

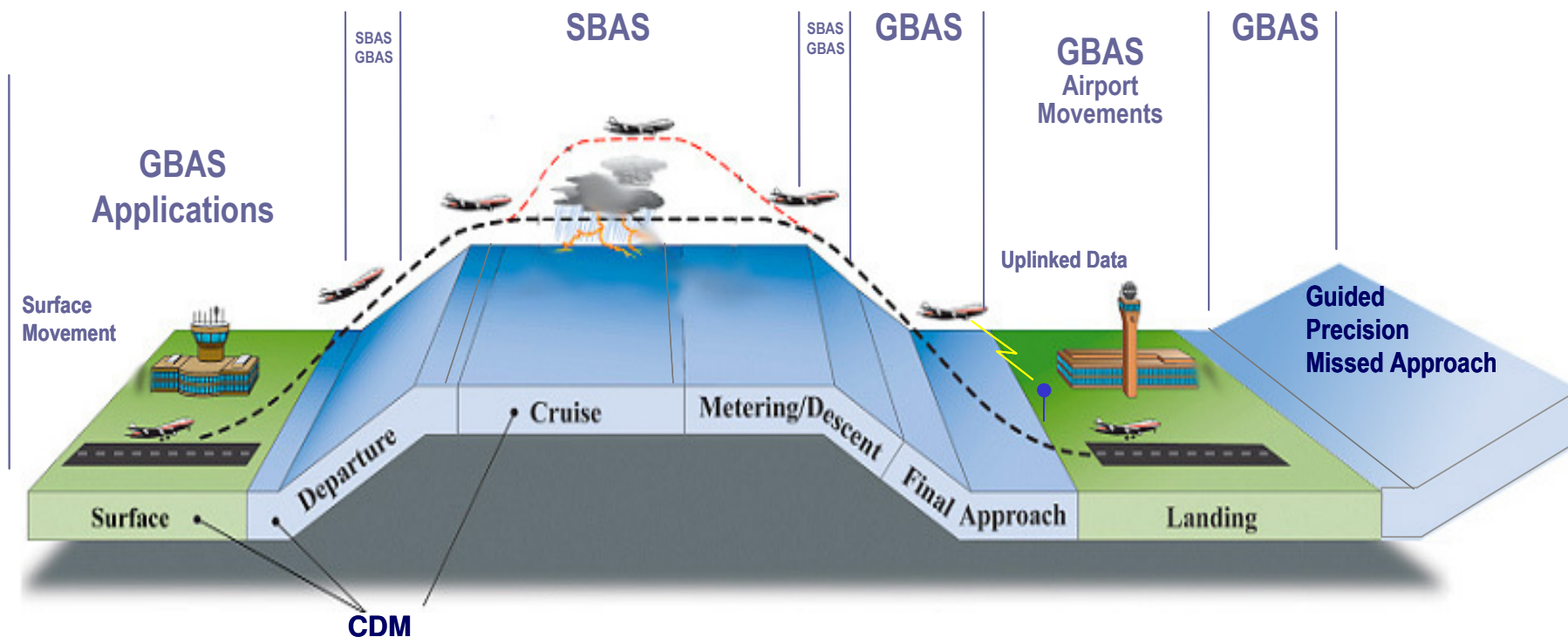
**DEPARTAMENTO DE CONTROLE DO ESPAÇO AÉREO**



**EXPERIENCIA DE BRASIL EN LA  
IMPLEMENTACIÓN DE LOS  
SISTEMAS GNSS**



# Concepto Operacional



- Surface**
- Moving Map
  - Ground Vehicles
  - Runway Incursion

- Departure**
- RNAV
  - New Airspace

- Cruise**
- RVSM
  - RNAV/RNP
  - SBAS
  - CPDLC
  - ADS

- Approach**
- Terminal Area
  - Convergent
  - ADS

- Landing and Missed Approach**
- Guided Miss



# OBJETIVO

Presentar los estudios y experiencias de  
Brasil en la implantación de sistemas  
GNSS.



# CONTENIDO

SBAS

IONOFERA

GBAS

GPMS

ADS/CPDLC



# CONTENIDO

SBAS

IONOFERA

GBAS

GPMS

ADS/CPDLC



## Solución SBAS

## Test Bed Brasileño (BTB)



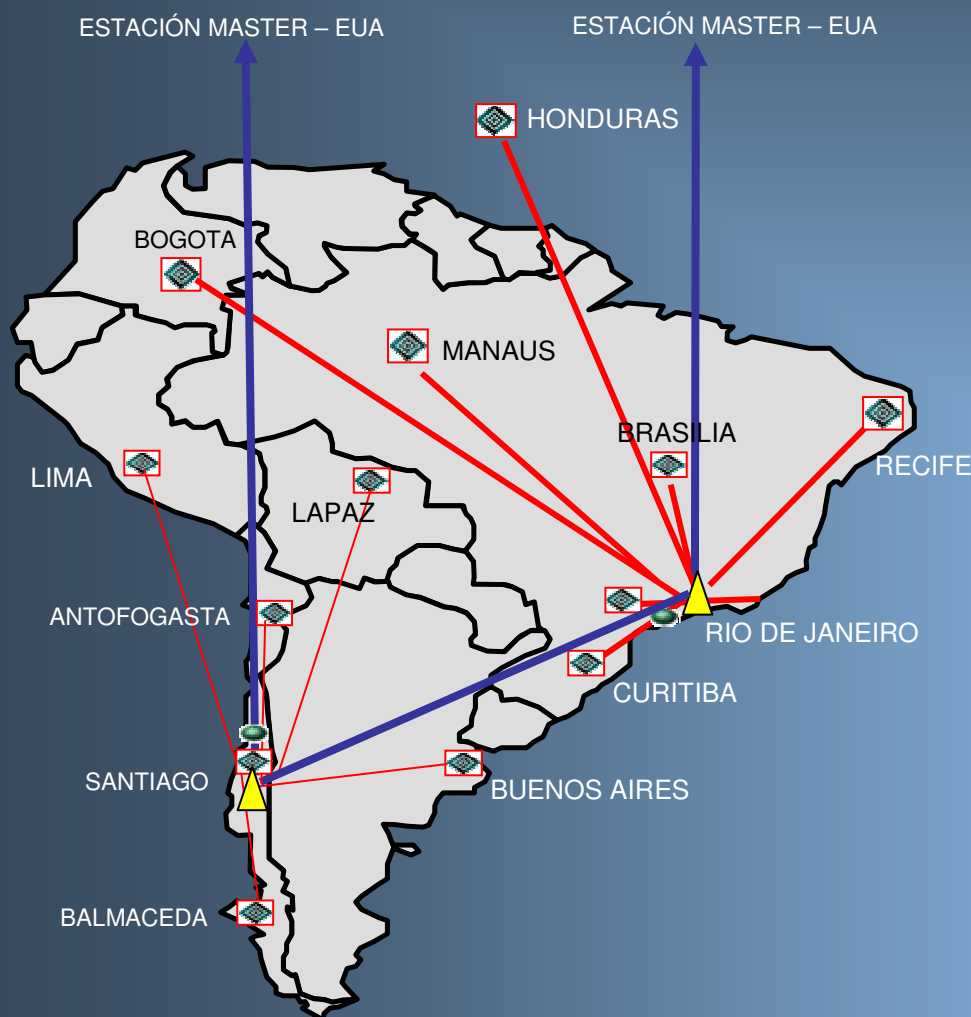
- 5 Estaciones de Referencia
- 1 “Master” en RJ
- 1 Estación VHF – DL móvil
- Instalación – 30 Set 01
- Aeronave Equipada – 30 Jan 02



## Solución SBAS

## BTB/CSTB

## Resultados Obtenidos



Familiarización con los sistemas SBAS tipo WAAS

Experiencia adquirida:

- Implantación de estaciones de referencia y maestras

- Implantación de plataforma de comunicaciones

- Recolección de Datos GPS

- Ensayos en Vuelo – Aumentación VHF

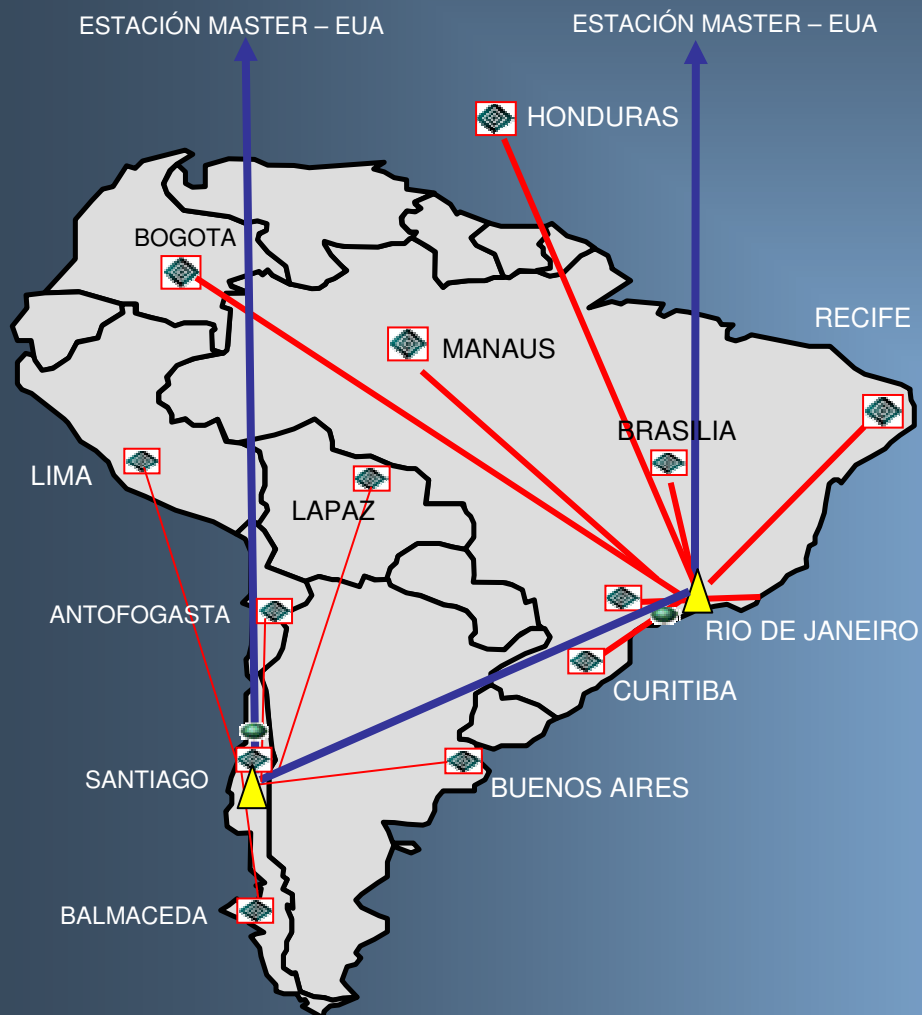
Severidad de las condiciones ionosféricas (+- 20° de la línea ecuatorial)



# Solución SBAS

# BTB/CSTB

# Posición Brasileña



## ☑ Sistemas SBAS:

- CBA no favorable
- NPA solamente si guía vertical posible
- Aproximaciones de precisión solamente con L5

## ☑ Corto Plazo:

- Utilización de tecnologías existentes para aproximaciones con guía vertical
- Soluciones A/GBAS



# CONTENIDO

**SBAS**

**IONOFERA**

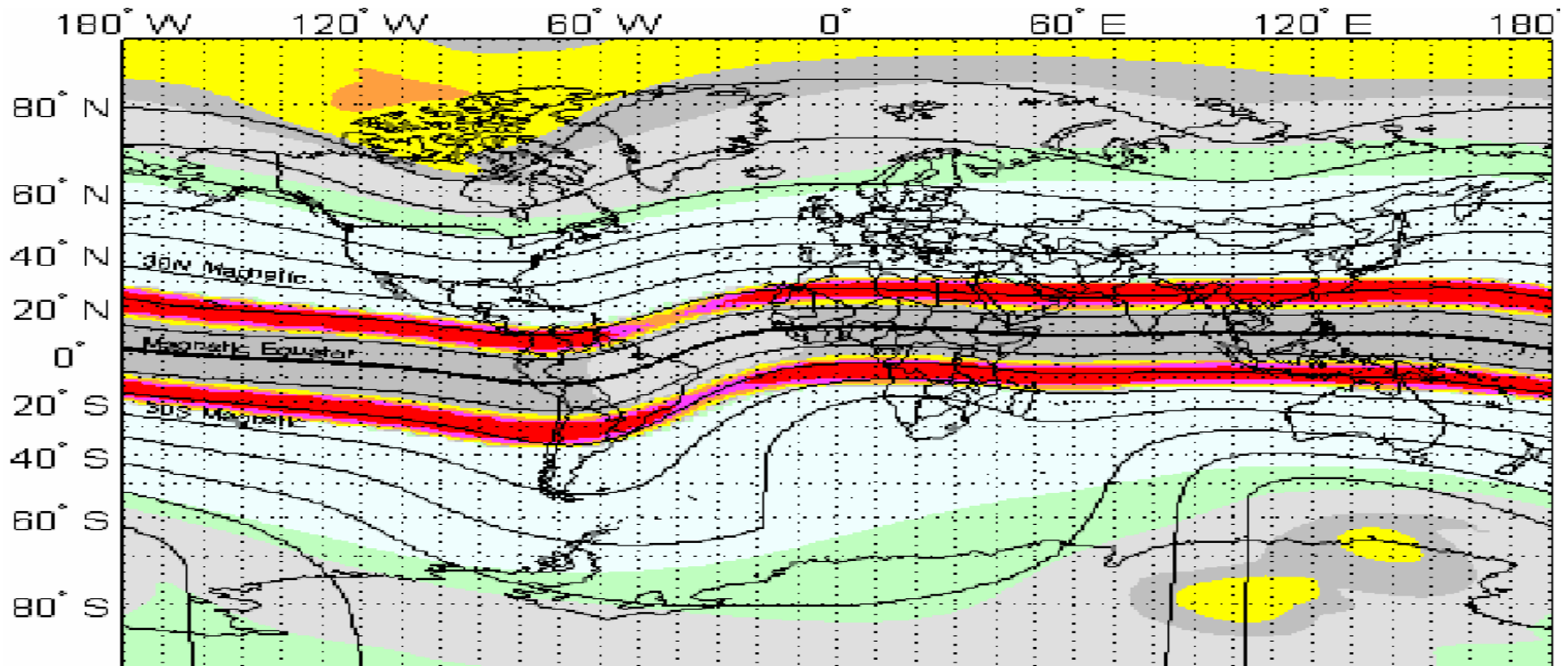
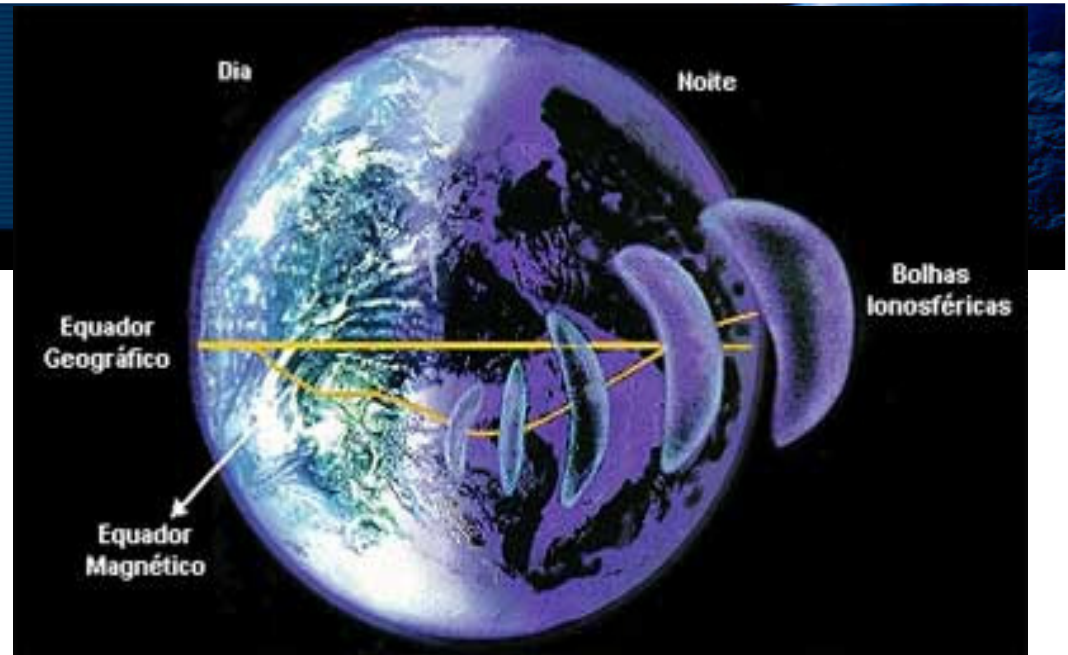
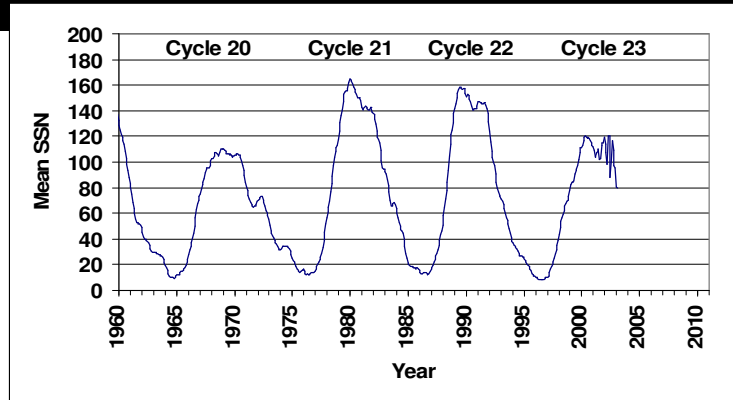
**GBAS**

**GPMS**

**ADS/CPDLC**



# Efectos Ionosféricos





# Efectos Ionosféricos



**Trabajos con UNIVAP**



# Efectos Ionosféricos



**Trabajos con UNIVAP**



# Efectos Ionosféricos



**Trabajos con UNIVAP**



# Efectos Ionosféricos





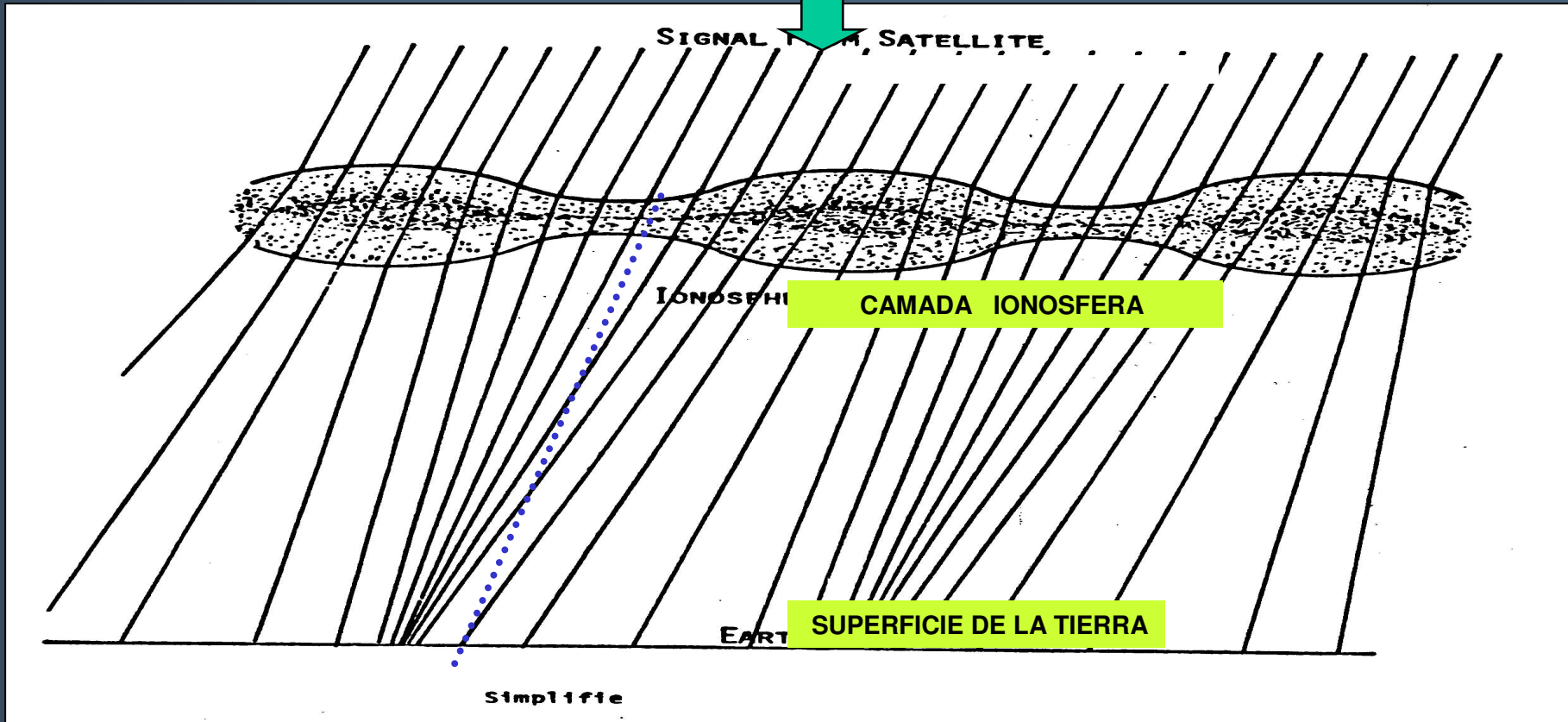
# Efectos Ionosféricos





# Efectos Ionosféricos

Señal oriundo del satélite



$$d_I = \frac{K}{f^2} \int_S^R n_e ds = \frac{K}{f^2} TEC$$

- Exactitud (Errores de Retardo)
- Integridad (Errores de Retardo)
- Disponibilidad (Centelleo)
- Continuidad (Centelleo)



# CONTENIDO

**SBAS**

**IONOFERA**

**GBAS**

**GPMS**

**ADS/CPDLC**

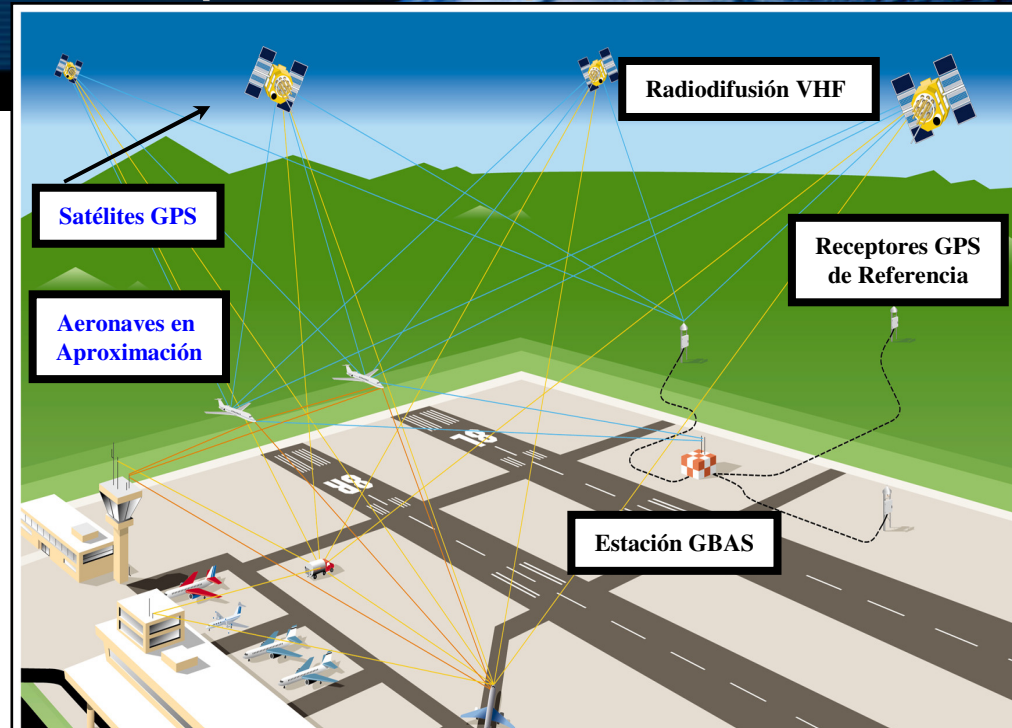


## Solución GBAS

# Plataforma del Ensayos (LAAS/LTP)



**LAAS / LTP**  
**ESTACIÓN GALEÃO**  
**COOPERACIÓN DECEA/FAA**

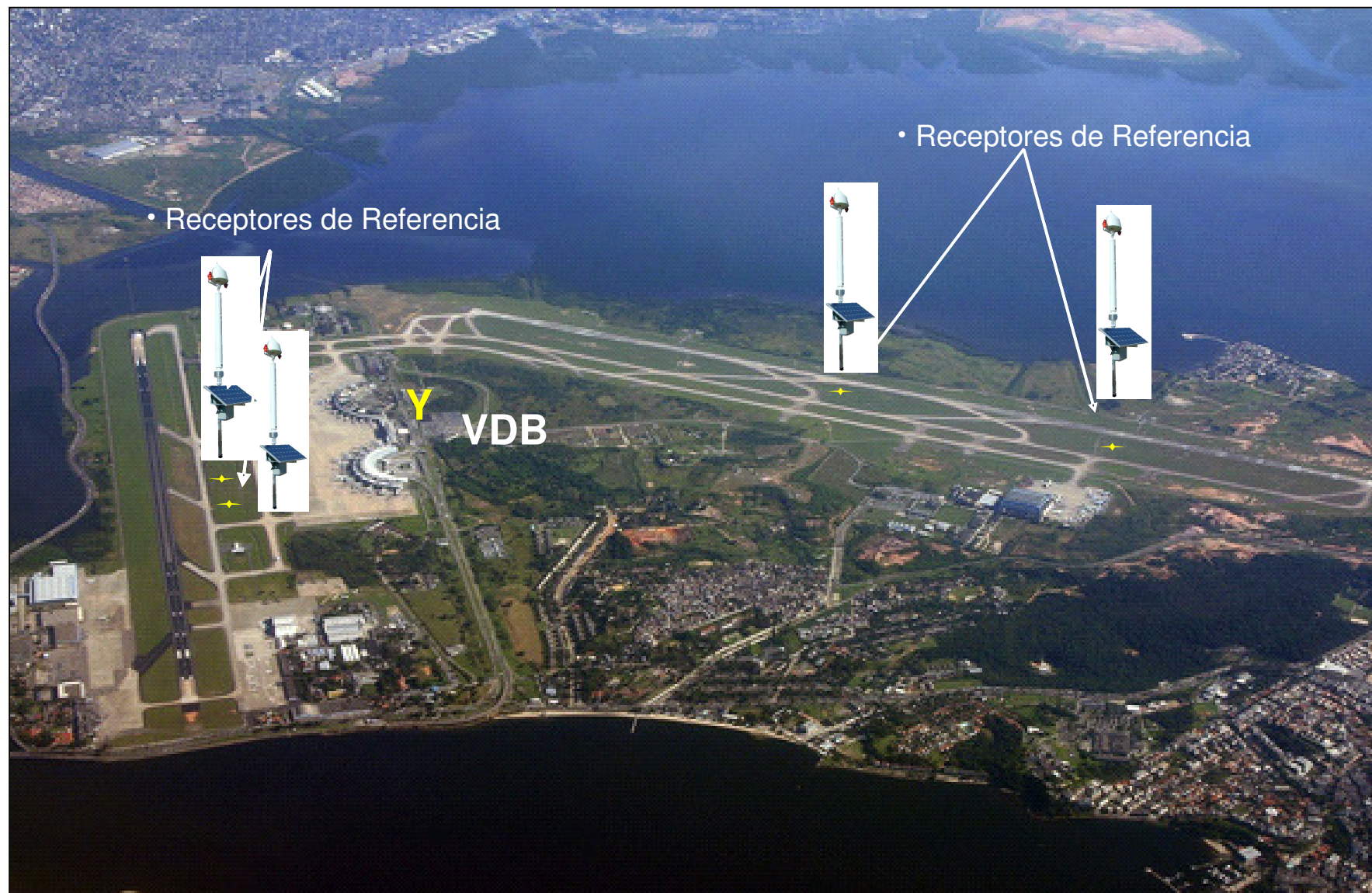


## Acciones DECEA/FAA

- Prototipo LTP instalado Sep 03
- Testes en vuelo realizados (perfil ILS y curvas)
- Recolección de datos y estudios ionosféricos
- Desarrollo / adaptación de modelo de amenaza



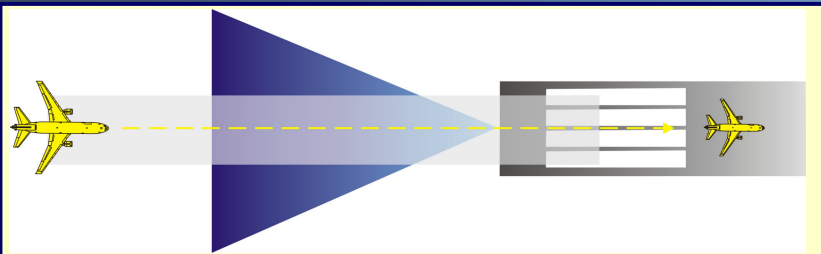
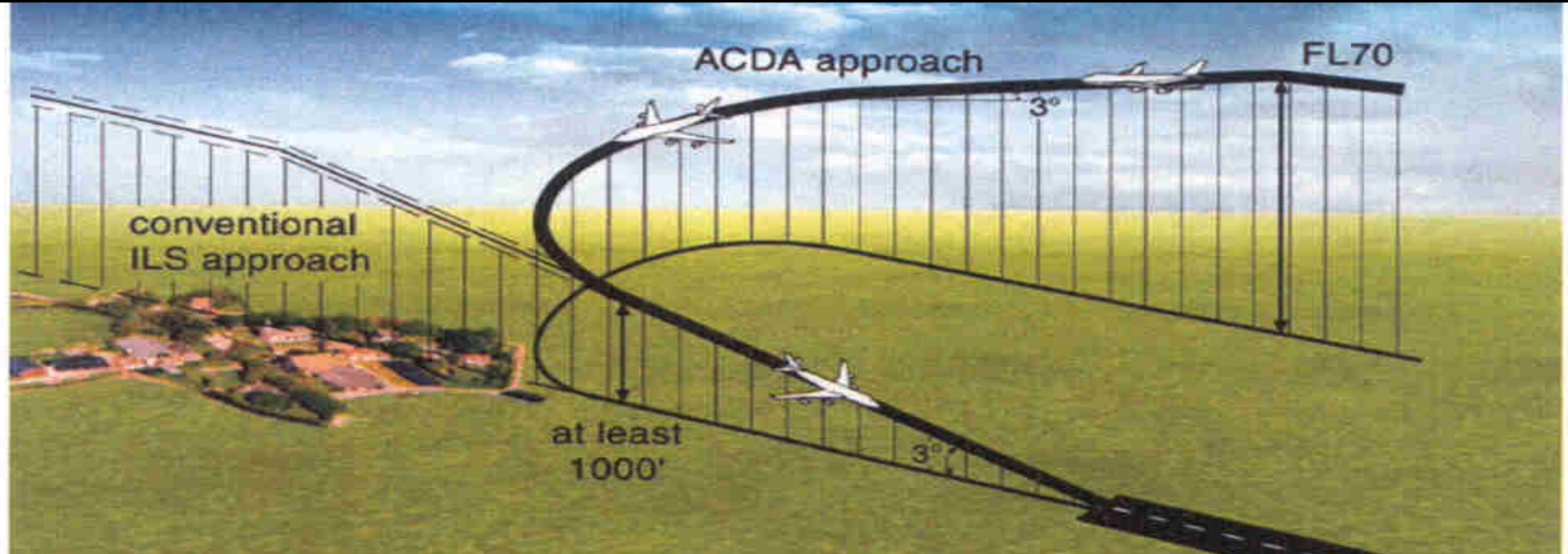
# Solución GBAS



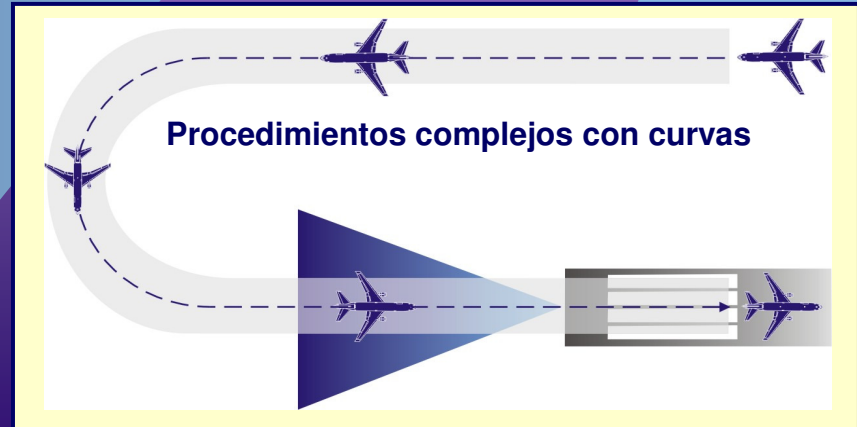


# Solución GBAS

# Teste y Evaluaciones



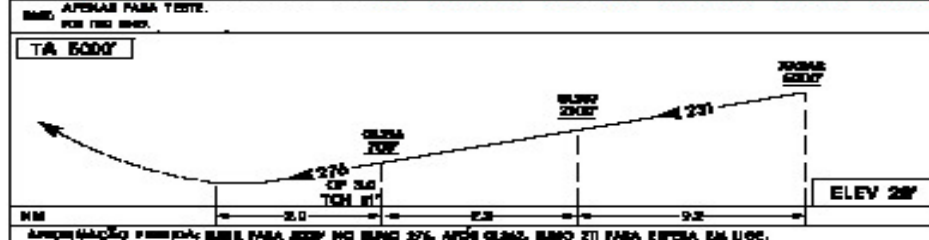
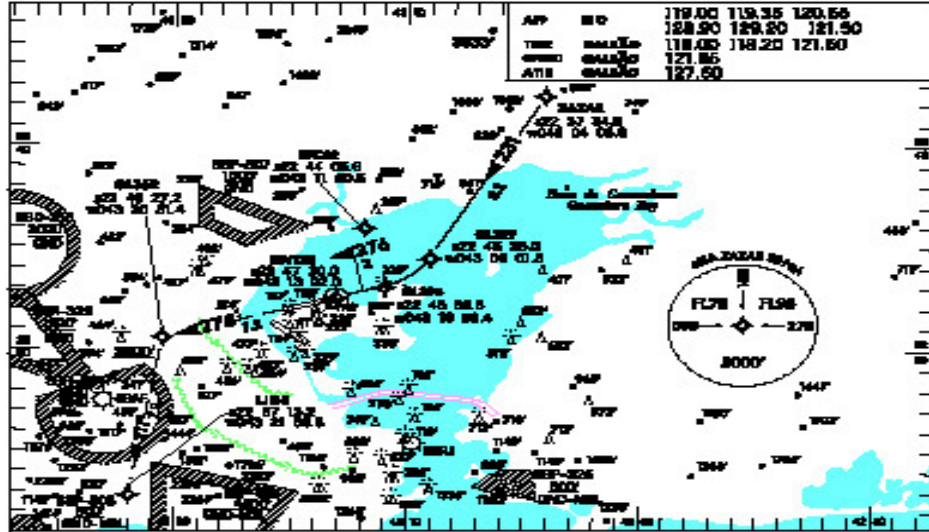
Perfil ILS - Coleta de Datos





# Solução GBAS Teste y Evaluaciones

CARTA DE APROXIMAÇÃO POR INSTRUMENTOS RIO DE JANEIRO/GALEÃO-ANTÔNIO CARLOS JOBIM, INTL RJ-BRASIL



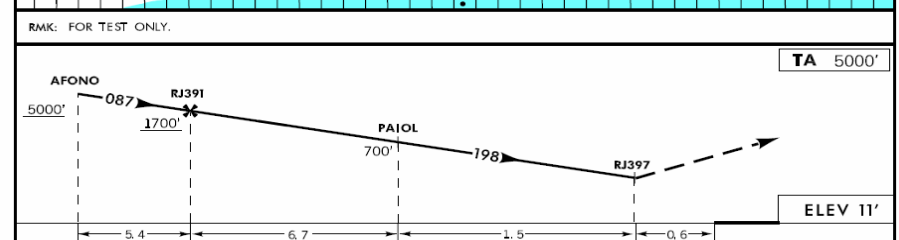
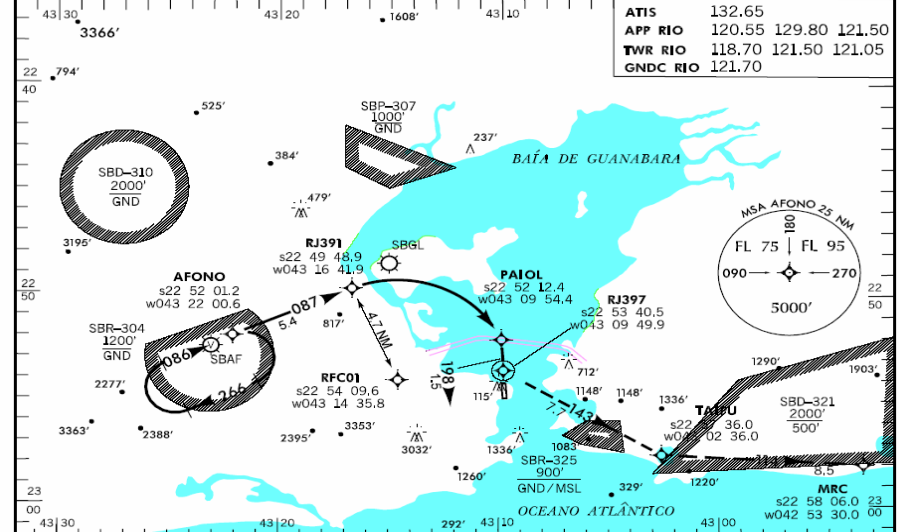
APPROXIMAÇÃO PERDIDA: SUBIR PARA 4000' EM CURVA À ESQUERDA, RUMO 145 COM GRADIENTE MÍNIMO DE 5% ATÉ 2000'. APÓS 2.5% PARA ESPERA EM MARICÁ VIA TAIPU.

C	GBAS CAT I				PARA CIRCULAR			
	DA	TETO	VIS	MDA	TETO	VIS	MDA	TETO
A	211'	200'	2000M	NA	NA	NA	NA	NA
T	VIS							
A	2000M							
B	NA							
C	NA							
D	NA							
E	NA							

RAZÃO DE DESCIDA NA APROXIMAÇÃO FINAL  
 KT 120 130 140  
 FPM 750 800 900

DESCIDA APROXIMADA GLE RWY 28 RIO DE JANEIRO/GALEÃO-ANTÔNIO CARLOS JOBIM, INTL

CARTA DE APROXIMAÇÃO POR INSTRUMENTOS RIO DE JANEIRO / SANTOS DUMONT RJ-BRASIL



APPROXIMAÇÃO PERDIDA: SUBIR PARA 4000' EM CURVA À ESQUERDA, RUMO 145 COM GRADIENTE MÍNIMO DE 5% ATÉ 2000'. APÓS 2.5% PARA ESPERA EM MARICÁ VIA TAIPU.

C	GBAS CAT I				PARA CIRCULAR			
	DA	TETO	VIS	MDA	TETO	VIS	MDA	TETO
A	211'	200'	2000M	NA	NA	NA	NA	NA
T	VIS							
A	2000M							
B	NA							
C	NA							
D	NA							
E	NA							

RAZÃO DE DESCIDA NA APROXIMAÇÃO FINAL  
 KT 120 130 140  
 FPM 750 800 900

DESCIDA APROXIMADA GLE RWY 20L RIO DE JANEIRO / SANTOS DUMONT

DECEA

DEPARTAMENTO DE CONTROLE DO ESPAÇO AÉREO - COMAR - BRASIL

**GPS SMART - Position, Velocity, Time Solutions, Status - Port 1**

File View Window Select Port Help

Age of Almanac Data  
 Almanac Data  
 Deviation PVT Solution, Status  
 Differential GPS Status Data  
 Fault Messages  
 Ground Station Information (Type  
 Measurement Status  
 Position Velocity Acceleration Sta  
 Position, Velocity, Time Solutions,  
 PVT Measurement Data  
 RAIM Data  
 Satellite Information  
 Satellite Measurement Information

Right Click to turn select On or Off

#	Port1	Port2
101	OFF	OFF
102	OFF	OFF
103	ON	OFF
104	OFF	OFF
105	OFF	OFF
106	ON	OFF
107	ON	OFF
109	OFF	OFF
110	OFF	OFF
111	OFF	OFF
112	OFF	OFF
113	OFF	OFF
115	ON	OFF
120	ON	OFF

Port 1

Serial Port Recording

Port 1  
 830am\_mmr.bin  
 Set Location

Port 2

Messages Discarded: 1

**Differential GPS Status Data - Port 1**

Reference Station ID = SBGL  
 UTC Date = 8/30/2006  
 Mod Z-Count = 1006.0  
 Diff Mode = ON

SV	IOD	PRC	RRC	OLD	I-C	SgmP	EC
6	122	2.84	0.001	T-T	0.08	7C	
7	192	-0.22	0.000	T-T	0.12	C4	
16	142	-1.77	0.001	T-T	0.12	CF	
18	31	1.56	-0.002	T-T	0.08	86	
21	221	1.55	0.001	T-T	0.08	9F	
22	146	-1.02	0.000	T-T	0.12	B5	
26	156	-5.18	0.000	T-T	0.12	11	
30	72	2.23	-0.002	T-T	0.12	95	
0	0	0.00	0.000	F-F	0.00	00	
0	0	0.00	0.000	F-F	0.00	00	
0	0	0.00	0.000	F-F	0.00	00	
0	0	0.00	0.000	F-F	0.00	00	

**Position, Velocity, Time Solutions, Status - Port 1**

Receiver Mode is NAV: GBAS MODE  
 Set Time = 144519  
 UTC Date = 8/30/2006  
 UTC Time = 14:16:34.09  
 PGM = 1  
 GPS Week = 366  
 GPS Time = 310608.29  
 Bias = 3823010.8  
 Drift = -289.3  
 Svs Used = 8

Position X, Y, Z = 4306340.4 -4021184.7 -2437904.0  
 Long, Lat, Height = W 43:02:19.7 S 22:36:52.8 1354.9  
 Velocity E, N, UP = -0.00 0.00 -0.00  
 Speed, Gnd Trk = 0.00 318.49

Horz-Err	Vert-Err	Time-Err	Vel-Err	HDOP	VDOP	PDOP	TDOP
1	1	1	1.84	0.99	1.61	1.87	1.87

CH	SV	Use	ST	C/No	CH	SV	Use	ST	C/No	CH	SV	Use	ST	C/No	HIL
1	6	3	5	46	5	7	3	5	45	9	25	0	5	33	VIL
2	21	3	5	47	6	22	3	5	45	10	20	0	1	0	HPOM
3	18	3	5	45	7	5	0	5	33	11	16	3	5	43	VPCM

**TAP Data Status - Port 1**

GPS Time = 310607.1  
 Reference Path Identifier = TP28  
 Reference Path Data Selector = 29  
 Operation Type = TAP  
 Num Path Points = 3  
 Active Segment = 1  
 Segment Type = Straight Line  
 Seg Transition = Not End  
 TO Waypoint Latitude = -22.76015000  
 TO Waypoint Longitude = -43.15112500  
 TO Waypoint Height = 436.000  
 Length of TAP = 21265.467  
 Distance from TO waypoint = 19724.088  
 Length of Selected Segment = 17009.721  
 TAP Point Turn Angle = 0.000  
 Usr Turn Angle to compl turn = 0.000  
 ULDS = 1070  
 UVDS = 282  
 Descent Angle = 3.082  
 Tap Valid = YES

**NAV TO RAIM**

ALT VALID = FALSE  
 ALT TYPE = 2  
 ALT MEAS RESIDUAL = 0.0  
 ALT IN PVT = FALSE  
 SIGMA BARO = 1017.0  
 K BARO B = 0.0  
 TIME TAG = 0  
 SIGMA VC = 1017.0

**RAIM TO NAV**

CALIBRATE = TRUE  
 EC = 1.3  
 K BARO B = 0.0  
 TIME TAG = 0

PRR VECTOR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	31710

Monitoring Serial Data Port 1 saving to 830am\_mmr.bin 00:48:10



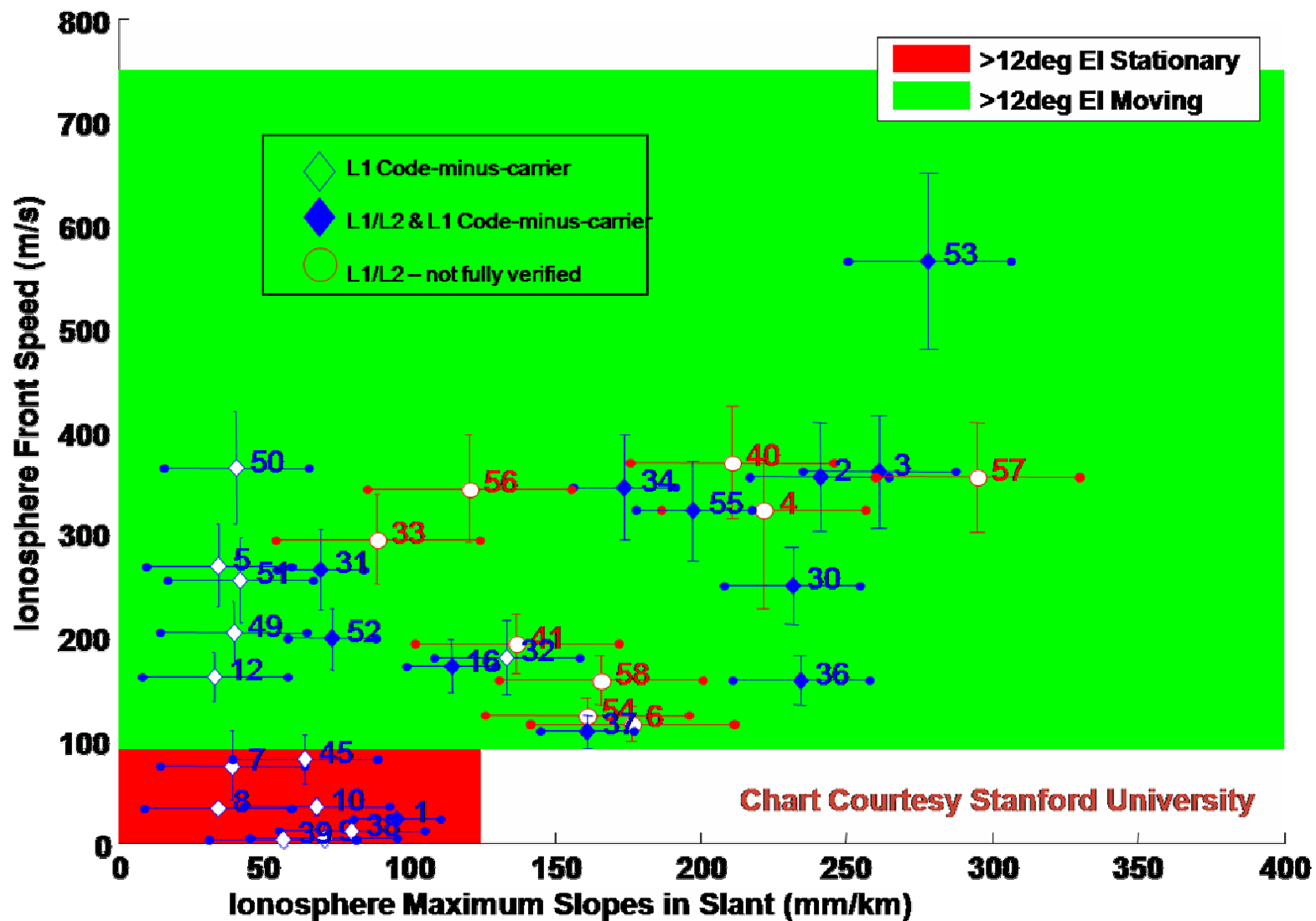
# Efectos Ionosféricos en el GBAS

## Red de monitoreo GBAS





# MODELO DE AMENAZA (THREAT MODEL)





## MODELO DE RIESGO (THREAT MODEL)

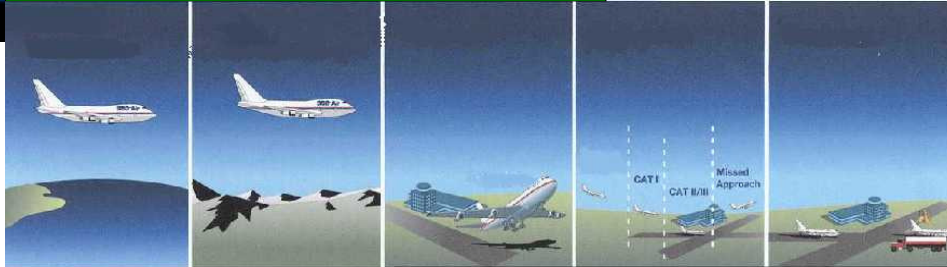
### Planeo de Actividades: (12 meses)

- Identificación de Recursos (Universidad Estadual de Rio de Janeiro);
- Indexación de datos BTB/WAAS en el período 2000-2002;
- Determinación si la colección de datos es suficiente;
- Selección de modelo de riesgo aplicable a los datos (el mismo de FAA con posibles adaptaciones); y
- Validación del conjunto de datos de teste.



# Solución SBAS/GBAS

**SBAS**



**GBAS**

**Concepción Brasileña**  
Requisitos Operacionales

**SBAS**

Plataforma de Ensaíos (BTB/CSTB)



**GBAS**

Plataforma de Ensaíos (LAAS/LTP)



## Conclusiones

→ Aplicación del GNSS/GPS en ruta, sin  
aumentación

- ✓ SBAS inviable en corto plazo
- ✓ Utilización de procedimientos NPA/GPS (GPMS)
- ✓ Tecnologías existentes para APV

→ **Prioridades para sistemas LAAS/GBAS:**

- ✓ Modelo de Amenaza (UERJ)
- ✓ Estación certificable en 2010

→ **Planificación de servicio diez años  
adelante**

- ✓ GPS/GALILEO/GLONASS
- ✓ Mayor número de frecuencias



# CONTENIDO

**SBAS**

**IONOFERA**

**GBAS**

**GPMS**

**ADS/CPDLC**



## GNSS - DIFICULTADES PARA UTILIZACIÓN

- El GNSS es distinto de las demás ayudas a la Navegación
  - fallo de los satélites y/o interferencias no son fácilmente conocidas
- Las Áreas de Degradación de Cobertura no son constantes
- Los Pilotos y Organismos ATC necesitan saber cuando y donde el GNSS no estará disponible
- Es necesario un Pronóstico de Cobertura del GNSS, en tiempo real
  - situación del sistema y de los satélites
  - situación del WAAS, LAAS, EGNOS, Galileo, MSAS, GPS
- La Responsabilidad del Estado por el uso del GNSS tiene que ser definida



## ESCOPO DEL PROYECTO

• **Desarrollar una capacidad de monitoreo de la “performance” del GNSS, en tiempo real, para asegurar el uso operacional de todos los sistemas de navegación por satélites autorizados a operar en el Espacio Aéreo bajo responsabilidad de Brasil:**

- **disponibilidad del servicio de navegación por satélite para mejora de las operaciones en ruta y para procedimientos en aeródromos**
- **generación de NOTAM**
- **capacidad instalada en órganos ATC seleccionados**

• Participantes:





# VISIÓN DEL SISTEMA

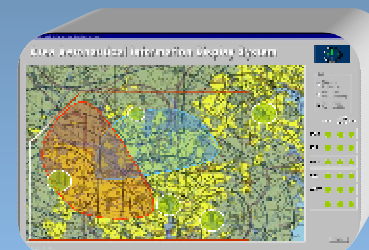
## Monitoreo Continuo



## Salida



### Acceso a la Web



### Informaciones Aeronáuticas



### Monitoreo CGNA/ACC/APP

### Procesamiento GPMS



# IMPLEMENTACIÓN

- **Fase I – Desarrollo**

- Marzo de 2005 a Junio de 2007
- Definición de Requisitos Operacionales
- Definición de los Requisitos de Red
- Desarrollo de Arquitectura Operacional
- Realización de la Demostración Operacional:
  - 04 Monitores Locales, Procesadores de Performance y Modelo de Servicio
  - Verificación Funcional

- **Fase II – Implementación y Ejecución**

- Abril de 2008 a Diciembre de 2009
- Implementación Operacional
- Implementación de las interfaces de Red
- Disposición de las Consolas ATC
- Implantación de la Interfaz de Información Gráfica



# CONTENIDO

**SBAS**

**IONOFERA**

**GBAS**

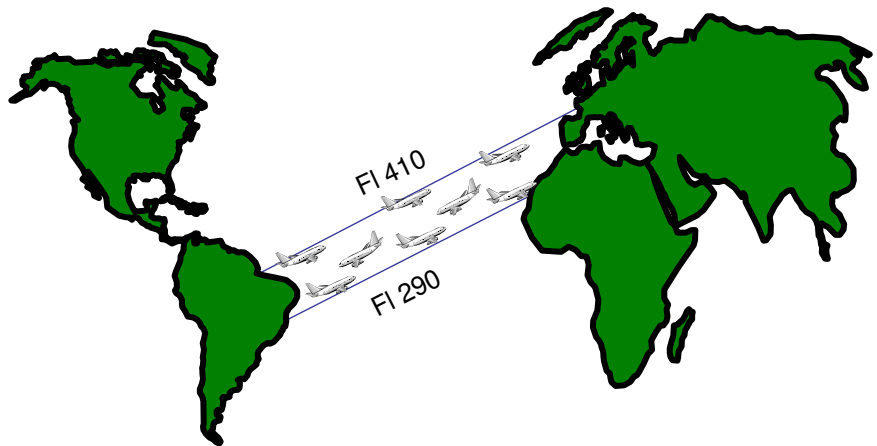
**GPMS**

**ADS/CPDLC**

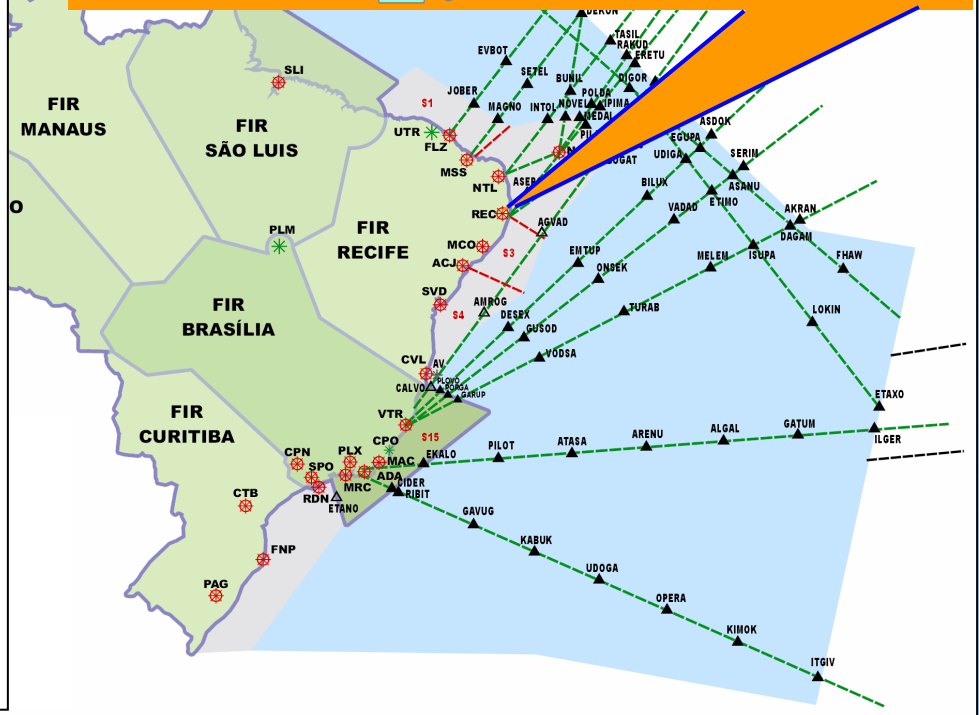
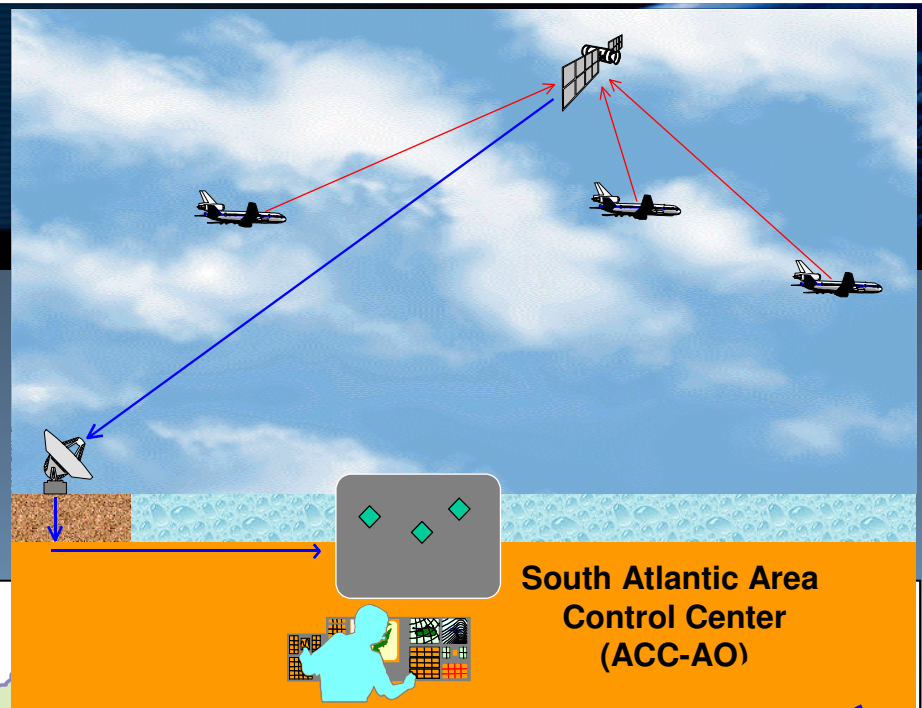
# ADS/CPDLC

## CORREDOR EUR/SAM

Tránsito crece muy rapidamente



- RNP 10 - desde octubre 2001  
RVSM - desde enero 2002  
ADS/CPDLC - implementación en curso
- Situación actual :
- Pruebas empezadas en noviembre 2003
  - ACC-AO pre-operacional agosto 2008
  - Estimado ATS para ADS-C octubre 2008





# CONTENIDO

**SBAS**

**IONOFERA**

**GBAS**

**GPMS**

**ADS/CPDLC**



# OBJETIVO

Presentar los estudios y experiencias de  
Brasil en la implantación de sistemas  
GNSS.



**Gracias!**



**André Jansen**

**dcte4@decea.gov.br**