



## Asamblea General

Distr. LIMITADA

A/AC.105/C.1/L.213/Add.4  
26 de febrero de 1997

ESPAÑOL  
Original: INGLÉS

---

COMISIÓN SOBRE LA UTILIZACIÓN DEL ESPACIO  
ULTRATERRESTRE CON FINES PACÍFICOS  
Subcomisión de Asuntos Científicos y Técnicos  
34º período de sesiones  
Viena, 17 a 28 de febrero de 1997

### PROYECTO DE INFORME DE LA SUBCOMISIÓN DE ASUNTOS CIENTÍFICOS Y TÉCNICOS SOBRE LA LABOR REALIZADA EN SU 34º PERÍODO DE SESIONES

#### **B. Informe técnico de la Subcomisión correspondiente a 1997**

1. Preocupada por el efecto de los desechos espaciales en el entorno espacial y en el funcionamiento de los vehículos espaciales, en 1994 la Comisión sobre la Utilización del Espacio Ultraterrestre con Fines Pacíficos incluyó en su programa el tema relativo a los desechos espaciales. Se convino en que era importante contar con una sólida base científica y técnica para la adopción de medidas futuras respecto de los complejos atributos de los desechos espaciales.
2. La Subcomisión acordó centrar la atención en la comprensión de algunos aspectos de las investigaciones relativas a los desechos espaciales, como las técnicas de medición de desechos; la elaboración de modelos matemáticos del entorno de los desechos; la caracterización del entorno de los desechos espaciales; y las medidas encaminadas a mitigar los riesgos derivados de los desechos espaciales, incluidas las medidas relacionadas con el diseño de los vehículos espaciales a fin de protegerlos contra los desechos espaciales. Por consiguiente, en 1995 se aprobó un plan de trabajo plurianual en el que se señalaron temas concretos que habrían de abordarse durante el período 1996-1998. Se convino asimismo en que ese plan de trabajo se aplicara con flexibilidad para que pudieran tratarse todas las cuestiones pertinentes a los desechos espaciales.
3. El informe de la Subcomisión se estructuraría en función de los temas concretos enunciados en el plan de trabajo para el período 1996-1998. El informe se prepararía y actualizaría cada año, con la consiguiente

acumulación de opiniones y orientaciones, a fin de llegar a un entendimiento común que pudiese servir de base para las deliberaciones futuras de la Comisión sobre esta importante cuestión. El informe correspondiente a 1997 se concentra en la elaboración de modelos del entorno de los desechos espaciales y la evaluación de riesgos.

## ***2. Elaboración de modelos del entorno de los desechos espaciales y evaluación de riesgos***

### ***2.1 Elaboración de modelos del entorno de los desechos espaciales***

#### ***2.1.1 Introducción y metodología***

4. Los modelos de desechos espaciales proporcionan una descripción matemática de la distribución de los objetos en el espacio, el movimiento y flujo de los objetos y sus características físicas (por ejemplo, tamaño, masa, densidad, propiedades de reflexión, movimiento intrínseco). Estos modelos pueden ser de carácter determinista (es decir, cada objeto se describe individualmente en función de sus parámetros orbitales y características físicas), de tipo estadístico (es decir, la caracterización de un conjunto sobre la base de cierto número de muestras de objetos), o de índole mixta (es decir, híbridos). Estos modelos pueden aplicarse a las evaluaciones de riesgos y daños, la predicción de las tasas de detección de desechos para sensores en tierra, la predicción de las maniobras de evasión realizadas por vehículos espaciales en funcionamiento y el análisis a largo plazo de la eficacia de las medidas de mitigación de los desechos.

5. Los modelos de desechos espaciales deben tener en cuenta el aumento de la población de objetos en órbita resultante de los siguientes acontecimientos originarios:

- a) Lanzamientos (incluidas las etapas superiores de los vehículos de lanzamiento, las cargas útiles y los objetos relacionados con misiones);
- b) Maniobras (a fin de tener en cuenta los lanzamientos de cohetes con cuerpos propulsores sólidos);
- c) Roturas (producidas por explosiones y colisiones);
- d) Separación material de las superficies (efectos de envejecimiento: por ejemplo, escamillas de pintura);
- e) Material procedente de escapes (por ejemplo, del refrigerante de las fuentes de energía nuclear (FEN)).

6. Deben tenerse en cuenta asimismo los siguientes acontecimientos eliminatorios:

- a) Desintegración en órbita debido a la resistencia aerodinámica u otras perturbaciones;
- b) Recuperaciones de la órbita;
- c) Abandono de la órbita.

Los modelos del entorno de los desechos deben contener todos o algunos de estos elementos.

7. En la elaboración de modelos de desechos espaciales se utilizan todas las fuentes de datos disponibles. Entre éstas figuran las siguientes:

a) Datos deterministas sobre objetos decimétricos y objetos mayores contenidos en el catálogo de satélites de la Comandancia Espacial de los Estados Unidos y en el catálogo ruso de vigilancia del espacio;

b) Datos estadísticos sobre objetos centimétricos derivados de observaciones por radares especializados en órbita terrestre baja (LEO);

c) Datos estadísticos sobre las poblaciones de desechos submilimétricos encontradas deducidos del análisis de superficies recuperadas:

d) Simulaciones en tierra de colisiones a hipervelocidad con satélites y cuerpos de cohetes;

e) Simulaciones en tierra de fragmentaciones explosivas.

8. Estos modelos se ven limitados por la escasa cantidad de datos disponibles para validar las relaciones resultantes. Los modelos deben basarse en los datos registrados previamente con respecto a las características de los satélites, los lanzamientos efectuados y las roturas en órbita; además, los datos referentes a la reacción de los materiales de los vehículos espaciales a impactos y a la exposición al entorno orbital son limitados. Por otra parte, es necesario partir de ciertos supuestos fundamentales al aplicar estos modelos para predecir el entorno futuro. En particular, las características futuras del tráfico de desechos y la aplicación de medidas de mitigación tendrán considerables repercusiones en el resultado de las predicciones basadas en los modelos. Los modelos de desechos espaciales deben actualizarse y validarse continuamente para que reflejen la precisión cada vez mayor de los conjuntos de datos derivados de observaciones y experimentos en cuanto a pormenores y tamaño.

9. Los modelos del entorno de los desechos pueden ser de dos clases: modelos discretos, que representan la población de desechos en un formato detallado, o una aproximación mecánica, en forma de funciones de distribución. Además, estos modelos pueden ser a corto plazo (los que abarcan un período de hasta diez años) o a largo plazo (los que abarcan períodos más largos). En la preparación de todos estos modelos, la población de desechos original es representada en una determinada época inicial, la cual se propaga hacia el futuro en forma gradual teniendo en cuenta los acontecimientos originarios y eliminatorios y las perturbaciones orbitales pertinentes.

10. En el cuadro ... que figura a continuación se comparan las características pertinentes de los modelos.

#### 2.1.2 Modelos a corto plazo

11. La comunidad de científicos e ingenieros dispone de los siguientes modelos a corto plazo:

a) **EVOLVE** fue elaborado por el Centro Espacial Johnson de la NASA con la finalidad de hacer predicciones a corto y a mediano plazo de la situación de la órbita terrestre baja con amplias fuentes y modelos de tráfico detallados, sobre la base de técnicas casi deterministas de propagación de los desechos;

b) **ORDEM96** es un modelo de ingeniería semiempírico elaborado por el Centro Espacial Johnson de la NASA. El modelo se basa en amplias observaciones remotas e *in situ* y se utiliza para apoyar el diseño y las operaciones del Transbordador Espacial de los Estados Unidos y la Estación Espacial Internacional;

c) **MASTER** es un modelo de entorno semideterminista de la ESA basado en la separación en tres dimensiones de densidades espaciales y velocidades transitorias. El modelo es aplicable a altitudes que van desde la órbita terrestre baja hasta la órbita geoestacionaria y proporciona estimaciones de la situación a corto plazo. Existe una versión menos detallada de MASTER en formato de ingeniería. Ambos modelos fueron creados por la Universidad Técnica de Braunschweig, en Alemania;

d) **IDES** es un modelo semideterminista de la situación en el espacio que se basa en modelos de tráfico detallado y características de los satélites y sirve para hacer predicciones a corto y a largo plazo de la situación con respecto a los desechos orbitales. El modelo fue elaborado por DERA Farnborough;

e) El modelo **Nazarenko**, creado por CPS, es un modelo estocástico semianalítico para la predicción a mediano y a largo plazo de la situación de la órbita terrestre baja en lo que a desechos se refiere, que

proporciona datos sobre la densidad espacial y las distribuciones de velocidades. El modelo se basa en datos de los catálogos ruso y estadounidense.

Nombre del modelo	Procedencia	Período de evolución	Modelo de ingeniería disponible	Tamaño mínimo	Ámbito orbital
CHAIN	NASA	A largo plazo	No	1 cm	Órbita terrestre baja
CHINEE	ESA	A largo plazo	No	1 cm	Órbita terrestre baja
EVOLVE	NASA	A corto y a largo plazo	No	0,01 mm	Órbita terrestre baja
IDES	DERA	A corto y a largo plazo	No	0,01 mm	Órbita terrestre baja
LUCA	TUBS	A largo plazo	No	1 mm	Órbita terrestre baja y mediana
MASTER	ESA	A corto plazo	Sí	0,1 mm	Órbita terrestre baja/órbita geostacionaria
NAZARENKO	RSA	A corto plazo	No	0,6 mm	Órbita terrestre baja
ORDEM96	NASA	A corto plazo	Sí	0,01 mm	Órbita terrestre baja
SDM/STAT	ESA	A largo plazo	No		Órbita terrestre baja/órbita geostacionaria

### 2.1.3 Modelos a largo plazo

12. Los modelos de predicción a largo plazo de la situación de los desechos orbitales permiten prever el número de objetos en un plazo máximo de 100 años en función del tiempo, la altitud y el tamaño de los objetos. Estas predicciones son importantes para evaluar la necesidad y la eficacia de las técnicas de reducción de los desechos.

13. Además de las fuentes de desechos espaciales que se toman en consideración al elaborar modelos sobre la cantidad actual de desechos, es preciso tener en cuenta las colisiones entre objetos de mayor tamaño (de más de 10 cm). Actualmente, las colisiones entre objetos de mayor tamaño no influyen mucho en el aumento del número de objetos, ya que sus probabilidades son bajas. No obstante, en el futuro, es posible que aumente el riesgo interactivo de colisiones denominadas destructivas, es decir, colisiones que generan fragmentos de mayor

tamaño. Este denominado riesgo interactivo de colisión entre todos los tipos de objetos es proporcional al cuadrado del número de objetos. Así pues, si en el futuro el número de objetos aumenta como en otras épocas (linealmente un tanto porcentual cada año), aumentará también el riesgo interactivo de colisión.

14. A fin de evaluar las consecuencias de las colisiones entre objetos de mayor tamaño, es necesario disponer de modelos divisibles fiables para colisiones de este tipo. Sin embargo, es muy difícil simular colisiones en órbita sin disponer de datos de pruebas que confirmen los resultados. Por esta razón, con la simulación de colisiones se introduce incertidumbre en los modelos.

15. A diferencia de los modelos sobre la cantidad actual de desechos, en los modelos a largo plazo deben preverse algunos supuestos en que se describan las futuras actividades de navegación espacial, incluidos los mecanismos de generación de desechos, por ejemplo, en función del futuro número de:

- a) lanzamientos y órbitas conexas;
- b) cargas útiles por lanzamiento y su tamaño;
- c) objetos relacionados con las misiones (carenado, pernos, etc.);
- d) explosiones de naves espaciales y fases finales.

16. Todos estos parámetros están sujetos a variaciones con el tiempo debido a aspectos técnicos o científicos, financieros y políticos. Así pues, se añaden nuevos factores de incertidumbre a los derivados del modelo matemático propiamente dicho (modelos divisibles, etc.).

17. Se ha elaborado una serie de modelos para previsiones a largo plazo de la situación de los desechos, que pueden caracterizarse brevemente del modo siguiente:

a) **Los modelos CHAIN y CHAINEE:** El modelo CHAIN fue puesto a punto por la Universidad Técnica de Braunschweig en virtud de un contrato público. Desde 1993, la NASA lo ha mantenido y perfeccionado. El modelo CHAINEE es la prolongación europea del modelo CHAIN, y lo utiliza la ESA. Se trata de un modelo analítico del tipo de "partícula en caja", que describe la población y los fragmentos de colisión hasta una altura de 2.000 km mediante el uso de 4 sectores de altura en órbita terrestre baja y 5 categorías de masa. El modelo CHAINEE es un código informático sumamente rápido (aproximadamente 10 segundos para una

simulación de 100 años) gracias al cual se pueden determinar las tendencias relativas vinculadas a enfoques de mitigación concretos. La resolución del modelo CHAIN es limitada debido a la sectorización que utiliza;

b) **EVOLVE:** El modelo EVOLVE ha sido perfeccionado por la NASA. Se trata de un modelo semideterminista, es decir, los objetos que constituyen desechos se describen separadamente mediante un juego de parámetros. Además de poder elaborar modelos del entorno actual de desechos, sirve para investigar las características de la evolución futura en el marco de distintas prácticas de mitigación mediante el uso de técnicas de Monte-Carlo. Para ello se utilizan datos de los modelos de misiones. La fiabilidad y la resolución del modelo por lo que se refiere a la altura orbital y las dimensiones de los objetos son buenas gracias a su metodología;

c) **IDES:** El modelo IDES fue perfeccionado en el Departamento Espacial de DERA en Farnborough (Reino Unido). Se simulan los datos históricos hasta 1996. Para analizar escenarios futuros se utilizan modelos de tráfico y se lleva a cabo una evolución cronológica del entorno para dar cuenta de las interacciones en el seno de la población de satélites;

d) **LUCA:** El código informático semideterminista LUCA ha sido perfeccionado en la Universidad Técnica de Braunschweig para el análisis detallado de escenarios futuros, sobre todo si se precisa una alta resolución en lo referente a la altura orbital y la declinación. El código suma las ventajas de una alta resolución espacial y de un consumo tolerable de tiempo de computadora. Para poder calcular el riesgo de colisión en función del tiempo se ha puesto a punto un instrumento especial que refleja el aumento de los riesgos de colisión cuanto más alta es la declinación (p. ej.: cerca de las regiones polares);

e) **STAT/SDM:** En la Universidad de Pisa (Italia) se han puesto a punto dos programas con la finalidad de elaborar modelos a largo plazo en el marco de un contrato de la ESA. En el enfoque estocástico (STAT) y en el modelo semideterminista (SDM) se emplea la misma población inicial y las mismas hipótesis de origen y eliminación. En el modelo SDM se utilizan las órbitas de un subconjunto representativo de la población para calcular las tasas de colisión y elaborar cartas de la población prospectivamente. Las densidades espaciales se almacenan en sectores de altura y de masa en función del tiempo. Los efectos de las políticas de lanzamiento y de las medidas de mitigación en la evolución de la población pueden analizarse por medio de estudios paramétricos. El modelo STAT es una alternativa del SDM del tipo de “partícula en caja” eficiente por lo que se refiere al uso de tiempo de computadora. Se basa en un sistema de ecuaciones diferenciales alineales acopladas que están integradas numéricamente.

18. Las conclusiones principales de los modelos de desechos a largo plazo que se acaban de citar pueden resumirse de la siguiente forma:

a) La población de desechos puede crecer sin ningún control en el futuro si los vuelos espaciales siguen realizándose como hasta ahora. Ello se debe al creciente número de colisiones que se producirán entre los objetos de mayor tamaño;

b) En la actualidad, los fragmentos procedentes de explosiones son la fuente principal de los desechos espaciales. Pasado un cierto momento, es posible que los fragmentos procedentes de colisiones dominen la población de desechos;

c) Si se produce la segunda etapa de esta evolución, comenzará el denominado efecto de colisión en cascada, lo que significa que los fragmentos producidos por las colisiones contribuirán al número de colisiones posteriores. En ese momento, la población aumentará de forma exponencial.

19. Los resultados de los modelos de desechos a largo plazo no concuerdan completamente. Sin embargo, las tendencias básicas y las tendencias obtenidas por los modelos coinciden.

20. Las probabilidades de colisión entre los objetos de mayor tamaño son, en un principio, bajas. Por ello, es indispensable analizar cierto número de tandas separadas de Monte-Carlo o utilizar enfoques de valor medio con objeto de obtener tendencias fiables. Los modelos antes citados tienen en cuenta ese efecto.

## *2.2. Evaluaciones del riesgo de desechos orbitales*

### *2.2.1. Introducción*

21. Las evaluaciones del riesgo incluyen la probabilidad de un fenómeno, así como sus consecuencias posteriores. Con la ayuda de modelos del entorno de desechos orbitales se puede evaluar el riesgo de colisión entre vehículos espaciales operacionales y desechos orbitales. Los vehículos espaciales que se encuentran en la órbita terrestre baja reciben un bombardeo repetido de partículas de muy pequeñas dimensiones (<100 micras) dado el gran número de desechos de ese tipo que existe, pero sus efectos suelen ser leves ya que las masas y las energías que intervienen son bajas. Teniendo en cuenta que la población de objetos de desechos de tamaño más grande es menor, la probabilidad de colisión disminuye rápidamente a medida que aumenta el tamaño del desecho. Sin embargo, aumenta la gravedad de las colisiones entre objetos de gran tamaño.

22. Los principales factores de riesgo son la densidad espacial y la velocidad media relativa de colisión en la órbita (altura e inclinación) del objeto espacial de que se trate, la superficie transversal de ese objeto espacial y la duración del vuelo. Las consecuencias de una colisión dependerán de las masas y composiciones respectivas



de los objetos. Mientras que el riesgo de colisión entre un objeto en órbita y un meteoróide es básicamente independiente de la altura, la probabilidad de una colisión entre objetos orbitales está vinculada estrechamente a la altura, siendo por lo general un orden de magnitud mayor en la órbita terrestre baja que en la órbita geoestacionaria.

## *2.2.2. Evaluaciones de los riesgos de colisión en la órbita terrestre baja*

### *2.2.2.1. Metodología*

23. Desde el decenio de 1960 se han llevado a cabo con carácter rutinario evaluaciones de riesgo de naves espaciales en órbita terrestre baja. Se utiliza el modelo de Poisson en aquellos casos en que existe un gran número de fenómenos independientes y se da una reducida probabilidad de que cada uno de esos fenómenos ocurra. Los desechos artificiales y los micrometeoroides satisfacen esos criterios de independencia, salvo en los casos de una desintegración reciente o de una tormenta meteórica.

24. Para calcular la probabilidad de un impacto causado por desechos espaciales es necesario disponer de un modelo del entorno de meteoroides/desechos orbitales (M/DO), la configuración de la nave espacial y el perfil de la misión. Para calcular la probabilidad de penetración y/o de avería debida al desecho espacial es preciso poseer un conocimiento detallado de la configuración de la nave espacial, comprendidos los siguientes detalles:

- a) La geometría de los subsistemas críticos;
- b) La ecuación de resistencia de penetración o del límite balístico de cada subsistema;
- c) Datos acerca de la capacidad de cada subsistema de tolerar desperfectos.

25. Sobre la base de esta información, cabe calcular con ciertas fórmulas informáticas:

- a) la probabilidad de impacto con desechos espaciales por cada partícula de cierto tamaño;
- b) la probabilidad de daños por impacto en un subsistema dado;
- c) la probabilidad de daños en función de la ubicación; y

d) la proporcionalidad entre la probabilidad de daños por impacto con desechos de origen humano y con micrometeoroides.

#### 2.2.2.2 *Resultados de las evaluaciones de riesgos*

26. Se utilizan rutinariamente las evaluaciones de riesgos en órbita terrestre baja para mejorar la seguridad de las operaciones espaciales. En los vuelos espaciales con tripulación humana las evaluaciones de estos riesgos han resultado esenciales para garantizar la seguridad de las operaciones de transbordador espacial. Se reconfigura operacionalmente toda misión de transbordador cuya evaluación previa del riesgo haya reportado un nivel inaceptable de riesgo de impacto con desechos espaciales.

27. Se están utilizando evaluaciones del riesgo de impacto para diseñar la colocación y el tipo de blindaje necesario para proteger a la tripulación, así como los subsistemas esenciales de las Estación Espacial Internacional.

28. Se están utilizando también evaluaciones de este tipo de riesgo para el diseño de ingenios espaciales no tripulados. Estas evaluaciones facilitan la colocación correcta del blindaje protector de subsistemas esenciales, así como el diseño sistemático de importantes constelaciones de satélites de telecomunicaciones.

**Cuadro\_\_ : Tiempo medio entre impactos sobre satélites con una superficie  
de perfil transversal de 100 metros cuadrados**

Altura orbital	Objetos 0,1-1,0 cm	Objetos $1 \geq 10$ cm	Objetos $> 10$ cm
500 km	1-10 años	350-700 años	15.000 años
1.000 km	0,3-3 años	70-140 años	2.000 años
1.500 km	0,7-7 años	100-200 años	3.000 años

### 2.2.3 *Evaluación del riesgo de colisión en órbita geoestacionaria*

29. En la actualidad, sólo se conoce bien la población de objetos espaciales en el interior o las cercanías de la zona de órbitas geoestacionarias respecto de los ingenios espaciales y sus etapas superiores. El reducido número de estos objetos, su amplia distribución espacial y su menor velocidad relativa media (500 m/sec) contribuyen a disminuir considerablemente la probabilidad de colisiones en la zona orbital geoestacionaria. Más aún, a medida que se van dejando un mayor número de ingenios espaciales y de etapas superiores en órbitas superiores o inferiores a la zona geoestacionaria, el número de objetos intactos incontrolados que cruzan la zona orbital geoestacionaria aumenta a un ritmo muy lento. Existe un riesgo especial de colisión en la zona geoestacionaria imputable a la gran proximidad de ingenios operacionales en ciertas longitudes de órbita, pero cabe eliminar dicho riesgo mediante procedimientos de control de ingenios espaciales. El reducido número de objetos voluminosos en la proximidad de la zona orbital geoestacionaria permite asimismo predecir los acercamientos peligrosos entre ingenios espaciales operacionales y desechos orbitales con tiempo suficiente para efectuar una maniobra de evasión.

30. No se conoce bien el número de desechos orbitales de menos de 1 metro de diámetro en las proximidades de la zona geoestacionaria. Se han detectado dos objetos fragmentados -un ingenio espacial y una etapa superior- y existen indicios de otras fragmentaciones. Sin embargo, la trayectoria de ese tipo de desechos se habrá visto normalmente perturbada hacia una órbita inclinada, lo que reduciría su período de residencia en la zona geoestacionaria, pero aumentaría también su velocidad relativa de impacto. En muchos casos esos fragmentos habrán sido ampliamente dispersados tanto en su inclinación como en su altitud. Se habrán de efectuar mediciones adicionales de desechos en la órbita geoestacionaria para poder evaluar esos riesgos con mayor precisión. Tal vez se hayan de desarrollar también nuevas técnicas de cálculo de la probabilidad de colisiones para tomar en consideración la índole no aleatoria de las aproximaciones peligrosas en órbita geoestacionaria.

31. No se dispone de ningún mecanismo natural de desplazamiento para los satélites en órbita geoestacionaria. Por ello los ingenios operacionales están en riesgo de ser dañados por ingenios incontrolados. El riesgo anual de colisión de un satélite operacional está actualmente evaluado en  $10^{-5}$ .

### 2.2.4 *Evaluación del riesgo imputable al reingreso de desechos orbitales*

32. La presente evaluación está circunscrita al reingreso incontrolado de objetos desde una órbita terrestre.

33. En unos 40 años se tiene conocimiento de más de 16.000 reingresos de objetos espaciales catalogados. No se tiene noticia de ningún daño o lesión importante. Ello se debe en gran parte a la enorme extensión de la

superficie oceánica y a la escasa densidad de población de muchas regiones terrestres. Durante los últimos cinco años, se ha estado registrando, casi semanalmente, el reingreso en la atmósfera terrestre de un objeto orbital con una sección transversal equivalente o superior 1 m<sup>2</sup>, y se tiene noticia de que sobrevivieron algunos fragmentos.

34. El riesgo de ese reingreso no se limita a su eventual impacto mecánico sino también a la posible contaminación química o radiológica del medio ambiente. El riesgo mecánico sería imputable a objetos no destruido por su calentamiento aerodinámico. Este riesgo dependerá de las características de la órbita final, del tamaño del objeto y de las propiedades materiales del mismo.

35. Al evaluar el riesgo dimanante de ese reingreso se ha de calcular el tamaño del objeto y se ha de analizar la altitud de la destrucción aerodinámica, y se han de determinar también los componentes que podrían sobrevivir al reingreso, la modelación de esos componentes y la zona total expuesta al posible impacto.

36. No se ha conseguido ningún consenso internacional respecto de las víctimas humanas de esos reingresos. El documento "NASA safety standard 1740.14" titulado "Guidelines and assessment procedures for limiting orbital debris", da una probabilidad de accidente del 10<sup>-4</sup>.

37. La Subcomisión observó que en su 35º período de sesiones debería centrar la atención en el último tema de su plan de trabajo plurianual, a saber, las medidas de mitigación de los desechos espaciales. Se acordó que sería conveniente invitar a la Academia Internacional de Astronáutica por conducto de su Subcomité sobre Desechos Espaciales, a que preparara un documento de trabajo amplio sobre las prácticas de mitigación actualmente en vigor, así como sobre las medidas propuestas para mitigar los desechos espaciales.

38. La siguiente sección del plan se ultimaré en el 35º período de sesiones de la Subcomisión de Asuntos Científicos y Técnicos:

### ***3. Medidas de mitigación de los desechos espaciales***

#### ***3.1 Reducción del aumento de desechos en el tiempo***

##### ***3.1.1 Evitación de objetos relacionados con misiones***

##### ***3.1.2 Aumento de la integridad estructural de los objetos espaciales (prevención de explosiones, etc.)***

##### ***3.1.3 Salida de órbita y re inserción en órbita de objetos espaciales***

### 3.2 Estrategias de protección

#### 3.2.1 Blindaje

#### 3.2.2 Evitación de colisiones

### 3.3 Eficacia de las medidas de mitigación

## 4. Figuras

39. Las figuras I a VIII incluidas a continuación son versiones preliminares y se incorporarán en la versión definitiva del informe técnico de la Subcomisión sobre los desechos espaciales.

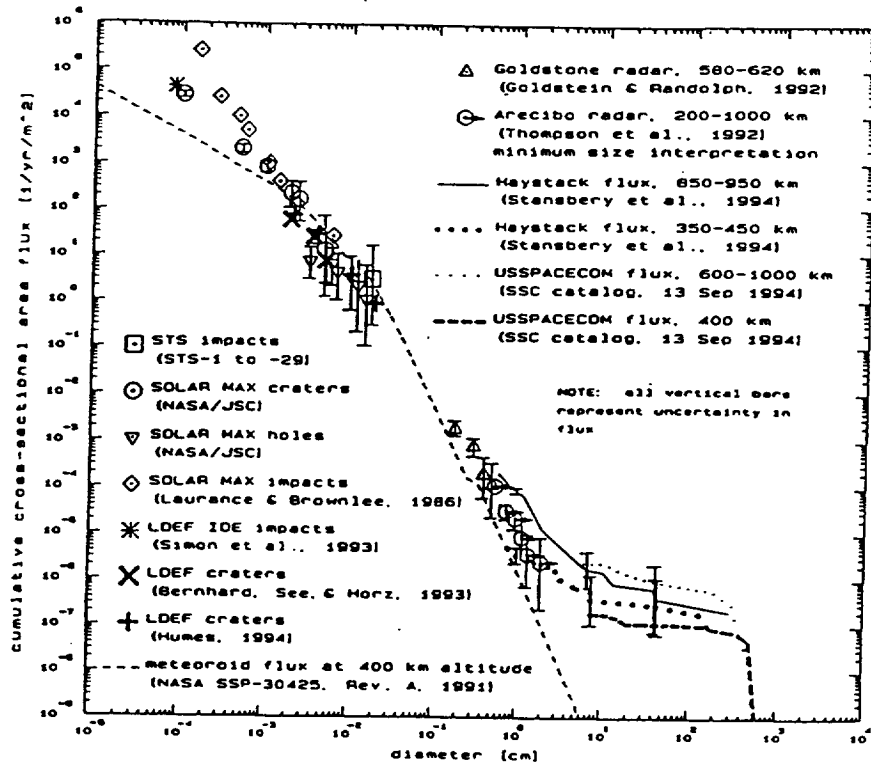


Figura I. Flujo aproximado de los desechos medidos en órbita terrestre baja, por tamaño de los objetos

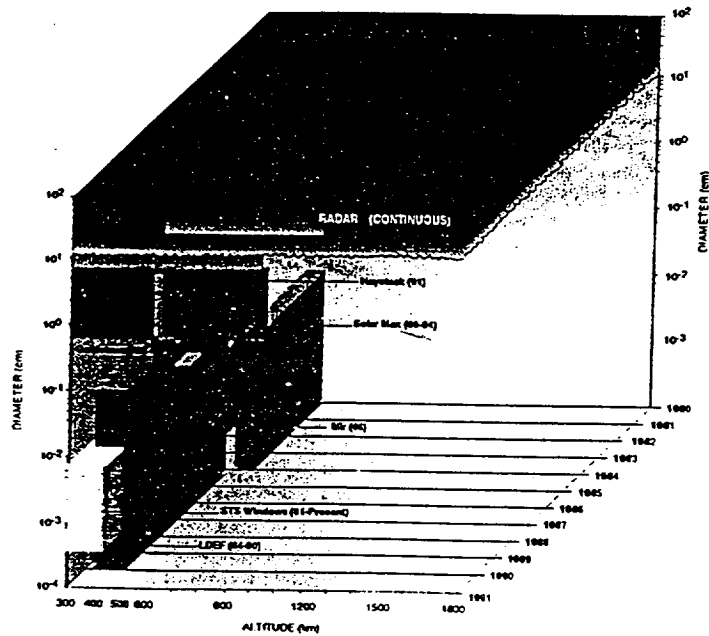


Figura II. Datos relativos a la caracterización de los desechos orbitales: diámetro *versus* altitud *versus* año

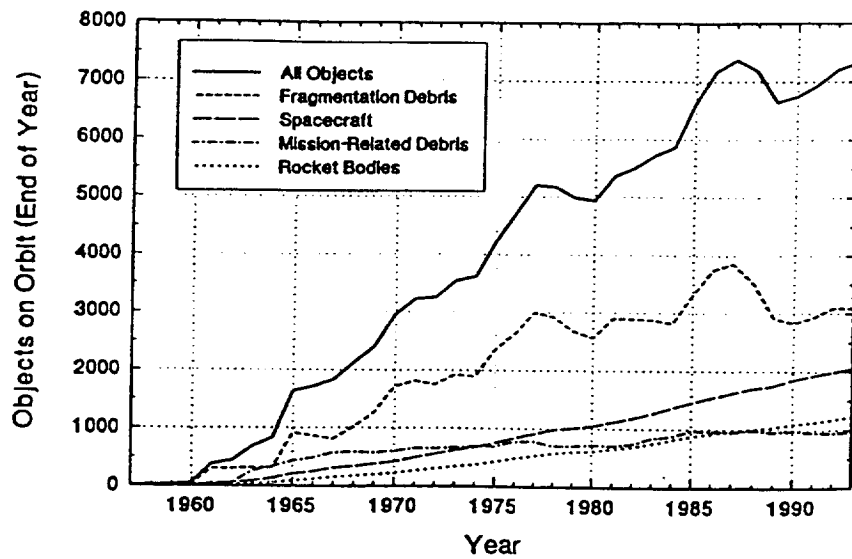


Figura III. Población catalogada en órbita, actualizada en caso de retraso en la catalogación

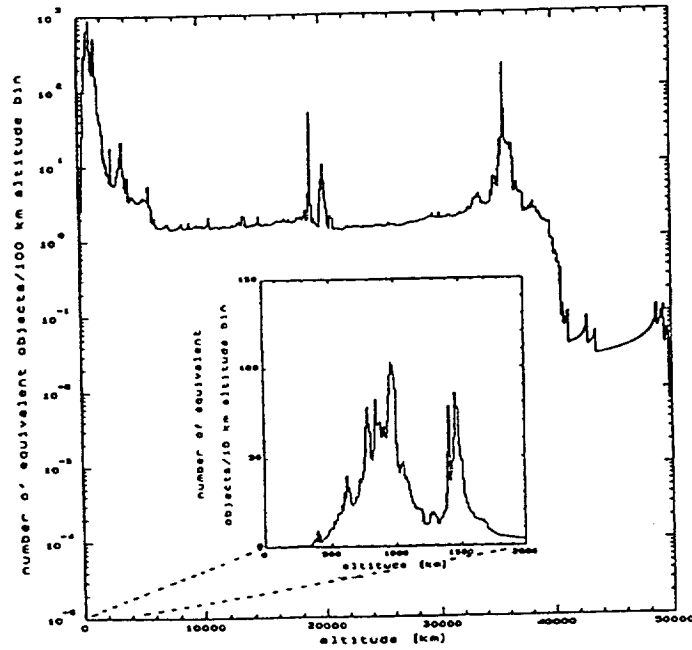


Figura IV. Distribución de los satélites en órbita terrestre

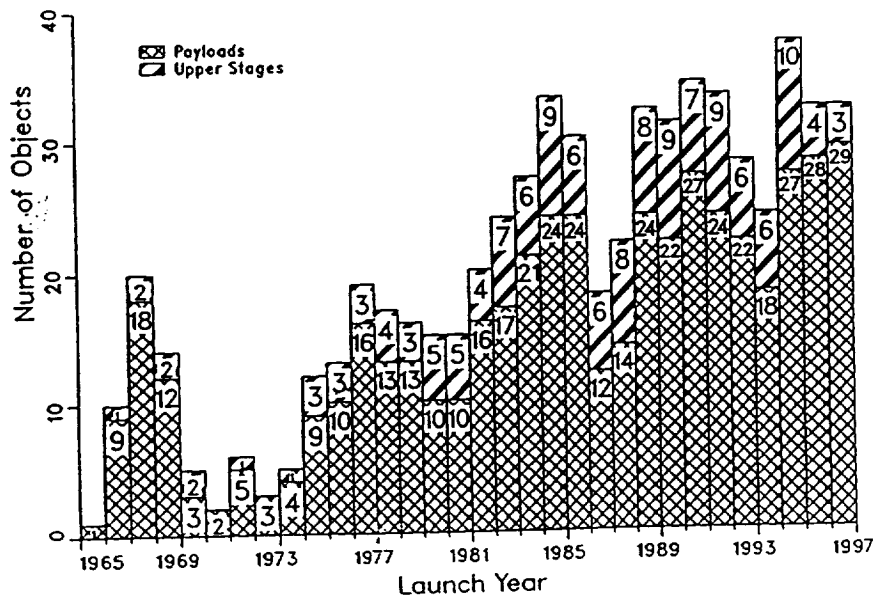


Figura V. Cargas útiles y etapas superiores lanzadas en la órbita geostacionaria

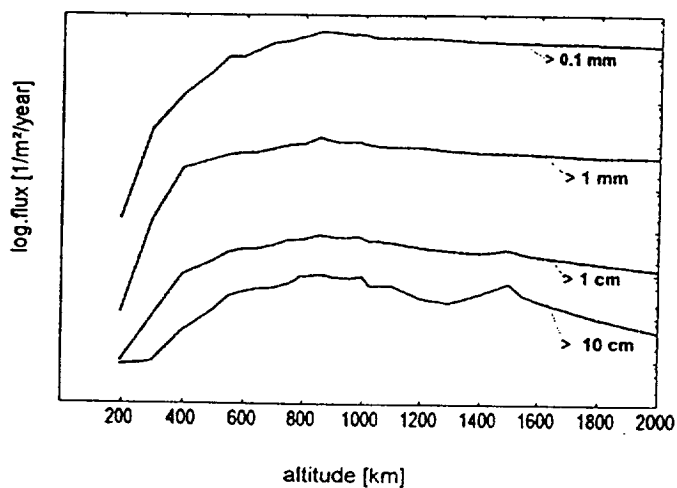


Figura VI. El flujo de objetos en órbita terrestre baja

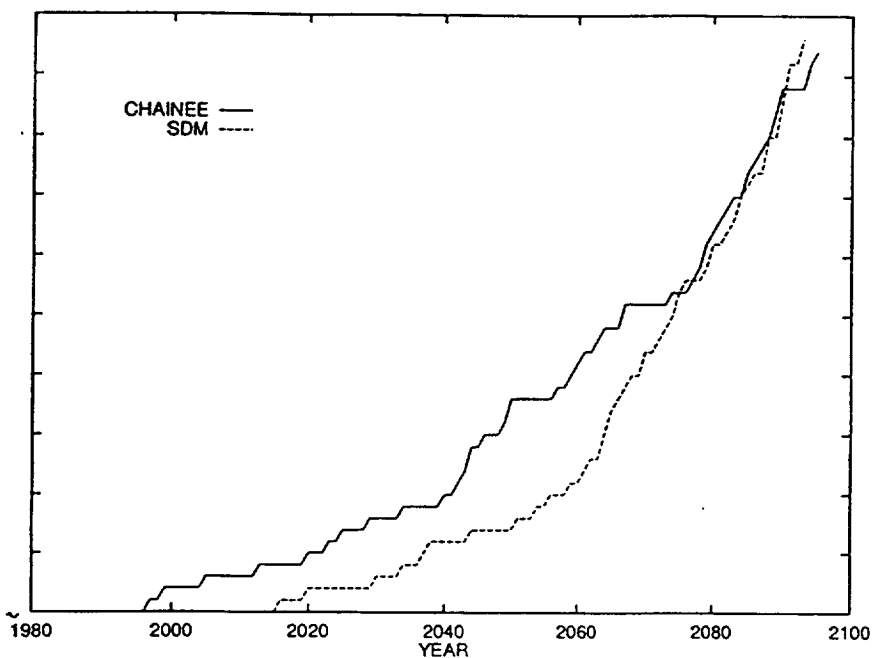


Figura VII. Número acumulativo de colisiones destructivas



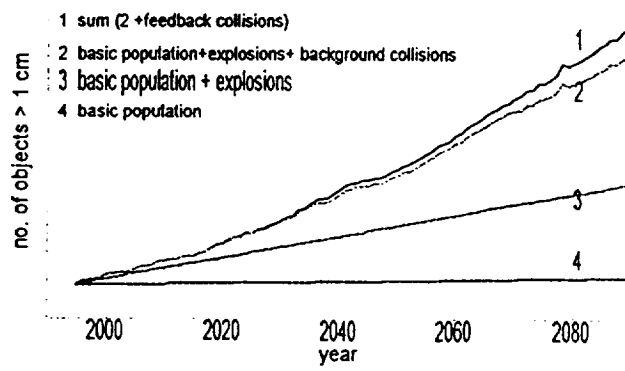


Figura VIII. Población simulada sobre la base de los supuestos aplicados hasta la fecha