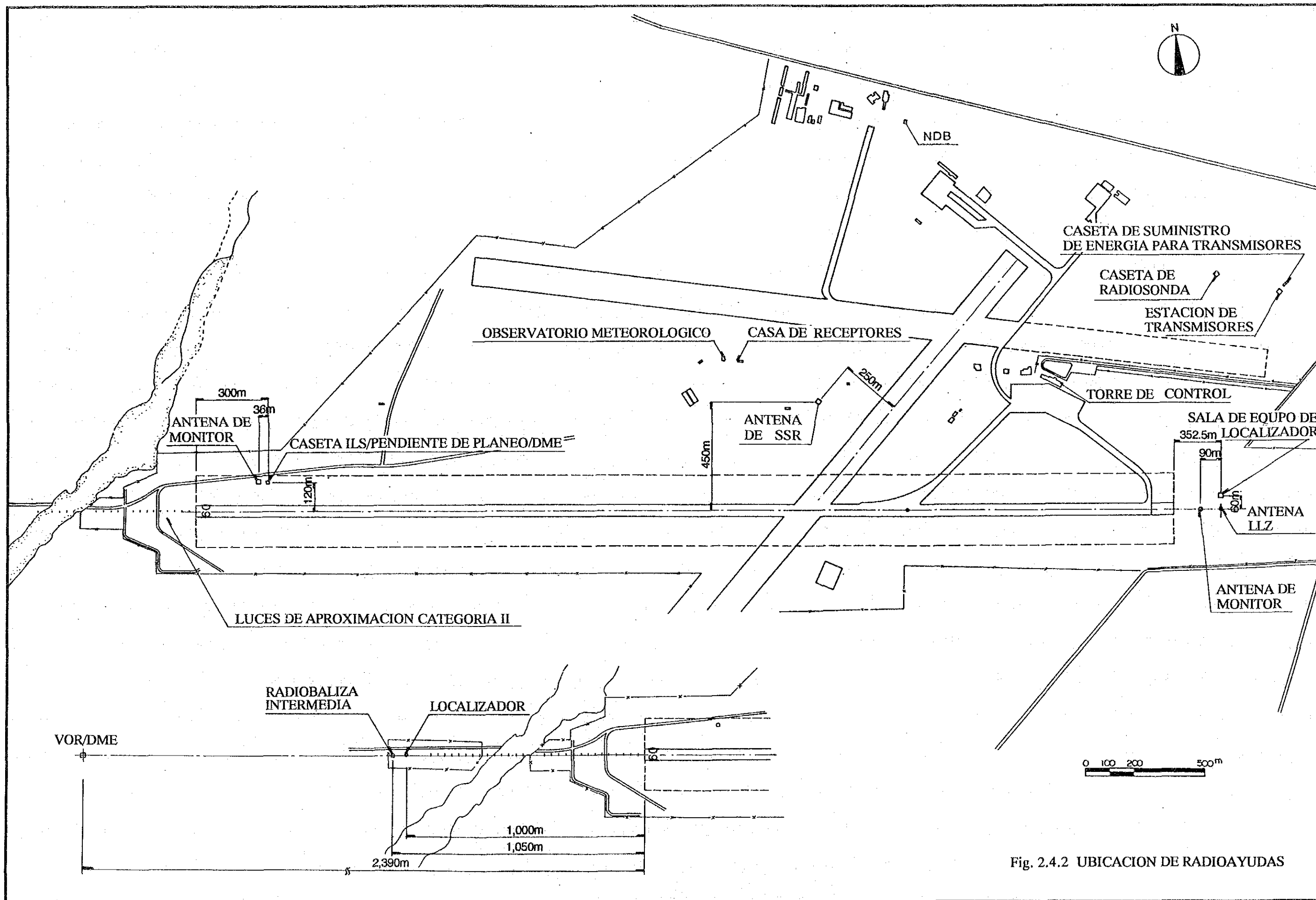


Fig. 2.4.2 UBICACION DE RADIOAYUDAS



(4) NDB

El radiofaro no direccional (NDB) está instalado a aproximadamente 1.7 Km hacia el norte de la pista y se lo emplea tanto para señalar las rutas como para las salidas y llegadas al área terminal. El equipo, instalado en 1945, es uno a lámparas y quizás el más antiguo del aeropuerto de El Alto. Actualmente, este NDB está instalado en un terreno ajeno, por esta razón se nos ha solicitado que para su reemplazo se lo ubique en otro lugar.

(5) Radiofaro de Localización

El radiofaro de localización está ubicado en la prolongación del eje a aproximadamente 1 Km del extremo de la pista 09 y se lo emplea para la aproximación de aeronaves pequeñas, sin embargo actualmente está fuera de servicio. Este equipo ha sido instalado en 1968 pero no se conoce la fecha de su fabricación. Es un equipo realmente antiguo, ya que utiliza un emisor de tonos del tipo rotatorio pero no se tiene proyectado cambiarlo ni tampoco se lo ha incluido en la solicitud.

#### 2.4.4 Sistema de Control

Tal como se puede ver en el organigrama del Centro de Control de Área de La Paz (figura 2.4.3), el aeropuerto de El Alto tiene su centro conformado por 4 unidades; Control de Área (ACC), Control Terminal (TMA), Control de Aproximación (APP) y Torre de Control (TWR). En esta sección trabajan 26 personas en servicio de 24 horas en 3 turnos y cuatro cambios.

El centro de control está ubicado en el tercer piso del edificio terminal; en una superficie de aproximadamente 45 m<sup>2</sup>, en este sector se encuentra la consola de control de área (2 posiciones), la consola de control terminal (1 posición), la consola de coordinación (1 posición), la sección de información de vuelo (2 posiciones) y el sitio de supervisión. Además, el monitor del radar de industria española se encuentra al lado de la consola de control terminal.

Este espacio es estrecho incluso para la operación actual, por lo tanto, sería imposible el reemplazo de equipo sin perjudicar la operación del equipo actualmente instalado.

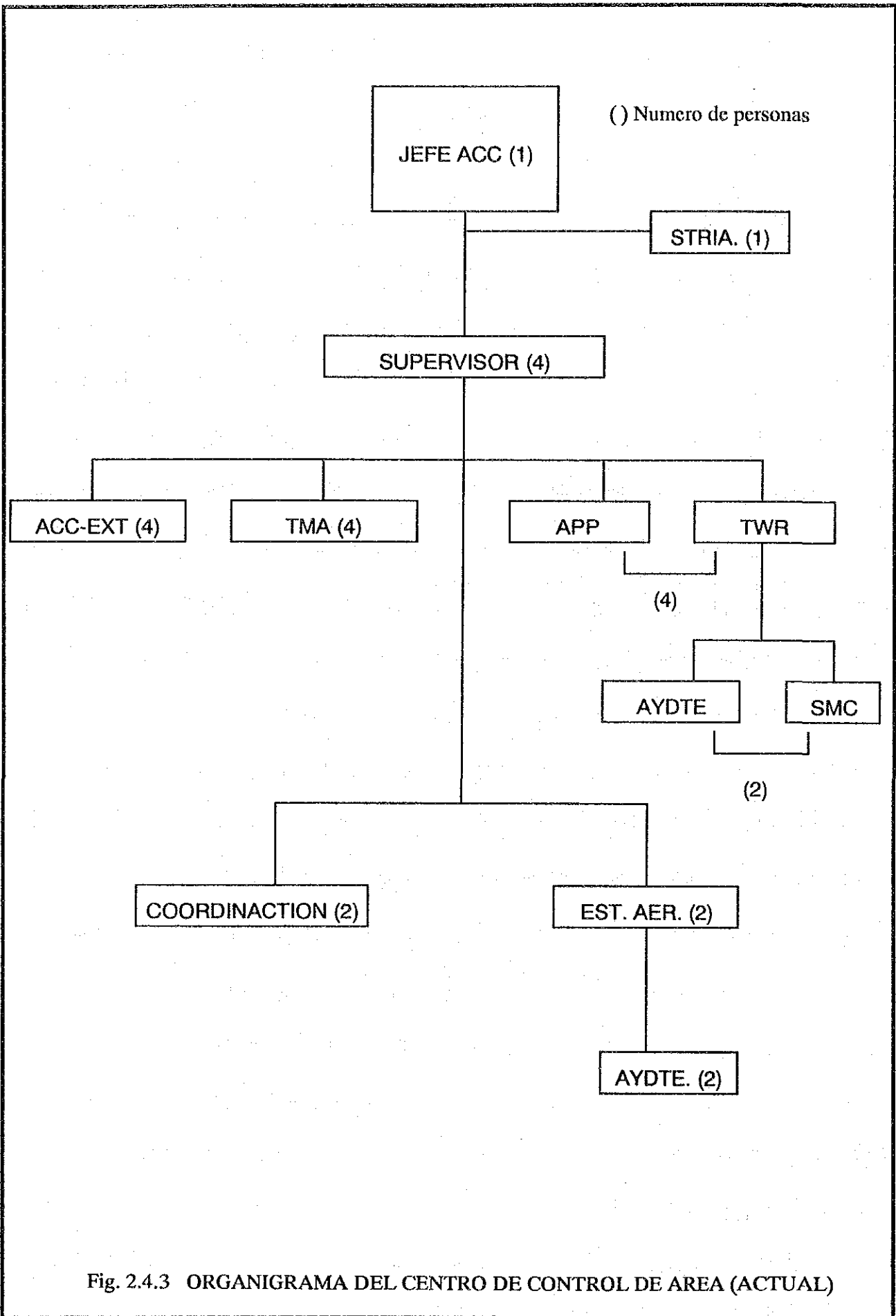


Fig. 2.4.3 ORGANIGRAMA DEL CENTRO DE CONTROL DE AREA (ACTUAL)

La torre de control se encuentra en el cuarto piso del edificio terminal y cuenta con una superficie de aproximadamente 30 m<sup>2</sup>. Existe una consola con tres posiciones, pero el espacio es estrecho y no hay sitio para instalar el nuevo equipo. Estas consolas son antiguas ya que datan del año 1968 y no funcionan a plenitud.

#### 2.4.5 Sistema de Telecomunicaciones

La telecomunicación aeronáutica tiene las instalaciones que indicamos a continuación, pero ya todas son obsoletas (equipo de 1945 a 1972) y la adquisición de repuestos se hace cada vez más difícil. Si bien todos estos equipos son duales, por la falta de repuestos se tiene que quitar partes al equipo de reserva para reparar el equipo en uso, esto, por su parte, hace que ya no se pueda usar el de reserva; consiguientemente, si uno de los equipos falla, las transmisiones tienen que ser cortadas permanentemente, lo que origina un serio problema a la seguridad operacional de las aeronaves.

Las tablas 2.4.2 y 2.4.3 muestran en forma resumida las frecuencias y características de los sistemas de telecomunicación de acuerdo con su función. Además, Las figuras 2.4.4 y 2.4.5 muestran la red de telecomunicaciones fijas aeronáuticas (AFTN) y el sistema de servicio de tránsito aéreo respectivamente.

##### (1) Radio VHF Aire / Tierra

Actualmente, el centro de control La Paz, el control de aproximación, el sistema de control en torre y el centro de informaciones usan las siguientes frecuencias.



Tabla 2.4.2 Cuadro de Frecuencias Según su Uso (1)

Item	Lugar de uso o estación objetivo	Forma de canal	Frecuencias		Forma de transmisión	Observaciones
			Transmisión KHz o MHz	Recepción KHz o MHz		
VHF Aire - Tierra	Información La Paz	A/G	127.1	127.1	VHF/AM	Usado en lugar de Torre La Paz (118.3MHz). No tiene reserva
	Control La Paz	A/G	128.2	128.2	VHF/AM	El Alto y Juno
	Control La Paz	A/G	123.9	123.9	VHF/AM	Sin reserva
	Aproximación La Paz	A/G	119.5	119.5	VHF/AM	Sin reserva
	Emergencia	A/G	121.5	121.5	VHF/AM	No hay equipo
	Control de movimiento de superficie	A/G	121.9	121.9	VHF/AM	
	Torre La Paz	A/G	118.3	118.3	VHF/AM	
HF Aire - Tierra	Radio La Paz	RTF	6,638.0	6,638.0	HF/SSB	De tres unidades trabajan 2. Mod. 1945, 350 W, no concuerda con frecuencia de OACI
	Control La Paz (SAM 1)	RTF	6,649.0 10,024.0	6,649.0 10,024.0	HF/SSB	Trabajan las dos unidades. Mod. 1973, 1 KW
	Control La Paz (SAM 2)	RTF	5,526.0 8,855.0 10,096.0	5,526.0 8,855.0 10,096.0	HF/SSB	Trabajan las dos unidades. Mod. 1973, 1 KW

Tabla 2.4.2 Cuadro de Frecuencias Según su Uso (2)

Item	Lugar de uso o estación objetivo	Forma de canal	Frecuencias		Forma de transmisión	Observaciones
			Transmisión KHz o MHz	Recepción KHz o MHz		
AFTN	Lima	LTT	-	-	Microondas	Sin problemas
	Buenos Aires	LTT	-	-	Satélite	Sin problemas
	Santa Cruz	LTT	-	-	Microondas	Sin problemas
	Cochabamba	LTT	-	-	Microondas	Sin problemas
	Trinidad	LTT	-	-	Microondas	Sin problemas
	Aeropuertos regionales de La Paz: Apolo Charaña Oruro Reyes Rurrenabaque San Borja	MAS (Simplex)	2,553.0 6,997.5	2,553.0 6,997.5	HF/CW	No tiene reserva, Mod. 1945, 250 W
	Idem	RTT/RTF	2,553.0 3,441.0 5,232.0 6,750.0 8,910.0 10,065.0	2,553.0 3,441.0 5,232.0 6,750.0 8,910.0 10,065.0	HF/ISB	No tiene reserva, Mod. 1972, 1 KW
	Uso nacional (Reserva para AFTN)	MAS (Simplex)	5,810.0	5,810.0	HF/CW	No tiene reserva, Mod. 1945, 250 W

Tabla 2.4.2 Cuadro de Frecuencias Según su Uso (3)

Item	Lugar de uso o estación objetivo	Forma de canal	Frecuencias		Forma de transmisión	Observaciones
			Transmisión KHz o MHz	Recepción KHz o MHz		
Telef. directa ATS	Lima	LTF	-	-	Microondas	Sin problemas
	Ezeiza (Argentina)	LTF	-	-	Microondas	Sin problemas
	Santa Cruz	LTF	-	-	Microondas	Sin problemas
	Cochabamba	LTF	-	-	Microondas	Sin problemas
	Aeropuertos Regionales de La Paz Apolo Charaña Oruro Reyes Rurrenabaque San Borja	RTF	4,495.0 7,647.5 13,552.0	4,495.0 7,647.5 13,552.0	HF/SSB Simplex	Sin reserva Modelo 1972

Tabla 2.4.3 Equipo Instalado (1)

Equipo	Frecuencia	Salida	Cant.	Lugar	Marca	Año	Energía	Observaciones
VHF A/G Información La Paz	127.1 MHz	50 W	1	TX/RX STN	Collins	1972	AC 220 V	Fuera de uso
VHF A/G Control La Paz	128.195 MHz	50 W	Dual	Juno STN	Collins	1972	AC 220 V	
VHF A/G Control La Paz	128.205 MHz	50 W	Dual	TWR EQ	Collins	1973		Receptor sin reserva
VHF A/G Control La Paz	123.9 MHz	50 W	1	TX/RX STN	Collins	1972	AC 220 V	
VHF A/G Aprox. La Paz	119.5 MHz	50 W	1	TX/RX STN	Collins	1972	AC 220 V	
VHF A/G Emergencia	121.5 MHz							No existe
VHF A/G SMC	121.9 MHz	10 W	1	Torre Bomberos	COMCO	1972	AC 220 V	Transceptor
VHF A/G Torre	118.3 MHz	50 W	1	TX/RX STN	Collins	1972	AC 220 V	
HF A/G Radio La Paz	6,638.0	350 W	3	TX/RX STN	Aeronautical Com./USA	1945	AC 220 V	Uno dañado
HF A/G Control La Paz	SAM-1 6,649.0 10,024.0	1 KW	Dual	TX/RX STN	Scientific Radio Sys./USA	1972	AC 220 V	
HF A/G Control La Paz	SAM-2 3,749.0 5,526.0 8,855.0 10,096.0	1 KW	Dual	TX/RX STN	Scientific Radio Sys./USA	1972	AC 220 V	
HF G/G CW Regional La Paz	2,553.0 6,997.5	250 W	1	TX/RX STN	Western	1945	AC 220 V	
HF G/G ISB Regional La Paz	2,553.0 3,441.0 5,232.0 6,750.0 8,910.0 10,065.0	1 KW	1	TX/RX STN	SPT/UK	1972	AC 220 V	

Tabla 2.4.3 Equipo Instalado (2)

Equipo	Frecuencia	Salida	Cant.	Lugar	Marca	Año	Energía	Observaciones
HF G/G CW Nacional	5,810.0	250 W	1	TX/RX STN	Western	1945	AC 220 V	
HF G/G ATSDS, Regional	4,495.0 7,647.0 13,552.0	1 KW	1	TX/RX STN	Scientific Radio	1972	AC 220 V	
Radio Enlace La paz - Achchicala	408 MHz 420 MHz	5 W	Dual	Sala TWR EQ	Telectron	1983	AC 220 V	
Idem - Repetidor	-	-	1	Sala TWR EQ	Telectron	1983	AC 220 V	24 canales
AFTN Conmut.	-	-	3	Centro COM	MSL 8000	1975	AC 220 V	UPS para 2 Hr.
AFTN Teletipo	-	-	20	Varios	EXTEL			

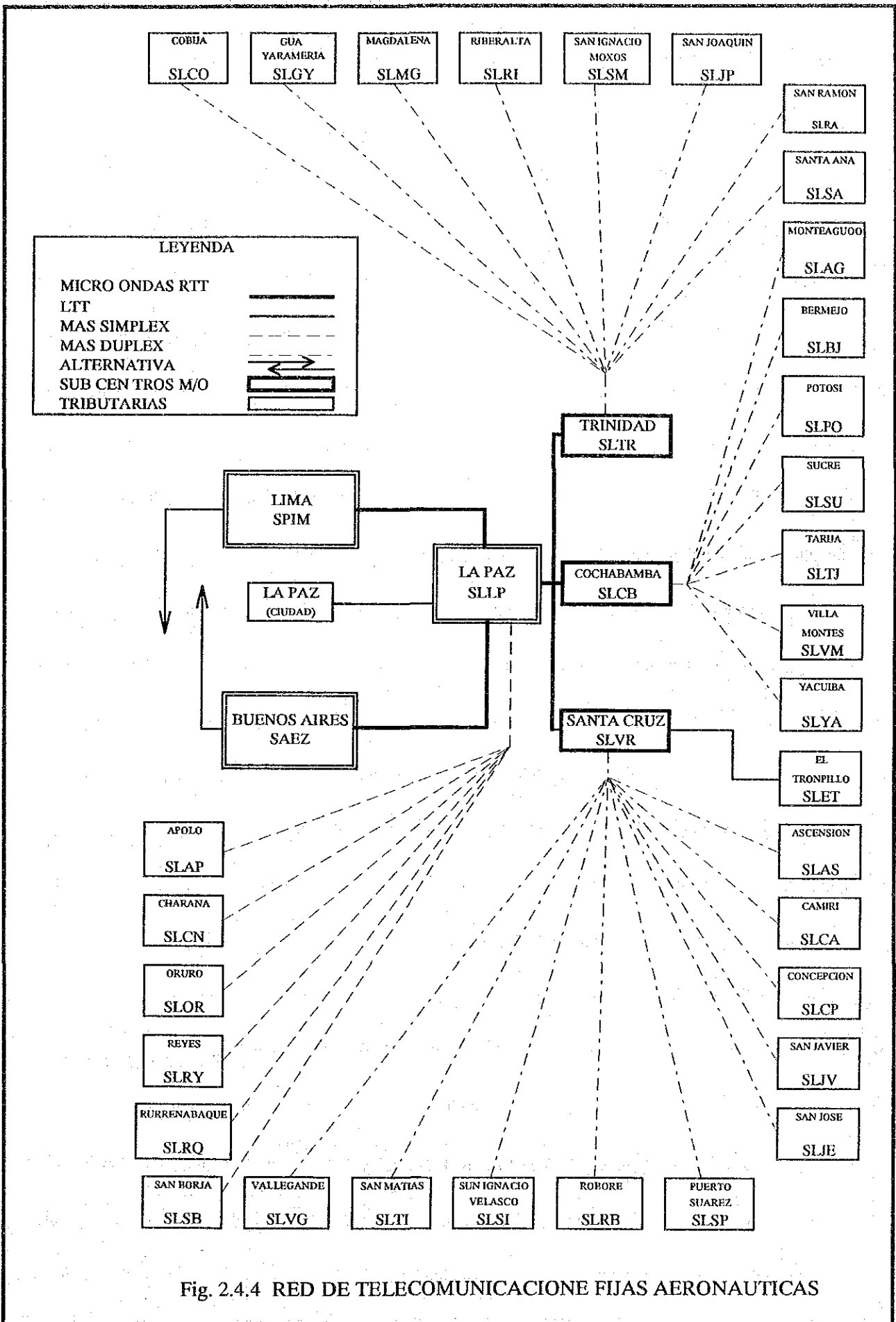


Fig. 2.4.4 RED DE TELECOMUNICACIONE FIJAS AERONAUTICAS

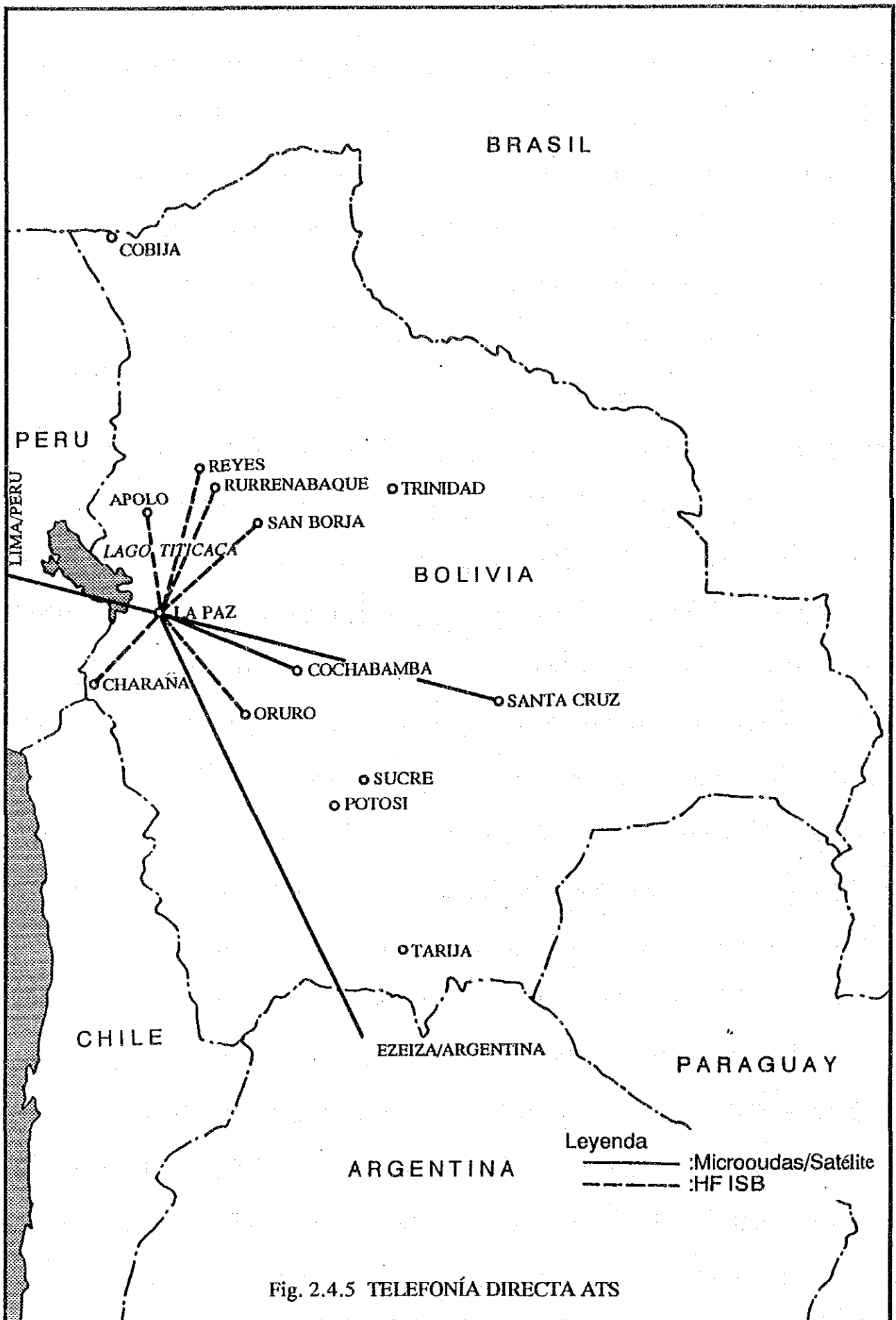


Fig. 2.4.5 TELEFONÍA DIRECTA ATS

Centro de Control de Area La Paz

① Control La Paz 1	128.2 MHz
② Control La Paz 2	123.9 MHz

Control de Aproximación

③ Aproximación La Paz	119.5 MHz
④ Emergencia	121.5 MHz

Torre de Control

⑤ Torre La Paz	118.3 MHz
⑥ Control en tierra (SMC)	121.9 MHz

Centro de Informaciones

⑦ Informaciones La Paz	127.1 MHz
------------------------	-----------

De estas frecuencias, la de Control La Paz 1, de 128.2 MHz, tiene transmisores y receptores emplazados tanto en el aeropuerto como en la repetidora de Juno que se encuentra cerca de Cochabamba, sin embargo no cubre toda el área de información y la OACI ha recomendado la ampliación del área de cobertura. El control La Paz 2 está instalado en el aeropuerto y cubre solamente las zonas próximas al aeropuerto. Estos transmisores y receptores han sido instalados alrededor del año 1972 y enfrentan, además de la obsolescencia, el problema de la dificultad en la adquisición de repuestos para su reparación y normalmente los equipos de reserva ya no existen. Por otro lado, el equipo de 118.3 MHz de la torre está fuera de servicio, razón por la cual se ha parado el uso del equipo de información de 127.1 MHz de La Paz para emplearlo en las telecomunicaciones de la torre. Más aún, el equipo de 121.5 MHz para emergencias está dañado y no puede ser reparado y consiguientemente su uso es poco menos que imposible.

(2) Equipo HF Aire / Tierra

El centro de control La Paz y el centro de informaciones están usando las siguientes frecuencias para las comunicaciones aire / tierra .



Centro de Control La Paz

① Control La Paz (SAM - 1)	6,649 KHz
	10,024 KHz
② Control La Paz (SAM - 2)	5,526 KHz
	8,855 KHz
	10,096 KHz

Centro de informaciones

③ Radio La Paz	6,638 KHz
----------------	-----------

Estos transmisores y receptores HF están instalados en sus respectivas estaciones. Los transmisores y receptores para control La Paz son antiguos dado que han sido instalados en 1972. El equipo de radio La Paz es quizás uno de los más antiguos ya que fue instalado en 1945 y de los tres equipos con los que cuenta actualmente, uno está fuera de servicio y no podrá ser reparado. Además la frecuencia de 6,638 KHz no cumple con la distribución de frecuencias de la OACI y es necesario cambiar dicha frecuencia a 6,622 KHz.

(3) Sistema Fijo HF Tierra / Tierra

La red de telecomunicaciones fijas aeronáuticas (AFTN) y las líneas de comunicación directa entre aeropuertos para servicio de tránsito aéreo (ATS) en sus comunicaciones internacionales y troncales emplean microondas de la Empresa Nacional de Telecomunicaciones (ENTEL) y también satélite, pero para comunicaciones con las demás regiones del país usan las siguientes frecuencias HF por razones económicas.

AFTN

① Regional-La Paz (6 lugares) (Telegrafía)	2,553.0 KHz 6,997.5 KHz (HF/CW)
② La Paz - Resto del País (Reserva a las microondas)	5,810 KHz (HF/CW)

### Telefonía Para Servicio de Tráfico Aéreo (ATS)

- |                               |   |
|-------------------------------|---|
| ③ Regional-La Paz (6 lugares) | 2,553 KHz y 5 frecuencias más<br>(HF/ISB) |
| ④ Regional-La Paz (6 lugares) | 4,495 KHz y 2 frecuencias más<br>(HF/SSB) |

Los seis aeropuertos dependientes de La Paz (Apolo, Charaña, Oruro, Reyes, Rurrenabaque y San Borja) no tienen mucho tráfico, por lo que resultaría antieconómico alquilar líneas exclusivas de ENTEL, por esta razón actualmente se emplean radios HF para telefonía y para telegrafía. Sin embargo, los equipos ① y ② arriba mencionados datan del año 1945 y ya son demasiado obsoletos y además no cuentan con equipo de reserva.

Los equipos ③ y ④ si bien están duplicados, ambos son del año 1972 y no cuentan con reserva. Al realizar el cambio de estos equipos es preciso uniformar su frecuencia y convertirlos en un solo sistema de recepción y transmisión HF.

#### (4) Equipo VHF Tierra / Tierra

Actualmente, el aeropuerto no cuenta con un sistema VHF para comunicaciones tierra / tierra, por esta razón, para las comunicaciones entre la torre de control y los bomberos se está usando la radio de control de superficie (SMC, 121.9 MHz); aspecto que debe evitarse ya que no es recomendable usar una frecuencia de control para este efecto; por lo tanto, es necesario usar un sistema exclusivo VHF de frecuencia modulada.

#### (5) Enlace UHF

Actualmente, el enlace entre el aeropuerto y la red de telecomunicaciones públicas se efectúa mediante UHF y por línea telefónica. Sin embargo, el enlace por línea telefónica, debido a la mala calidad y poca confiabilidad de este servicio, no puede ser empleado para el control y comunicaciones aeronáuticas. Por lo tanto, todas las líneas alquiladas por el aeropuerto para telefonía están enlazados mediante el sistema de UHF. También en este caso, los equipos son antiguos ya que se instalaron en 1983, y su mantenimiento se hace dificultoso por lo escaso de los repuestos. El sistema de frecuencias múltiples que se emplea también difiere con el método de modulación de pulso (PCM) de ENTEL.

Estas instalaciones, que unen el aeropuerto de El Alto con la red de telefonía pública, deben cambiarse con un equipo de alta confiabilidad y de fácil mantenimiento.

#### 2.4.6 Sistema Meteorológico

Todas las instalaciones meteorológicas del aeropuerto han sido instaladas entre 1969 y 1973, por lo tanto, ya han sobrepasado su período de vida útil. Los sistemas de observación meteorológica son manuales y convencionales y no cuentan con nefobasímetro ni medidor de visibilidad. Además, el anemómetro y el indicador de dirección de viento se encuentran instalados en el techo de la torre de control y no miden ni la velocidad ni dirección al nivel de pista en sus 4,000 m de longitud.

#### 2.4.7 Iluminación

El sistema de iluminación del aeropuerto de El Alto es como sigue.

<u>Iluminación</u>	<u>Año de Instalación</u>
— Aproximación (PALS, categoría II) 09	1981
— PAPI (09 y 27)	1985 (solo cambio de luces)
— (REIL) 09 y 27	1981
— Luces de pista (REDL)	1992 (solo cambio de luces)
— Umbral de pista (RTHL)	1992 (solo cambio de luces)
— Fin de pista (REHL)	1992 (solo cambio de luces)
— Calles de rodaje (TWYL)	1968
— Faro de aeródromo (ABN)	1985

##### (1) Luces de Aproximación

La pista 09 tiene luces de aproximación de precisión categoría II; sin embargo, la inclinación de las luminarias a 300 metros del extremo de la pista tienen una pendiente de menos 1.53%, de esta manera, éstas no cumplen con las condiciones necesarias para una categoría II.

(2) Indicadores Visuales de Pendiente de Aproximación

Se han colocado solamente las luminarias y se está empleando el equipo (regulador de corriente constante, cables de alta tensión, etc.) del VASIS instalado en 1969.

(3) Luces de Umbral de Pista

Han sido instaladas en 1981, actualmente se tienen estas luces en los extremos 09 y 27.

(4) Luces de Pista

Estas luces han sido cambiadas en 1992 por un tipo nuevo de luminarias de acuerdo con las recomendaciones de la OACI de 1990, sin embargo el regulador de corriente constante, el transformador, el cableado de alta tensión, etc., son del equipo instalado en 1968. Debido a que las hombreras de la pista no están asfaltadas, el chorro de las aeronaves hace que las piedras de los alrededores causen la rotura de las lentes, así, hemos podido observar que muchas de las luces no se encienden.

Además, esta pista no cuenta con un área de media vuelta, por esta razón, cuando las aeronaves tienen que virar irremediamente (especialmente en el extremo 09), las ruedas salen de la pista y muchas veces destruyen las luminarias. Estas luminarias dañadas no pueden ser reemplazadas de inmediato ya que el presupuesto de mantenimiento es limitado. En algunos casos, para la reparación de lentes dañados, se emplean botellas de diferentes bebidas para así proteger los bulbos. Las pistas 09 y 27 tienen dos circuitos a la derecha e izquierda respectivamente, pero los circuitos no son dobles e intercalados.

(5) Luces de Umbral y Fin de Pista

Se han cambiado las luces solamente a las instalaciones de 1968. Sin embargo, tanto en la cantidad como en las características no cumplen con las especificaciones de categoría I.

(6) Luces de Calles de Rodaje

Estas luces han sido instaladas en 1968 y se están usando hasta el presente, sin embargo no se han reemplazado muchas de las luces dañadas.

(7) Faro de Aeródromo

Este faro ha sido instalado en 1981 y actualmente no funciona su cambio automático a reserva. No cuenta con faro de identificación.

La figura 2.4.6 muestra la disposición del sistema de iluminación del aeropuerto de El Alto.

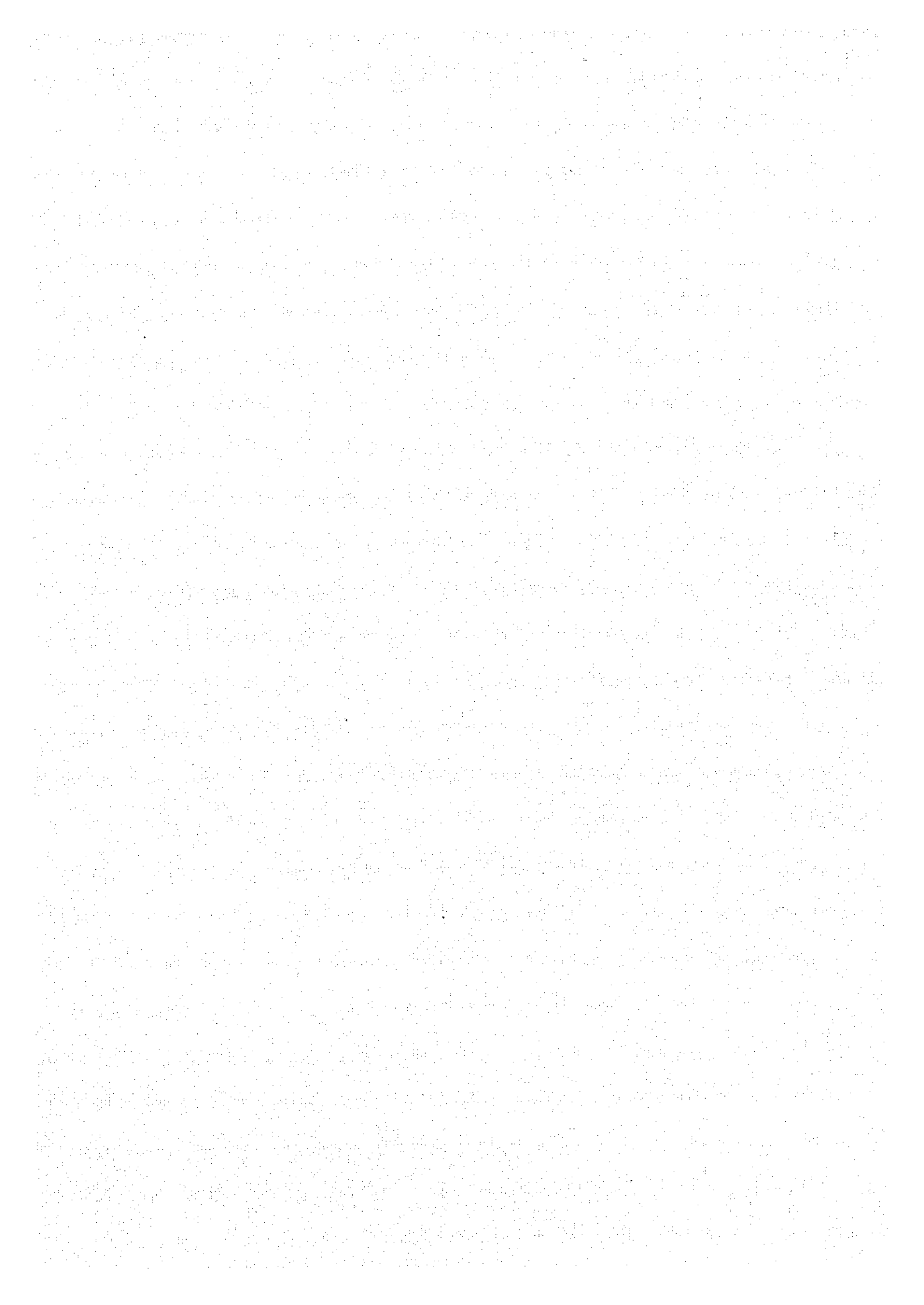
#### 2.4.8 Sistema de Energía Eléctrica

El aeropuerto de El Alto recibe energía de la Compañía Boliviana de Energía Eléctrica (COBEE) mediante líneas aéreas de 6 KV en los siguientes edificios.

- Terminal de pasajeros
- Estación de transmisores
- Sala NDB

(1) Terminal de Pasajeros

Aquí llega la línea de 6 KV, luego de bajar la tensión a 380/220 trifásico de 4 líneas, la compañía de electricidad entrega el servicio a AASANA. Esta energía es usada, a excepción de la sala de transmisiones y NDB, en todo el aeropuerto. Las cargas que están alejadas del edificio terminal (ILS, VOR, SSR, etc.) reciben esta energía a través de cables subterráneos, después de elevar la tensión nuevamente a 6 KV. Estas instalaciones, que datan de 1970, no han sido renovados ni una vez, por lo que su confiabilidad deja mucho que desear. El cableado no cuenta con protección contra rayos, por lo tanto, es inevitable cualquier daño que puedan causar las tempestades eléctricas.



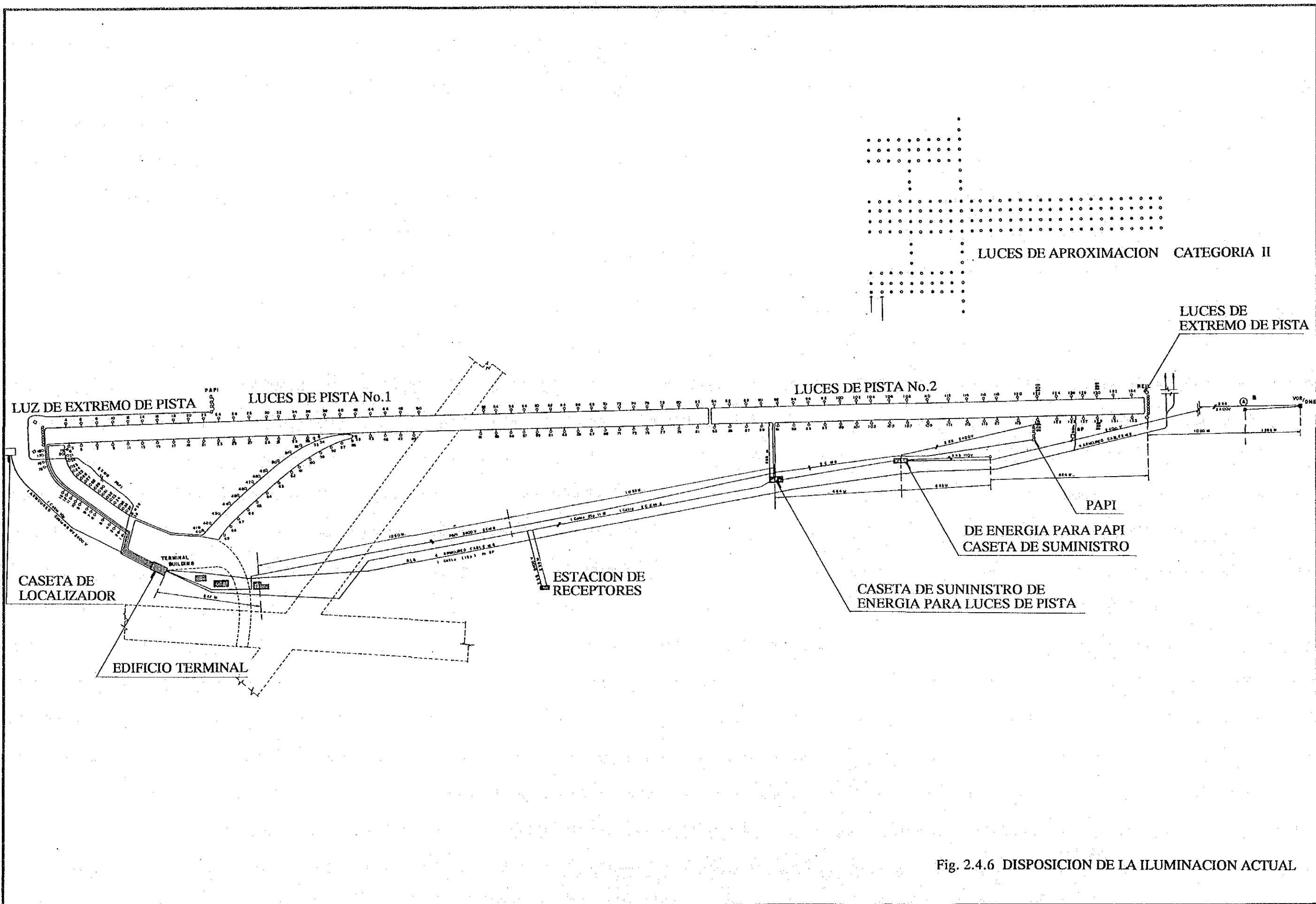


Fig. 2.4.6 DISPOSICION DE LA ILUMINACION ACTUAL

Los generadores de energía, incluyendo el de la terminal de pasajeros, son los siguientes.

<u>Carga</u>	<u>Capacidad</u>	<u>Año de Instalación</u>
- Edificio terminal (incluye ILS, SSR)	470 KVA	1978
- Sala VOR	18 KVA	1968
- Torre de control	10 KVA	1967
- NDB	20 KVA	1978
- TX	110 KVA	1974
- RX	7.5 KVA	1974

Cada uno de los generadores ha sido probado haciéndolo funcionar, como resultado se comprobó que todos los generadores requieren más de 40 segundos para empezar a generar energía, por esta razón no cumplen con los requisitos de categoría I (15 segundos) de la OACI para operar como fuente de energía de emergencia. La carga actual para el generador de emergencia del edificio terminal es de 400 KVA, de los cuales 200 KVA corresponden a la carga del edificio mismo y los restantes 200 KVA a los sistemas de seguridad aeroportuaria.

La figura 2.4.7 muestra el sistema de suministro de energía del aeropuerto de El Alto.





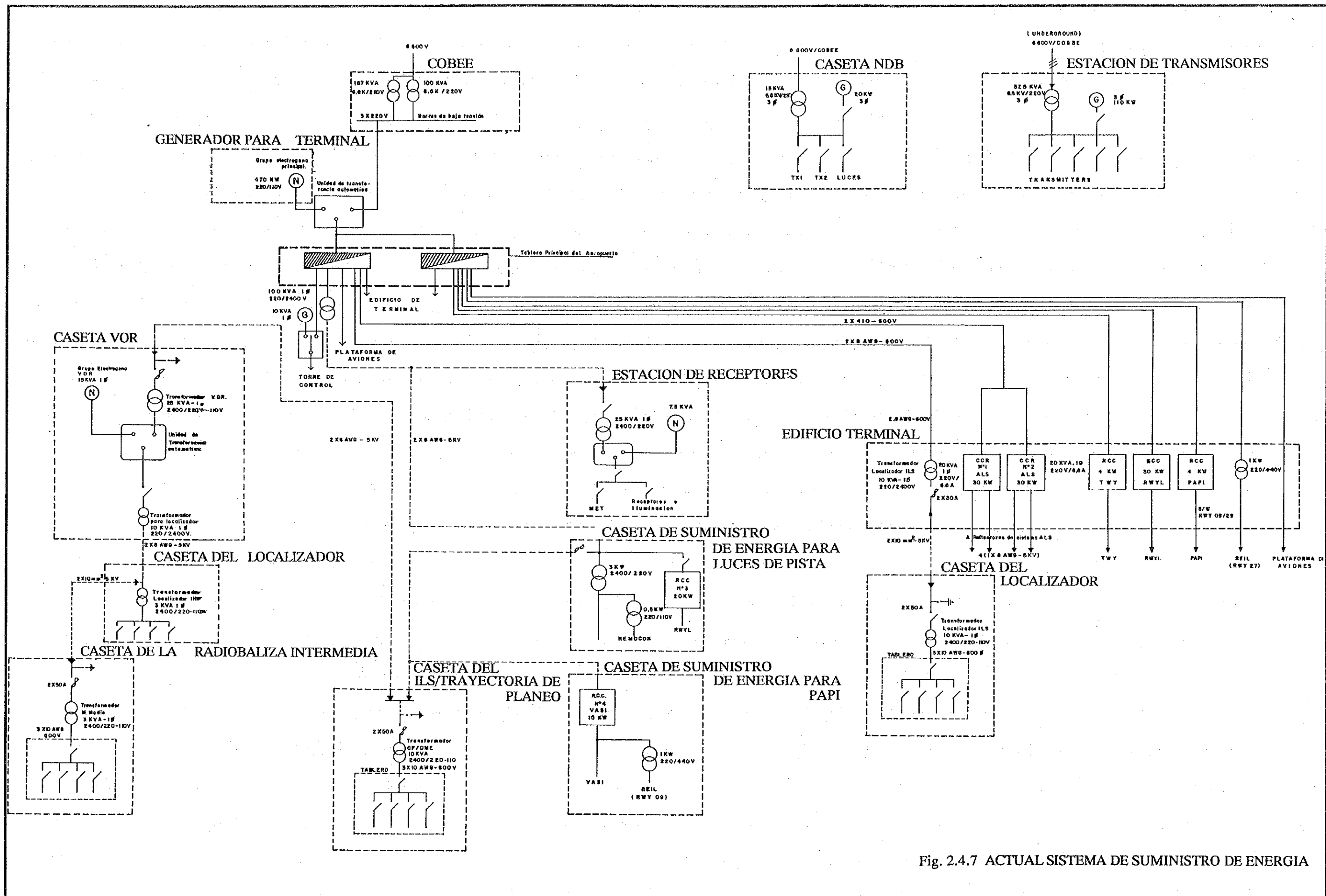


Fig. 2.4.7 ACTUAL SISTEMA DE SUMINISTRO DE ENERGIA



## **2.5 Proyectos Relacionados**

### **(1) Aeropuerto de Cochabamba**

En el mes de mayo de 1987, con un crédito del Gobierno Italiano, se iniciaron los trabajos del nuevo aeropuerto de Cochabamba. Como primera fase, en 1991 se concluyeron los trabajos de la pista, desagües e iluminación.

Del costo total de obras que asciende a 42 millones de dólares, 19 millones corresponden al crédito italiano. A partir del mes de junio de 1992 se iniciaron los trabajos de la segunda fase, consistiendo estos en el edificio terminal, torre de control, calles de rodaje y plataforma, obras que actualmente se están ejecutando con un costo de 27 millones de dólares americanos.

### **(2) Aeropuertos de Trinidad, Cochabamba y Santa Cruz**

Se tiene proyectado instalar radares y sistemas de seguridad en estos aeropuertos en base a un crédito del Gobierno Español.

El presupuesto para este equipamiento que consiste en radares monopolso, sistemas de comunicación aire / tierra y equipo de observación meteorológica, asciende a 21 millones de dólares norteamericanos.

## **2.6 Reseña Histórica de la Solicitud y su Contenido**

Este aeropuerto, cuya pista y plataforma se concluyeron en 1966, inauguró su terminal para pasajeros en 1970. Sin embargo, desde esta inauguración no se han realizado reformas ni mejoras fundamentales en las instalaciones, por lo que gran parte de las instalaciones ya son obsoletas y la capacidad del aeropuerto ya no puede acoger a la creciente demanda. Las facilidades de seguridad aeroportuaria no han sido renovadas y actualmente ya son obsoletas y por esta razón, la confiabilidad en la información hacia las aeronaves ha disminuido considerablemente.

Dadas estas condiciones, JICA coopera con el "Estudio de Modernización del Aeropuerto Internacional de El Alto", el mismo que se lleva a cabo en 1987.

En el mencionado estudio se elabora un Plan Maestro cuyo año objetivo es el 2005 y se establece un concepto de desarrollo del área de la terminal y se diseña un modelo y disposición finales como para cubrir una demanda anual de 2.14 millones de pasajeros (440,000 internacionales y 1.70 millones nacionales).

Dentro del marco de este Plan Maestro, se efectuó un estudio de factibilidad para una primera fase cuyo año objetivo sería el 1997, año en el cual se estima que la demanda sería de 1.15 millones de pasajeros (250,000 internacionales y 900,000 nacionales) con una operación de 26,000 vuelos. Para cubrir esta demanda, se planificó el reencape de la pista, la construcción de una calle de rodaje paralela, la ampliación de la plataforma, la edificación de una nueva terminal de pasajeros con una superficie de 16,500 m<sup>2</sup>, una terminal de carga con 5,000 m<sup>2</sup> de superficie y la construcción de una nueva torre de control y oficinas de AASANA con 4,000 m<sup>2</sup>, como también el reemplazo de las facilidades de seguridad aeroportuaria. Sin embargo, lastimosamente se llegó al presente sin poder haber hecho realidad esta primera etapa.

Por otro lado, es casi imposible conseguir partes de repuesto para la reparación de las facilidades de seguridad aeroportuaria instaladas en este aeropuerto; razón por la cual no es de extrañar que se originen daños, inhabilitación o paro temporal de los equipos. Por consiguiente, las operaciones se llevan a cabo dentro de un ambiente de inestabilidad y poca confiabilidad en la seguridad de la navegación aérea. Más aún, la eficiencia de muchos de los equipos ha disminuido considerablemente y se originan errores de funcionamiento, debido a lo cual las líneas aéreas han presentado quejas. Por lo expuesto, podemos decir que la confiabilidad en las ayudas a la navegación aérea, que para un aeropuerto es vital, en este caso ha disminuido considerablemente.

En 1991, en las proximidades de este aeropuerto se accidentó una aeronave de carga, este hecho hizo resaltar más aún la importancia de tener que contar con un sistema confiable de ayuda a la navegación aérea. Así, el Gobierno boliviano, para dar solución a estos problemas con los que se enfrenta el aeropuerto, otorgó la máxima prioridad al mejoramiento de dichas instalaciones y para efectivizar este deseo presentó al Gobierno Japonés una solicitud de cooperación no reembolsable. La Misión de Cooperación Japonesa, en base al contenido de la

cooperación y después de negociar con la contraparte boliviana, viabilizó el proyecto de modernización de las instalaciones, tomando en cuenta que las aeronaves deberían tener una operación segura desde su salida hasta su aterrizaje.

Aunque la parte boliviana solicitó el suministro de equipos individuales, la Misión Japonesa recomendó elaborar un sistema de equipamiento íntegro, poniendo prioridad en los equipos más necesitados, para que cada equipo que compone el sistema opere con su máxima eficiencia.

Debido a que las hombreras no están pavimentadas, se teme que los lentes de luces de pista sean deteriorados por la salpicadura de piedras a causa de la fuerza del chorro de las turbinas de los aviones. Además, la falta del área de giro da la posibilidad de dañar las luces de pista por el viraje forzado de las aeronaves en el umbral de la pista 09 (las ruedas delanteras salen fuera de la pista). Para evitar que las luces de pista de reemplazo sean dañadas, la Misión recomendó incluir en el Proyecto la pavimentación sencilla de las hombreras y construcción del área de viraje.

Después de intercambiar opiniones entre la Misión Japonesa y la Contraparte Boliviana, se decidió llevar a cabo el diseño básico con el siguiente contenido de solicitud final.

#### CONTENIDO DE LA SOLICITUD

##### **1. Facilidades de ayuda para el aterrizaje**

- |   |          |
|---|----------|
| 1.1 ILS (Sistema de aterrizaje por instrumentos), DME (Equipo radiotelemétrico) | 1 juego  |
| 1.2 VOR (radiofaro omnidireccional VHF), DME                                    | 1 juego  |
| 1.3 Cables de comunicación para la administración del equipo                    | 1 global |
| 1.4 NDB (Radiofaro no direccional)  | 1 juego  |
| 1.5 VOR fuera del aeropuerto de El Alto   | 1 juego  |

## 2. Facilidades de control

2.1 Incluye consolas de control, controles remotos, intercomunicadores y accesorios 1 global

Mesa de torre de control (3 posiciones)

TMA (Mesa de control de terminal) (1 posición)

ACC (2 posiciones)

Mesa de coordinación (1 posición)

FIC (Centro de informaciones) (2 posiciones)

Supervisor (1 posición)

2.2 Grabadora (40 canales) para registro de comunicaciones 1 juego

2.3 Pistola de señales luminosas 1 juego

## 3. Telecomunicaciones

3.1 Sistema de telecomunicación VHF aire / tierra

(1) Transmisor y receptor para torre La Paz, 118.3 MHz 1 juego

(2) Transmisor y receptor, aproximación La Paz, 119.5 MHz 1 juego

(3) Transmisor y receptor, terminal La Paz, 123.9 MHz 1 juego

(4) Transceptor, de reserva para terminal La Paz, 124.7 MHz 1 juego

(5) Transmisor y receptor, para información de vuelo, 127.1 MHz 1 juego

(6) Transceptor, de reserva para información de vuelo, 127.7 MHz 1 juego

(7) Transmisor y receptor, para movimiento en superficie, 121.9 MHz 1 juego

(8) Transmisor y receptor, para emergencias, 121.5 MHz 1 juego

- (9) Transmisor y receptor, rango extendido para ACC La Paz,  
128,2 MHz Estación Riberalta, Estación Roboré y Estación  
Sama 3 juegos
- (10) Transmisor y receptor, de reserva para ACC La Paz,  
128.2 MHz 1 juego

### 3.2 Sistema de comunicaciones VHF tierra / tierra

- (1) Transceptor FM para comunicación entre torre y bomberos  
148.5 MHz, incluyendo 5 unidades móviles 1 global
- (2) Transceptor FM para mantenimiento y administración del  
aeropuerto 149.2 MHz, incluyendo 5 unidades móviles y  
10 de mano 1 global

### 3.3 Radios HF aire / tierra

- (1) Transmisor y receptor, ACC La Paz, 6,622 KHz,  
USB/AM, 500 W 1 juego
- (2) Transmisor y receptor, ACC La Paz SAM 1, 6,649 -  
10,024 KHz, SSB, 500 W 1 juego
- (3) Transmisor y receptor, ACC La Paz SAM 2, 8,855 - 10,096 -  
5,526 KHz, SSB, 500 W 1 juego

### 3.4 Radios HF tierra / tierra

- (1) Transmisor y receptor, telefonía directa ATS, 7,647.5 -  
13,552.0 KHz, SSB/AM, 500 W sistema SELCAL con  
generador 1 juego
- (2) Transceptor, para búsqueda y salvamento, 6 canales  
programables, SSB/AM, 200 W 1 juego



- (3) Transceptor, con interfase para telefonía y telegrafía, HF/ISB, 3,411 - 6,750 - 6,775 - 6,880 - 7,680 - 9,480 KHz, 200 W 1 juego
- (4) Transceptor, red de telegrafía regional, HF/CW, 6,997 - 2,553 KHz 1 juego
- (5) Consola para transmisión y recepción de telegrafía (dos posiciones) 1 juego
- (6) Transceptor, red troncal, HF/ISB, 5,810 - 2,593 KHz, 150 W 1 juego

### 3.5 Radio enlace

- (1) Enlace de microondas PCM entre el aeropuerto de El Alto, estación de Achachícala y ENTEL, incluye 2 equipos multiplexores de 30 canales para el aeropuerto y estación ENTEL, más 5 unidades de interfase para telefonía y datos 1 global

### 3.6 Otros equipos de comunicación

- (1) Cables exteriores de comunicación entre la estación de transmisores, torre y estación de receptores 1 global
- (2) Centralita automática de AFTN 1 global

### 3.7 Equipo meteorológico

- (1) Sistema automático de recolección de datos meteorológicos en superficie de pista, incluye 3 sitios de observación, para observatorio, sala de análisis meteorológico, torre y control de aproximación 1 global
- (2) Equipo de observación visual en pista 1 juego
- (3) Nefobasímetro 1 juego
- (4) Sensores meteorológicos convencionales 1 global

(5) Receptor MET APT	1 juego
(6) Receptor WEFAX	1 juego
<b>3.8 Trabajos varios</b>	
(1) Construcción de la torre de control, centro de control de área y salas de equipo para el reemplazo	1 global
<b>4 Iluminación</b>	
4.1 Luces de pista incluyendo los correspondientes trabajos de pavimentación	1 global
4.2 Luces de umbral y fin de pista	1 global
4.3 Luces de calles de rodaje	1 global
4.4 Luces de indicador de dirección de viento	1 global
4.5 Faro de aeródromo	1 juego
<b>5. Sistema de suministro de energía</b>	
5.1 Sistema de distribución de alta tensión, incluyendo extensión de la sala de equipo y cables de alta tensión	1 global
5.2 Sistema de generación de reserva de 250 KVA, para equipo de navegación y luces de aeropuerto, incluyendo extensión de la sala de equipo	1 juego
5.3 Sistema de control de ayuda visual, incluyendo extensión de la sala de equipo, paneles de distribución, regulador de corriente constante para luces de aproximación, luces de pista e indicador de trayectoria de aproximación, transformador de corriente constante para luces de calles de rodaje, mesa de control remoto, control local y panel de conmutación.	1 global
5.4 Cable de alta tensión (5 KV PNIC-6sq) para luces de aeropuerto	1 global

5.5 Sistema de puesta a tierra para equipo y cables	1 global
<b>6. Otros</b>	
(1) Herramientas de mantenimiento	1 global
(2) Equipo de prueba y medición	1 global



## **CAPITULO 3    CONTENIDO DEL PROYECTO**





## CAPITULO 3 CONTENIDO DEL PROYECTO

### 3.1 Objetivos

Toda vez que el Gobierno Boliviano, dentro del proyecto de Modernización del Aeropuerto de El Alto, asignó una alta prioridad a las instalaciones de ayuda a la navegación aérea, el principal objetivo es realizar el reemplazo de estas instalaciones para lograr, de esta manera, proporcionar a los pilotos una información estable y de alta precisión y de esta manera, elevar la confiabilidad y seguridad necesarias en la orientación y aterrizaje de las aeronaves.

### 3.2 Consideraciones Sobre la Solicitud de Cooperación

Para elevar el índice de seguridad de este aeropuerto, es necesario renovar y mejorar todas las facilidades de seguridad, como también es de suma importancia una mejora de la pista y otras partes de la infraestructura misma. Sin embargo, en la solicitud presentada por el Gobierno Boliviano, solamente se enumeraba una serie de equipos de ayuda a la navegación aérea y algunas obras relacionadas; por esta razón, este proyecto de reemplazo y mejora se circunscribe a las facilidades necesarias para un aterrizaje seguro y una información precisa a las aeronaves después de su despegue.

#### 3.2.1 Pertinencia y Necesidad del Proyecto

El sistema de seguridad para la navegación aérea (radioayudas para el aterrizaje, facilidades de control, telecomunicaciones, meteorología, iluminación) actualmente instalado en el aeropuerto internacional de El Alto, más sus sistemas de suministro de energía eléctrica y obras relacionadas están ya muy deteriorados y dado que los equipos datan de hace muchos años, actualmente es muy difícil el conseguir repuestos para su mantenimiento. Por esta razón, las operaciones se efectúan dentro de un ambiente de inseguridad. Por otro lado, debido a la edad de algunos equipos, éstos no funcionan a la perfección, esto ha sido causa para que las líneas aéreas eleven una serie de reclamos por el servicio. Además, en 1991, un avión carguero se accidentó en las proximidades de este aeropuerto y esto hizo que se ponga mayor interés en la necesidad de modernizar las instalaciones.



Por lo expuesto, en este aeropuerto que es la puerta principal de ingreso a Bolivia, se requiere una modernización que incluya la mejora de la capacidad y confiabilidad de los equipos, y una simplificación del mantenimiento, sin que esto implique el cierre de las operaciones y mas bien se asegure la continuidad de las funciones que desempeñan estas instalaciones como parte de tan importante medio de transporte.

Para lograr las metas arriba mencionadas, es de suma importancia, la renovación de por lo menos lo mínimo necesario de los componentes del sistema de seguridad aeroportuaria.

### 3.2.2 Ejecución y Manejo del Proyecto

Básicamente, este proyecto tiene como objetivo el reemplazo del sistema de seguridad aeroportuaria y la ejecución de obras relacionadas. Si bien está considerado el fortalecimiento de una parte de la organización del Centro de Control de Area y el incremento de una posición con este fin, el método de control actual para las aeronaves será mantenido. Por lo tanto, no se hace necesario el incremento de personal de control, telecomunicaciones ni mantenimiento después de la cristalización del Proyecto.

Sin embargo, una vez realizado el reemplazo de equipo, será necesario tener un monto de repuestos e insumos suficientes como para mantener los equipos en forma adecuada, para lo cual estimamos, desde el punto de vista de la inversión, que será necesario un presupuesto de aproximadamente 2 millones de bolivianos por año.

Por otro lado, viendo el balance económico de AASANA La Paz, los ingresos superan a los egresos, por lo que consideramos que el aspecto financiero es bueno. Viendo el movimiento de 1992, las principales fuentes de ingreso son; el pago de impuesto aeroportuario, el servicio de aterrizaje, alquiler de espacios en la terminal, servicios en plataforma, servicio de radioayudas, etc., con 14.5 millones de bolivianos. Los principales egresos son; personal, material de reparaciones, combustible, insumos, y otros que suman aproximadamente 11.5 millones de bolivianos, de donde podemos apreciar que hay un superávit de aproximadamente 3 millones de bolivianos.

Año 1992

(Unidad : Mil Bolivianos)

	Ingresos	Egresos
Pago de impuesto aeroportuario	5,860	
Servicio de aterrizaje	4,178	
Alquiler de espacios en la terminal	1,476	
Servicios en plataforma	1,067	
Otros	1,967	
Personal		7,321
Material de reparaciones, combustible, insumos		3,377
Otros		878
<b>Total</b>	<b>14,548</b>	<b>11,576</b>
<b>Superávit</b>		<b>2,972</b>

Si bien no es posible incrementar los ingresos porque se realizará simplemente un reemplazo de equipo, pensamos que es posible la adquisición de módulos, repuestos e insumos para el nuevo equipo.

### 3.2.3 Cooperación Recibida de Otros Países

La cooperación que recibe el aeropuerto de El Alto por parte de otros países es como se indica a continuación y podemos notar que no hay duplicidad con la cooperación japonesa.

País Cooperador: Canadá  
 Cooperación: Instalaciones de seguridad  
 - Malla olímpica  
 - Cámaras de observación  
 - Detector de rayos X  
 - Detector de metales  
 Otros  
 - Radios para bomberos  
 - Ropa de seguridad para bomberos, máscaras de oxígeno, etc.

Periodo de ejecución: 1993 / 1994

Presupuesto: 9.2 millones de dólares (crédito)

A continuación, se indican los equipos principales que fueron otorgados al aeropuerto de El Alto por los países extranjeros.

País Cooperador	Estados Unidos	España
Contenido de Cooperación	Puente de embarque	Radar Secundario de Vigilancia (SSR)
Año de ejecución	1987	1987
Presupuesto	Donación (Trasladado desde el Aeropuerto de Miami)	1.2 millones (\$ americano) (Donación)

#### 3.2.4 Estructura del Proyecto

El aeropuerto de El Alto tiene funciones como; Región de Información de Vuelo (FIR), Centro de Control de Area (ACC), Centro de Información de Vuelo (FIC), Area de Control Terminal (TMA) y Control de Aproximación (APP, TWR). Este proyecto tendrá como componentes primarios, la instalación de sistemas de seguridad (radioayudas para despegue y aterrizaje, sistemas de control, telecomunicaciones, meteorología, iluminación), sistemas de suministro de energía e instalaciones para albergar los equipos.

#### 3.2.5 Instalaciones Solicitadas y Equipos a Suministrarse

El contenido o alcance de este proyecto se limita a sistemas de seguridad que son necesarios para cualquier aeropuerto y que cumplan con las recomendaciones de la OACI y puedan garantizar la seguridad en la operación de las aeronaves (equipo necesario para mejorar los sistemas y equipo que se necesita pero que actualmente no está instalado), más los sistemas de alimentación de energía para estos equipos y las construcciones que conlleva el reemplazo de equipo.

El concepto para la adquisición de equipo no es algo individual, al contrario cada equipo se considera parte de un solo sistema necesario para garantizar una operación segura de las aeronaves. Además se ha tenido cuidado de no hacer nada exagerado que pueda perturbar la realidad de la organización en las áreas de

control y telecomunicaciones. La tabla 3.2.1 muestra el contenido del material e instalaciones de la cooperación.

### 3.2.6 Necesidad de Cooperación Técnica

La Misión Japonesa, en base a las conversaciones sostenidas con el personal de mantenimiento de AASANA y viendo el nivel de sus conocimientos técnicos, y el buen mantenimiento que realizan con los escasos repuestos, considera que este personal es suficiente y capaz de realizar el mantenimiento del nuevo equipo a instalarse. Además, el equipo a reemplazarse es el que está en operación actualmente, por lo que se aumentará solamente la cantidad de los mismos y no se instalarán otro tipo de máquinas. Por lo tanto, bastará con que los técnicos aprendan sólo el manejo del equipo nuevo y el resto, como ser mantenimiento y operación, no tendrá problemas en manos del actual personal con el que cuenta AASANA.

Además, el mantenimiento de los equipos modernos es fácil ya que son modulares; en consecuencia, contando con instrumental que les permita detectar el módulo defectuoso y teniendo los módulos de repuesto respectivos, solo bastará con cambiar de módulo. Por lo tanto, si se toma en cuenta el entrenamiento del personal de AASANA y se suministran manuales de mantenimiento y operación en idioma español, consideramos que no es necesario aplicar el sistema de Cooperación Técnica en el caso de este Proyecto.

### 3.2.7 Política Fundamental en la Realización de la Cooperación

Después de considerar el efecto y la realidad del proyecto, como también la capacidad de ejecución de Bolivia y dado que el impacto de este proyecto es el adecuado para un crédito a fondo perdido, consideramos que el Proyecto en cuestión es apto para la cooperación de crédito no reembolsable del Gobierno Japonés. Por lo tanto, suponiendo que este Proyecto se ejecutará con la cooperación financiera no reembolsable del Gobierno Japonés, a continuación consideraremos los diferentes aspectos del Proyecto y llevaremos a cabo el diseño básico.

Tabla 3.2.1 INSTALACIONES SOLICITADAS Y EQUIPOS A SUMINISTRARSE

Nombre del equipo o instalación	Estado actual	Necesario para normas OACI, Cat. I, ACC o FIC	Solicitado sí o no	Facilidad definida para categoría I Evaluación de la Misión
<b>1. RADIO AYUDAS</b> (1) ILS/DME (2) VOR/DME (3) NDB (4) VOR fuera del aeropuerto de El Alto	Obsoleto Obsoleto Muy antiguo <input checked="" type="checkbox"/> Aún no instalado	<input checked="" type="radio"/> Necesario p/cat I <input type="radio"/> Necesario <input type="radio"/> No existen regulaciones al respecto	<input type="radio"/> Sí <input type="radio"/> Se solicitó sólo VOR	<input type="radio"/> Se considera necesario <input type="radio"/> Se considera necesario para determinar las rutas. Se planea un VOR/DME
<b>2. SISTEMA DE CONTROL DE TRAFICO AEREO</b> (1) Consolas de control de tráfico aéreo y unidades de control remoto (2) Grabadora para ATC (3) Pistola de señales luminosas	Muy antiguo Obsoleto Obsoleto	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>
<b>3. SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES</b> (1) Radios VHF aire / tierra (2) Radios HF aire / tierra (3) Radios VHF tierra/tierra (4) Radios HF tierra / tierra (5) Enlace de microondas PCM (6) Centralita automática de AFTN	Obsoletos, sin reserva Obsoleto <input checked="" type="checkbox"/> Obsoleto Obsoleto Obsoleto Obsoleto	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="radio"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="radio"/>	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> Se considera necesario para el mantenimiento y operación del aeropuerto <input type="radio"/> <input type="radio"/> Se considera necesario para enlazar con ENTEL <input type="radio"/>
<b>4. Equipo meteorológico</b> (1) Sistema automático de recolección de datos meteorológicos en superficie de pista (2) Receptor WEFAX (3) Sensores meteorológicos convencionales	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> Obsoleto	<input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="radio"/> <input type="radio"/> Se planifica instalar como reserva del sistema automático <input type="radio"/> Necesario para el mantenimiento del equipo
<b>5. Instrumental de medición</b>	No completo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/> Necesario para reemplazar el equipo mientras se continúa operando
<b>6. Edificaciones</b> (1) Torre de control y salas de máquinas	No hay espacio para el reemplazo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>7. Iluminación</b> (1) Luces de pista (2) Luces de umbral y fin de pista (3) Luces de calles de rodaje (4) Faro de aeródromo (5) Control remoto y monitoreo de luces	Una parte no funciona y su circuito no es alternado Su disposición no es acorde con Cat. I Fallas en aislamiento del lado primario Obsoleto Obsoleto	<input checked="" type="radio"/> <input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>
<b>8. Obras civiles</b> (1) Hombreras y área de giro en pista	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>9. Suministro de energía</b> (1) Subestación de transformación (2) Generadores de emergencia (3) Circuito de alta tensión interno	Obsoleto No acordes con categoría I Obsoleto	<input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> Se instalará incluyendo la parte de la nueva torre y otros.



### **3.3 Generalidades del Proyecto**

#### **3.3.1 Organización de Ejecución y Régimen Administrativo**

El régimen administrativo de Proyecto, tal como se muestra en la figura 3.3.1, está conformado por el Gobierno Boliviano, el Ministerio de Transportes y Comunicaciones y la Administración de Aeropuertos y Servicios Auxiliares a la Navegación Aérea (AASANA). Una vez concluido el proyecto, será AASANA la entidad que se encargará de la administración y mantenimiento de las nuevas instalaciones. En la figura 3.3.1 se muestra el organigrama de AASANA La Paz, el número de personas es de 289. Tal como se puede observar en la figura 3.3.2, el nivel de control (ACC) y el nivel de información (FIC) serán reforzados en el futuro.

Si bien el presente Proyecto tiene por objeto el reemplazo de instalaciones, una vez concluido, pensamos que AASANA podrá manejar, administrar y mantener sin problemas estas instalaciones.

( ) Numero de personas

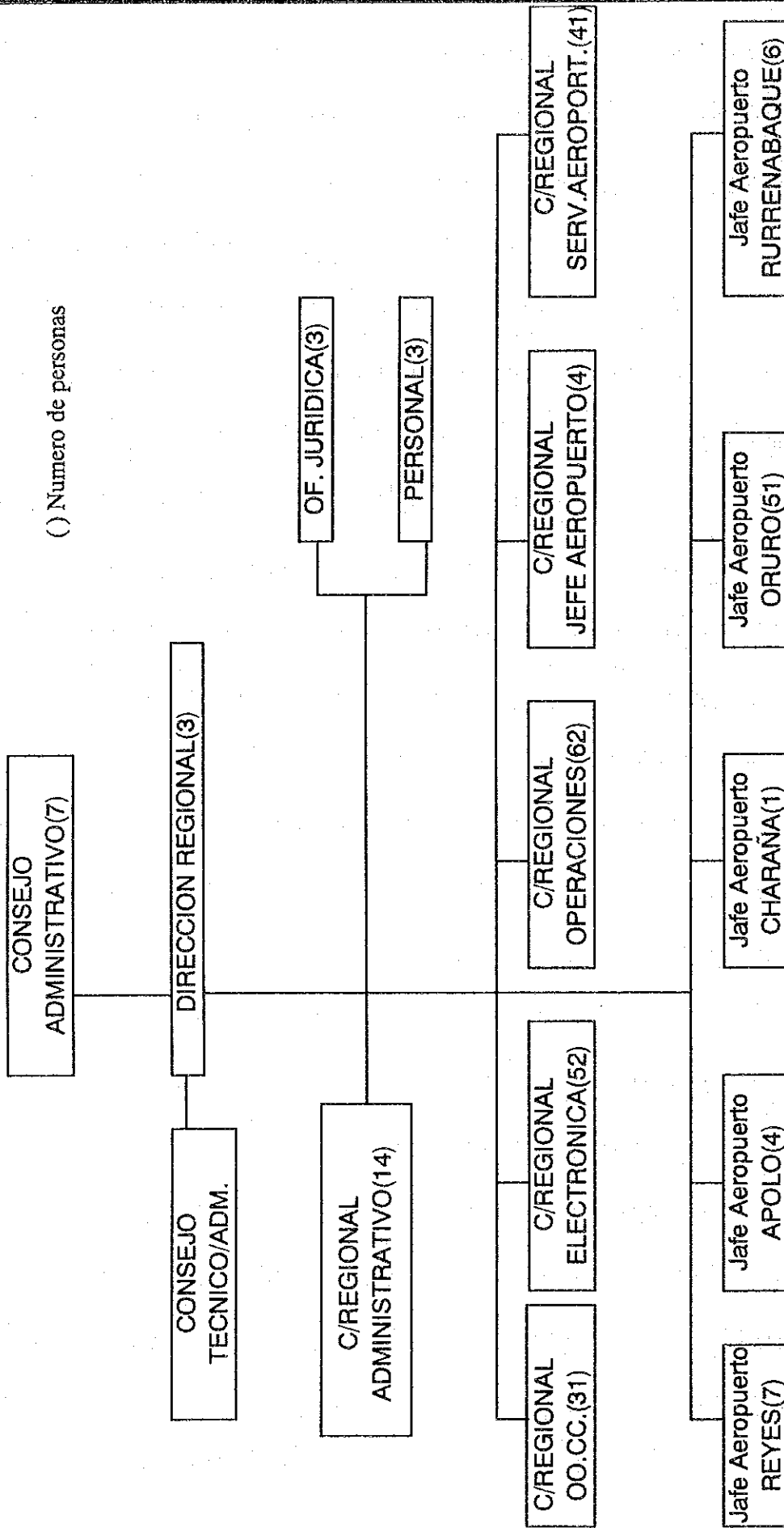


Fig. 3.3.1 ORGANIGRAMA DE AASANA



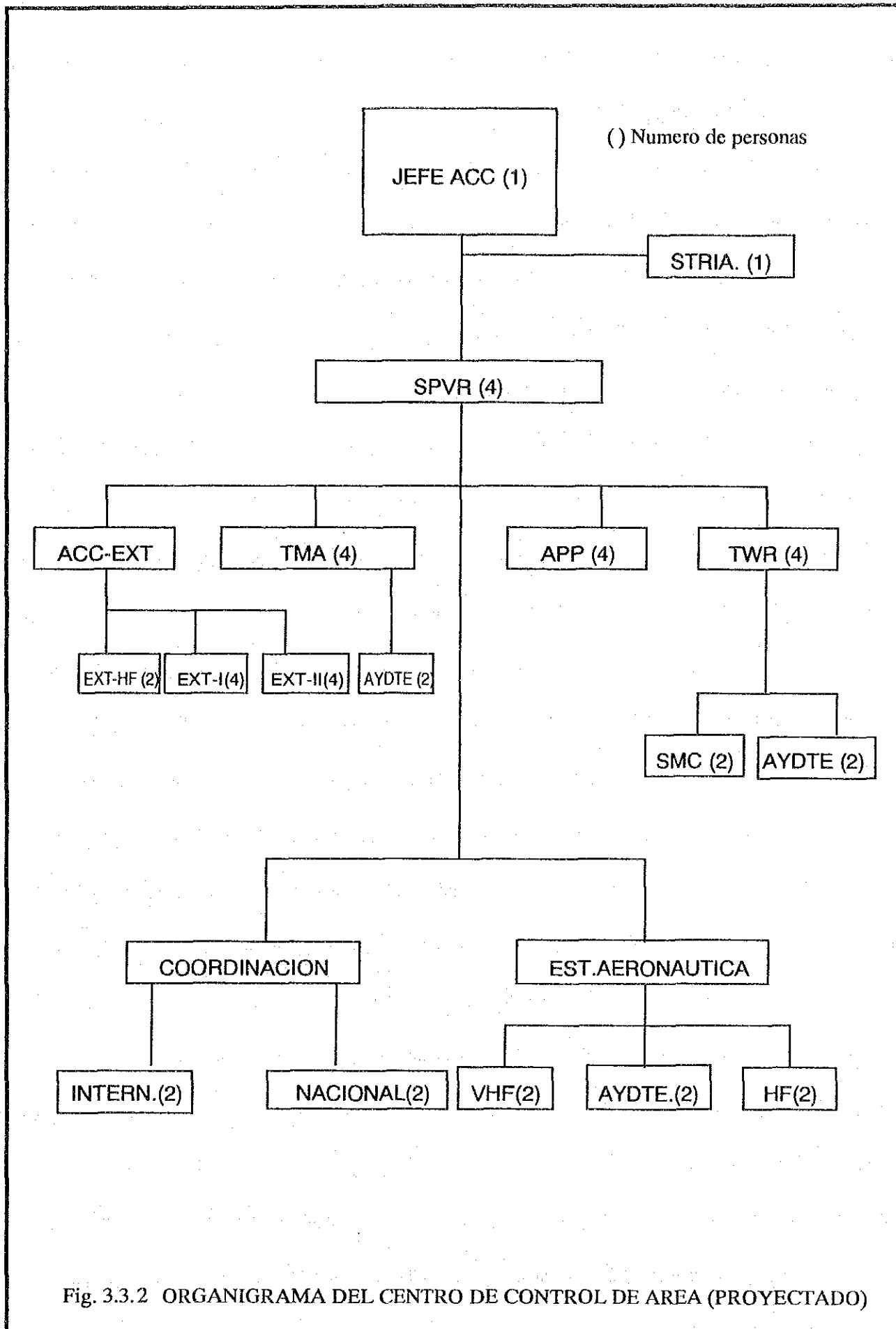


Fig. 3.3.2 ORGANIGRAMA DEL CENTRO DE CONTROL DE AREA (PROYECTADO)

### 3.3.2 Ubicación y Condiciones del Sitio del Proyecto

El Proyecto estará ubicado dentro del aeropuerto de El Alto, sin embargo, algunas instalaciones estarán emplazadas fuera del mencionado aeropuerto.

A continuación, describimos las generalidades de estas instalaciones.

#### (1) Estaciones remotas de transmisión y recepción VHF aire / tierra

Se tiene planeado instalar estaciones remotas de transmisión y recepción VHF aire / tierra para control de área, en las localidades de Riberalta, Roboré y Sama. Las ubicaciones de estas estaciones se muestran en las figuras 3.3.3 - 6.

Estas estaciones están ubicadas en lugares donde existen repetidoras de ENTEL, por lo tanto, se cuenta con acceso y suministro de energía. AASANA se comprometió negociar con ENTEL sobre el uso del suministro de energía y de la caseta; sin embargo, si no es posible usar en forma comunitaria estas instalaciones, AASANA se encargará de construir la caseta, el alambrado e instalar el suministro de energía eléctrica. En cuanto a la disponibilidad de espacio físico, no hay problema respecto de la propiedad de terrenos, sean estos del estado o de ENTEL.

#### (2) Repetidora de Microondas (PCM)

Se tiene planificado reemplazar las instalaciones del enlace por microondas que se encuentran en Achachicala a 7 Km al Noreste del aeropuerto y en las oficinas de ENTEL en la ciudad de La Paz. (figura 3.3.7).

La repetidora de Achachicala se encuentra dentro de los terrenos de ENTEL por lo que se cuenta con acceso y suministro de energía eléctrica. Sin embargo, debido a la falta de espacio para el reemplazo en la caseta de ENTEL, se tiene previsto construir una caseta nueva dentro del mismo terreno. El equipo instalado en las oficinas de ENTEL será reemplazado en la misma sala de equipos.

#### (3) Se instalará en Calamarca un VOR/DME para determinar la ruta de aproximación y salida del área terminal. Calamarca, como se muestra en la figura 3.3.8, se encuentra a unos 60 Km al sur del aeropuerto y se tiene previsto instalar el VOR/DME en un cerro a 4,300 m sobre el nivel del mar.

En este lugar existe una repetidora de microondas de ENTEL y se cuenta con camino de acceso, electricidad y línea telefónica. AASANA se comprometió a edificar la caseta e instalar líneas de energía eléctrica y telefónica en el sitio.

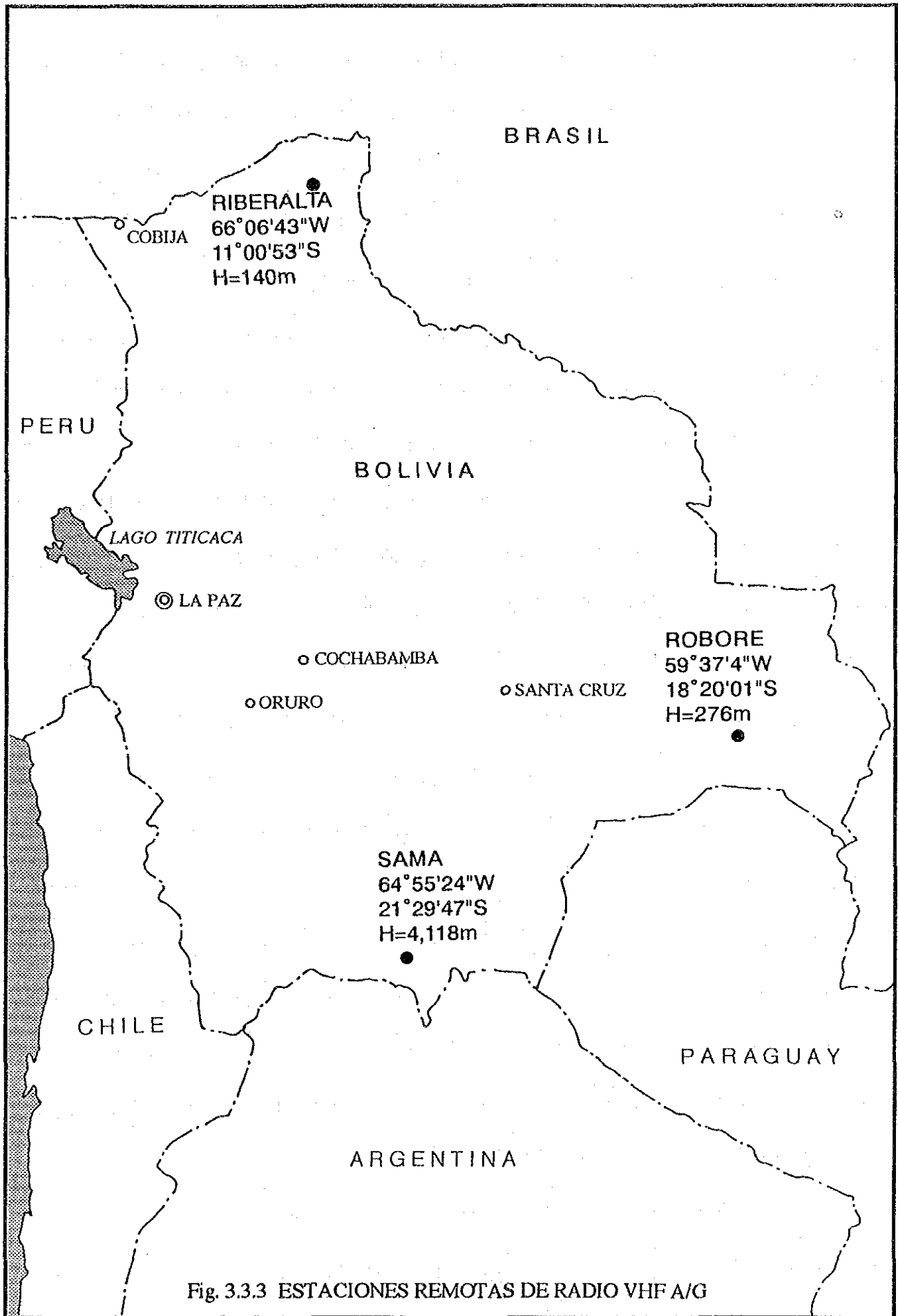
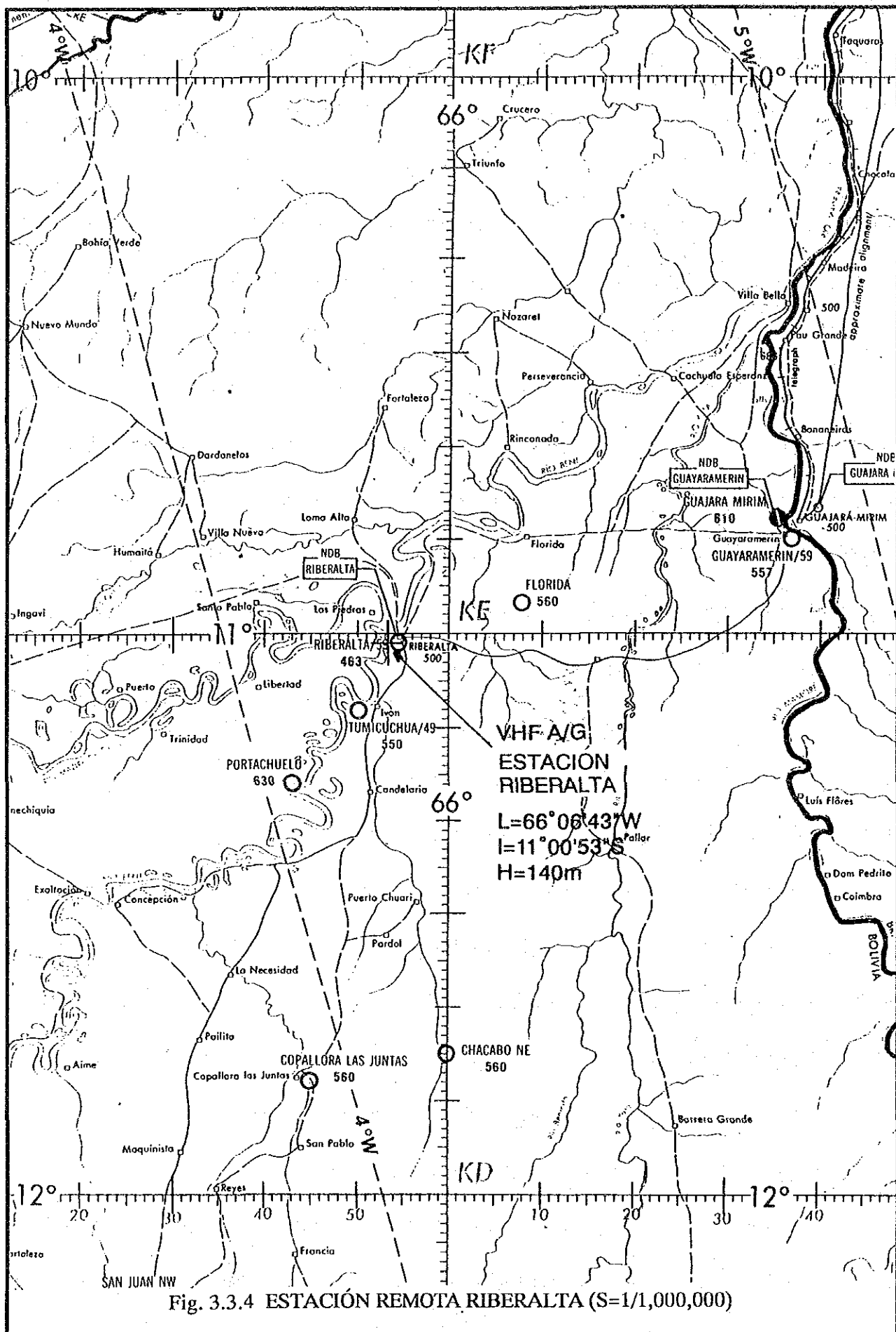


Fig. 3.3.3 ESTACIONES REMOTAS DE RADIO VHF A/G



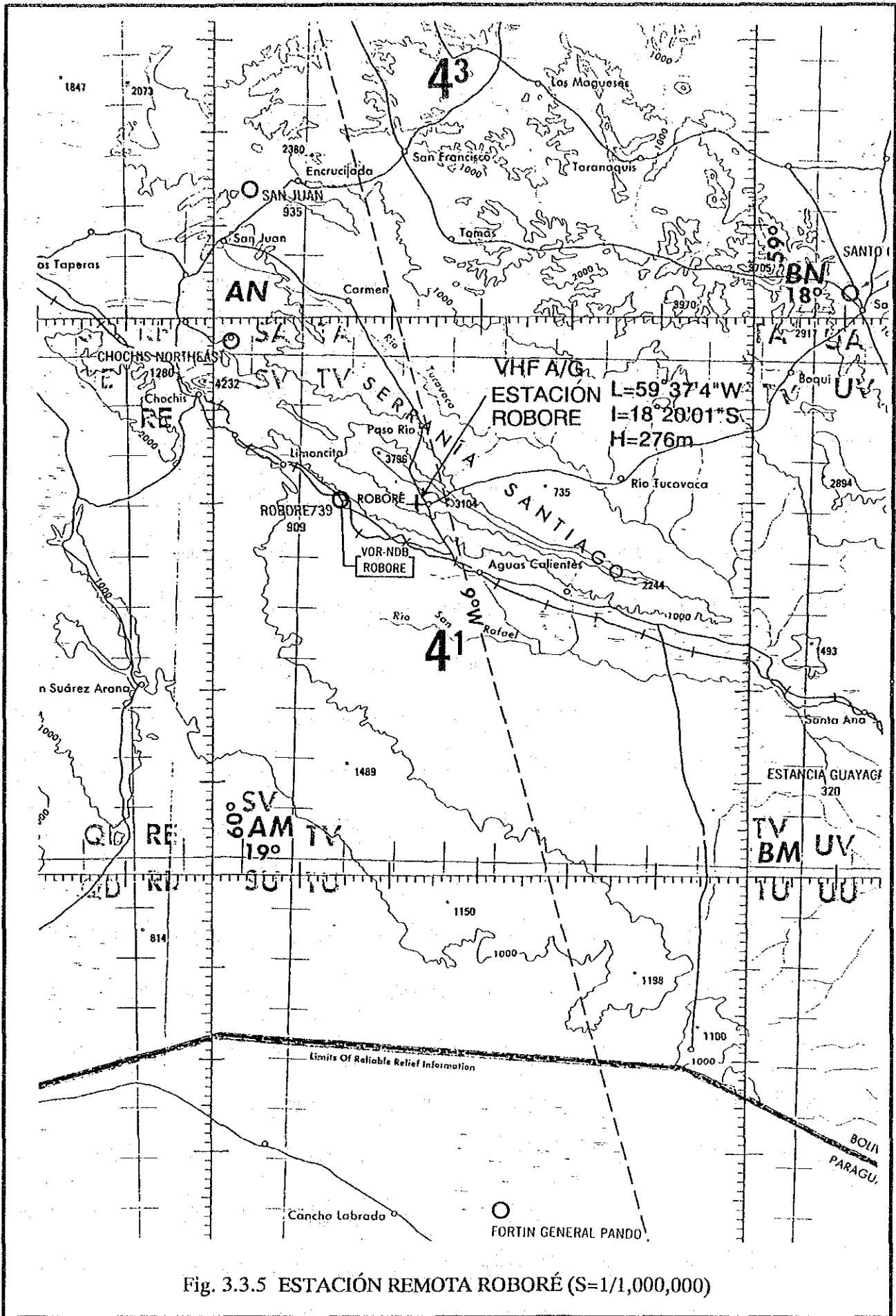


Fig. 3.3.5 ESTACIÓN REMOTA ROBORÉ (S=1/1,000,000)

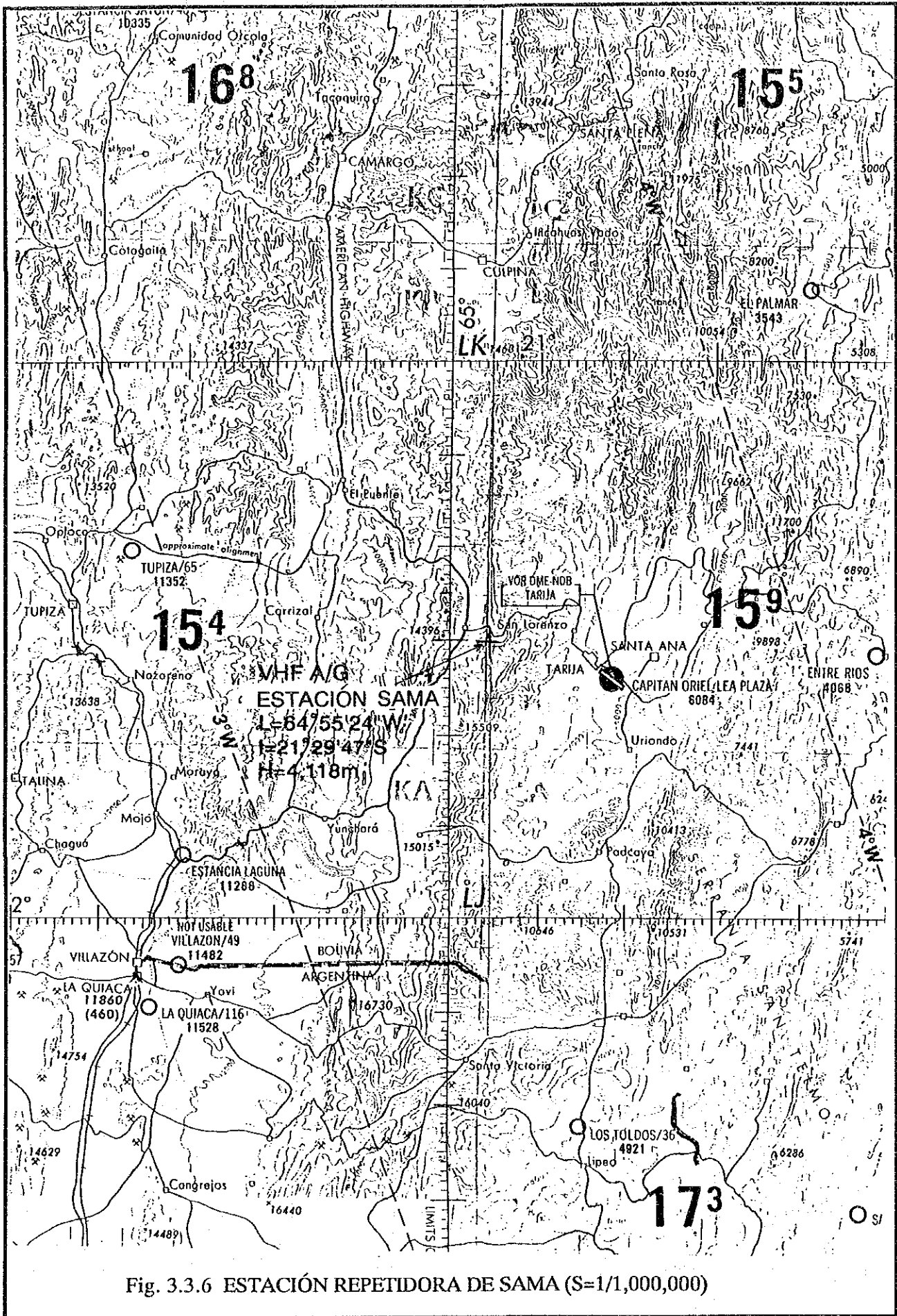


Fig. 3.3.6 ESTACION REPETIDORA DE SAMA (S=1/1,000,000)

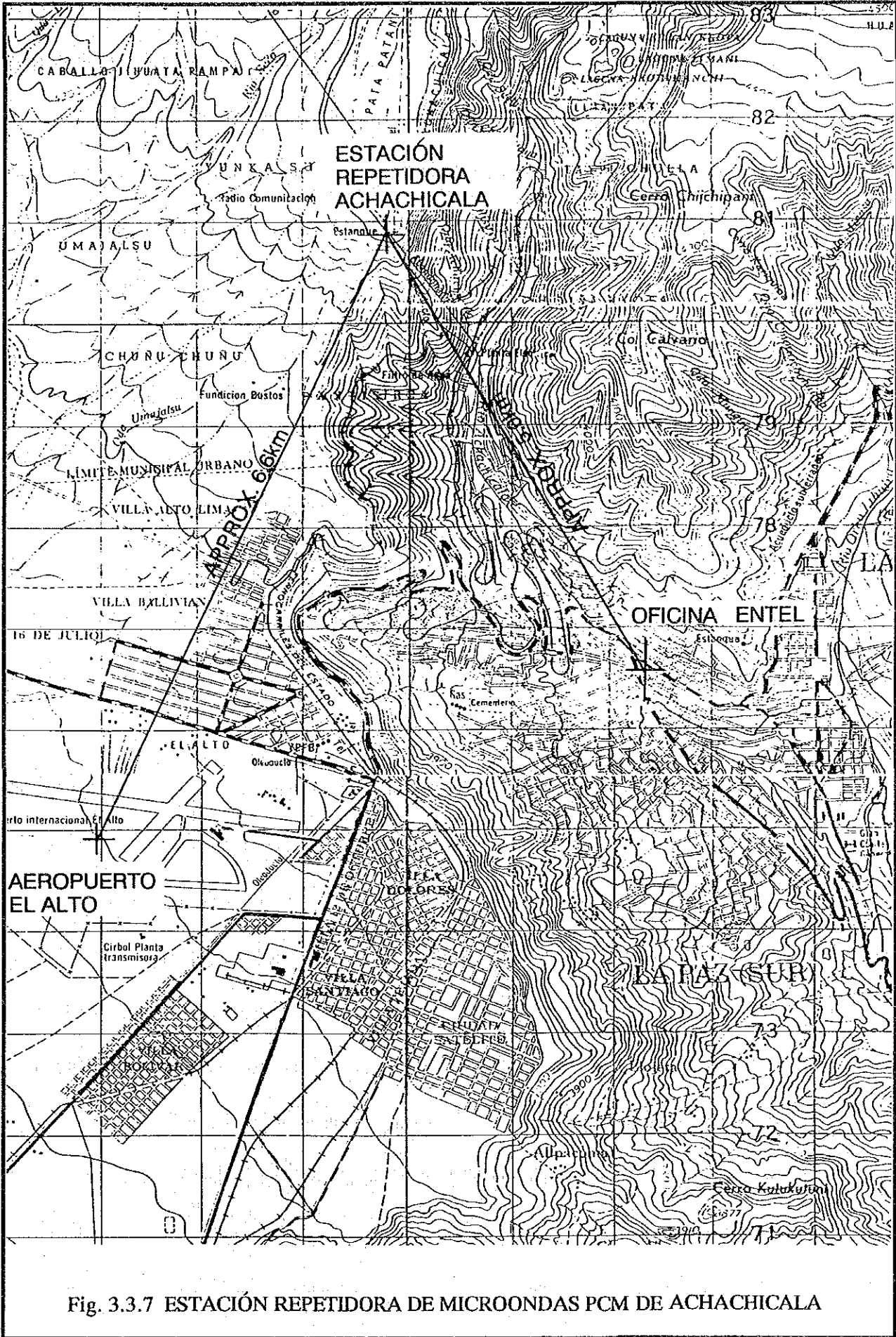
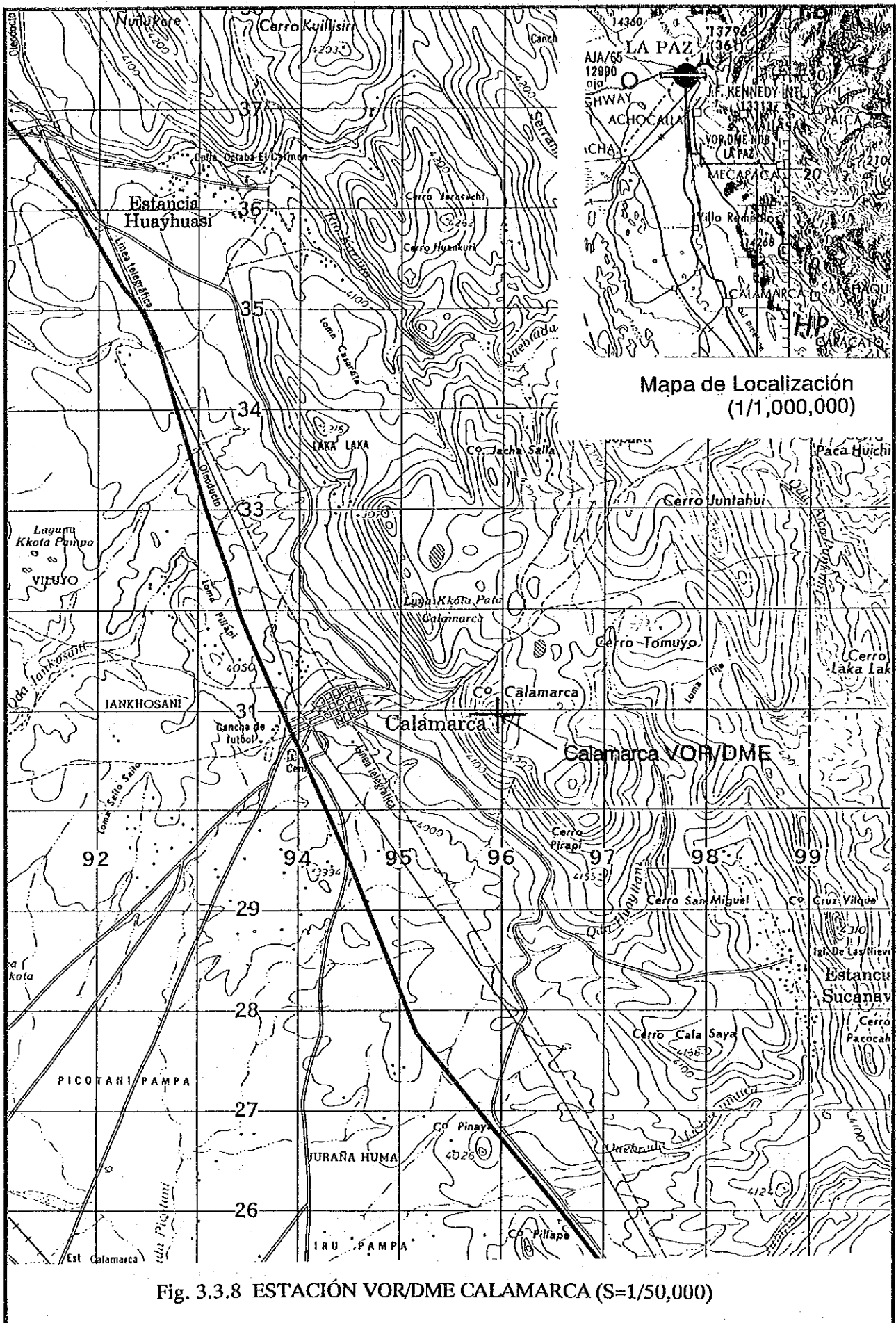


Fig. 3.3.7 ESTACION REPETIDORA DE MICROONDAS PCM DE ACHACHICALA





### 3.3.3 Resumen de las Instalaciones y Equipos

Las instalaciones y equipo proyectados más su uso son como sigue;

#### (1) Ayudas a la navegación aérea

- ILS/DME : Se reemplazarán el ILS y DME para aproximación a precisión en la pista 09 por un ILS y radiobaliza exterior
- VOR/DME (Aeropuerto) : Se reemplazará el VOR/DME de aproximación y salida
- NDB : Se reemplazará el NDB de aproximación y salida y de recalada
- VOR/DME (Calamarca) : Se instalará un VOR/DME nuevo para el control de área y definición de rutas en el área terminal.

#### (2) Instalaciones de Control

- Consola de control y mando de comunicaciones : Las instalaciones actuales de control de rutas, de aproximación, de aeropuerto y el equipo de informaciones de vuelo serán reemplazados.
- Grabadora para control : La grabadora de registro de control será reemplazada.
- Pistola de señales luminosas : La pistola de señales luminosas será reemplazada.

#### (3) Instalaciones de Telecomunicación

- Equipo VHF : Reemplazo del equipo VHF de 8 ondas que se usa para la comunicación con las aeronaves.

- Equipo HF : El equipo de HF de tres sistemas empleado para la comunicación con las aeronaves será reemplazado.
- Equipo VHF de tierra : El sistema de comunicaciones entre la torre y bomberos y el de mantenimiento del aeropuerto será reemplazado.
- Equipo HF de tierra : Se cambiará este sistema cuádruple que se usa como ATSD, AFTN, coordinación para las comunicaciones del aeropuerto y de tareas de búsqueda y salvamento.
- Microondas PCM : El equipo FDM/UHF actualmente usado para el enlace con ENTEL será cambiado por un sistema de microondas PCM.
- Centralita AFTN : Este equipo de conmutación de mensajes para AFTN será reemplazado.

(4) Instalaciones para Meteorología

- Recolección automática de datos meteorológicos en pista : Se instalará un nuevo sistema de recolección automática de datos meteorológicos (temperatura, punto de rocío, dirección y velocidad de viento, presión atmosférica, lluvia, visibilidad, altura de las nubes).
- Receptor WEFAX satélite : Se instalarán dos equipos de recepción de información, uno para satélite de órbita fija y otro para el de órbita móvil.
- Equipo de observación manual : Se instalarán lectores de operación manual.

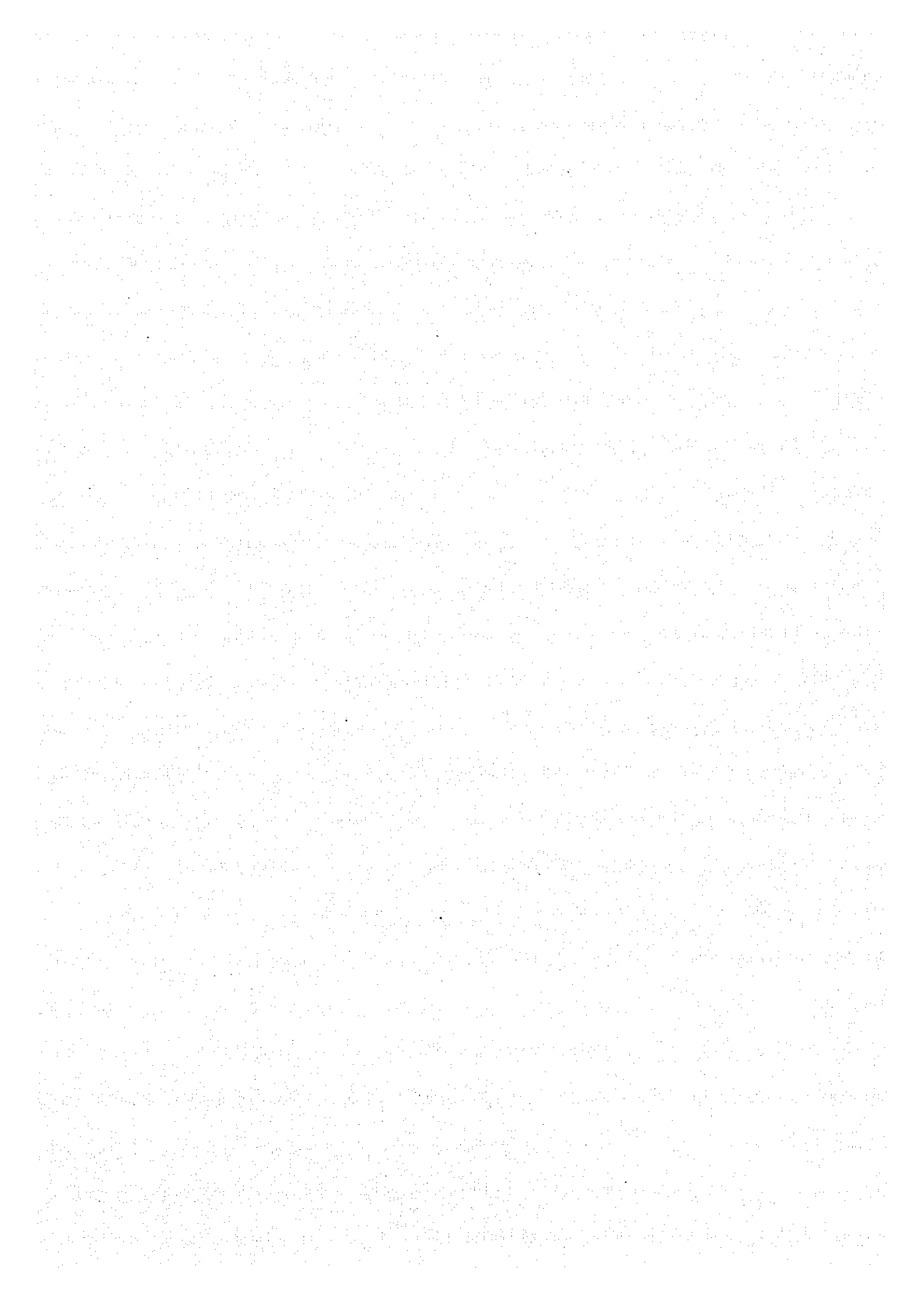
- (5) Instrumentos de medición : Se reemplazará todo el instrumental necesario para el mantenimiento del equipo arriba enumerado.
- (6) Edificaciones
- Torre de control y salas de equipo : Se edificarán una torre de control (aprox. 29 m de alto) y los ambientes necesarios para el emplazamiento de los sistemas de transmisión (aprox. 1,200m<sup>2</sup>), generadores y transformadores.
- (7) Iluminación
- Luces de pista : Se reemplazarán todas las luces que no funcionan. Además, de acuerdo con las recomendaciones de la OACI, para pistas categoría I (pistas de precisión), el circuito primario de alta tensión será múltiple. El transformador también será reemplazado de acuerdo con el circuito múltiple.
  - Luces de umbral y fin de pista : Se instalarán luces en las pistas 09 y 27 de acuerdo con las normas de categoría I.
  - Luces de calles de rodaje : Además de corregir el aislamiento del circuito primario, se cambiarán las luces dañadas.
  - Luz del indicador de dirección de viento : La manga será cambiada por una que tenga iluminación y pueda ser visible incluso por las noches.
  - Faro de aeródromo : El faro será renovado por completo, incluyendo la torre

- Sistema de control y monitoreo de iluminación. : Se reemplazarán consolas, reguladores de corriente y transformador de corriente constante.
- (8) Pavimento : Se pavimentarán las hombreras de pista para el aterrizaje de A-300 y se construirá un área de giro para proteger de daños a las luces de pista.
- (9) Suministro de energía
- Estaciones de recepción y transformación : El equipo de recepción y transformación de corriente será renovado en la nueva sala de máquinas.
  - Sistema de generación de emergencia : Se instalará un nuevo generador de emergencia para las instalaciones de ayuda a la navegación aérea.
  - Circuito de alta tensión : Se cambiará todo el circuito de alta tensión que alimenta a los equipos de ayuda. Con la nueva instalación subterránea de cables se instalará también un sistema de pararrayos.

#### 3.3.4 Plan de Mantenimiento y Administración

Una vez realizado este Proyecto, para mantener en buen estado todo el equipo donado, será necesario establecer un plan de administración como el que sigue:

- (1) Inspecciones diarias y extraordinarias, limpieza y provisión de manuales.
- (2) Administración de los manuales de operación y mantenimiento y de los planos.
- (3) Inventario de los equipos y registro de daños y reparaciones
- (4) Realización de vuelos periódicos de calibración y manejo de esos datos.
- (5) Administración de lo mínimo necesario de módulos de repuesto, partes e insumos como la adquisición periódica de los mismos y el establecimiento de un presupuesto permanente.



## **CAPITULO 4 DISEÑO BASICO**







## CAPITULO 4 DISEÑO BASICO

### 4.1 Política del Diseño

El diseño se llevará a cabo de acuerdo con lo indicado en inciso 3.2.5 del capítulo 3 referente al contenido de la solicitud y en base a las conversaciones sostenidas entre la Misión de Estudio y los representantes de las Autoridades Bolivianas. Ahora bien, en las instalaciones, edificaciones y equipos se tomarán muy en cuenta las características especiales y condiciones naturales del aeropuerto de El Alto que se encuentra a 4,000 metros sobre el nivel del mar.

#### (1) Condiciones Naturales

La temperatura media durante el día no tiene mucha variación a lo largo del año, ésta se encuentra entre los 7° y 11°. Sin embargo, la diferencia de temperatura entre el día y la noche varía desde un mínimo de menos 5° en la noche hasta una máxima de 20° durante el día, lo cual hace una diferencia de 25°. Por esta razón, especialmente para el pavimento rígido con hormigón, se debe tomar muy en cuenta esta diferencia de temperatura, por lo tanto, para los trabajos con hormigón en el aeropuerto se deberá tener mucho cuidado en no vaciar cemento durante la noche y coordinar los trabajos con los horarios de vuelos y operaciones.

El mes de enero es el más lluvioso con aproximadamente 140 mm, pero durante la época de secas casi no se tienen lluvias. Por lo tanto, no hay necesidad de tomar medidas especiales respecto de las lluvias. La velocidad máxima de viento registrada en los últimos 30 años es de 39 m/seg y por esta zona no existen terremotos. Por lo expuesto, tanto las edificaciones como la postación de antenas y otros, se diseñarán tomando muy en cuenta estas condiciones y tratando de que sean económicas.

Debido a que el aeropuerto se encuentra a una altitud de 4,000 m, hay mucha tempestad eléctrica, por esta razón, es necesario que las edificaciones y cables enterrados cuenten con pararrayos. Las especificaciones técnicas de los generadores y acumuladores deberán estar acordes con la mencionada altitud de 4,000 m.

(2) **Condiciones sociales**

Si bien el objetivo principal de este Proyecto es el reemplazo de equipos, en algunos casos se tendrán que hacer algunas edificaciones. Estas edificaciones, para facilitar el mantenimiento de los equipos, en lo posible serán simples y funcionales.

(3) **Aspectos arquitectónicos**

En Bolivia se emplea principalmente la norma norteamericana ASTM para la construcción. Sin lugar a dudas, podemos decir que la capacidad técnica de las constructoras y consultoras bolivianas es bastante alta. Sin embargo, podemos afirmar también que los períodos de construcción son largos (muchas veces por aspectos económicos) y no siempre se lleva un control estricto del tiempo de obra.

En la ciudad de La Paz se puede conseguir mano de obra suficiente, y después de haber observado algunas obras, estamos en condiciones de afirmar que con una buena supervisión y dirección los obreros pueden desarrollar una alta eficiencia. Pero, la labor misma de ellos es lenta, por lo que se necesita prestar mucha atención en la administración del factor tiempo.

(4) **Empresas locales**

Como lo mencionamos anteriormente, el principal objetivo de este Proyecto es la renovación del equipo actual. Por las características de los sistemas, la adquisición de equipos no es posible en el país, pero consideramos que las construcciones como la de la torre de control y las obras de pavimento, considerando el trabajo y sus dimensiones, pueden ser fácilmente realizadas por las empresas locales.

En cuanto a la maquinaria pesada a usarse en las obras civiles y edificaciones, debido a la magnitud de las mismas, consideramos que será suficiente con el equipo con el que cuentan las empresas locales.

Los materiales de construcción, excepto los agregados y el cemento, son, en su mayoría, importados del Brasil. Las empresas importadoras no siempre cuentan con la cantidad necesaria, por lo que en algunos casos se tendrá que hacer algún pedido. Por lo expuesto, los materiales de construcción, en su mayoría, serán importados.

(5) **Capacidad administrativa y de mantenimiento de la entidad ejecutora**

AASANA será la entidad que se encargue del mantenimiento y administración después de concluido el reemplazo de las facilidades. Tal como lo mencionamos en el punto 3.2.6, consideramos que no habrá ningún problema en la capacidad técnica para el mantenimiento del equipo nuevo. Sin embargo, para mantener la eficiencia y calidad del equipo es necesario hacer un mantenimiento y adquisición de repuestos en forma periódica, por lo tanto, para que el cambio de repuestos no sea una carga económica demasiado fuerte al querer comprar de una sola vez todos los repuestos, será necesario tener un presupuesto para este ítem.

(6) **Alcance de las instalaciones y equipos**

El funcionamiento y la manera de operación de las facilidades como de los sistemas de seguridad están establecidos por la OACI, por lo tanto, pensamos que no habrá ningún problema al respecto. Al contrario, se elevará la confiabilidad en la seguridad de las operaciones de las aeronaves y las instalaciones de seguridad del aeropuerto internacional de El Alto tendrán la categoría I.

(7) **Período de obras**

Ya que el principal objetivo de este proyecto es el reemplazo de equipos y dada la característica de los mismos, una vez hecho el pedido a fábrica, se tendría que empezar con la solicitud de repuestos. Por lo tanto, dividiendo a grandes rasgos, el período de obras será como sigue:

- Elaboración de planos de los equipos (simultáneamente se pedirán repuestos)
- Fabricación de los equipos
- Instalación de los equipos, pruebas y ajuste

Desde la elaboración de los planos de los equipos hasta su fabricación tomará aproximadamente 13 meses de tiempo. Adicionando a este tiempo el requerido para la licitación, la aprobación de los planos, el embalaje y el envío, en total, desde la invitación a la licitación de obras hasta el arribo de los equipos al sitio de trabajo, el tiempo será de aproximadamente 20

meses. Además, se requerirá un tiempo de aproximadamente 6 meses para la instalación, ajuste, pruebas y entrenamiento del personal de AASANA para recién proceder a la entrega de los equipos. A todo este tiempo, habrá que sumar aproximadamente un mes para el retiro del equipo antiguo, ya que este trabajo necesariamente tendrá que realizarse después de la instalación de los nuevos equipos.

Las obras civiles y las edificaciones necesarias para el reemplazo de equipos, se concluirían casi en el tiempo que tome la fabricación de los equipos, por lo tanto esta parte no influye significativamente en el cronograma general. La tabla 4.4.5 muestra en forma más detallada el cronograma de ejecución de los trabajos.

#### **4.2 Consideraciones Sobre las Condiciones de Diseño**

En ocasión del reemplazo de equipos en el aeropuerto internacional de El Alto, las ayudas para despegue y aterrizaje y la iluminación en su pista para aproximaciones de precisión serán categoría I. Asimismo, los sistemas de telecomunicación, las facilidades de control y las facilidades de la parte meteorológica serán de similares características que las actualmente instaladas, pero las especificaciones y condiciones de los equipos estarán acordes con los puntos 3,10 y 14 del anexo de la OACI y el manual de diseño de aeropuertos. Para que el reemplazo de los equipos se lleve a cabo sin causar problemas mientras el aeropuerto esté en funcionamiento, se edificarán las salas para albergar los equipos de reemplazo. De tal manera que no hace falta tomar medidas especiales para el control aéreo durante el período de obras. Sin embargo, el plan de reemplazo tendrá que contemplar la suspensión del servicio de radioayudas durante un determinado período. Por lo tanto, tan pronto como se confirme el plan de ejecución de las obras, es necesario que AASANA ponga en efecto el NOTAM correspondiente (Notificación emitida por la Oficina de Aviación Civil para dar información necesaria sobre el tráfico aéreo. En el caso de este aeropuerto, se notificará la suspensión del servicio de radioayudas por su reemplazo). Con estas medidas, no se cerrará el aeropuerto por efecto de las obras.