



## ORGANIZACIÓN DE AVIACIÓN CIVIL INTERNACIONAL

*Oficina Regional Sudamericana - Proyecto Regional RLA/06/901*

*Asistencia para la Implantación de un Sistema Regional de ATM considerando el concepto operacional de ATM y el soporte de tecnología en CNS correspondiente*

**Décimo Taller/Reunión del Grupo de Implantación SAM (SAM/IG/10)**

(Lima, Perú, 01 al 05 de Octubre de 2012)

SAM/IG/10-NE/15

09/04/12

### Cuestión 8 del Orden del Día:

#### Otros asuntos

#### a) Aplicación de métodos SMS en las actividades de análisis de los LHD

### Evaluación de Seguridad Operacional en el Espacio Aéreo RVSM de las FIR – CAR/SAM.

(Nota presentada por CARSAMMA)

Resumen	
Esta nota presenta un resumen de los informes de Grandes Desviaciones de Altitud (LHD) recibidas por CARSAMMA, y el análisis con la metodología SGSO / SMS propugnadas por la OACI y reafirmada durante reunión del GREPECAS como una recomendación para su aplicación por CARSAMMA en las Regiones CAR / SAM.	
Referencias	
<ul style="list-style-type: none"><li>Anexo 11 al Convenio de la OACI.</li><li>Manual SGSO – ICAO.</li><li>Informe de Grande Desviación de Altitud (LHD) en 2011.</li></ul>	
Objetivos Estratégicos de la OACI:	<i>A – Seguridad operacional</i> <i>B - Seguridad</i> <i>C – Protección del medio ambiente</i>

## 1 Antecedentes

1.1. El Grupo Regional CAR/SAM de Planificación y Ejecución (GREPECAS) delegó a la Agencia de Monitoreo del Caribe y Sudamérica (CARSAMMA) la implementación de la función de la metodología SGSO / SMS en el análisis de los LHD. La CARSAMMA es una agencia administrativa subordinada a el *Departamento de Controle do Espaço Aéreo* (DECEA), órgano del Sistema de Control del Espacio Aéreo de Brasil (SISCEAB).

1.2. El SGSO se utiliza para estimar el Valor en Riesgo del Sistema.

1.3. Un aumento de suma importancia en el empleo de la metodología en el análisis de SGSO LHD es el sistema de evaluación de riesgos e identificación rápida de las tendencias, así como los puntos críticos donde se producen, reduciendo el tiempo de cálculo de análisis de seguridad del sistema.

1.4. El objetivo de este trabajo es ofrecer un resumen de la evaluación de la seguridad operacional del espacio aéreo RVSM en las FIR-CAR/SAM. La evaluación de la seguridad se llevó a cabo en un periodo de explotación de doce meses continuos.

## 2. Contexto

2.1. Una serie de informes LHD acumulado a lo largo de un periodo de 12 meses fueron utilizados en esta evaluación de la seguridad, entre enero y diciembre de 2011.

2.2. Tabla 1 y Figura 1 muestra el resumen de las ocurrencias de LHD validados por el Grupo de Trabajo y Escrutinio (GTE) y duración (en minutos) asociado con el LHD por mes.

AÑO DE 2011					
MÊS	NÚMERO de LHD	DURACIÓN Total	DURACIÓN Mediana	RIESGO Mediano	Mayor RIESGO
ENERO	59	92	1.56	13.92	34
FEBRERO	42	220	5.24	16.62	40
MARZO	39	62	1.59	15.21	46
ABRIL	50	78	1.56	13.42	40
MAYO	71	1128	15.89	14.99	37
JUNIO	49	60	1.22	11.86	26
JULIO	56	600	10.71	14.64	42
AGOSTO	40	51	1.28	14.20	34
SEPTIEMBRE	59	87	1.47	11.08	25
OCTUBRE	61	97	1.59	14.69	40
NOVIEMBRE	54	103	1.91	14.89	40
DICIEMBRE	91	171	1.88	12.74	25
<b>TOTAL</b>	<b>671</b>	<b>2749</b>	<b>4.10</b>	<b>14.02</b>	

Tabla 1: Ocurrencias de LHD, con la duración, duración mediana, riesgo mediano y mayor riesgo por mes

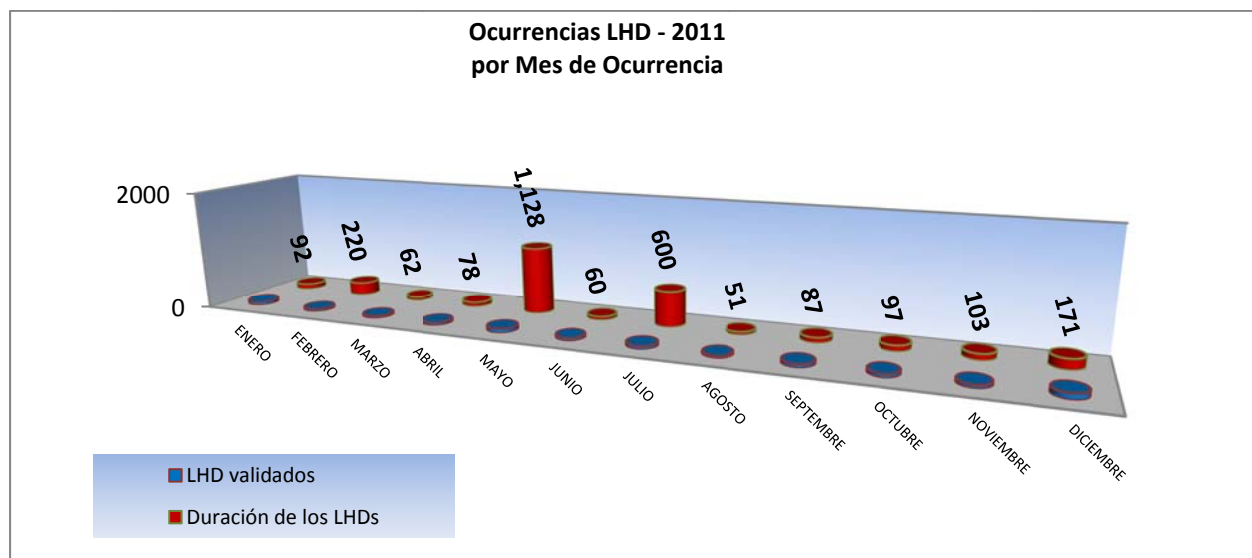


Gráfico 1: Ocurrencias/Duración de los LHD por Mes

2.3. En septiembre ocurrió una situación en que solo uno LHD (415) duró 259 minutos en la FIR Atlántico, y además, en el mes de mayo hubieron varios LHD con larga duración en esa misma FIR.

2.4. Cuadro 2 y Gráfico 2 resumen el número de ocurrencias de LHD, la duración (en minutos) asociado con el LHD y el número de niveles de vuelo atravesados sin autorización, por código LHD enero 1 a diciembre 31, 2011 incluso.

CÓDIGO del LHD	Descripción del Código de los LHD	N°. de ocurrencias LHD	Duración del LHD (Min)	Niveles atravesados sin autorización
<b>A</b>	Falla en el ascenso / descenso según autorización.	4	5	6
<b>B</b>	Subida / decida sin autorización del órgano ATC.	7	16	7
<b>C</b>	Entrada en el espacio aéreo en nivel de vuelo incorrecto.	1	1	1
<b>D</b>	Desviación debido a la turbulencia o otras causas meteorológicas.	3	2	2
<b>E</b>	Desviación debido a falla del equipo.	4	8	1
<b>F</b>	Desviación debido a aviso del sistema anticolidión (ACAS / TCAS).	8	5	5
<b>G</b>	Desviación debido a evento inesperado - contingencia (falla del motor, falla de presurización).	0	0	0
<b>H</b>	Aeronave no aprobada para operación en espacio aéreo RVSM.	5	31	5
<b>I</b>	Error de entendimiento ATC	3	14	6
<b>J</b>	Error de control del equipo, incluyendo la operación incorrecta de sus funciones FMS o lo sistema de navegación.	0	0	0
<b>K</b>	Transcripción incorrecta para el FMS de la autorización o re-autorización del órgano ATC.	0	0	0
<b>L</b>	Información incorrecta transcrita para el FMS.	3	3	4
<b>M</b>	Error en el mensaje de transición entre órganos ATC adyacentes (error de coordinación).	394	955	753
<b>N</b>	Ausencia de coordinación por parte del órgano ATC. (Falta de coordinación).	235	1700	6
<b>O</b>	Otros	3	3	6
<b>P</b>	Desconocido	1	17	0
<b>Total</b>	(Ene 11 – Dic 11)	671	2756.4	802

Tabla 2: Resumen de las Ocurrencias LHD e Duración por Código de LHD

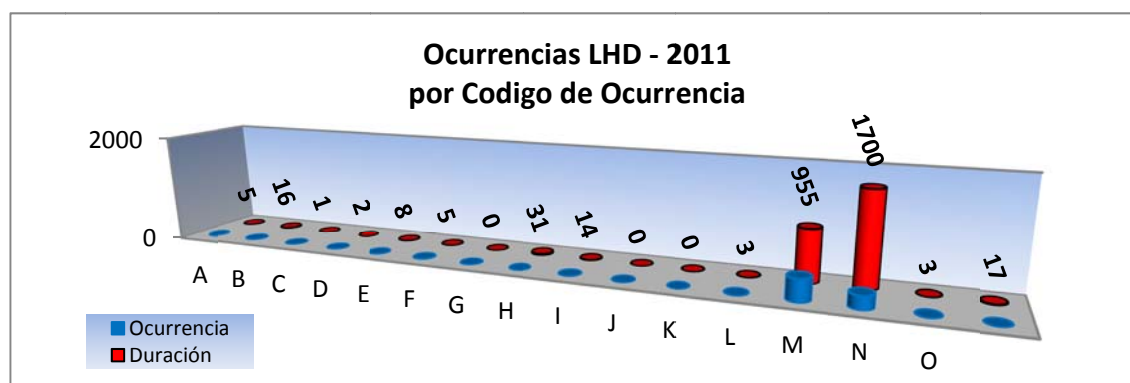


Gráfico 2: Sumario de las Ocurrencias LHD por Código

2.5. Los LHD con Código M (error en mensaje de transición entre el ATC) fueron los más frecuentes en el año 2011 con 394 eventos, seguido por el Código N (235), F (8) y B (7). El elevado número de este Código de LHD (M), demuestra la necesidad de una mejor coordinación entre el control del tráfico aéreo adyacente, lo que podría lograrse a través de la sensibilización y capacitación de la coordinación entre los controladores.

2.6. Asimismo, en el Gráfico 2, podemos ver que como la duración, los LHD con Código N fueron los más destacados en este análisis, con una duración total de 1700 minutos. Este es uno de los peores incidentes en el tráfico aéreo ya que las aeronaves en cuestión no se esperaban en esa posición, no en ese nivel o el tiempo de ocurrencia.

2.7. En el Gráfico 3, se muestran los LHD que se han producido con pasos de nivel sin la autorización por el control del tráfico aéreo. En este caso, los niveles de código M fueron los más destacados, con 753 niveles de cruce. Asimismo, recuerda que en el caso de LHD código N, el controlador ignora el tráfico, y por lo tanto el nivel permitido por el sector adyacente.

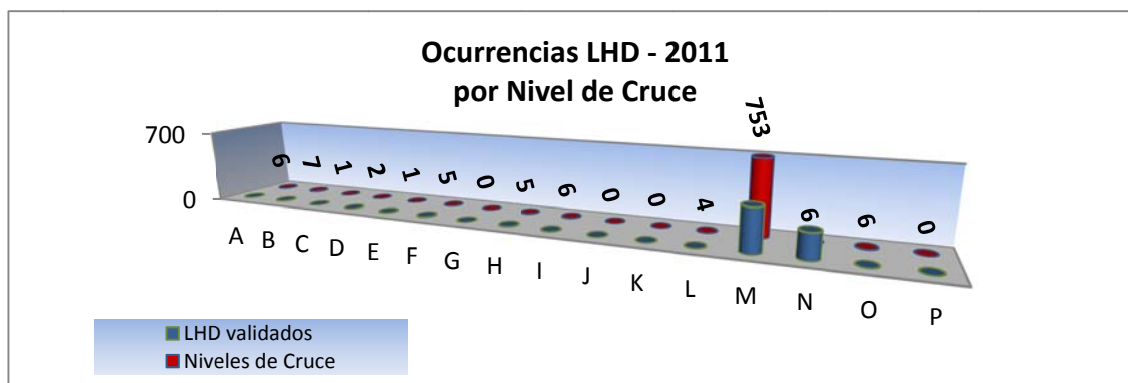


Gráfico 3: Sumario de las Ocurrencias LHD por Nivel de Cruce

2.8. En el Gráfico 4, se muestran todos LHD validados separados por FIR. Tenga en cuenta que el FIR Atlántico tiene el mayor número absoluto de la duración en minutos, dejando el avión que la use con más expuestos al riesgo operacional.

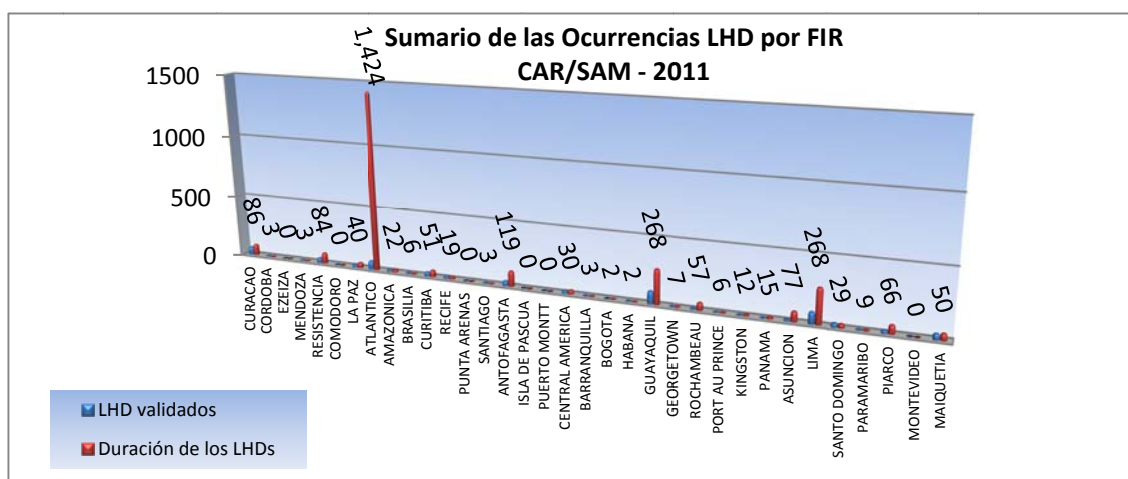


Gráfico 4: Sumario de las Ocurrencias LHD por FIR

### 3. Evaluación del Valor del Riesgo (VR)

3.1. Esta sección actualiza los resultados de la evaluación de la seguridad operacional del espacio aéreo RVSM en las FIR CAR/SAM. Por lo tanto, la metodología para evaluar el valor de riesgo (SGSO/SMS) se aplicó a la evaluación de seguridad internacionalmente aceptada de este espacio aéreo.

3.2. Estimaciones de los parámetros de VR - La cantidad y el material de partida para la estimación de los valores para cada parámetro inherente al valor del riesgo (VR) acepto internacionalmente, que se utilizaron para llevar a cabo la evaluación de la seguridad en el espacio RVSM, se resumen en la siguiente fórmula y se describe en Tabla 3.

$$VR=(Px DxS)+R+W+T, \text{ donde:}$$

Parámetro	Descripción	Valor
<b>VR</b>	Valor del Riesgo	<b>El calcularse</b>
<b>P</b>	Probabilidad de la Posición	<b>Varía de 1 a 5</b>
<b>D</b>	Duración del Evento	<b>Varía de 1 a 3</b>
<b>S</b>	Severidad del Evento	<b>Varía de 1 a 5</b>
<b>R</b>	Con o sin RADAR/ADS	<b>Con=0 o Sin=5</b>
<b>W</b>	Condiciones del Tiempo	<b>VMC=0 o IMC=5 si hubiera otro avión</b>
<b>T</b>	Otro Tráfico (si hubiera)	<b>El rango va de 1 a 15 (de separación)</b>
	<b>TOTAL</b>	<b>Máximo de 100</b>

Tabla 3: Cálculo de los parámetros del Valor de Riesgo

3.3. Evaluación de la Seguridad - Los resultados de la evaluación de la seguridad operacional del espacio aéreo de las FIR CAR/SAM se detallan en la Tabla 4 y el Grafico 5 (FIR con LHD de VR mayor que 25).

	TLS	LIMA	ATLANTICO	KINGSTON
<b>ENE</b>	25	34		
<b>FEB</b>	25	40		
<b>MAR</b>	25	46		
<b>ABR</b>	25	40		
<b>MAY</b>	25		37	
<b>JUN</b>	25	26		
<b>JUL</b>	25			42
<b>AGO</b>	25	34		
<b>SEP</b>	25			
<b>OCT</b>	25	40		
<b>NOV</b>	25	40		
<b>DIC</b>	25			

Tabla 4: Estimaciones del mayor valor de riesgo para el LHD

3.4. En el Gráfico 5 se presentan las estimaciones de valor de riesgo más importantes que se produjeron en todos los meses sobre la base de los informes LHD a partir del 1 enero al 31 de diciembre de 2011.

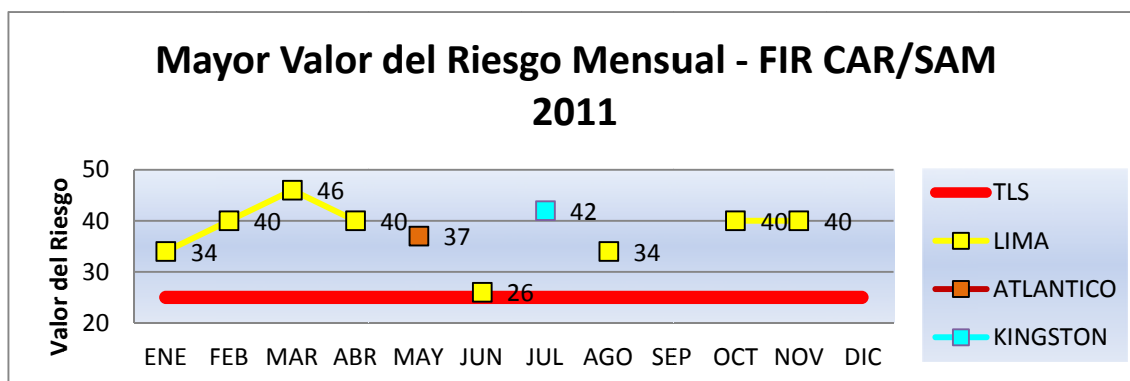


Grafico 5: Mayor valor de riesgo para las FIR del espacio RVSM CARSAM. La línea roja es el VR de la TLS (25).

3.5. En FIR Lima durante el año 2011, el valor del riesgo operacional fue por encima del Nivel Tolerable de Seguridad (TLS - línea roja en el Grafico 5), es decir, más de 25 puntos, por ocho veces. Las FIR Atlántico y Kingston tienen en dos meses el VR por encima de la TLS. El límite de TLS se creó en el Grupo de Trabajo y Escrutinio 11 (GTE11-OACI), celebrada en 2011 (Lima, Perú).

3.6. La CARSAMMA tiene evaluado las ocurrencias de LHD (error específico operacional) en el espacio aéreo RVSM CAR/SAM, desde la perspectiva de la contribución de la ocurrencia individual de la LHD con el riesgo total de la FIR. Además, un valor de riesgo se determinó mensualmente en un intento de proporcionar información en tiempo real sobre el riesgo.

3.7. En el grafico 6 se muestran los LHDs con mayor VR individual en los meses de 2011

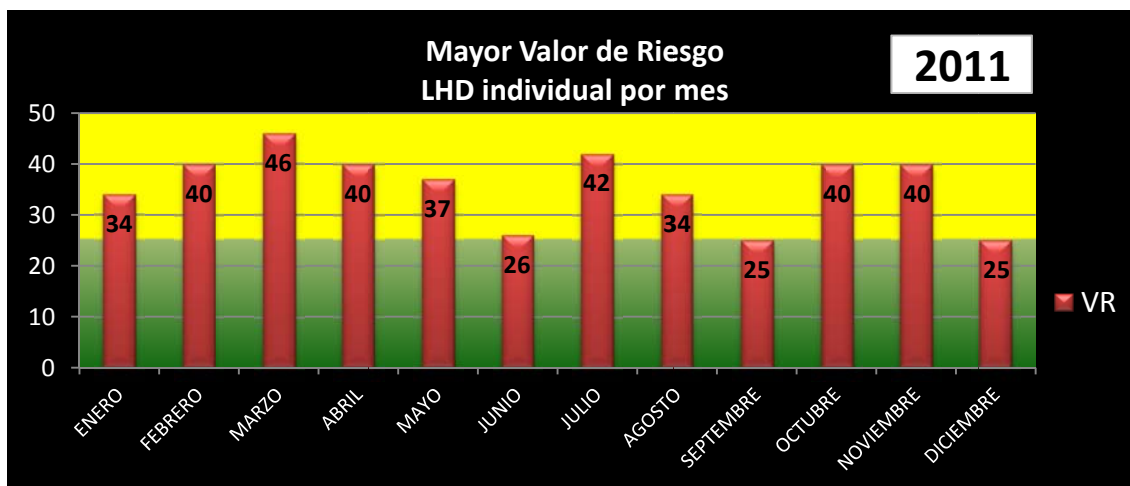


Gráfico 6: Mayor Valor de Riesgo LHD individual por mes en 2011

#### 4. El análisis de la Seguridad Operacional (SGSO) de LHD

4.1. Tabla 5 se detallan los errores LHD u operativos que han sido evaluados por el GTE como aquellos que tenían el riesgo más alto valor (> 25) se produjo entre los 12 meses de 2011.

4.2. El LHD 171 que fue presentado en marzo de 2011, contribuyó con 12.89% de la evaluación de riesgo para este mes, y tiene un VR = 46, que es el más grande de la muestra.

4.3. FIR LIMA aparece 20 veces con presentación de informes LHD de las FIR adyacentes, ya que contribuyeron a la generación de riesgo en su espacio aéreo RVSM.

4.4. El FIR GUAYAQUIL a su vez aparece como 14 veces en la generación del riesgo.

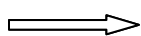
Secuencia	FIR que sufre el Riesgo	Generación del Riesgo	Código GTE	Valor del Riesgo
171	LIMA	BOGOTA	N	46
383	KINGSTON	PILOTO	I	42
117	LIMA	GUAYAQUIL	N	40
159	LIMA	ANTOFAGASTA	N	40
220	LIMA	GUAYAQUIL	N	40
573	LIMA	GUAYAQUIL	N	40
691	LIMA	GUAYAQUIL	N	40
126	LIMA	GUAYAQUIL	N	37
316	ATLANTICO	MONTEVIDEO	N	37
415	ATLANTICO	MONTEVIDEO	N	37
44	LIMA	GUAYAQUIL	N	34
218	GUAYAQUIL	BOGOTA	M	34
274	PIARCO	MAIQUETIA	N	34
447	LIMA	GUAYAQUIL	N	34
636	LIMA	GUAYAQUIL	N	34
268	LIMA	ANTOFAGASTA	M	30
465	LIMA	LIMA	M	30
587	ANTOFAGASTA	LIMA	M	30
629	LIMA	GUAYAQUIL	M	30
652	GUAYAQUIL	LIMA	C	30
677	LIMA	ANTOFAGASTA	M	30
257	ROCHAMBEAU	DAKAR	N	28
266	ATLANTICO	MONTEVIDEO	N	28
438	LIMA	GUAYAQUIL	M	28
438_1	GUAYAQUIL	CENTRAL AMERICA	M	28
452	LIMA	AMAZONICA	N	28
105	RESISTENCIA	CURITIBA	N	27
382	ATLANTICO	PILOTO	B	27
102	PIARCO	MAIQUETIA	N	26
292	LIMA	GUAYAQUIL	M	26
320	LIMA	GUAYAQUIL	M	26
345	LIMA	GUAYAQUIL	M	26
615	LIMA	GUAYAQUIL	M	26

Tabla 5: LHD evaluados como el valor más alto de riesgo en 2011.

4.5. Parte del proceso de análisis incluye una revisión detallada de ciertos errores de operación, a fin de identificar los factores contribuyentes y garantizar que los procedimientos y los procesos sean ejecutados por las autoridades de la Seguridad Operacional de las FIR CAR/SAM para reducir la probabilidad de que los mismos errores sean recurrentes.

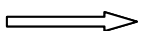
En el caso de espacio aéreo RVSM, la CARSAMMA evaluó los errores operacionales individuales identificados por los informes LHD presentados por las 34 FIR de su área geográfica de cobertura, les agrupando por FIR y después por Estado, utilizando las herramientas estadísticas siguientes:

**Medias** del Valor del Riesgo



$$M = \sum VR / n ;$$

Las **Desviaciones Estándar**



$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x - \bar{x})^2} ; y$$

Intermedio de confianza para el análisis de 95% (= 1,96).

4.6. Gráfico 8 se identifican los resultados de este análisis con la aportación de valor de riesgo asignada a los errores operacionales de las grandes desviaciones de altitud por el Estado en el análisis de los datos de 2011.

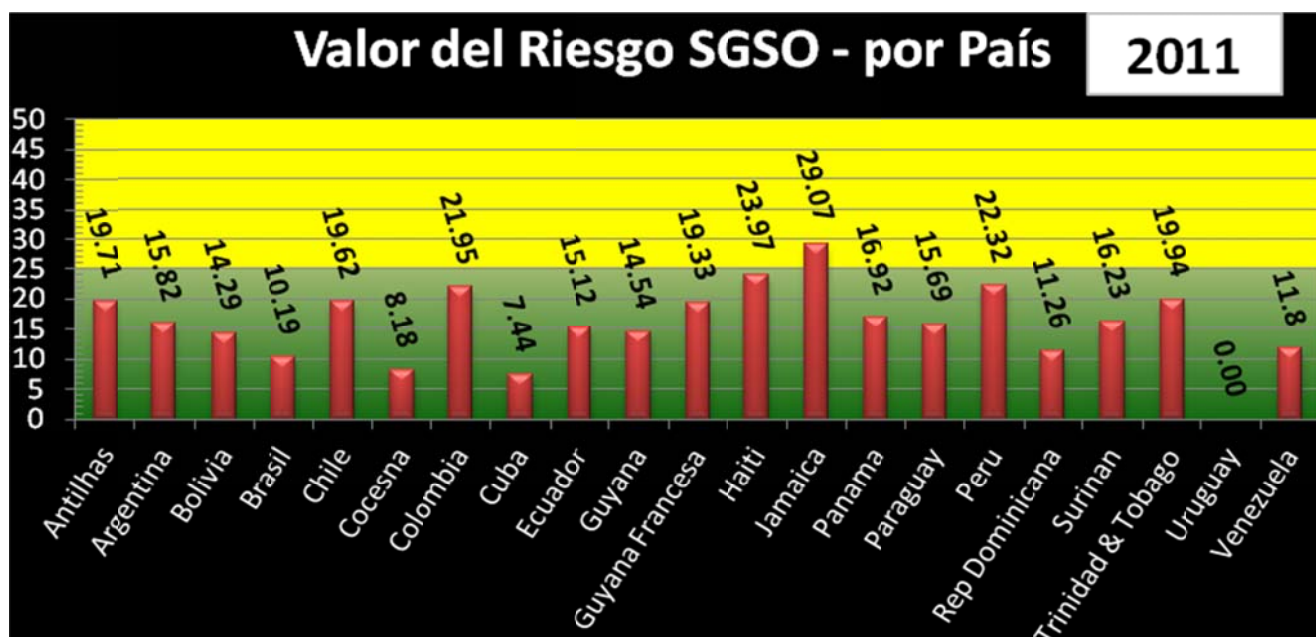


Grafico 8: Contribución del Valor del Riesgo por Estado



4.7. El gráfico 9 muestra el resultado del análisis realizado en las Regiones CAR, SAM y todo CAR/SAM. Recuerde que la categoría LHD que más se destaca es el código M con la tasa del 58% (394 LHD) en el número total de LHD, seguido por el código N con el 35% (235 LHD).

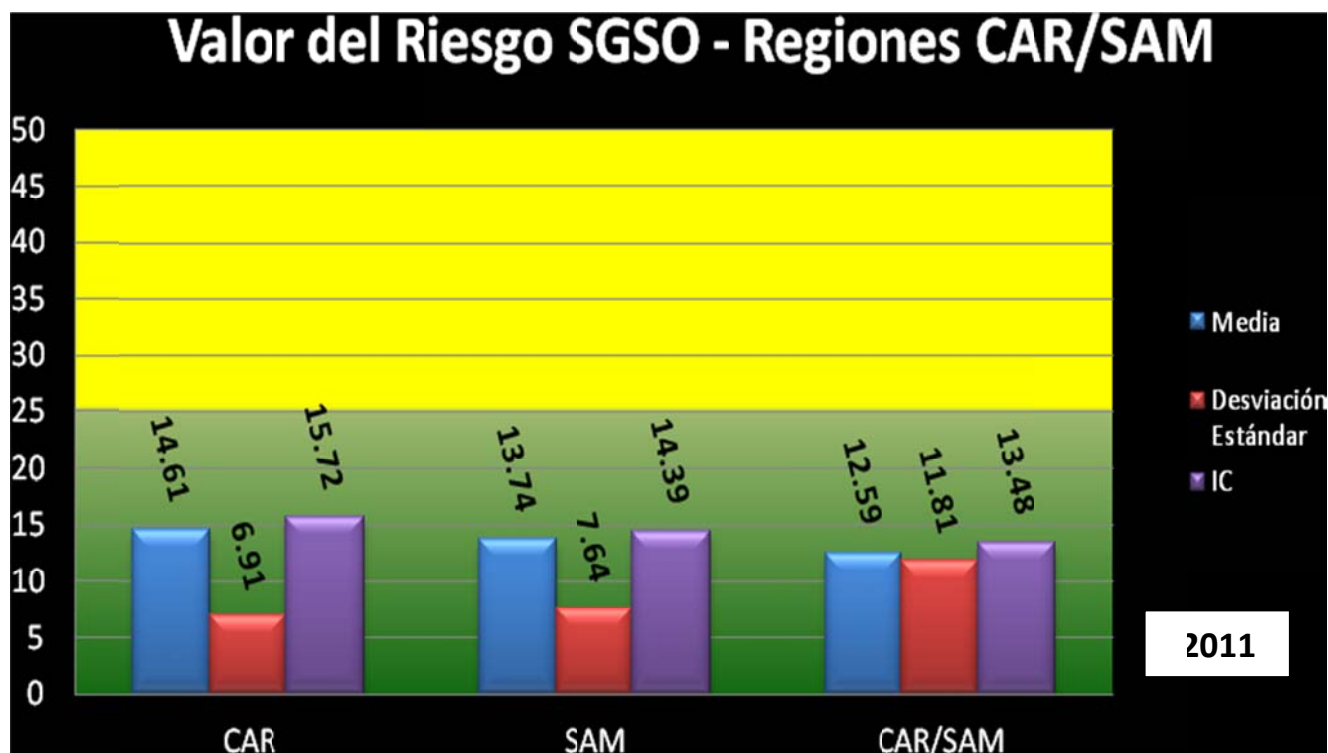
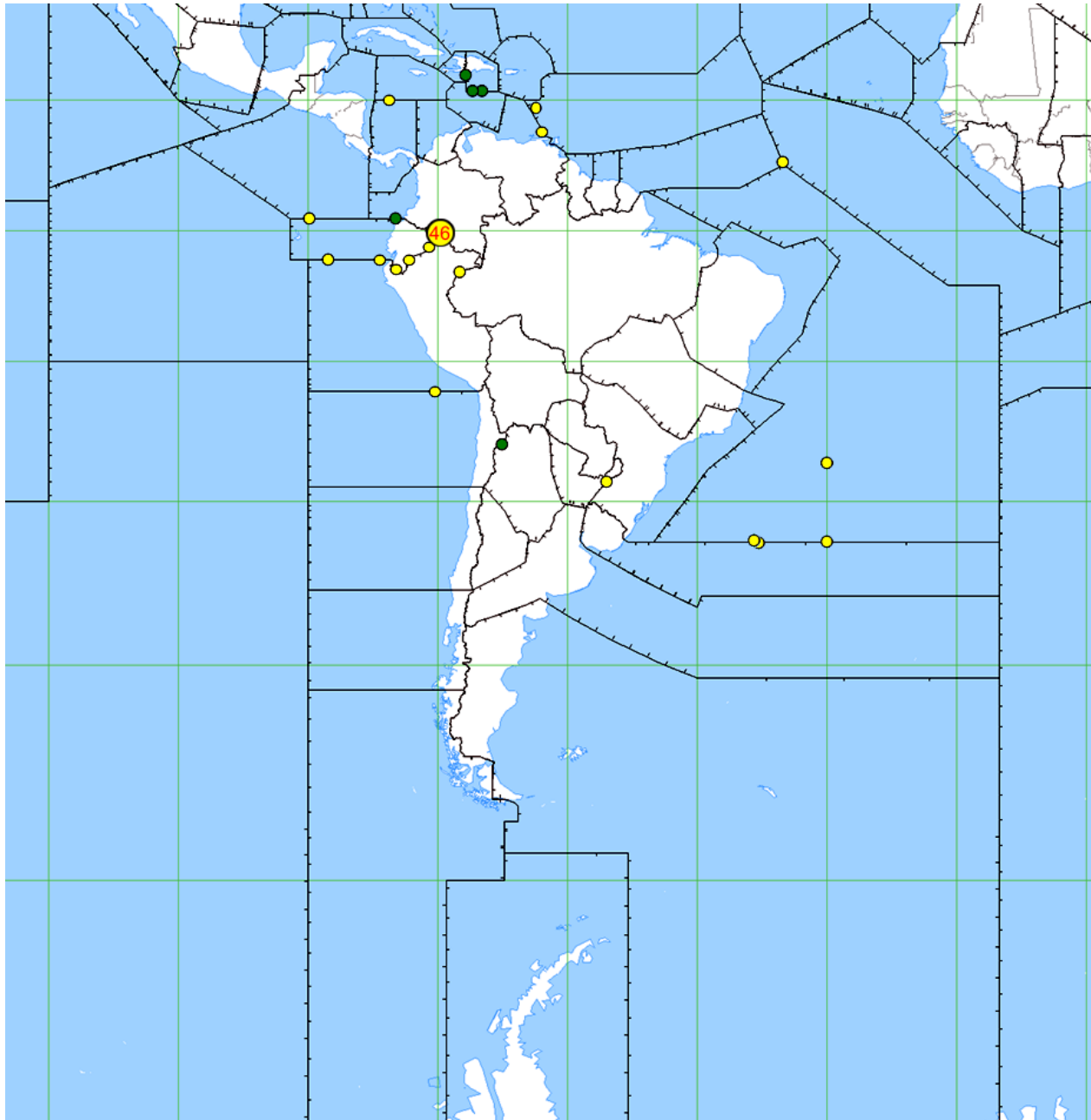


Gráfico 9: Contribución de las Regiones CAR, SAM y CAR/SAM en el Valor del Riesgo

4.8. El gráfico 10 ofrece una imagen visual de la ubicación geográfica de los puntos de riesgo (puntos calientes) de los informes LHD con 25 puntos o más en el conjunto de datos de 12 meses consecutivos, emitidos por las FIR CAR/SAM. Cada LHD se identifica como un punto de color. LHDs que han sido evaluados como de riesgo medio (26 o más) se identifican como un punto amarillo, y bajo riesgo, como un punto verde. La imagen está destinada a proporcionar un medio de identificación de puntos específicos de riesgo relacionados con las operaciones RVSM.

4.9. Los límites de la FIR LIMA continúan mostrando un elevado número de LHD, la mayoría de los errores relacionados con el Código N (falta de coordinación). También hay varios LHD identificados en el conjunto de datos actual y muy representativa en la vecindad de la FIR Guayaquil.



*Gráfico 10: FIR CAR/SAM - Puntos de Riesgo RVSM de Gran Desviaciones de Altitud (LHD)  
Enero – Diciembre 2011*

**5. Acción sugerida**

5.1. Se invita a la reunión a:

- a) Reconocer los términos de la presente Nota de Estudio, y los Estados que están dispuestos, pueden utilizar la información que aquí se presenta como una referencia para la mitigación de sus LHD;
- b) Presentar dicha decisión a los miembros de la SAM/IG/10 para el conocimiento y aprobación; y
- c) Analizar otras consideraciones que la reunión estime pertinentes.

\* \* \* \* \*