

COMISIÓN ESPECIAL INDEPENDIENTE

Contingencia Usumacinta – KAB 101

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El 31 de octubre de 2007, el Director General de Petróleos Mexicanos, Dr. Jesús Reyes Heróles, le solicitó al Dr. Mario Molina seleccionar y encabezar una comisión independiente para analizar el accidente de la plataforma de perforación autoelevable Usumacinta (tipo MAT-Cantilever) ocurrido el pasado 23 de octubre de 2007 en la Sonda de Campeche.

El Dr. Mario Molina convocó a un grupo de especialistas a colaborar en esta tarea, como resultado, la Comisión Especial Independiente quedó integrada por las siguientes personas:

Dr. José Mario Molina-Pasquel Henríquez,
Presidente, Centro Mario Molina

Dr. Miguel Angel Alatorre Mendieta,
Investigador, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM

Capitán Carlos Manuel Bandala Fraga,
Consultor Independiente

Lic. Gerardo Gil Valdivia,
Sección Mexicana del Club de Roma

Dr. Víctor O. Magaña Rueda,
Investigador, Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

Ing. Carlos Héctor Mena Brito,
Director Ejecutivo, Centro Mario Molina

Dr. David Alberto Novelo Casanova
Investigador, Instituto de Geofísica, UNAM

Dr. Luis Arturo Rivas Tovar
Investigador, ESCA Santo Tomás, Instituto Politécnico Nacional

Dr. José Sarukhán Kermez
Investigador Emérito, Instituto de Ecología, UNAM

Habiendo tenido la oportunidad de analizar la información aportada por Petróleos Mexicanos y los miembros de la Comisión Especial, la que se originó en la investigación realizada por el Instituto Battelle, la resultante de las visitas al sitio del accidente, así como de las entrevistas con los sobrevivientes, se realizó un análisis independiente de los hechos y las evidencias, y se elaboró un conjunto de recomendaciones para disminuir la probabilidad de ocurrencia de un accidente semejante.

Resumen del accidente:

1. Desde las 7:00 horas del día 23 de octubre de 2007, la plataforma Usumacinta, que se preparaba para perforar un pozo en la plataforma de producción (Sea Pony) KAB-101, enfrentó un evento meteorológico severo (frente frío No. 4), que provocó una secuencia de hechos, acciones y decisiones que culminaron con la muerte de 22 personas y con daños importantes a las instalaciones.
2. De acuerdo a la reconstrucción de los hechos, la plataforma Usumacinta se movió vertical y horizontalmente. Una cubierta auxiliar, colocada debajo del cantilever de la plataforma, golpeó al árbol de válvulas del pozo 121 desprendiéndolo del mismo. Esto ocasionó la primera fuga de aceite y gas, que fue reportada a las 11:30 horas.
3. Para controlar la fuga y con el fin de evitar un peligro mayor al resto del personal, trabajadores de la plataforma en una maniobra altamente riesgosa, bajaron a la plataforma de producción KAB-101 y activaron el cierre de las válvulas de seguridad sub-superficiales (válvulas de tormenta) de los pozos 121 y 101 a las 13:55 horas. La fuga en el pozo 121 se controló sólo temporalmente.
4. Al reaparecer la fuga y con el previo conocimiento de que en los pozos se tiene la presencia de ácido sulfhídrico, se decidió evacuar totalmente la plataforma a las 15:30 horas.
5. El personal se colocó los chalecos salvavidas y subió a los botes salvavidas. Los botes fueron bajados con éxito al mar y se alejaron de la plataforma.
6. Los botes están diseñados para proteger a sus ocupantes con la idea de que se mantengan a salvo hasta que pase el mal tiempo para entonces ser rescatados. Las escoltillas deben permanecer cerradas. Sin embargo, el desorden y el pánico prevalecieron entre el personal y se abrieron las escoltillas, lo que permitió la entrada de agua afectando la estabilidad de los botes.
7. El mal tiempo, la entrada de agua a los botes, así como el desorden y el pánico dificultaron el rescate y como consecuencia fallecieron 20 trabajadores de la plataforma y 2 tripulantes del remolcador Morrison Tide.

Factores críticos del accidente:

Del análisis elaborado se puede concluir que el accidente fatal no habría ocurrido si:

- La información meteorológica proporcionada hubiera sido suficientemente precisa y en consecuencia se hubiera estimado correctamente el peligro que las condiciones de viento y oleaje representaban para la plataforma.
- El cantilever no se hubiera desplegado.
- La plataforma Usumacinta no se hubiera movido.
- La válvula de seguridad sub-superficial del pozo 121 hubiera funcionado bien.
- Los botes salvavidas hubieran permanecido cerrados durante la tormenta.

Estos hechos ponen claramente de manifiesto que:

- No se tenía conciencia de que un evento meteorológico como el que afrontó la plataforma Usumacinta pudiera ocasionar que ésta se desplazara tanto con respecto a su posición original.
- No se tenían considerados correctamente los riesgos a los que se encuentran expuestas las plataformas del tipo de la Usumacinta (MAT-Cantilever) especialmente en situaciones de inestabilidad potencial de la plataforma.
- Se disponía, con muchas horas de anticipación, de datos sobre la fuerza y peligrosidad del norte de gran intensidad que se aproximaba a la plataforma Usumacinta. Sin embargo, la calidad de los pronósticos fue inadecuada para la puesta en marcha de acciones preventivas. Los boletines meteorológicos carecieron de la precisión necesaria para una buena estimación del riesgo que en este caso fue equivalente al de un huracán de clase 1.
- Aún cuando se tienen planes y procedimientos para enfrentar huracanes, no se cuenta con sistemas equivalentes para el caso de otros eventos meteorológicos severos, tales como los nortes.
- No se toman en cuenta adecuadamente los efectos que sobre el suelo marino tienen las intervenciones previas de otros equipos en todos los sitios en que se colocan plataformas.
- No se tienen instrumentos que detecten el movimiento de las plataformas.
- La capacitación de todo el personal para reaccionar en forma apropiada y segura en caso de emergencias no fue la adecuada. No se tuvo el conocimiento de cómo actuar dentro de los botes salvavidas y de las

maniobras que deben realizarse, ni de cómo sobrevivir en el mar. Los líderes de los botes no contaban con los conocimientos y la autoridad para mantener el orden y controlar el pánico.

- No se cuenta con el equipo necesario para operaciones de rescate durante un fenómeno meteorológico severo. Los barcos que asistieron durante el accidente no contaban con el equipamiento y la capacidad de hacer un rescate eficiente por lo que no era atinado que se acercaran a los botes salvavidas.

Objetivo de las recomendaciones:

Las siguientes recomendaciones tienen como finalidad incrementar los niveles de seguridad de las actividades petroleras mar adentro y minimizar la probabilidad de que en el futuro acontezcan eventos catastróficos similares al ocurrido a la plataforma Usumacinta el 23 de octubre de 2007.

Recomendaciones Centrales:

- La información meteorológica debe ser de mejor calidad y adecuada para evaluar los riesgos que enfrentan el personal y las instalaciones. Esto requiere de capacitación entre los meteorólogos que la preparan.
- Ante la llegada de nortes fuertes como el que provocó el accidente de la plataforma Usumacinta se deben tomar oportunamente, en todas las instalaciones vulnerables, las acciones preventivas que minimicen el riesgo de accidentes que pueda causar su desplazamiento.
- Se deben revisar los protocolos de instalación y uso de las plataformas del tipo de la Usumacinta (MAT-Cantilever) para garantizar que, si existe la probabilidad de que ocurran vientos fuertes y oleaje intenso, no se despliegue el cantilever a menos que el equipo tenga el peso y la estabilidad necesarios para evitar su desplazamiento.
- Es necesario dilucidar claramente la causa de la falla de la válvula de seguridad sub-superficial del pozo 121 y en su caso, tomar las acciones correctivas necesarias para las válvulas similares que operan en la Sonda de Campeche.
- Es urgente capacitar adecuadamente a todo el personal que trabaja en la Sonda de Campeche para sobrevivir en el mar. Se debe poner especial atención a que

conozcan bien la función de los chalecos y botes salvavidas, y la importancia de que éstos permanezcan cerrados, así como a la necesidad de mantener un comportamiento ordenado durante las emergencias.

Recomendaciones Generales:

- I. Mejorar la calidad y oportunidad de los pronósticos meteorológicos en la Sonda de Campeche.** El conocimiento meteorológico debe utilizarse para evaluar el riesgo al que están expuestas las instalaciones petroleras y para la activación de Planes y Programas preventivos que garanticen la seguridad del personal y las instalaciones.
- II. Garantizar la estabilidad de las plataformas de perforación y minimizar el riesgo de que se muevan durante nortes intensos.** Se deben diseñar e implementar acciones que permitan reducir el riesgo de movimiento de las plataformas ante un evento severo.
- III. Detectar oportunamente movimientos de las plataformas y aproximaciones peligrosas entre ellas.** Se debe establecer un Sistema de Vigilancia Estructural que detecte en tiempo real una falla en la estabilidad de las plataformas.
- IV. Modificar la actitud ante el riesgo y mejorar la capacidad para enfrentarlo.** Se debe inducir un cambio cultural de todo el personal que labora en actividades peligrosas y se deben adoptar prácticas de planeación y operación basadas en la evaluación cuantitativa del riesgo.
- V. Transformar y corregir la capacitación y el entrenamiento del personal en cuestiones de seguridad.** Se deben tener los conocimientos y la capacitación necesarios para actuar adecuadamente en casos de emergencia y dentro de los equipos de salvamento.
- VI. Contar con el equipo de seguridad adecuado y garantizar el buen estado del mismo.** Los equipos de seguridad y los dispositivos salvavidas (botes, chalecos, trajes, aros, señales, etc.) deben seguir las mejores prácticas internacionales y estar en condiciones óptimas de operación.
- VII. Mejorar el proceso de evaluación de las condiciones del suelo para la colocación de plataformas.** Se debe analizar la historia de intervenciones previas en el sitio, a fin de garantizar que se tomen en cuenta correctamente las afectaciones que las mismas tengan en las características del suelo.

Recomendaciones Específicas:

I. Mejorar la calidad y oportunidad de los pronósticos meteorológicos en la Sonda de Campeche.

- I.1. Realizar un estudio que evalúe el funcionamiento del Servicio Meteorológico de Petróleos Mexicanos, con objeto de determinar los cambios necesarios que lleven a una mejor calidad de los pronósticos meteorológicos marinos, incluyendo el establecimiento de un sistema de vigilancia permanente de eventos meteorológicos extremos que puedan poner en riesgo las operaciones en las plataformas petroleras. Este sistema deberá contemplar:
- La asimilación y procesamiento de datos para los diagnósticos y pronósticos de condiciones meteorológicas que constituyan una situación de peligro en la zona sur del Golfo de México.
 - El aprovechamiento de la información de las boyas que registran parámetros oceanográficos (principalmente oleaje) y meteorológicos en tiempo real instaladas en el Golfo de México, con datos abiertos para que todas las instancias dedicadas al pronóstico del estado del tiempo tengan acceso inmediato a ellos. La instalación de boyas adicionales, su ubicación, tipo e instrumentación, así como la prioridad de instalación, deberán ser determinadas por un grupo de especialistas en Oceanografía y Meteorología convocados por Petróleos Mexicanos.
- I.2. Generar productos meteorológicos de relevancia para las operaciones en las plataformas, que lleven a una adecuada estimación del riesgo meteorológico, incluyendo una estrategia de comunicación que lleve a acciones preventivas eficaces.
- Mejorar la preparación y difusión de boletines, colocando advertencias claras y notorias cuando se estime que se trata de condiciones de tiempo severo.

- Mejorar los mecanismos de comunicación de la información meteorológica, haciendo obligatorio para las instalaciones y embarcaciones de Petróleos Mexicanos confirmar la recepción de los boletines que indiquen tiempo severo que pueda poner en riesgo a las personas o a las instalaciones.
- I.3. Crear en Petróleos Mexicanos un grupo de trabajo de meteorólogos y oceanógrafos que vigilen permanentemente el estado de la atmósfera y del mar durante los siete días de la semana y las 24 horas del día en el Golfo de México, que se vincule con el Programa de Meteorología Marina y Oceanografía de la Organización Meteorológica Mundial, y que cuente con la capacidad, el equipo y la autoridad para emitir mensajes de alerta.
 - I.4. Los meteorólogos que sean responsables de emitir información de tiempo severo deben ser formados en escuelas especializadas y permanecer en constante actualización.
 - I.5. Establecer un convenio de intercambio de datos con otras instituciones que dispongan de boyas para registro de oleaje y parámetros meteorológicos, como la Secretaría de Comunicaciones y Transportes y la Secretaría de Marina. Incorporar la capacidad de monitoreo y pronóstico del tiempo desarrollada en Meteorología Marina por la Secretaría de Marina a la existente en PEMEX, incluyendo la información sobre vientos y oleaje con mayor detalle espacial.

II. Garantizar la estabilidad de las plataformas de perforación y minimizar el riesgo de que se muevan durante nortes intensos.

- II.1. Realizar un diagnóstico sobre los diferentes tipos de amenazas geológicas e hidro-meteorológicas a las que se encuentran expuestas las plataformas. Se deberán determinar los períodos de recurrencia y magnitud máxima probable de estas amenazas. Con base en este diagnóstico, determinar la vulnerabilidad de las plataformas.

- II.2. Por medio de un análisis integrado del punto anterior, determinar el nivel del riesgo al que se encuentran expuestas las plataformas. Como resultado de esto, establecer e implementar las acciones que permitan reducir el riesgo de movimiento de las plataformas ante un evento geológico o hidrometeorológico.
- II.3. Ante el pronóstico de oleaje intenso y vientos fuertes, adoptar como práctica obligatoria el tomar todas las acciones necesarias para proporcionar la mayor estabilidad posible a las plataformas.

III. Detectar oportunamente movimientos de las plataformas y aproximaciones peligrosas entre ellas.

- III.1. Instalar en las plataformas más importantes, así como en las de futura contratación que lo ameriten, un Sistema de Vigilancia Estructural que detecte en tiempo real una falla en su estabilidad. Este sistema deberá incluir inclinómetros, extensómetros, acelerógrafos así como detectores de grietas y de gases peligrosos. Este sistema no deberá producir chispas y deberá contar con una fuente de electricidad independiente y protegida contra incendios o explosiones, a fin de garantizar el funcionamiento del mismo en todo momento.
- III.2. Incorporar el Sistema de Vigilancia Estructural a un Sistema de Emisión de Alertas para detectar cuando los niveles aceptables de los parámetros de medición sean rebasados. Estas alertas deberán transmitirse locamente a una Estación Central de Registro fuera de las plataformas.
- III.3. Las alertas deberán estar sincronizadas con dispositivos que permitan prevenir derrames de petróleo y la emisión de gases tóxicos cerrando de manera automática, cuando proceda, válvulas y conexiones.

- III.4. Dependiendo del análisis realizado por la Estación Central de Registro de la información proporcionada por el Sistema de Vigilancia Estructural, se realizarán las inspecciones y los estudios de geofísica e ingeniería necesarios.
- III.5. Desarrollar los planes de acción y simulacros de respuesta adecuados a las alertas emitidas por Sistema de Emisión de Alertas.

IV. Modificar la actitud ante el riesgo y mejorar la capacidad para enfrentarlo.

- IV.1. Impulsar un verdadero cambio cultural que modifique la actitud ante el riesgo y que reconozca como un objetivo de máxima prioridad la protección de la vida humana, de las instalaciones y de los ecosistemas. Este es un objetivo de largo plazo que requiere de un programa detallado de implementación con metas intermedias específicas y medibles. Este cambio debe abarcar no solo a Petróleos Mexicanos sino a todas las empresas prestadoras de servicios.
- IV.2. Evaluar críticamente, con apoyo de un diagnóstico externo, la eficacia de los sistemas existentes de auditoría y vigilancia de la seguridad y perfeccionarlos a fin de garantizar que las personas y las instalaciones estén preparadas siempre para enfrentar eventos riesgosos.
- IV.3. Formar cuadros de especialistas en evaluación y manejo de riesgo, con sistemas que consideren todo tipo de amenazas.
- IV.4. Redefinir los parámetros de activación de planes de contingencia para enfrentar exitosamente eventos como el que provocó el accidente.
- IV.5. Establecer acuerdos con instituciones especializadas para que apoyen a Petróleos Mexicanos y a la Secretaría de Marina en el desarrollo de esquemas de toma de decisiones ante condiciones de tiempo severo, a fin de crear un Sistema de Alerta Temprana ante eventos meteorológicos severos, tomando en cuenta que no todos estos eventos son huracanes.

V. Transformar y corregir la capacitación y el entrenamiento del personal en cuestiones de seguridad.

- V.1. Estandarizar los sistemas y cursos de capacitación y entrenamiento en seguridad, uso de equipos y sobrevivencia, en todas las plataformas de la Sonda de Campeche. Independientemente de la forma de contratación, todo el personal que labore en plataformas debe acreditar obligatoriamente su entrenamiento en centros certificados en las mejores prácticas de salvamento a nivel internacional.
- V.2. La simulación de realidad debe ser el eje orientador de los cursos de sobrevivencia. Los centros de entrenamiento deben realizar las prácticas de abandono de buque o plataforma, maniobras, manejo y supervivencia a bordo de los botes salvavidas. Éstas prácticas se deben de llevar a cabo preferentemente en el mar.
- V.3. Los simulacros de evacuación deben implicar entrar en los botes salvavidas y navegar.
- V.4. Establecer como requisito que todos los trabajadores en las plataformas sepan colocarse y usar los chalecos salvavidas y estén concientes de la absoluta necesidad de mantenerse siempre con ellos.

VI. Contar con el equipo de seguridad adecuado y garantizar el buen estado del mismo.

- VI.1. La Secretaría de Comunicaciones y Transporte y Petróleos Mexicanos deben garantizar que los equipos y dispositivos salvavidas (botes, chalecos, trajes, aros, señales, etc.) sean los apropiados y estén en condiciones óptimas de operación en todos los equipos e instalaciones que operan en la Sonda de Campeche, en cumplimiento con las disposiciones de la Organización Marítima Internacional. Los chalecos salvavidas deben ser de igual diseño en todas las plataformas y deben cumplir con los estándares internacionales más

- exigentes. La Secretaría de Comunicaciones y Transporte deberá realizar, oportuna y adecuadamente, la inspección y verificación de los equipos de salvamento respecto a su mantenimiento y operación, a efecto de lograr que éstos siempre estén en condiciones aceptables.
- VI.2. A fin de facilitar y simplificar los procesos de entrenamiento en la correcta operación y mantenimiento de los botes salvavidas, es recomendable homologar o reducir substancialmente el número de modelos instalados a bordo de plataformas y barcas que laboran mar adentro en la Sonda de Campeche.
- VI.3. En la selección de los botes es recomendable optar por los modelos que cumpliendo con las normas internacionales sean más seguros y más fáciles de operar y mantener, con manuales claros y amigables en español. Deberán preferirse fabricantes que ofrezcan en México servicios integrales de entrenamiento y mantenimiento.
- VI.4. Impulsar la mejora en el diseño de los botes salvavidas con base en las deficiencias identificadas a raíz del análisis de este accidente.
- VI.5. Debido a la alta movilidad del personal que labora en la Sonda de Campeche, las autoridades de cada plataforma deben asegurarse de que siempre exista el personal capacitado para cubrir las diferentes posiciones en los casos de emergencia y para fungir como líderes en los equipos de rescate, a efecto de desarrollar en forma eficiente sus labores al momento de las contingencias.
- VI.6. La Secretaría del Trabajo y Previsión Social deberá verificar la correcta aplicación de las normas de seguridad e higiene en los centros de trabajo de PEMEX y sus contratistas y vigilar la observancia y aplicación de las disposiciones relativas contenidas en la Ley Federal del Trabajo y en sus Reglamentos.
- VI.7. Se debe contar con un protocolo adecuado para que, en caso de abandono de las plataformas, la infraestructura y procedimientos de auxilio sean suficientes y eficaces, debiendo para ello contar con embarcaciones

adecuadas para el rescate, así como exigir que los equipos de salvamento (helicópteros y barcos) cuenten con personal entrenado y el equipo necesario para llevar a cabo el rescate en forma eficiente.

- VI.8. En los procedimientos de auxilio se debe establecer con claridad las condiciones del mar en las cuales el rescate con embarcaciones o helicópteros es la medida más adecuada y no resulta una operación de muy alto riesgo.
- VI.9. Establecer un convenio con la Secretaría de Marina para coordinar adecuadamente las operaciones de búsqueda y rescate.
- VI.10. Elaborar un plan de acción y un protocolo para su aplicación correspondiente, para los mandos superiores de los artefactos navales, con objeto de optimizar la coordinación en casos de emergencia y en cumplimiento de las normas de seguridad marítima. Este plan debe ser sustentable y debe establecer una total claridad en las relaciones de mando en estas circunstancias. La desobediencia a las órdenes del responsable en jefe que ponga en peligro la seguridad de personas y bienes debe ser tipificada como delito.

VII. Mejorar el proceso de evaluación de las condiciones del suelo para la colocación de plataformas.

- VII.1. Para la colocación de plataformas en nuevos sitios, se debe adoptar como práctica obligatoria que los estudios geofísicos se complementen con análisis específicos de la estratificación del subsuelo así como sus características al estar sujeto a cargas de tensión, compresión y de corte. Las muestras de suelo deberán ser analizadas en laboratorios especializados que permitan desarrollar información para la selección adecuada de la plataforma. También deberá realizarse el análisis de las fallas geológicas activas o zonas de sismicidad cercanas. La selección de las plataformas así como sus modificaciones y los informes sobre el comportamiento del suelo deberán ser revisados por un grupo técnico especializado independiente.

- VII.2. Adoptar como práctica obligatoria que en cada sitio y en cada ocasión en que se instale una plataforma se tome en cuenta la historia de intervenciones previas en el lugar y el efecto de éstas sobre el suelo marino.
- VII.3. En caso de no haberse realizado durante el proceso de instalación de las plataformas ya existentes, realizar para las que se diagnostiquen como más vulnerables estudios geofísicos de índole marino para conocer las condiciones del subsuelo en que se encuentran localizadas e identificar huellas de intervenciones anteriores, fallas geológicas activas o zonas de sismicidad cercanas a las plataformas.

VIII. Otras recomendaciones.

- VIII.1. Revisar y actualizar la legislación nacional aplicable, a efecto de incorporar las mejores prácticas internacionales para la actividad petrolera mar adentro, y vigilar su cumplimiento.
- VIII.2. Compartir con la comunidad internacional las experiencias derivadas de este evento y difundir todas las nuevas prácticas adoptadas a raíz del accidente.
- VIII.3. Establecer claramente en los contratos que suscribe Petróleos Mexicanos para el arrendamiento de plataformas el requerimiento de que sus equipos, sistemas y procedimientos cuenten con certificados vigentes emitidos por sociedades calificadoras que formen parte de la International Association of Classification Societies LTD (tomando en cuenta los nuevos requisitos que implican las recomendaciones aquí descritas). Asimismo, deberá requerirse que todo el personal que labore en las plataformas cumpla con un perfil psicológico adecuado y con la capacitación y actitud ante el riesgo asentadas en el presente documento.

Cronograma

Se propone el siguiente cronograma para el cumplimiento de las recomendaciones. PEMEX deberá formular una estrategia de seguimiento e informar públicamente cada trimestre los avances.

Recomendación ¹	Trimestre											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
I. Mejorar la calidad y oportunidad de los pronósticos meteorológicos en la Sonda de Campeche.												
I.1.												
I.2.												
I.3.												
I.4.												
I.5.												
II. Garantizar la estabilidad de las plataformas de perforación y minimizar el riesgo de que se muevan durante nortes intensos.												
II.1.												
II.2.												
II.3.												
III. Detectar oportunamente movimientos de las plataformas y aproximaciones peligrosas entre ellas.												
III.1.												
III.2.												
III.3.												
III.4.												
III.5.												
IV. Modificar la actitud ante el riesgo y mejorar la capacidad para enfrentarlo.												
IV.1.			A ²									
IV.2.			B ²									
IV.3.												

¹ El número de la recomendación corresponde al establecido en la descripción de las mismas.

² A Entrega del programa de implementación. B Entrega de diagnóstico y plan de mejora.

RECOMENDACIONES DE LA COMISIÓN ESPECIAL INDEPENDIENTE

Recomendación ¹	Trimestre											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
IV.4.												
IV.5.												
V. Transformar y corregir la capacitación y el entrenamiento del personal en cuestiones de seguridad.												
V.1.												
V.2.												
V.3.												
V.4.												
VI. Contar con el equipo de seguridad adecuado y garantizar el buen estado del mismo.												
VI.1.												
VI.2.												
VI.3.												
VI.4.												
VI.5.												
VI.6.												
VI.7.												
VI.8.												
VI.9.												
VI.10.												
VII. Mejorar el proceso de evaluación de las condiciones del suelo para la colocación de plataformas.												
VII.1.												
VII.2.												
VII.3.												
VIII. Otras recomendaciones.												
VIII.1.												
VIII.2.												
VIII.3.												

El presente documento se formaliza con la firma de los miembros de la Comisión Especial Independiente.

Dr. José Mario Molina-Pasquel Henríquez, _____
Presidente, Centro Mario Molina

Dr. Miguel Angel Alatorre Mendieta, _____
Investigador, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM

Capitán Carlos Manuel Bandala Fraga, _____
Investigador Independiente

Lic. Gerardo Gil Valdivia, _____
Sección Mexicana del Club de Roma,

Dr. Víctor O. Magaña Rueda, _____
Investigador, Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

Ing. Carlos Héctor Mena Brito, _____
Director Ejecutivo, Centro Mario Molina

Dr. David Alberto Novelo Casanova _____
Investigador, Instituto de Geofísica, UNAM

Dr. Luis Arturo Rivas Tovar _____
Investigador, Instituto Politécnico Nacional

Dr. José Sarukhán Kermez _____
Investigador Emérito, Instituto de Ecología, UNAM