



Comité Nacional Paraguayo



Unión de Ingenieros de ANDE

VIII SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRÉ
13, 14 y 15 de Octubre de 2010

ESPACIO CONFINADO EN LOS MANTENIMIENTOS DE EQUIPOS DE GENERACIÓN Y TRANSMISIÓN

Ing. Ernesto Ayala Báez
Ayalab@itaipu.gov.py

Resumen

La Central Hidroeléctrica Itaipu Binacional es la mayor generadora de Energía Eléctrica del mundo, ello implica la instalación de Equipos Electromecánicos complejos en su funcionamiento y mantenimiento. Enfocaremos particularmente en el ambiente confinado, presentes durante la intervención de personales en las actividades de mantenimiento. La filosofía utilizada en la Itaipu Binacional es la de mantener permanentemente una actitud preventiva ante las acciones e intervenciones humanas en los Equipos e Instalaciones Electromecánicas. Existe una especial atención sobre los equipos energizados, en particular con tensión elevada, los mismos presentan un riesgo potencial para el personal de mantenimiento y operación, aún así no estamos exentos de los accidentes de trabajo.

En esta exposición se informa de la utilización de las diversas herramientas, métodos y procedimientos aplicados en la búsqueda a obtener un ambiente laboral seguro en la Entidad. Leyes Brasileñas y Paraguayas son inferidas y agrupadas en normas internas de la Entidad y aplicadas a través del Órgano de Seguridad del Trabajo de la Empresa. En el área Técnica mencionamos en destaque la elaboración permanente de Instrucciones de Seguridad (ISs) producto del Análisis Preliminar de Riesgos (APRs). Las conclusiones obtenidas en este trabajo esperamos sean de relevante aporte en las prevenciones y cuidados necesarios que requieren la intervención del hombre en estos mega-equipos cuyo ambiente lo obligan a trabajar en condiciones extremas de espacio reducido, alta temperatura, disminución de presencia de oxígeno, falta de iluminación, dificultad en el rescate en caso de necesidad, riesgo de choque eléctrico, etc

En particular algunos locales ejercen extrema exigencia tanto en el aspecto físico como en el psíquico del personal al momento de realizar sus tareas, tomé algunos ejemplos de estas situaciones y expuse de manera resumida los procedimientos preventivos y metodologías de trabajo implementados en estos espacios. Algunos son; el cubículo de los Links de acoplamiento de las barras de salida del Generador con las barras blindadas que alimentan un conjunto de transformadores, alojamiento de intercambiadores de calor del cojinete de empuje combinado del eje del Generador, galerías anti-inundación, pozos de drenajes y vaciados, tanques de aire/aceite del Regulador de velocidad, etc

Un aspecto importante a destacar son los procedimientos de rescates en casos de necesidad, ya que cada ambiente tiene sus dificultades propias, es decir no existen esquemas únicos debido a la variedad de circunstancias que pueden presentarse.

Palabra-Clave

Espacio Confinado, Análisis Preliminar de Riesgos.

1 ESPACIO CONFINADO – DEFINICIÓN - RIESGOS

La definición lo abordamos desde tres aspectos, el primero se refiere a todo **recinto con dificultad o limitación en la entrada y salida** en forma segura y rápida de todos sus ocupantes, por ejemplo, alcantarillas, espacios cuyo ingreso o egreso sea a través de una escalera, silleta o arnés con sistema de elevación. El segundo aspecto refiere **la falta de una ventilación natural** que permita, asegurar una atmósfera apta para la vida humana (antes y durante la realización de los trabajos), inactivar el ambiente de manera que se pueda eliminar toda posibilidad de incendio y/o explosión (antes y durante la realización del trabajo). La tercera especificación observa que el diseño del **recinto inapropiado para ser ocupado por seres humanos en forma continua**, existiendo riesgo de acumulación de sustancias tóxicas o inflamables y escasez de oxígeno.

1.1 Riesgos atmosféricos

Son los más peligrosos y los que estadísticamente producen la mayor cantidad de accidentes por asfixia, intoxicación, explosión, etc. Los riesgos atmosféricos más comunes son: concentraciones de oxígeno en la atmósfera de espacios confinados por debajo de 19,5 % (deficiencia de oxígeno), o sobre 23,5 % (enriquecimiento de oxígeno), Gases o vapores inflamables excediendo del 10 % de su límite inferior de inflamabilidad (LII), acumulaciones en la atmósfera de sustancias tóxicas o contaminantes sobre el límite permitido de exposición de la OSHA (Administración de Seguridad y Salud Ocupacional), Residuos en forma de polvos o neblinas que obscurezcan el ambiente disminuyendo la visión a menos de 1.5 metros, cualquier sustancia en la atmósfera que provoque efectos inmediatos en la salud, por ej, irritación en los ojos, concentraciones de determinados polvos, como los de cereales, por encima de los límites permisibles, Productos procedentes de tratamiento propios de la actividad productiva como por ejemplo: desinfectantes, plaguicidas..

1.2 Riesgos físicos

Este tipo de riesgos, es común encontrarlos en depósitos, tanques o silos que han contenido materiales sólidos

1.3 Riesgos de enterramientos.

Este tipo de riesgos, es comúnmente encontrado en depósitos, tanques o silos que han contenido materiales sólidos.

1.4 Riesgos de corrosión

En algunos casos, los residuos que han quedado acumulados, pueden consumir oxígeno del ambiente, por el mismo proceso de oxidación y hacerla disminuir por debajo del límite seguro (19,5 %).

1.5 Riesgos biológicos

La presencia en los espacios confinados de, hongos, mohos, bacterias, virus, materiales en estado de descomposición, pueden presentar riesgos para la salud humana y que son en la mayoría de los casos los que provocan la realización de trabajos de desinfección.

1.6 Riesgos eléctricos

La realización de trabajos eléctricos o en los que intervengan equipos accionados mediante energía eléctrica, en el interior de un espacio confinado, supone una fuente de riesgos añadidos. En presencia de atmósferas explosivas o inflamables no será procedente el empleo de dichos equipos (salvo que estuvieran diseñados y garantizados para tales fines). Igualmente habrá que considerar las tensiones eléctricas máximas de seguridad permitidas en función del tipo de

VIII SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRÉ
13, 14 y 15 de Octubre de 2010

ambiente en el cual se realice el trabajo, por ejemplo: La realización de trabajos eléctricos o en los que intervengan equipos accionados mediante energía eléctrica, en el interior de un espacio confinado, supone una fuente de riesgos añadidos. En presencia de atmósferas explosivas o inflamables no será procedente el empleo de dichos equipos (salvo que estuvieran diseñados y garantizados para tales fines). Igualmente habrá que considerar las tensiones eléctricas máximas de seguridad permitidas en función del tipo de ambiente en el cual se realice el trabajo

1.7 Aspectos relevantes de la NR 33

ALGUNOS ASPECTOS DE LA NR 33 – Espacio Confinado		
Ítem	Aspectos/actividades relacionadas	Resumen de la Norma
33.1	Responsabilidad de la Empresa	a) indicar formalmente al responsable técnico para el cumplimiento de esta norma, b) identificar los espacios confinados existentes en el establecimiento, c) identificar los riesgos específicos de cada espacio confinado, d) implementar la gestión de seguridad y salud en el trabajo en espacios confinados, por medio de medidas técnicas de prevención, administrativas, personales y de emergencia y salvamento, de forma a garantizar permanentemente ambientes con condiciones adecuadas de trabajo, e) garantizar la capacitación continuada de los trabajadores sobre los riesgos, las medidas de control, de emergencia y salvamento en espacios confinados, f) garantizar que el acceso al espacio confinado solamente ocurra después de la emisión, por escrito, del Permiso de Entrada y Trabajo, conforme modelo en anexo de esta NR, g) proveer a las empresas contratadas, informaciones sobre los riesgos en las áreas donde desarrollarán sus actividades y exigir la capacitación de sus trabajadores, h) acompañar la implementación de las medidas de seguridad y salud de los trabajadores de las empresas contratadas proveyendo de los medios y condiciones para que ellos puedan actuar en conformidad con esta NR, i) interrumpir todo y cualquier tipo de trabajo en caso de existencia de condición de riesgo grave e inminente, procediendo de inmediato abandono del local, y j) garantizar informaciones actualizadas sobre los riesgos y medidas de control antes de cada acceso a los espacios.
33.2	Responsabilidad del trabajador	colaborar con la empresa en el cumplimiento de esta NR, b) utilizar adecuadamente los medios y equipos proveídos por la empresa, c) comunicar al Vigía y al Supervisor de Entrada las situaciones de riesgo para su seguridad y salud o de terceros, que sean de su conocimiento; y. d) cumplir con los procedimientos y orientaciones recibidos en los entrenamientos con relación a los espacios confinados.
33.3	Medidas de prevención	identificar, aislar y señalizar los espacios confinados para evitar a entrada de personas no autorizadas, b) prevenir y reconocer los riesgos en los espacios confinados, c) proceder a la evaluación y control de los riesgos físicos, químicos, biológicos, ergonómicos y mecánicos, prever la implantación de trabas, bloqueos, válvulas, lacre

VIII SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRÉ
13, 14 y 15 de Octubre de 2010

		<p>e identificación, implementar medidas necesarias para eliminación o control de los riesgos atmosféricos en espacios confinados, evaluar la atmósfera en los espacios confinados, antes de la entrada de trabajadores, para verificar si el interior es seguro, mantener condiciones atmosféricas aceptables en la entrada y durante toda la realización de los trabajos, monitorando, ventilando, purgando, lavando o inertizando el espacio confinado, monitorar continuamente la atmósfera en los espacios confinados en las áreas donde los trabajadores autorizados estuviesen desempeñando en sus tareas, para verificar si las condiciones de acceso y permanencia son seguras, prohibir la ventilación con oxígeno puro;</p> <p>testar los equipos de medición antes de cada utilización, y utilizar equipo de lectura directa, intrínsecamente seguro, provisto de alarma, calibrado y protegido contra emisiones electromagnéticas o interferencias de radiofrecuencia. Los equipos fijos y portátiles, inclusive los de comunicación y de movimiento vertical y horizontal, deben ser adecuados a los riesgos de los espacios confinados. En áreas clasificadas los equipos deben estar certificados o poseer documento contemplado en el ámbito del Sistema Brasileño de Evaluación de conformidad – INMETRO. Las evaluaciones atmosféricas iniciales deben ser realizadas fuera del espacio confinado. Adoptar medidas para eliminar o controlar los riesgos de incendio o explosión en trabajos a alta temperatura, tales como soldaduras, calentamiento, pulida, corte u otros que produzcan llama expuesta, chispas o calor. Adoptar medidas para eliminar o controlar los riesgos de inundación, sepultamiento, proyecciones de algún producto, incendio, choques eléctricos, corriente electricidad estática, quemaduras, caídas, resbalones, impactos, aplastamiento, amputaciones y otros que puedan afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.</p>
33.4	Autorización de entrada	<p>La autorización de Entrada y Trabajo es válida solamente para cada entrada. En los establecimientos donde hay espacios confinados deben ser observadas, de forma complementarias a esta NR, los siguientes actos normativos: NBR 14606 – Puestos de trabajo – Entrada en Espacio Confinado; e NBR 14787 – Espacio Confinado – Prevención de Accidentes, Procedimientos y Medidas de Protección, así como sus efectos posteriores.</p> <p>El procedimiento para el trabajo debe contemplar, en lo básico: objetivo, campo de aplicación, base técnica, responsabilidades, competencias, preparación, emisión, uso y cancelamiento de la Autorización de Entrada y Trabajo, capacitación para los trabajadores, análisis de riesgos y medidas de control. Los procedimientos para trabajo en espacios confinados es la Autorización de Entrada y las actividades deben ser evaluados en lo mínimo una vez al año y revisados siempre que exista alteración en los riesgos, con la participación del Servicio Especializado en Seguridad y Medicina del Trabajo - SESMT y de la Comisión Interna de Prevención de Accidentes - CIPA.</p> <p>Durante los procedimientos de entrada particularmente se debe</p>

VIII SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRÉ
13, 14 y 15 de Octubre de 2010

		verificar: a) entrada no autorizada en un espacio confinado, b) identificación de riesgos no descriptos en la Autorización de Entrada y Trabajo, c) accidente, incidente o condición no prevista durante la entrada, d) cualquier cambio en la actividad desarrollada o en la configuración del espacio confinado, e) solicitud de SESMT o de la CIPA, f) identificación de condición de trabajo mas segura.
33.5	Medidas personales	Todo trabajador designado para trabajos en espacios confinados debe realizar pruebas médicas... Capacitar a todos los trabajadores involucrados ... sobre sus derechos, deberes, riesgos y medidas de control.. El número de trabajadores involucrados... Es prohibida la realización de cualquier trabajo en espacios confinados de forma individual o aislada. El Supervisor de Entrada debe desempeñar las siguientes funcione; emitir la Autorización de Entrada de Trabajo antes del inicio de las actividades, ejecutar los testes, comprobar los equipos y los procedimientos contenidos en la Autorización de Entrada de Trabajo, asegurar que los servicios de emergencia y salvamento esten disponibles. EL Supervisor de Entrada pode desempeñar la función de Vigía. EL Vigía debe desempeñar las siguientes funciones; mantener continuamente la cantidad exacta de trabajadores autorizados en el espacio confinado y asegurar que todos salgan al término de la actividad, permanecer fuera del espacio confinado, junto a la entrada, en contacto permanente con los trabajadores autorizados, adoptar los procedimientos de emergencia, accionando al equipo de salvamento, pública o privada, cuando sea necesario, d)accionar el traslado de personas, ordenar el abandono del espacio confinado siempre que se reconozca alguna señal de alarma, peligro, síntoma, caída, condición prohibida, accidente, situación no prevista o cuando el vigía no puede desempeñar efectivamente su tarea y no puede ser sustituido por otro Vigía.

VIII SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRÉ
13, 14 y 15 de Octubre de 2010

33.6	Capacitación para trabajos en espacios confinados	No está permitido la designación para trabajos en espacios confinados sin la previa capacitación del trabajador
33.7	Emergencia y Salvamento	El empleador debe elaborar e implementar procedimientos de emergencia y rescate adecuados a los espacios confinados considerando, básicamente: descripción de los posibles locales de accidentes, obtenidos a partir del Análisis de Riesgos, descripción de las medidas de salvamento y primeros auxilios a ser realizados en caso de emergencia, selección y técnicas de utilización de los equipos de comunicación, iluminación de emergencia, búsqueda, rescate, primeros auxilios y transporte de víctimas, accionamiento de equipo responsable, pública o privada, por la ejecución de las medidas de rescate y primeros auxilios para cada labor a ser realizado, ejercicio simulado anual de salvamento en los probables locales de accidentes en espacios confinados, el personal responsable por la ejecución de las medidas de salvamento debe poseer aptitud física y mental compatible con la actividad a desempeñar, La capacitación del equipo de salvamento debe contemplar todos los posibles locales de accidentes identificados en el análisis de riesgos.

2 - Levantamiento de necesidades y adopción de medidas de corrección en la ITAIPU BINACIONAL.

TABLA - I

Elev.	Descrição	Unidade/local	Total	
89	Poços de Bombas		12	
98,5	Poços de óleo derramado	3, 7, 10, 14, 15 e 17	6	
98,5	Tanques de ar/óleo do RV	3 por Unidade	60	
	Tanques óleo lubricantes - 90m3	2 na AMD - 2 na AMC	4	
	Tanques de óleo isolante - 85m3	4 na AMD - 4 na AMC	8	
	Tanques de fibras - Moveis - RV	Móvel	6	
100	Mancal (Gerador)	1 por gerador	20	
108	Transformadores das unidades	3 por Unidade	60	

VIII SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRÉ
13, 14 y 15 de Octubre de 2010

	Tanque inox óleo isolante 15m3 (trafos)	Móvel	1	
124	Tanques de óleo lubricante local	2 por Grupo Diesel	4	
134	Tanques de óleo combustível	2 por Grupo Diesel	4	
	Tanques óleo combustível - 54 m3		4	
	Poço de óleo derramado	1 por Grupo Diesel	2	
40	Estações e poços de bombas	F 3/4 5/6, 11/12 13/14, 19/20 21/22, H-14, I-20, BLD	6	
111	Caixas de água	1 por Unidade	20	
169	Caixas de água ETA 1 e 2 com 100m3	1 por ETA	2	
	ETA 1 e 2 - Tanques Clarificadores	1 por ETA	2	
214	Tanque de óleo do servo motor de 3m3 e 7m3		40	
Externo	Reservatórios de água: Almox.; Transp.; Coord.; Esc. Central; Refugio Biol.; CRV; Centro Ejecutivo		18	

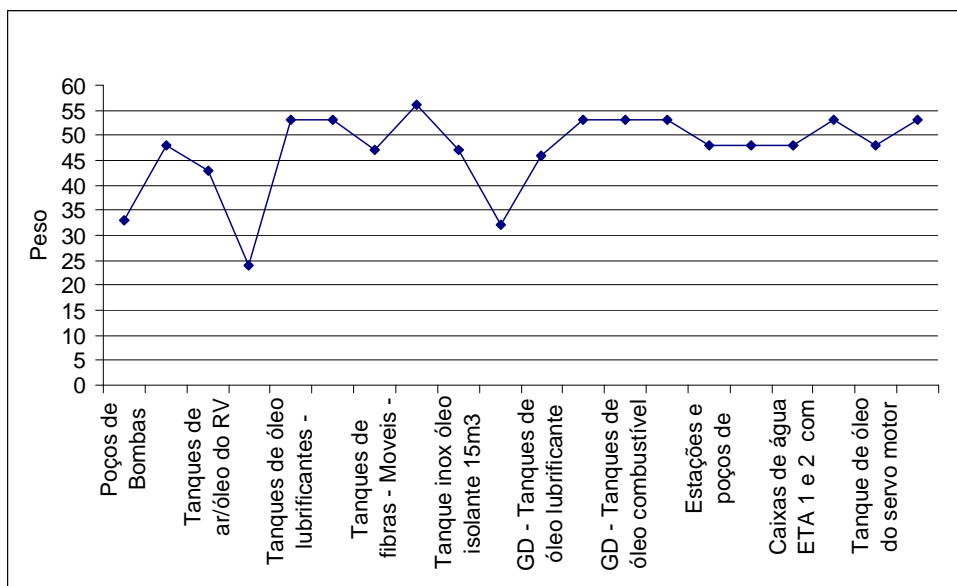
VIII SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRÉ
13, 14 y 15 de Octubre de 2010

Fig. 2 – Evaluación riesgos – locales

3- Evaluación de Riesgos

El riesgo es función de la frecuencia de ocurrencia de determinado peligro. Para la identificación, análisis u evaluación de los riesgos existentes para luego decidir las medidas a adoptar es necesaria la utilización de herramientas tales como; Análisis Preliminar de Riesgos (APR), Técnicas de Incidentes Críticos (TIC), Serie de Riesgos (SR), Árbol de Causas (AE), Análisis de Árbol de Fallas (AMFE), Estudio de Operabilidad y Riesgos (HAZOP). En la Itaipu Binacional optamos por el APR y en base a la compilación de frecuencia de ocurrencia utilizamos una serie de tablas elaboradas (MORGADO 2000).

VIII SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRÉ
13, 14 y 15 de Octubre de 2010

Tabla – evaluación de frecuencias de ocurrencias			Tabla – Categoría de escala de gravedad de las consecuencias			Riesgo
Cat.	Denominación	Descripción	Cat.	Denominación	Descripción/características	Grado
A	Extremamente Remota	Es extremadamente improbable que ocurra durante el proceso/instalación	I	Despreciable	Sin daños o daños insignificantes a los equipos, propiedad y/o medio ambiente; no ocurren lesiones/muertes de funcionarios, de terceros, lo máximo que puede ocurrir son casos de primeros auxilios o tratamiento médico menor.	Despreciable
B	Remota	No se espera que ocurra durante la vida útil del proceso/instalación	II	Marginal	Daños leves a los equipos, a la propiedad y/o al medio ambiente, son de bajo costo en su caso; las lesiones son leves en los funcionarios y terceros	Menor
C	Improbable	Poco probable de ocurrir durante la vida útil del proceso/instalación	III	Crítica	Daños severos a los equipos, a la propiedad y/o medio ambiente; las lesiones son de gravedad moderada en funcionarios, en terceros; exige la inmediata acción correctiva para evitar el agravamiento del riesgo	Moderado
D	Probable	Esperado que ocurra una vez durante la vida útil del proceso/instalación	IV	Catastrófica	Daños irreparables a los equipos, propiedad y/o medio ambiente; provoca muerte o lesiones graves en varias personas y/o en terceros.	Serio
E	Frecuente	Esperado que ocurra varias veces durante la vida útil del proceso/instalación				Crítico



VIII SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRÉ
13, 14 y 15 de Octubre de 2010

EVALUACIÓN DE RIESGOS EN LOCALES CONFINADOS																				
IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS																				
Cota	Local	Eléctrica	Neumática	Hidráulica	Cinética	N. Oxígeno	N. Toxicidad	Temperatura anormal	Choque eléctrico	Encerramiento	Fuga de gases	Pendiente pronunciada	Desmoronamiento	Material para salvataja	Presencia sust química nociva	gases tox. Por	Sust. Asfixiante	Nivel de iluminación	Altura mayor a 1,99 m	sust químicas
		Peso 0 1	Peso 0 1	Peso 0 1	Peso 0 1	Peso 0 5	Peso 0 5	Peso 0 1	Peso 0 3	Peso 0 5	Peso 0 5	Peso 0 5	Peso 0 3	Peso 0 5	Peso 5	Peso 0 5	Peso 0 5	Peso 0 3	Peso 0 5	Peso 0 5
		89	Pozos de Bombas	0	0	1	0	5	0	0	5	5	0	3	5	1	0	0	0	3

SUMA DE LOS PESOS – DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD		
0 A 5	RIESGO BAJO	GRAVIDAD = 1
6 A 19	RIESGO MEDIO	GRAVIDAD = 3
20 A 68	RIESGO ALTO	GRAVIDAD = 5



4- Conclusión

El trabajo de identificación de los locales considerados confinados se realizó en todos los locales de la Central Hidroeléctrica basado en criterios técnicos que consisten en categorizar los riesgos y, conforme al análisis de cada ambiente se determinan a través de puntuaciones la clasificación de equipos. Esta ponderación nos sirve de base para una minuciosa evaluación de riesgos a través del Análisis Preliminar de Riesgos (APR) que nos permite gerenciar aspectos que nos ayuden a eliminar o reducir en su caso las circunstancias que podrían desembocar en daños irreparables a los seres humanos y a las instalaciones con sus consecuencias probables. Es destacable que los productos generados a partir de la APR como, las Instrucciones de Seguridad (ISs) y las Recomendaciones de Seguridad (RSs) son de gran valía para determinar las acciones concretas que nos proporcionen una relativa tranquilidad institucional. Las ISs son herramientas preventivas que implican la adopción de medidas de protección individuales, además de procedimientos adecuados en las rutinas laborales, las RSs son documentos que dan origen a medidas correctivas con relación a la adecuación física del local que redunde en un mejor confort y seguridad para las personas.

Destaco la Ley 14.390/92 de la República del Paraguay que establece disposiciones generales sobre diversos factores de riesgos para el trabajador, sin embargo las medidas de prevención en los ambientes confinados, es aun materia pendiente, por ello que la Norma Brasileña NR 33 es la base normativa que rige en la Entidad sobre esta cuestión.

Lamentablemente los daños personales ocasionados por los accidentes de trabajo dejan secuelas inmediatas y a veces irreversibles, sin embargo los resultados positivos de herramientas que hacemos referencia no presentan evidencias palpables, no olvidemos que cualquier acción que colabore con el normal desenvolvimiento cotidiano de los personales, habrá sido una victoria.

Bibliografía

Normativa Brasileña, Espacio Confinado NR – 33

Identificación de Espacio Confinado – Central Hidroeléctrica de Itaipu Binacional – RHSS/AD/AE – Consensado por SMM.DT

Evaluación de Riesgos Para Priorizar Plan de Seguridad - Carlos Haddad de Melo, Eng. João Marcus Sampaio Gueiros Junior, Eng. (#)

Obs: las referencias bibliográficas proceden de documentos internos de la Entidad, por lo que considero obvio su utilización en este trabajo. La evaluación de riesgos (#) procedente del material indicado fue suministrado gentilmente a través de un informe particular de un personal del Departamento de Medicina y Seguridad en el Trabajo – RHSS.AD.