

**UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE CONCEPCIÓN - REY BALDUINO DE BÉLGICA**

**PLAN DE GESTIÓN DE RIESGOS PARA TRABAJOS EN CÁMARAS DE FRÍO
EN BASE A AMONIACO**

Trabajo de Titulación para optar al Título
de Ingeniero en PREVENCIÓN DE
RIESGOS LABORALES Y
AMBIENTALES

Alumno:
Matias Alejandro Saravia Cabrera

Profesor Guía:
Claudia Grandón Farías

Índice

Definición del problema	6
Objetivos	9
Capítulo I: Marco Legal	10
1.1 Constitución política de Chile	11
1.2 Código del trabajo	11
1.3 Ley 16744.....	12
1.4 Decreto Supremo 594.....	15
1.5 Decreto Supremo 40	25
1.6 Decreto Supremo 18	28
1.7 Norma Chilena 2767.....	29
1.8 Norma Chilena 2709.....	32
Capítulo 2: Marco Teórico.....	33
2.1 Definiciones	34
2.2 Plan de Gestión	36
2.3 Realización de tareas en ambientes fríos.....	37
2.4 Sistema de refrigeración	38
2.4.1. Áreas que utilizan sistemas de refrigeración.....	38
2.4.2. Refrigerante	38
2.4.3. Amoniac como refrigerante (R717)	39
2.4.4. Peligros inherentes del amoniaco	39
2.4.5. Control de exposición.....	39
2.4.6. Elementos de Protección Personal	40
2.5 Cámara de refrigeración	41
2.5.1. Funcionamiento.....	43

2.6 Factores que afectan al riesgo por exposición al frío.....	45
2.6.1. Factores climáticos	45
2.6.2. Factores individuales	47
2.6.3. Características del puesto de trabajo.....	47
2.7 Efectos Fisiológicos Debidos Al Frío.....	48
2.8 Enfermedades por exposición al frío en el trabajo.....	50
2.8.1. Fenómeno de Raynaud.....	50
2.8.2. Síndrome del Dedo Azul	50
2.8.3. Urticaria a Frigore	50
2.8.4. Hipotermia.....	51
2.8.5. Asma.....	53
2.8.6. Vasculitis.....	53
2.8.7. Estrés laboral	53
2.8.8. Dolores.....	54
2.8.9. Trastornos Musculoesqueléticos.....	54
2.8.10. Colon irritable.....	54
2.8.11. Lumbalgia.....	55
2.8.12. Tendinitis.....	55
2.9 Enfermedades agravadas por la exposición a frío	55
2.9.1. Hipertensión Arterial.....	55
2.9.2. Patología cardiaca	56
2.9.3. Diabetes Mellitus	56
2.9.4. Acrocianosis.....	56
2.9.5. Rinitis física o por frío.....	57
2.9.6. Otitis Media	57
2.9.7. Enfermedades respiratorias	57
2.9.8. Hipotiroidismo	57

2.9.9. Migrañas	57
2.9.10. Enfermedades de la piel.....	58
2.9.11. Ciertos medicamentos	58
2.10 Lesiones no congelantes localizadas por exposición a frío	58
2.11 Lesiones congelantes por acción del frío.....	60
2.12 Evaluación del estrés por frío en el trabajo	62
2.13 Protocolo para la medición de estrés térmico	65
2.13.1. Terminología	65
2.13.2. Procedimiento de medición	66
2.13.3. Observaciones Generales del Procedimiento de Medición	66
2.13.4. Verificación Inicial	67
2.13.5. Descripción de las Actividades.....	67
2.13.6. Estabilización del Equipo de Estrés Térmico	67
2.13.7. Ubicación del Equipo	68
2.13.8. Variación de Temperatura.....	69
2.13.9. Verificación Final.....	70
2.13.10. Costo Energético.....	71
Capítulo 3: Plan de Gestión de Riesgos para trabajos en cámaras de frío.....	72
Plan de Gestión de riesgos para trabajos en cámaras de frío	73
3.1 Aspectos a considerar antes de la realización de trabajos en cámaras de frío	73
3.1.1. Identificación de riesgos de la exposición a frío	74
3.1.2. Seguimiento y vigilancia de trabajadores expuestos.....	74
3.1.3. Capacitaciones.....	77
3.1.4. Límites y estándares para prevenir los riesgos de enfriamiento corporal ..	79
3.1.5. Tiempo de exposición máximo y periodos de descanso	79
3.2 Cálculos Necesarios.....	80

3.3 Recomendaciones para prevenir el enfriamiento de partes localizadas	86
3.4 Aspectos a considerar durante la realización de trabajos en cámaras de frío.	88
3.4.1. Parámetros o variables que se deben medir o monitorear.....	88
3.4.2. Recomendaciones a considerar durante el turno de trabajo	89
3.5 Aspectos a considerar para trabajos con exposición a amoniaco.....	90
3.5.1. Parámetros para control.....	90
3.5.2. Efectos en la salud.....	92
3.5.3. Medidas para prevenir fugas.....	94
3.5.4. Inspecciones y Detección de Fugas.....	95
3.5.5. Detectores de Amoniacó	95
3.5.6. Medidas de primeros auxilios.....	97
3.5.7. Medidas contra incendios.....	97
3.5.8. Medidas por liberación accidental	98
3.5.9. Indicadores.....	99
Conclusiones.....	100
Bibliografía	101
Linkografía	103
Anexos	105
Anexo 1	106
Anexo 2	108
Anexo 3	110

Listado de Ilustraciones

Ilustración 1(Compresores del sistema de refrigeración)	41
Ilustración 2 (Condensador, sistema de refrigeración)	42
Ilustración 3 (Evaporador, sistema de refrigeración)	43
Ilustración 4 (Proceso de climatización de una cámara frigorífica).....	44
Ilustración 5 (Ilustración de los 3 tipos de capa de aislación térmica)	85
Ilustración 6 (Concentraciones de amoniaco en ppm)	91
Ilustración 7 (Detector de amoniaco).....	96
Ilustración 8 (Cataviento o manga de viento)	99

Listado de Tablas

Tabla 2 (Límites permisibles a la exposición a Amoniaco)	19
Tabla 3 ((Valores límites permisibles del índice TGBH)	21
Tabla 4 (Lista de trabajos y sus costos energéticos).....	22
Tabla 5 (Exposición máxima diaria según rango de temperatura)	24
Tabla 7 (Resistencia térmica requerida para ropa debido a trabajos en frío)	30
Tabla 8 (Valores equivalentes de enfriamiento para la piel expuesta por efectos de la temperatura y velocidad del aire.)	31
Tabla 9 (Resistencia Térmica Básica de la Ropa según NCh2709)	32
Tabla 10 (Temperatura de enfriamiento según velocidad del viento)	46
Tabla 11 (Síntomas clínicos según la temperatura de exposición)	49
Tabla 12 (Síntomas según nivel de hipotermia presente)	52
Tabla 13 (Tiempos máximos de exposición según temperatura de exposición)	79
Tabla 14 (Efectos del Amoniaco sobre la salud)	93
Tabla 15 (Datos de inflamabilidad)	97

Definición del problema

La importancia que tiene el uso de bodegas de cámaras frigoríficas se asocia a la necesidad de congelar grandes cantidades de alimentos, alargando su vida útil y ralentizando la actividad de microorganismos patógenos, por medio de las bajas temperaturas que deben ser solo un poco superiores al punto de congelación del alimento.

Las cadenas de frío forman parte de uno de los principales eslabones de la cadena alimentaria de los productos perecederos, por lo que se hace indispensable para las industrias que trabajan con alimentos como carne, pescado, verduras y lácteos, contar con un sistema de refrigeración, las que se pueden encontrar desde pequeños congeladores hasta grandes cámaras frigoríficas, esto supone que las personas deban trabajar en estos recintos y en condiciones de temperaturas extremadamente bajas y se encuentren expuestas a diversos tipos de riesgos, que afectan y deterioran su salud en lo físico, mental y social.

Trabajar en estas condiciones de frío en cámaras frigoríficas puede favorecer la aparición de enfermedades relacionadas con el frío, y agravar enfermedades crónicas que el trabajador ya posea. Puede, además, facilitar los accidentes laborales como accidentes de tráfico, caídas a causa de piso mojado o hielo formado, e intoxicaciones provocadas por los gases refrigerantes u otras sustancias.

El amoníaco por su parte se ha usado ampliamente en instalaciones industriales como gas refrigerante desde inicios de la refrigeración, debido a su alto poder y efectividad, logrando mantener las mercancías frías por largos periodos de tiempo, además, no daña el medio ambiente y tiene una alta capacidad de ser biodegradable. A pesar de esto posee un elevado riesgo de toxicidad.

Numerosos accidentes por fuga de amoníaco ocurridos dentro de frigoríficos han resultado en víctimas fatales, como lo fue la fuga ocurrida en la empresa frutícola Los Nobles en la región de O'Higgins, que dejó sin vida a un trabajador de

20 años de edad y en riesgo vital a su compañero de 18 años por intoxicación y graves quemaduras, dentro del frigorífico.¹

Otro hecho conocido ocurrió dentro de una cámara frigorífica de la empresa GeoFrut donde fue encontrado el cadáver de un trabajador, que estuvo desaparecido por 33 días, el trabajador no conocía los riesgos a los que estaba expuesto y decidió ingresar a la cámara, donde no tenía permiso de acceso, para ver un partido de fútbol en el celular.²

Es evidente que el desconocimiento de los riesgos, de sus medidas preventivas, procedimientos de trabajo seguro, acciones en casos de emergencia, normativas y límites de exposición para estos agentes, aumenta de forma considerable las probabilidades de ocurrencia de accidentes y enfermedades profesionales, que pueden traer consecuencias graves, tanto directa como indirectamente para los trabajadores, significando también daños y costos para la empresa.

La mayoría de los accidentes ocurridos por estos factores, pudieron haber sido evitados con una buena gestión de seguridad. Evidentemente este camino no es fácil ni expedito. Así, este proyecto presenta una propuesta de un plan de gestión de riesgos para trabajos en cámaras de frío con el fin de conocer los riesgos asociados a este rubro, para así lograr su reducción y tomar medidas preventivas ante estos.

¹ <http://www.lacuarta.com/noticia/fuga-de-amoniaco-mato-a-trabajador-en-planta-agricola/>

² <http://www.24horas.cl/nacional/encuentran-el-cuerpo-de-un-trabajador-en-el-frigorifico-de-un-packing-1986574>

Alcance

Se desea realizar el proyecto de un plan de gestión de riesgos para trabajos en cámaras de frío, específicamente para los riesgos inherentes del lugar de trabajo como frío y exposición a amoníaco.

Objetivos

Objetivo General

Proponer un plan de gestión de riesgos para trabajos realizados en cámaras de frío, en base a amoníaco.

Objetivos Específicos

1. Describir sistema de refrigeración.
2. Identificar aspectos legales nacionales e internacionales vinculados al tema.
3. Definir elementos del plan de gestión de riesgos para trabajos realizados en cámaras de frío.

Capítulo I: Marco Legal

1.1 Constitución política de Chile

Artículo 19

La Constitución asegura a todas las personas: Inciso 1° El derecho a la vida y a la integridad física y psíquica de la persona

La constitución política en su artículo 19 inciso 1, asegura el derecho a la vida y la integridad física y psíquica de la persona, esto quiero decir que todas las personas tienen el derecho a que su salud psíquica no se vea amedrentada, por lo que el empleador se ve en la obligación de asegurar que sus trabajadores no estén expuestos a factores que influyen en su salud mental.

1.2 Código del trabajo

Artículo 184°

El empleador estará obligado a tomar todas las medidas necesarias para proteger eficazmente la vida y salud de los trabajadores, informando de los posibles riesgos y manteniendo las condiciones adecuadas de higiene y seguridad en las faenas, como también los implementos necesarios para prevenir accidentes y enfermedades profesionales.

Este artículo toma importancia con respecto a los factores psicosociales dado que se establece que es el empleador el que está obligado a tomar todas las medidas necesarias para proteger la vida y salud de sus trabajadores, por lo que estará obligada a identificar, medir, y evaluar los factores psicosociales presentes en los trabajadores de su empresa, para posteriormente y de ser necesario, tomar medidas correctivas o preventivas y así proteger la salud de los trabajadores, tal y como lo establece el Código del trabajo en su artículo 184.

1.3 Ley 16744

Establece normas sobre accidentes del trabajo y enfermedades profesionales.

Artículo 5°

Para los efectos de esta ley se entiende por accidente del trabajo toda lesión que una persona sufra a causa o con ocasión del trabajo, y que le produzca incapacidad o muerte.

Son también accidentes del trabajo los ocurridos en el trayecto directo, de ida o regreso, entre la habitación y el lugar del trabajo, y aquéllos que ocurran en el trayecto directo entre dos lugares de trabajo, aunque correspondan a distintos empleadores.

En este último caso, se considerará que el accidente dice relación con el trabajo al que se dirigía el trabajador al ocurrir el siniestro.

Se considerarán también accidentes del trabajo los sufridos por dirigentes de instituciones sindicales a causa o con ocasión del desempeño de sus cometidos gremiales.

Exceptuando los accidentes debidos a fuerza mayor extraña que no tenga relación alguna con el trabajo y los producidos intencionalmente por la víctima. La prueba de las excepciones corresponderá al organismo administrador.

Artículo 7°

Es enfermedad profesional la causada de una manera directa por el ejercicio de la profesión o el trabajo que realice una persona y que le produzca incapacidad o muerte.

El Reglamento enumerará las enfermedades que deberán considerarse como profesionales. Esta enumeración deberá revisarse, por lo menos, cada tres años.

Con todo, los afiliados podrán acreditar ante el respectivo organismo administrador el carácter profesional de alguna enfermedad que no estuviere

enumerada en la lista a que se refiere el inciso anterior y que hubiesen contraído como consecuencia directa de la profesión o del trabajo realizado.

Artículo 25°

Para los efectos de esta ley se entenderá por "entidad empleadora" a toda empresa, institución, servicio o persona que proporcione trabajo: y por "trabajador" a toda persona, empleado u obrero, que trabaje para alguna empresa, institución, servicio o persona.

Artículo 29°

La víctima de un accidente del trabajo o enfermedad profesional tendrá derecho a las siguientes prestaciones, que se otorgarán gratuitamente hasta su curación completa o mientras subsistan los síntomas de las secuelas causadas por la enfermedad o accidente:

- A. Atención médica, quirúrgica y dental en establecimientos externos o a domicilio;
- B. Hospitalización si fuere necesario, a juicio del facultativo tratante;
- C. Medicamentos y productos farmacéuticos;
- D. Prótesis y aparatos ortopédicos y su reparación;
- E. Rehabilitación física y reeducación profesional, y
- F. Los gastos de traslado y cualquier otro que sea necesario para el otorgamiento de estas prestaciones.

Artículo 65°

Corresponderá al Servicio Nacional de Salud la competencia general en materia de supervigilancia y fiscalización de la prevención, higiene y seguridad de todos los sitios de trabajo, cualesquiera que sean las actividades que en ellos se realicen.

Artículo 68°

Las empresas o entidades deberán implantar todas las medidas de higiene y seguridad en el trabajo que les prescriban directamente el Servicio Nacional de Salud o, en su caso, el respectivo organismo administrador a que se encuentren afectas, el que deberá indicarlas de acuerdo con las normas y reglamentaciones vigentes.

El incumplimiento de tales obligaciones será sancionado por el Servicio Nacional de Salud de acuerdo con el procedimiento de multas y sanciones previsto en el Código Sanitario, y en las demás disposiciones legales, sin perjuicio de que el organismo administrador respectivo aplique, además, un recargo en la cotización adicional, en conformidad a lo dispuesto en la presente ley.

Asimismo, las empresas deberán proporcionar a sus trabajadores, los equipos e implementos de protección necesarios, no pudiendo en caso alguno cobrarles su valor. Si no dieran cumplimiento a esta obligación serán sancionados en la forma que preceptúa el inciso anterior.

El Servicio Nacional de Salud queda facultado para clausurar las fábricas, talleres, minas o cualquier sitio de trabajo que signifique un riesgo inminente para la salud de los trabajadores o de la comunidad.

Artículo 71°

Los afiliados afectados de alguna enfermedad profesional deberán ser trasladados, por la empresa donde presten sus servicios, a otras faenas donde no estén expuestos al agente causante de la enfermedad.

Los trabajadores que sean citados para exámenes de control por los servicios médicos de los organismos administradores deberán ser autorizados por su empleador para su asistencia, y el tiempo que en ello utilicen serán considerados como trabajado para todos los efectos legales.

Las empresas que exploten faenas en que trabajadores suyos puedan estar expuestos al riesgo de neumoconiosis, deberán realizar un control radiográfico semestral de tales trabajadores.

1.4 Decreto Supremo 594

APRUEBA REGLAMENTO SOBRE CONDICIONES SANITARIAS Y AMBIENTALES BÁSICAS EN LOS LUGARES DE TRABAJO.

Artículo 1°

El presente reglamento establece las condiciones sanitarias y ambientales básicas que deberá cumplir todo lugar de trabajo, sin perjuicio de la reglamentación específica que se haya dictado o se dicte para aquellas faenas que requieren condiciones especiales.

Establece, además, los límites permisibles de exposición ambiental a agentes químicos y agentes físicos, y aquellos límites de tolerancia biológica para trabajadores expuestos a riesgo ocupacional.

Artículo 2°

Corresponderá a los Servicios de Salud, y en la Región Metropolitana al Servicio de Salud del Ambiente, fiscalizar y controlar el cumplimiento de las disposiciones del presente reglamento y las del Código Sanitario en la misma materia, todo ello de acuerdo con las normas e instrucciones generales que imparta el Ministerio de Salud.

Artículo 3°

La empresa está obligada a mantener en los lugares de trabajo las condiciones sanitarias y ambientales necesarias para proteger la vida y la salud de los trabajadores que en ellos se desempeñan, sean éstos dependientes directos suyos o lo sean de terceros contratistas que realizan actividades para ella.

Artículo 6°

Las paredes interiores de los lugares de trabajo, los cielos rasos, puertas y ventanas y demás elementos estructurales, serán mantenidos en buen estado de limpieza y conservación, y serán pintados, cuando el caso lo requiera, de acuerdo a la naturaleza de las labores que se ejecutan.

Artículo 7°

Los pisos de los lugares de trabajo, así como los pasillos de tránsito, se mantendrán libres de todo obstáculo que impida un fácil y seguro desplazamiento de los trabajadores, tanto en las tareas normales como en situaciones de emergencia.

Artículo 8°

Los pasillos de circulación serán lo suficientemente amplios de modo que permitan el movimiento seguro del personal, tanto en sus desplazamientos habituales como para el movimiento de material, sin exponerlos a accidentes. Así también, los espacios entre máquinas por donde circulen personas no deberán ser inferiores a 150 cm.

Artículo 11°

Los lugares de trabajo deberán mantenerse en buenas condiciones de orden y limpieza. Además, deberán tomarse medidas efectivas para evitar la entrada o eliminar la presencia de insectos, roedores y otras plagas de interés sanitario.

Artículo 33

Cuando existan agentes definidos de contaminación ambiental que pudieran ser perjudiciales para la salud del trabajador, tales como aerosoles, humos, gases, vapores u otras emanaciones nocivas, se deberá captar los contaminantes desprendidos en su origen e impedir su dispersión por el local de trabajo.

Con todo, cualquiera sea el procedimiento de ventilación empleado se deberá evitar que la concentración ambiental de tales contaminantes dentro del recinto de trabajo exceda los límites permisibles vigentes.

Artículo 36°

Los elementos estructurales de la construcción de los locales de trabajo y todas las maquinarias, instalaciones, así como las herramientas y equipos, se mantendrán en condiciones seguras y en buen funcionamiento para evitar daño a las personas.

Artículo 37

Deberá suprimirse en los lugares de trabajo cualquier factor de peligro que pueda afectar la salud o integridad física de los trabajadores.

Todos los locales o lugares de trabajo deberán contar con vías de evacuación horizontales y/o verticales que, además de cumplir con las exigencias de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción, dispongan de salidas en número, capacidad y ubicación y con la identificación apropiada para permitir la segura, rápida y expedita salida de todos sus ocupantes hacia zonas de seguridad. Las puertas de salida no deberán abrirse en contra del sentido de evacuación y sus accesos deberán conservarse señalizados y libres de obstrucciones.

Estas salidas podrán mantenerse entornadas, pero no cerradas con llave, candado u otro medio que impida su fácil apertura.

Las dependencias de los establecimientos públicos o privados deberán contar con señalización visible y permanente en las zonas de peligro, indicando el agente y/o condición de riesgo, así como las vías de escape y zonas de seguridad ante emergencias.

Además, deberá indicarse claramente por medio de señalización visible y permanente la necesidad de uso de elementos de protección personal específicos cuando sea necesario.

Los símbolos y palabras que se utilicen en la señalización deberán estar de acuerdo con la normativa nacional vigente, y a falta de ella con la que determinen las normas chilenas oficiales y aparecer en el idioma oficial del país y, en caso necesario cuando haya trabajadores de otro idioma, además en el de ellos.

Artículo 38

Deberán estar debidamente protegidas todas las partes móviles, transmisiones y puntos de operación de maquinarias y equipos.

Artículo 40

Se prohíbe a los trabajadores cuya labor se ejecuta cerca de maquinarias en movimiento y órganos de transmisión, el uso de ropa suelta, cabello largo y suelto, y adornos susceptibles de ser atrapados por las partes móviles.

Artículo 44°

En todo lugar de trabajo deberán implementarse las medidas necesarias para la prevención de incendios con el fin de disminuir la posibilidad de inicio de un fuego, controlando las cargas combustibles y las fuentes de calor e inspeccionando las instalaciones a través de un programa preestablecido.

El control de los productos combustibles deberá incluir medidas tales como programas de orden y limpieza y racionalización de la cantidad de materiales combustibles, tanto almacenados como en proceso.

El control de las fuentes de calor deberá adoptarse en todos aquellos lugares o procesos donde se cuente con equipos e instalaciones eléctricas, maquinarias que puedan originar fricción, chispas mecánicas o de combustión y/o superficies calientes, cuidando que su diseño, ubicación, estado y condiciones de operación, esté de acuerdo a la reglamentación vigente sobre la materia.

En áreas donde exista una gran cantidad de productos combustibles o donde se almacenen, trasvasije o procesen sustancias inflamables o de fácil combustión, deberá establecerse una estricta prohibición de fumar y encender fuegos, debiendo existir procedimientos específicos de seguridad para la realización de labores de soldadura, corte de metales o similares.

Artículo 52°

En los lugares en que se almacenen o manipulen sustancias peligrosas, la autoridad sanitaria podrá exigir un sistema automático de detección de incendios.

Además, en caso de existir alto riesgo potencial, dado el volumen o naturaleza de las sustancias, podrá exigir la instalación de un sistema automático de extinción de incendios, cuyo agente de extinción sea compatible con el riesgo a proteger.

Artículo 53°

El empleador deberá proporcionar a sus trabajadores, libres de todo costo y cualquiera sea la función que éstos desempeñen en la empresa, los elementos de protección personal que cumplan con los requisitos, características y tipos que exige el riesgo a cubrir y la capacitación teórica y práctica necesaria para su correcto empleo debiendo, además, mantenerlos en perfecto estado de funcionamiento. Por su parte el trabajador deberá usarlos en forma permanente mientras se encuentre expuesto al riesgo.

Artículo 54°

Los elementos de protección personal usados en los lugares de trabajo sean éstos de procedencia nacional o extranjera, deberán cumplir con las normas y exigencias de calidad que rijan a tales artículos según su naturaleza, de conformidad a lo establecido en el decreto N° 18, de 1982, del Ministerio de Salud, sobre Certificación de Calidad de Elementos de Protección Personal contra Riesgos Ocupacionales. Sin embargo, si no fuese posible aplicar dicho procedimiento, por la inexistencia de entidades certificadoras, el Instituto de Salud Pública de Chile podrá, transitoriamente, validar la certificación de origen.

Artículo 66°

Los límites permisibles ponderados y temporales para las concentraciones ambientales de las sustancias que se indican, serán los siguientes

Tabla 1 (Límites permisibles a la exposición a Amoniaco)

CAS	Sustancia	Límite Permissible Ponderado		Límite Permissible Temporal	
		p.p.m	mg/m3	p.p.m	mg/m3
7664-42-7	Amoniaco	22	15	35	24

Artículo 96°

Para los efectos del presente reglamento, se entenderá por carga calórica ambiental el efecto de cualquier combinación de temperatura, humedad y velocidad

del aire y calor radiante, que determine el Índice de Temperatura de Globo y Bulbo Húmedo (TGBH).

La carga calórica ambiental a que los trabajadores podrán exponerse en forma repetida, sin causar efectos adversos a su salud, será la que se indica en la tabla de Valores de Límites Permisibles del Índice TGBH, los que se aplicarán a trabajadores aclimatados, completamente vestidos y con provisión adecuada de agua y sal, con el objeto de que su temperatura corporal profunda no exceda los 38°C.

El Índice de Temperatura de Globo y Bulbo Húmedo se determinará considerando las siguientes situaciones:

a.- Al aire libre con carga solar:

$$\text{TGBH} = 0,7 \text{ TBH} + 0,2 \text{ TG} + 0,1 \text{ TBS}$$

b.- Al aire libre sin carga solar, o bajo techo:

$$\text{TGBH} = 0,7 \text{ TBH} + 0,3 \text{ TG}$$

Correspondiendo:

TBH = Temperatura de bulbo húmedo natural, en °C

TG= Temperatura de globo, en °C TBS = Temperatura de bulbo seco, en °C

Las temperaturas obtenidas se considerarán una vez alcanzada una lectura estable en termómetro de globo (entre 20 a 30 minutos).

Tabla 2 ((Valores límites permisibles del índice TGBH)

VALORES LIMITES PERMISIBLES DEL INDICE TGBH EN °C			
	Carga de Trabajo según Costo Energético (M)		
Tipo de Trabajo	Liviana Inferior a 375 Kcal/h	Moderada 375 a 450 Kcal/h	Pesada Superior a 450 Kcal/h
Trabajo continuo	30,0	26,7	25,0
75% trabajo 25% des canso, cada hora	30,6	28,0	25,9
50% trabajo 50% des canso, cada hora	31,4	29,4	27,9
25% trabajo 75% des canso, cada hora	32,2	31,1	30,0

Artículo 97°

La exposición ocupacional a calor debe calcularse como exposición ponderada en el tiempo según la siguiente ecuación:

$$\text{TGBH Promedio} = \frac{\text{TGBH } 1 * t_1 + \text{TGBH } 2 * t_2 + \dots + \text{TGBH } n * t_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n}$$

En la que (TGBH)1 ,(TGBH)2.....y (TGBH)n son los diferentes TGBH encontrados en las distintas áreas de trabajo y descanso en las que el trabajador permaneció durante la jornada laboral y, t1, t2....y tn son los tiempos en horas de permanencia en las respectivas áreas.

Artículo 98°

Para determinar la carga de trabajo se deberá calcular el costo energético ponderado en el tiempo, considerando la tabla de Costo Energético según tipo de Trabajo, de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$M1 \times t1 + M2 \times t2 + \dots + Mn \times tn$$

$$M \text{ promedio} = \frac{\quad}{t1 + t2 + \dots + tn}$$

Siendo M1, M2....y Mn el costo energético para las diversas actividades y períodos de descanso del trabajador durante los períodos de tiempo t1, t2....y tn (en horas).

Tabla 3 (Lista de trabajos y sus costos energéticos)

COSTO ENERGETICO SEGUN TIPO DE TRABAJO	
Sentado	90 Kcal/h
De pie	120 Kcal/h
Caminando (5 Km/h sin carga)	270 Kcal/h
Escribir a mano o a máquina	120 Kcal/h
Limpiaar ventanas	220 kcal/h
Planchar	252 Kcal/h
Jardinería	336 kcal/h
Andar en bicicleta (16 km/h)	312 Kcal/h
Clavar con martillo(4,5 Kg. 15 golpes/minuto)	438 Kcal/h
Palear (10 veces/minuto)	468 Kcal/h
Aserrar madera (sierra de mano)	540 Kcal/h
Trabajo con hacha (35 golpes/minuto)	600 Kcal/h

Artículo 99°

Para los efectos del presente reglamento, se entenderá como exposición al frío las combinaciones de temperatura y velocidad del aire que logren bajar la temperatura profunda del cuerpo del trabajador a 36°C o menos, siendo 35°C admitida para una sola exposición ocasional. Se considera como temperatura

ambiental crítica, al aire libre, aquella igual o menor de 10°C, que se agrava por la lluvia y/o corrientes de aire.

La combinación de temperatura y velocidad de aire da origen a determinada sensación térmica representada por un valor que indica el peligro a que está expuesto el trabajador.

Artículo 100°

A los trabajadores expuestos al frío deberá proporcionarles ropa adecuada, la cual será no muy ajustada y fácilmente desabrochable y sacable. La ropa exterior en contacto con el medio ambiente deber ser de material aislante.

Artículo 101°

En los casos de peligro por exposición al frío, deberán alternarse períodos de descanso en zonas templadas o con trabajos adecuados.

Límites Máximos Diarios de Tiempo de Exposición en Recintos Cerrados.

Valores Equivalentes de Enfriamiento para la piel expuesta por efectos de la Temperatura y velocidad del aire.

Tabla 4 (Exposición máxima diaria según rango de temperatura)

Rango de Temperatura °C	Exposición Máxima Diaria
De 0° a -18°	♦ Sin límites siempre que la persona esté vestida con ropa de protección adecuada.
De -19° a -34°	♦ Tiempo Total de Trabajo: 4 horas, alternando una hora al interior y una hora fuera del área de baja temperatura. Es necesaria ropa de protección adecuada.
De -35° a -57°	♦ Tiempo Total de Trabajo 1 hora: Dos periodos de 30 minutos cada uno, con intervalos de por lo menos 4 horas. Es necesaria ropa de protección adecuada.
De -58° a -73°	♦ Tiempo Total de Trabajo 5 minutos durante una jornada de 8 horas. Es necesaria protección personal de cuerpo y cabeza.

Artículo 102°

Las cámaras frigoríficas deberán contar con sistemas de seguridad y de vigilancia adecuados que faciliten la salida rápida del trabajador en caso de emergencia.

1.5 Decreto Supremo 40

APRUEBA REGLAMENTO SOBRE PREVENCIÓN DE RIESGOS PROFESIONALES

Artículo 1°

El presente reglamento establece las normas que regirán la aplicación del Título VII, sobre Prevención de Riesgos Profesionales y de las demás disposiciones sobre igual materia contenidas en la ley N° 16.744, sobre seguro social contra riesgos de accidentes del trabajo y de enfermedades profesionales. Asimismo, establece normas para la aplicación del artículo 171 del Código del Trabajo.

Para los efectos del presente reglamento se entenderá por riesgos profesionales los atinentes a accidentes en el trabajo o a enfermedades profesionales.

Artículo 3°

Las Mutualidades de Empleadores están obligadas a realizar actividades permanentes de prevención de riesgos de accidentes del trabajo y enfermedades profesionales. Para este efecto deberán contar con una organización estable que permita realizar en forma permanente acciones sistematizadas de prevención en las empresas adheridas; a cuyo efecto dispondrán de registros por actividades acerca de la magnitud y naturaleza de los riesgos, acciones desarrolladas y resultados obtenidos.

Artículo 8°

Para los efectos de este reglamento se entenderá por Departamento de Prevención de Riesgos Profesionales a aquella dependencia a cargo de planificar, organizar, asesorar, ejecutar, supervisar y promover acciones permanentes para evitar accidentes del trabajo y enfermedades profesionales.

Toda empresa que ocupe más de 100 trabajadores deberá contar con un Departamento de Prevención de Riesgos Profesionales, dirigido por un experto en la materia. La organización de este Departamento dependerá del tamaño de la empresa y la importancia de los riesgos, pero deberá contar con los medios y el personal necesario para asesorar y desarrollar las siguientes

acciones mínimas: reconocimiento y evaluación de riesgos de accidentes y enfermedades profesionales, control de riesgos en el ambiente o medios de trabajo, acción educativa de prevención de riesgos y promoción de la capacitación y adiestramiento de los trabajadores, registro de información y evaluación estadística de resultados, asesoramiento técnico a los comités paritarios, supervisores y líneas de administración técnica.

Artículo 13°

Las empresas que no están obligadas a establecer un Departamento de Prevención de Riesgos, deberán llevar la información básica para el cómputo de las tasas de frecuencia y de gravedad. La información comprendida en este artículo y en el precedente deberá ser comunicada al Servicio Nacional de Salud en la forma y oportunidad que éste señale.

Las empresas adheridas a una Mutualidad deberán comunicar mensualmente a ella las informaciones señaladas en el inciso precedente, a fin de que la Mutualidad las comunique, a su vez, al Servicio Nacional de Salud, en la forma que éste señale.

Artículo 17°

En el capítulo sobre disposiciones generales se podrán incluir normas sobre materias tales como los procedimientos para exámenes médicos o psicotécnicos del personal, sean pre-ocupacionales o posteriores; los procedimientos de investigación de los accidentes que ocurran; las facilidades a los Comités Paritarios para cumplir su cometido; la instrucción básica en prevención de riesgos a los trabajadores nuevos; la responsabilidad de los niveles ejecutivos intermedios; las

especificaciones de elementos de protección personal en relación con tipos de faenas, etc.

Artículo 18°

El capítulo sobre obligaciones deberá comprender todas aquellas materias cuyas normas o disposiciones son de carácter imperativo para el personal, tales como el conocimiento y cumplimiento del reglamento interno; el uso correcto y cuidado de los elementos de protección personal; el uso u operancia de todo elemento, aparato o dispositivo destinado a la protección contra riesgos; la conservación y buen trato de los elementos de trabajo entregados para uso del trabajador; la obligatoriedad de cada cual de dar cuenta de todo síntoma de enfermedad profesional que advierta o de todo accidente personal que sufra, por leve que sea; la cooperación en la investigación de accidentes; la comunicación de todo desperfecto en los medios de trabajo que afecten la seguridad personal; el acatamiento de todas las normas internas sobre métodos de trabajo u operaciones o medidas de higiene y seguridad; la participación en prevención de riesgos de capataces, jefes de cuadrillas, supervisores, jefes de turno o sección y otras personas responsables.

Artículo 19°

En el capítulo sobre prohibiciones se enumerarán aquellos actos o acciones que no se permitirán al personal por envolver riesgos para sí mismos u otros o para los medios de trabajo. Estas prohibiciones dependerán de las características de la empresa; pero, en todo caso, se dejará establecido que no se permitirá introducir bebidas alcohólicas o trabajar en estado de embriaguez; retirar o dejar inoperantes elementos o dispositivos de seguridad e higiene instalados por la empresa; destruir o deteriorar material de propaganda visual o de otro tipo destinado a la promoción de la prevención de riesgos; operar o intervenir maquinarias o equipo sin autorización; ingerir alimentos o fumar en ambientes de trabajo en que existan riesgos de intoxicaciones o enfermedades profesionales; desentenderse de normas

o instrucciones de ejecución o de higiene y seguridad impartidas para un trabajo dado.

Artículo 21º

Los empleadores tienen la obligación de informar oportuna y convenientemente a todos sus trabajadores acerca de los riesgos que entrañan sus labores, de las medidas preventivas y de los métodos de trabajo correctos. Los riesgos son los inherentes a la actividad de cada empresa.

Especialmente deben informar a los trabajadores acerca de los elementos, productos y sustancias que deban utilizar en los procesos de producción o en su trabajo, sobre la identificación de los mismos (fórmula, sinónimos, aspecto y olor), sobre los límites de exposición permisibles de esos productos, acerca de los peligros para la salud y sobre las medidas de control y de prevención que deben adoptar para evitar tales riesgos.

Artículo 22º

Los empleadores deberán mantener los equipos y dispositivos técnicamente necesarios para reducir a niveles mínimos los riesgos que puedan presentarse en los sitios de trabajo.

1.6 Decreto Supremo 18

CERTIFICACIÓN DE CALIDAD DE ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL CONTRA RIESGOS OCUPACIONALES

1º. Los aparatos, equipos y elementos de protección personal contra riesgos de accidentes del trabajo y enfermedades profesionales que se utilicen o comercialicen en el país, sean ellos de procedencia nacional o extranjera, deberán cumplir con las normas y exigencias de calidad que rijan a tales artículos, según su naturaleza.

2º. Las personas, entidades, empresas y establecimientos que fabriquen, importen, comercialicen o utilicen tales aparatos, equipos y elementos podrán facultativamente controlar su calidad en instituciones, laboratorios y establecimientos autorizados para prestar este servicio.

1.7 Norma Chilena 2767

Define el índice IREQ, que traducido del inglés significa “aislamiento requerido de la vestimenta”. En la norma se distinguen dos niveles de protección:

a) Un nivel mínimo, IREQ min, en que el valor de resistencia se calcula aceptando la existencia de vasoconstricción periférica, con temperatura media de la piel de 30 °C. Este estado coincide con una sensación térmica subjetiva de levemente frío y puede ser tolerada en forma continuada.

b) Un nivel neutro, IREQ neutro, en que la resistencia se calcula considerando que el balance térmico está equilibrado en un nivel de sensación térmica neutra en la cual la persona se encuentra cómoda.

En general la resistencia térmica de un material tiene unidades de °C m² /Watt, pero para la ropa de trabajo es más común utilizar como unidad el “clo”, el cual tiene como equivalencia 1 clo = 0,155 °C m² /Watt. La tabla N° 2 entrega valores de las resistencias térmicas “mínima” y “neutra” para distintos rangos de temperatura, velocidad del viento y generación de calor metabólico.

Resistencia Térmica Requerida de la Ropa

Tabla 5 (Resistencia térmica requerida para ropa debido a trabajos en frío)

Calor Metabólico W/m ²	Temperatura °C	Veloc. Aire Km/h	Resistencia de la Ropa	
			Mínima, clo	Neutra, clo
100	0	calmo	2,27	2,69
		8	2,56	2,96
		16	2,64	3,04
		40	2,72	3,11
	-10	calmo	3,26	3,68
		8	3,53	3,93
		16	3,59	4
		40	3,66	4,06
150	0	calmo	1,31	1,58
		8	1,59	1,84
		16	1,67	1,92
		40	2	1,75
	-10	calmo	1,98	2,25
		8	2,24	2,49
		16	2,31	2,56
		40	2,39	2,64
180	0	calmo	1,01	1,21
		8	1,26	1,46
		16	1,35	1,54
		40	1,43	1,62
	-10	calmo	1,56	1,78
		8	1,81	2,01
		16	1,88	2,08
		40	1,96	2,16

1 clo = 0,155 0,155 °C m²/Watt

Tabla 6 (Valores equivalentes de enfriamiento para la piel expuesta por efectos de la temperatura y velocidad del aire.)

Velocidad del Viento Km/h	Temperatura real leída en el termómetro en °C										
	10	4	-1	-7	-12	-18	-23	-29	-34	-40	
Temperatura de enfriamiento equivalente											
Calmo	10	4	-1	-7	-12	-18	-23	-29	-34	-40	
8	9	3	-3	-9	-14	-21	-26	-32	-38	-44	
16	4	-2	-9	-16	-23	-31	-36	-43	-50	-57	
24	2	-6	-13	-21	-28	-36	-43	-50	-58	-65	
32	0	-8	-16	-23	-32	-39	-47	-55	-63	-71	
40	-1	-9	-18	-26	-34	-42	-51	-59	-67	-76	
48	-2	-11	-19	-28	-36	-44	-53	-62	-70	-78	
56	-3	-12	-20	-29	-37	-46	-55	-63	-72	-81	
64	-3	-12	-21	-29	-38	-47	-56	-65	-73	-82	
Superior a 64 Km/h poco efecto adicional	Peligro Bajo. Para exposición de la piel seca por menos de una hora. El principal riesgo es el falso sentido de seguridad				Aumento del Peligro. De congelamiento para las partes expuestas al desnudo en menos de 1 minuto.			Gran Peligro. Que partes expuestas al desnudo se congelen en menos de 30 segundos.			

1.8 Norma Chilena 2709

Resistencia Térmica Básica de la Ropa

Tabla 7 (Resistencia Térmica Básica de la Ropa según NCh2709)

Descripción	Nº	Telas	Conjunto 1		Conjunto 2	
			Clo	g	Clo	g
Ropa Interior						
Calzoncillo pierna corta	1	Algodón, Poliester	0,04	70		
Calzoncillo pierna larga	2	Polipropileno			0,13	165
Camiseta manga corta	3	Algodón	0,10	180		
Camiseta manga larga	4	Algodón, Poliester, poliamida			0,25	360
Calcetines	5	80% Acrílico, 20 %-nylon	0,06	68	0,06	68
Ropa Intermedia						
Camisa	6	Algodón	0,33	362	0,33	362
Polar	7	Poliamida			0,39	417
Chomba	8	85 % lana, 15% nylon	0,37	459		
Pantalón Buzo Deportivo	9	Poliamida			0,40	341
Pantalón	10	50 % lana, 50% poliester	0,24	404		
Vestuario Exterior						
Buzo Térmico	11	Multicomponente			1,13	1215
Parka	12	Multicomponente	0,79	1440		
Botas	13		0,10	-	0,10	-
Gorro	14		0,01	100	0,01	100
Guantes	15		0,08	70	0,08	70
Total			2,12	3153	2,88	3098

Capítulo 2: Marco Teórico

Para la presente investigación se debe tener en consideración una serie de conceptos que servirán de ayuda para la identificación, evaluación y análisis de este informe.

2.1 Definiciones

Riesgo Es la probabilidad de que en una actividad o condición ocurra un evento no deseado o pérdida.

Riesgo laboral: Se entiende por riesgo laboral, la posibilidad de que un trabajador sufra un determinado daño derivado del trabajo.

Evaluación de riesgos: Proceso general que consiste en estimar la magnitud del riesgo y decidir si éste es o no tolerable.

Peligro: Condición, situación o causa física, administrativa o por otra naturaleza que causa o podría causar sucesos negativos en el lugar de trabajo.

Accidente: Acontecimiento que sucede sin intención y que genera un daño a un ser vivo o a una cosa.

Incidente: Es un acontecimiento igualmente no deseado que bajo algunas circunstancias diferentes a las del accidente pudo haber causado daños físicos, lesiones, enfermedad profesional e incluimos daños a la propiedad ya que el incidente lo calificamos como un “Casi-accidente”, pudiendo haber perdido tiempo, pero sin haber causado daños. Muchas veces nos encontraremos que un Incidente es llamado “Cuasi –Accidente”

Equipo de protección personal (EPP): Comprenden todos aquellos dispositivos, accesorios y vestimentas de diversos diseños que emplea el trabajador para protegerse y mitigar golpes o posibles lesiones.

Los equipos de protección personal constituyen uno de los conceptos más básicos en cuanto a la seguridad en el lugar de trabajo y son necesarios cuando los peligros no han podido ser eliminados por completo o controlados por otros medios.

Acción insegura: Acciones que recaen totalmente sobre la persona, y se define como cualquier acción o falta de acción que puede ocasionar un accidente. Una Acción insegura tiene una explicación, la cual se describe cómo los factores personales que lleva a la persona a cometer esa acción insegura. Estos son:

- Falta de conocimiento o de habilidad: Es producido por falta de experiencia en el área o no ha practicado lo suficiente.
- Las actitudes indebidas: Se producen cuando la persona trata de ahorrar tiempo, evitar esfuerzos, evitar incomodidades y, en resumen, cuando la actitud hacia su propia seguridad y la de los demás no es adecuada o recomendada.
- La incapacidad física o mental: Es producido cuando la persona sufre una enfermedad o trastorno el cual lo incapacita para hacer una tarea específica.

Condición insegura: Se define como cualquier condición del ambiente que puede contribuir a un accidente. Ahora sabemos que en las acciones inseguras existían factores personales, en las condiciones inseguras existen causas que las hacen aparecer, estas son:

- Desgaste normal de equipos y materiales, debido al uso y tiempo que estos llevan.
- Uso inadecuado de herramientas.
- Diseño inadecuado de las instalaciones o equipos.
- Mantenimiento inadecuado de las instalaciones o equipos
- Normas inadecuadas de trabajo.

Acción correctiva: Una acción correctiva es una acción tomada para eliminar las causas de una no conformidad detectada u otra situación indeseable. Es diferente a "Corrección" mediante la cual sólo se elimina o repara la no conformidad detectada, no su causa.

Sustancias peligrosas: Las sustancias peligrosas son elementos químicos y compuestos que puedan significar un riesgo para la salud, la seguridad o el bienestar de los seres humanos, animales o ambiente.

2.2 Plan de Gestión

Un plan de gestión es un diseño sobre la mejor forma de manejar la organización durante sus actividades cotidianas y a largo plazo. Incluye los métodos convencionales de hacer diversas cosas- administrar el dinero, lidiar con las tareas actuales de la organización, abordar la forma en que las personas de la organización realizan su trabajo- y el marco general, filosófico e intelectual, en el que estos métodos operan.

- i) La respuesta general aquí, es que la organización es sumamente importante como para dejar las cosas al azar. Si no hay un plan, las tareas diarias pueden ignorarse, pueden surgir emergencias con las que nadie sabe lidiar, las responsabilidades pueden no estar claras y lo más importante las labores de la organización pueden no hacerse bien o no hacerse en absoluto. Un buen plan de gestión ayuda a alcanzar las metas de muchas maneras:
- **Aclara las responsabilidades y los roles de todos dentro de la organización**, para que todos sepan lo que ella y todos los demás deben hacer. El personal sabe a quién dirigirse para obtener información, consultas, supervisión, etc. También sabe cuáles son los límites de su propio puesto, cuándo pueden hacer algo sin tener que consultarlo con alguien y cuándo no.
 - **Divide el trabajo de la organización de manera equitativa y razonable para que el trabajo de cada uno no sólo esté definido, sino que también sea factible.**
 - **Aumenta la obligación de rendir cuentas de algo, tanto internamente** (cuando algo no se hace es obvio de quién era la responsabilidad) **como externamente** (cuanto mejor sea la gestión de la organización mejor servirá a la comunidad).
 - **Asegura que las tareas necesarias sean asignadas al personal apropiado, y crea un plazo para que sean terminadas.** Las cuentas se pagan a tiempo, el personal está donde debería estar para prestar los servicios de la organización, las propuestas de financiamiento son escritas y

enviadas, se encarán los problemas y, como resultado, la organización funciona sin problemas.

- **Ayuda a que la organización se defina a sí misma.** Por medio del desarrollo de un plan consistente con su misión y filosofía, la organización puede saber claramente en lo que cree y comunicarle esa certeza a su personal, a su público objetivo y a toda la comunidad.

2.3 Realización de tareas en ambientes fríos

En el ámbito laboral hay numerosos empleos que implican la realización de tareas en ambientes fríos, de origen natural o artificial, lo cual puede generar riesgos más o menos graves para la salud. Las bajas temperaturas en el trabajo pueden ocasionar desde incomodidad, deterioro de la ejecución física y manual de las tareas, a congelación en los dedos de las manos y los pies, mejillas, nariz y orejas (enfriamiento local del cuerpo), hasta la hipotermia, que es la consecuencia más grave. Ésta se produce cuando el cuerpo pierde más calor del que puede generar y la temperatura empieza a descender por debajo de los 35° C.

Cuando esto ocurre, si no se facilita el tratamiento oportuno, la persona afectada puede sufrir desde un desvanecimiento a un paro cardíaco, hasta entrar en un estado de coma o morir. Los trabajadores que están más expuestos al riesgo del frío son los que forman parte de colectivos que ejercen su actividad al aire libre (construcción, agricultura, puestos de venta en exteriores, guardas forestales, plataformas marinas, etc.), en puestos específicos de empresas dedicadas a la alimentación (cámaras frigoríficas, cajas de cobro situadas cerca de las puertas de salida, etc.) o en otras industrias agroalimentarias (mataderos, almacenes fríos, cámaras frigoríficas, mantenimiento de instalaciones en estos recintos, etc.).

Muchas de las lesiones que se producen a causa del frío son consecuencia directa de la exposición a este riesgo (congelación de extremidades, hipotermia, etc.), mientras que otros accidentes se deben a la influencia que tienen las bajas temperaturas en el entorno de trabajo y en las habilidades de las personas (suelos resbaladizos, pérdida de fuerza y agilidad, dificultad en los movimientos corporales, etc.).

2.4 Sistema de refrigeración

Los sistemas frigoríficos o sistemas de refrigeración corresponden a estructuras mecánicas que utilizan principios termodinámicos para transferir energía térmica en forma de calor a algún foco según se necesite. Estos sistemas están principalmente diseñados para disminuir la temperatura del producto almacenado a través de la utilización de cámaras frigoríficas o cámaras de refrigeración, que comúnmente, suelen estar llenas de alimento y compuestos químicos.

Es muy importante dar a conocer la principal diferencia que existe entre un sistema frigorífico y un circuito de refrigeración, siendo estos últimos, diseñados y utilizados solo para disminuir la temperatura conforme a su aplicación. Los hay desde los utilizados para enfriar motores de combustión interna por medio de agua, hasta los que cuentan con un sistema llamado wáter cooling para el enfriamiento de computadores. Los sistemas de refrigeración tienden a ser mucho más complejos que los circuitos y es por eso que se presentan aparte.

2.4.1. Áreas que utilizan sistemas de refrigeración

Hoy en día, las cámaras frigoríficas cumplen un rol sumamente importante en cuanto a la calidad de productos que estas contienen, es por eso que la demanda de cámaras refrigerantes abarca un gran número de áreas en las cuales estas son solicitadas y utilizadas. Dentro de esta amplia gama, algunas de las industrias que utilizan cámaras frigoríficas son las dedicadas a: Alimentos, agroindustria, supermercados, hoteles y catering, pesca, logística y transporte.

2.4.2. Refrigerante

Es una sustancia o compuesto químico utilizado en la transferencia de calor. En un sistema de refrigeración, absorbe el calor de otro cuerpo, por lo tanto, lo enfría. El agua, en estado líquido o sólido (hielo) es el refrigerante más común y es utilizado desde hace mucho tiempo.

2.4.3. Amoníaco como refrigerante (R717)

El amoníaco (NH_3) es un gas incoloro de olor repulsivo. Este gas hierve a los $-33.34^\circ C$ a condiciones de 1 atmósfera, esto ayuda a que pueda conservarse en estado líquido, bajo presión a temperaturas bajas.

Gracias a las propiedades de vaporización de este gas, el amoníaco lleva utilizándose como refrigerante en aplicaciones industriales desde la década de 1930. Es conocido como uno de los refrigerantes más eficientes a nivel energético y además tiene mínimo impacto sobre el medio ambiente con respecto al calentamiento global y deterioro de la capa de ozono. No obstante, tiene la desventaja de ser tóxico por lo que se restringe su uso doméstico y a pequeña escala.

2.4.4. Peligros inherentes del amoníaco

A continuación, se da a conocer una lista de peligros inherentes de la exposición al amoníaco.

- Gas inflamable.
- Gas a alta presión, peligro de explosión en caso de calentamiento.
- Provoca quemaduras graves en la piel.
- Provoca lesiones oculares graves.
- Tóxico por inhalación.
- Muy tóxico para especies acuáticas, con efectos nocivos duraderos.
- Corrosivo para las vías respiratorias.

2.4.5. Control de exposición

A continuación, se presentan los parámetros para el control de exposición a la sustancia.

- Límite permisible ponderado (LPP): 20 ppm.
- Límite permisible absoluto (LPA): No disponible.
- Límite permisible temporal (LPT): 35 ppm.

2.4.6. Elementos de Protección Personal

- **Protección respiratoria:** Para casos de actuación frente a emergencias, se recomienda utilizar equipo de respiración autónomo. Los usuarios de los equipos de respiración autónomos deben ser entrenados. Usar filtros de gas y máscaras que cubran toda la cara, en caso de superar los límites de exposición por un periodo corto de tiempo. Los filtros de gas no protegen contra la insuficiencia de oxígeno. Para la selección del equipo adecuado consultar la información de producto elaborada por el fabricante del equipo de respiración.
- **Protección de manos:** Usar guantes de trabajo al manejar envases de gases.
- **Protección de Ojos:** Se aconseja el uso de gafas de seguridad durante la manipulación de cilindros. Para tareas de trasvasije se recomienda usar gafas cerradas sobre los ojos y protector facial.
- **Protección de la piel y el cuerpo:** Durante el manejo de cilindros se recomienda la utilización de zapatos con protección en el metatarso. Utilizar ropa de protección química.
- **Medidas de ingeniería:** Asegurar una ventilación adecuada, especialmente en locales cerrados. Es necesario garantizar una buena ventilación o fugas locales para evitar la acumulación de concentraciones superiores al límite de exposición.

2.5 Cámara de refrigeración

Una cámara frigorífica o cámara de refrigeración son instalaciones que tienen como función la de almacenar alimentos como carnes o vegetales, lácteos o sustancias químicas que lo requieran, a lo largo del tiempo, sin que estas pierdan sus propiedades químicas como nutritivas, sigan comestibles y no se deterioren. Para esto, las cámaras frigoríficas extraen la energía térmica de la materia o alimentos contenidos en ellas por medio de un sistema de refrigeración y de la utilización de algún compuesto químico que actúa como refrigerante.

Equipos Componentes del Sistema de Refrigeración

A. Compresores

Los compresores son utilizados para aumentar la presión y movilizar el amoníaco a través del circuito. Según su mecanismo de compresión se clasifican en compresores dinámicos, que pueden ser axiales o centrífugos, y de desplazamiento positivo, los cuales pueden ser rotativos o alternativos. En general, los elementos o componentes que afectan el funcionamiento del compresor de refrigeración son los sellos, los cojinetes radiales y axiales, bujes, válvula deslizante, válvula hidráulica, válvulas de seguridad, bobinas hidráulicas, acoplamientos y manómetros.



Ilustración 1(Compresores del sistema de refrigeración)

B. Condensadores

Los condensadores tienen por función transformar el amoníaco, que sale como gas caliente del compresor, en amoníaco en fase líquida, proceso que

se realiza por enfriamiento. Los condensadores se clasifican según el medio utilizado para realizar el enfriamiento. Los más comunes a nivel industrial son los que utilizan agua o una mezcla de aire y agua, estos últimos se conocen como evaporativos. En la mayoría de los condensadores enfriados por agua el refrigerante condensa entre el exterior de los tubos y la carcasa, pasando el agua por el interior de los tubos; luego de lo cual circula, por medio de una bomba, hacia la torre de enfriamiento. Los condensadores evaporativos mezclan la condensación del refrigerante y el enfriamiento del agua en la torre de enfriamiento. El refrigerante pasa por el interior de un serpentín y exteriormente existe un flujo de agua que se evapora en una corriente de aire.



Ilustración 2 (Condensador, sistema de refrigeración)

C. Evaporadores

Los evaporadores tienen por función evaporar controladamente el refrigerante suministrado en forma líquida para que en este cambio de fase absorba calor del medio en el cual se encuentra instalado. El refrigerante pasa por dentro de tubos y el aire del recinto a enfriar pasa por fuera. Para aumentar la eficiencia del intercambio de calor existen aletas por fuera de los tubos y el aire pasa entre ellas.



Ilustración 3 (Evaporador, sistema de refrigeración)

2.5.1. Funcionamiento

El funcionamiento de estos sistemas son extraer calor y expulsarlo al exterior del recinto para conservar en él productos mediante la congelación.

Para llevar a cabo este objetivo, la cámara frigorífica está formada por una serie de componentes los cuales son: compresor, evaporador, válvula de expansión y condensador.

El proceso de refrigeración en un cámara frigorífica inicia en el evaporador que toma por medio de su bobina de aire caliente, el aire del lugar o del recinto a temperatura ambiente calentándolo y mezclándolo con el refrigerante, de allí pasa al compresor que es el encargado de bombear el refrigerante a todas las partes que intervienen en el proceso de refrigeración, aquí se aumenta la temperatura y la presión del vapor, luego llega al condensador donde el refrigerante caliente con alta temperatura y presión es enfriado por el aire que toma la bobina del condensador, cambiando de vapor caliente a líquido caliente de alta presión. De allí pasa a la válvula donde va pasando poco a poco y se va transformando en una neblina fría a baja presión donde se obtiene vapor frío líquido a baja presión, luego, esto pasa al evaporador y por medio de la bobina fría envía el aire frío al recinto. De aquí en adelante el proceso se repite de forma continua

Esquema del proceso de climatización en cámara frigorífica

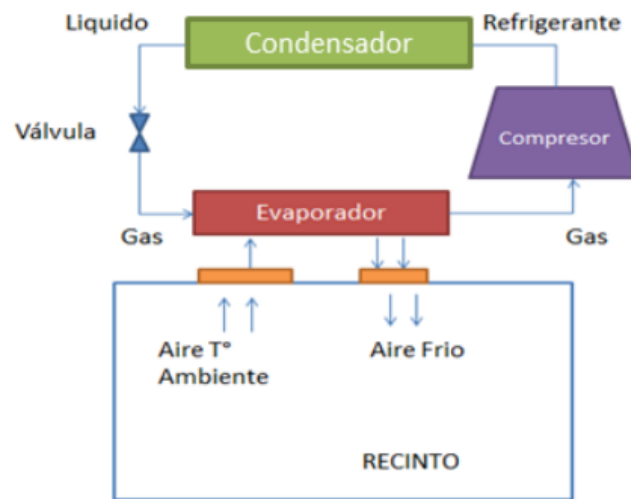


Ilustración 4 (Proceso de climatización de una cámara frigorífica)

El interior de la cámara frigorífica:

- Pisos impermeables, antideslizantes y de fácil limpieza y desinfección de ácidos grasos.
- Las paredes deben ser impermeables de colores claros que mejoren la visibilidad.
- La forma y las dimensiones de la puerta dependen del uso, pero es importante que tenga apertura del interior y exterior de la cámara.
- Debe poseer alarma que indique la presencia del personal dentro de la cámara.
- Controlador ambiental donde se observe y se regule la temperatura.
- Protección contra el goteo del condensador al suelo y sobre los productos almacenados.

2.6 Factores que afectan al riesgo por exposición al frío

Los factores que debemos tener en cuenta a la hora de evaluar el riesgo por exposición al frío pueden agruparse en: factores climáticos, factores individuales y características del puesto de trabajo.

2.6.1. Factores climáticos

El frío, como agente físico al que están expuestos los trabajadores, dependerá de tres factores principales:

- **Temperatura ambiente:** una temperatura ambiente inferior a 5 °C puede tener efectos directos sobre la salud de los trabajadores expuestos (1).

- **Velocidad del aire:** el viento provoca un efecto de enfriamiento en la piel. Este efecto se expresa como una temperatura de enfriamiento por el viento. En la siguiente tabla, se incluyen los valores de temperatura de enfriamiento por viento para distintas combinaciones de temperatura ambiente y velocidad del viento (la velocidad del viento es un valor meteorológico normalizado medido a 10 m sobre el nivel del suelo que se obtiene de las estaciones y previsiones meteorológicas).

Si la velocidad local del viento se mide a nivel del suelo, debe multiplicarse por 1,5 antes de incluirla en la ecuación. - **Humedad relativa:** el agua retira el calor del cuerpo 25 veces más rápido que el aire seco, por lo que debemos tener en cuenta la humedad presente en el ambiente a la hora de evaluar el nivel de riesgo.

Temperatura de enfriamiento por viento

Tabla 8 (Temperatura de enfriamiento según velocidad del viento)

V_{10} (km/h)	t_a (°C)									
	5	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35	-40
5	4	-2	-7	-13	-19	-24	-30	-36	-41	-47
10	3	-3	-9	-15	-21	-27	-33	-39	-45	-51
15	2	-4	-11	-17	-23	-29	-35	-41	-48	-54
20	1	-5	-12	-18	-24	-31	-37	-43	-49	-56
25	1	-6	-12	-19	-25	-32	-38	-45	-51	-57
30	0	-7	-13	-20	-26	-33	-39	-46	-52	-59
35	0	-7	-14	-20	-27	-33	-40	-47	-53	-60
40	-1	-7	-14	-21	-27	-34	-41	-48	-54	-61
45	-1	-8	-15	-21	-28	-35	-42	-48	-55	-62

Frío molesto	Muy frío, riesgo de congelación de la piel expuesta	Frío intenso, congelación profunda de la piel expuesta en 10 min	Frío extremo, congelación de la piel expuesta en 2 min
--------------	---	--	--

2.6.2. Factores individuales

Existen algunos factores ligados al propio individuo, como pueden ser el consumo de ciertos medicamentos o la existencia de determinados antecedentes médicos, que influyen en la respuesta del organismo frente al frío. Aunque estos factores deben ser tenidos en cuenta a la hora de evaluar el riesgo de exposición al frío, huelga decir que, estos datos están sujetos a la estricta confidencialidad existente entre trabajador y médico.

- **Medicamentos:** Existen medicamentos que son susceptibles de alterar la regulación térmica mediante la acción sobre el sistema nervioso central, que regula la vasoconstricción. Entre estos medicamentos encontramos las fenotiazinas, barbitúricos, benzodiazepinas y los hipoglicemiantes.
- **Antecedentes médicos:** Algunas endocrinopatías pueden favorecer la hipotermia en determinadas circunstancias. El hipotiroidismo, por ejemplo, reduce el metabolismo y altera la termogénesis del cuerpo, así como otras respuestas complementarias. Afecciones como la insuficiencia suprarrenal o el hipopituitarismo pueden aumentar la susceptibilidad a la hipotermia.

2.6.3. Características del puesto de trabajo

Las características propias del puesto de trabajo condicionarán factores determinantes a la hora de evaluar los riesgos por exposición al frío.

La principal de estas características será la actividad física que conlleva la tarea a realizar durante la jornada laboral. La producción de calor corporal compensa parcialmente la pérdida de calor debida a la exposición a bajas temperaturas. De este modo y para unas condiciones ambientales determinadas, cuanto más grande sea el nivel de calor corporal producido como consecuencia del desarrollo de una actividad física, menores serán las necesidades de aislamiento térmico que deberán exigirse a un conjunto de prendas de protección contra el frío.

Otro factor a tener en cuenta es la posibilidad de que la tarea a realizar suponga la exposición a temperaturas cambiantes a lo largo de la jornada laboral.

Este es el ejemplo de los trabajadores que trabajan en instalaciones frigoríficas y deben entrar y salir de éstas al exterior y viceversa repetidamente.

2.7 Efectos Fisiológicos Debidos Al Frío

El estrés por frío puede estar presente de muchas formas diferentes, afectando al equilibrio térmico de todo el cuerpo, así como al equilibrio térmico local de las extremidades, la piel y los pulmones.

El cuerpo humano genera energía a través de numerosas reacciones bioquímicas cuya base son los compuestos que forman los alimentos y el oxígeno del aire inhalado. La energía que se crea se emplea en mantener las funciones vitales, realizar esfuerzos, movimientos, etc. Gran parte de esta energía desprendida es calorífica. El calor generado mantiene la temperatura del organismo constante siempre que se cumpla la ecuación del balance.

Cuando la potencia generada no puede disiparse en la cantidad necesaria, porque el ambiente es caluroso, la temperatura del cuerpo aumenta y se habla de riesgo de estrés térmico. Si por el contrario el flujo de calor cedido al ambiente es excesivo, la temperatura del cuerpo desciende y se dice que existe riesgo de estrés por frío. Se generan entonces una serie de mecanismos destinados a aumentar la generación interna de calor y disminuir su pérdida, entre ellos se destacan el aumento involuntario de la actividad metabólica (tiritera) y la vasoconstricción. La tiritera implica la activación de los músculos con la correspondiente generación de energía acompañada de calor.

La vasoconstricción trata de disminuir el flujo de sangre a la superficie del cuerpo y dificultar así la disipación de calor al ambiente. Paradójicamente y debido a la vasoconstricción, los miembros más alejados del núcleo central del organismo ven disminuido el flujo de sangre y por lo tanto del calor que ésta transporta, por lo que su temperatura desciende y existe riesgo de congelación en manos, pies, etc.

Estos dos efectos principales del frío, descenso de la temperatura interna (hipotermia) y congelación de los miembros originan la subdivisión de las

situaciones de estrés por frío en enfriamiento general del cuerpo y enfriamiento local de ciertas partes del cuerpo (extremidades, cara, etc.)

Situaciones clínicas progresivas de la hipotermia

Tabla 9 (Síntomas clínicos según la temperatura de exposición)

Temperatura interna (°C)	Síntomas clínicos
37,6	Temperatura rectal normal
37	Temperatura oral normal
36	La relación metabólica aumenta en un intento de compensar la pérdida de calor
35	Tiritones de intensidad máxima
34	La víctima se encuentra consciente y responde. Tiene la presión arterial normal
33	Fuerte hipotermia por debajo de esta temperatura
32 31	Consciencia disminuida. La tensión arterial se hace difícil de determinar. Las pupilas están dilatadas aunque reaccionan a la luz. Cesa el tiritio
30 29	Pérdida progresiva de la consciencia. Aumenta la rigidez muscular. Resulta difícil determinar el pulso y la presión arterial. Disminuye la frecuencia respiratoria
28	Posible fibrilación ventricular
27	Cesa el movimiento voluntario. Las pupilas no reaccionan a la luz. Ausencia de reflejos tendinosos
26	Consciencia durante pocos momentos
25	Puede producirse fibrilación ventricular espontánea
24	Edema pulmonar
22 21	Riesgo máximo de fibrilación ventricular
20	Parada cardíaca
18	Hipotermia accidental más baja para recuperar a la víctima
17	Electroencefalograma isoelectrico
9	Hipotermia más baja simulada por enfriamiento para recuperar al paciente

2.8 Enfermedades por exposición al frío en el trabajo

2.8.1. Fenómeno de Raynaud

“El fenómeno de Raynaud es una enfermedad que afecta los vasos sanguíneos, sobre todo los de los dedos de las manos y los pies, y hace que los vasos sanguíneos se contraigan cuando la persona siente: frío y estrés.

Donde la principal sintomatología es “palidez, parestesia y frialdad en los dedos, provocado por los espasmos en los capilares que dejan a los dedos sin sangre; cianosis, debido a que, después de unos minutos los capilares se dilatan, llenándose de sangre poco oxigenada; y, rubor, causado por una fase de hipotermia reactiva”

2.8.2. Síndrome del Dedo Azul

El síndrome del dedo azul se manifiesta en uno o más dedos, se presentan en ellos un color azul debido a la ausencia de un trauma, el síndrome surge por la exposición al frío y alteraciones relacionadas con la cianosis. Los dedos toman un color azul debido a que el flujo sanguíneo es lento y la sangre presenta alta nivel de oxígeno donde muchas veces los pacientes presentan dolores en los dedos. Urticaria a Frigore “Es una reacción poco común que se produce al exponerse a estímulos fríos. Suele afectar especialmente a adultos jóvenes.

2.8.3. Urticaria a Frigore

También llamada urticaria al frío o alergia al frío es una reacción ante la exposición a estímulos fríos tales como viento, bajas temperaturas, lavado o inmersión en agua fría, contacto con objetos fríos, ingestión de bebidas o alimentos fríos.

Adicional a esto las personas que sufren la alergia presentan brotes, ronchas rojas en la zona que fue expuesta mucho tiempo al frío, también se encuentra acompañado de picazón y dentro de los síntomas secundarios se encuentra dolores de cabeza, fiebre, dolor en las extremidades inferiores y superiores.

2.8.4. Hipotermia

Se considera hipotermia moderada a los síntomas anteriores que se le suman la desorientación, estado de semiinconsciencia y pérdida de memoria. Por debajo de los 30°C (86 °F) se trata de una hipotermia grave, y comporta pérdida de la conciencia, dilatación de pupilas, bajada de la tensión y latidos cardíacos muy débiles y casi indetectables.

La hipotermia se puede dividir en tres etapas según la gravedad:

Primera Fase o Hipotermia Leve

En la primera fase (fase de lucha), la temperatura del cuerpo desciende en 1–2 °C (1,8–3,6 °F) por debajo de la temperatura normal (36 °C o 96,8 °F). Se producen escalofríos que pueden ir de leves a fuertes. La víctima es incapaz de realizar tareas complejas con las manos, las mismas se entumecen. Los vasos sanguíneos distales en las extremidades se contraen, disminuyendo la pérdida de calor hacia el exterior por vía aérea. La respiración se vuelve rápida y superficial. Aparece la piel de gallina y se eriza el vello corporal, en un intento de crear una capa aislante de aire en todo el cuerpo (que es de uso limitado en los seres humanos debido a la falta de suficiente pelo, pero útil en otras especies). A menudo, el afectado experimentará una sensación cálida, como si se hubiera recuperado, pero es, en realidad, la partida hacia la Etapa 2. Otra prueba para ver si la persona está entrando en la fase 2 es que no sean capaces de tocar su pulgar con su dedo meñique; es el primer síntoma de que los músculos ya no funcionan.

Se caracteriza por: vasoconstricción, aumento del metabolismo, aumento del gasto cardíaco, taquicardia y taquipnea (aumento de la frecuencia respiratoria por encima de los valores normales. mayor a las 20 inspiraciones por minuto).

Segunda Fase o Hipotermia Moderada

En la segunda fase, la temperatura del cuerpo desciende en 2–4 °C (3,6–7,2 °F). Los escalofríos se vuelven más violentos. La falta de coordinación en los músculos se hace evidente. Los movimientos son lentos y costosos, acompañado de un ritmo irregular y leve confusión, a pesar de que la víctima pueda parecer

alerta. La superficie de los vasos sanguíneos se contrae más cuando el cuerpo focaliza el resto de sus recursos en mantener los órganos vitales calientes.

La víctima se vuelve pálida. Labios, orejas, dedos de las manos y pies pueden tomar una tonalidad azulada. Disminución de gasto cardíaco, bradicardia y bradipnea, poliuria, disminución de la motilidad intestinal y pancreatitis.

Tercera Fase o Hipotermia Grave

En la tercera fase, la temperatura del cuerpo desciende por debajo de aproximadamente 32 °C (89,6 °F). La presencia de escalofríos por lo general desaparece. Empiezan a ser patente la dificultad para hablar, lentitud de pensamiento, y amnesia; también suele presentarse la incapacidad de utilizar las manos y piernas. Los procesos metabólicos celulares se bloquean.

Por debajo de 30 °C (86,0 °F), la piel expuesta se vuelve azul, la coordinación muscular se torna muy pobre, caminar se convierte en algo casi imposible, y la víctima muestra un comportamiento incoherente / irracional, incluyendo esconderse entre cosas. El pulso y ritmo respiratorio disminuyen de manera significativa, pero pueden aparecer ritmos cardíacos rápidos (taquicardia ventricular, fibrilación auricular).

Los órganos principales fallan. Se produce la muerte clínica. Debido a la disminución de la actividad celular en la hipotermia de fase 3, tarda más tiempo del habitual en producirse la muerte cerebral.

Tabla 10 (Síntomas según nivel de hipotermia presente)

Nivel de hipotermia	Temperatura corporal (°C)	Síntomas
Ligero	35 - 32,2	Confusión mínima, temblores, pérdida de la coordinación motriz fina, aumento de la frecuencia cardíaca y de la presión arterial, vasoconstricción periférica
Moderada	< 32,2 - 28	Coma vigil, pérdida de los reflejos osteotendinosos, rigidez muscular, desaparición de los temblores, bradicardia sinusal, colapso cardiovascular, hipoventilación, cianosis
Severa	< 28	Coma areactivo, rigidez, apnea, desaparición del pulso, fibrilación ventricular o asistolia, midriasis

2.8.5. Asma

El asma se presenta como una inflamación en los pulmones donde las personas presentan un ahogo, que les impide respirar de forma correcta y presentan ataques de tos, el cual en situaciones aumenta por la exposición a lugares donde se presenten polvos, material particulado y exposición prolongada ambientes fríos.

Las personas que presentan esta enfermedad deben abrigarse con chaquetas y usar tapabocas para evitar que su enfermedad pase a un nivel más complicado.

2.8.6. Vasculitis

La vasculitis se presenta con la inflamación de los vasos sanguíneos o de las venas. La inflamación vascular puede acompañarse de sintomatología general (fiebre, astenia, afectación del estado general) y/o el desarrollo de manifestaciones locales orgánicas dependientes del órgano afecto por la vasculitis (afectación cutánea, síntomas neurológicos, dolor abdominal, compromiso renal, etc.). La piel y el tejido subcutáneo se afectan frecuentemente en las vasculitis.

2.8.7. Estrés laboral

La ansiedad o el estrés es la respuesta de nuestro organismo a una excesiva cantidad de inputs o de carga para la que no estamos preparados. Habitualmente el origen de la ansiedad es multifactorial y tienen especial importancia tanto los factores externos ambientales, como factores internos del funcionamiento psíquico de cada individuo.

El estrés laboral se observa en los trabajadores dependiendo del tipo de actividad que desarrollen, la calidad de vida, las jornadas de trabajo las relaciones con sus compañeros de trabajo, en el momento en que se combinan estas situaciones se crea en la mente de la persona una corriente de pensamiento que genera angustia y desesperación por las situaciones de conflicto que se le están presentando y no ha logrado resolver.

Las consecuencias de presentar estrés laboral es la agresión física y verbal a las personas que están a su alrededor, también puede presentarse pérdida del apetito, pérdida de peso, disminución de la autoestima y en caso extremo el suicidio.

2.8.8. Dolores

La exposición al frío puede provocar dolores de diferente intensidad. La sensación de frío seguida de dolores en las partes expuestas del cuerpo es uno de los primeros síntomas de congelación o de una hipotermia ligera. A medida que la temperatura baja o aumenta la exposición, las sensaciones de dolor y frío comienzan a desaparecer como consecuencia de la pérdida de sensibilidad, lo cual puede provocar que se sufran graves lesiones sin apercibimiento.

2.8.9. Trastornos Musculoesqueléticos

Diversos estudios epidemiológicos han revelado el papel que juega directa o indirectamente el frío en la aparición de trastornos musculoesqueléticos (TME). Este hecho en sí adquiere mayor importancia si tenemos en cuenta que este tipo de dolencia es la primera causa de incapacidad laboral temporal. Esta relación entre exposición al frío y la aparición de los TME está ligada a la anemia parcial de los músculos y tendones generada por la vasoconstricción periférica.

El enfriamiento de los tejidos conlleva una ralentización de las reacciones enzimáticas y bioquímicas, disminuyendo la calidad de la contracción muscular. Así, por cada grado de temperatura muscular perdido, la fuerza muscular disminuye entre un 2% (fuerza de contracción muscular isométrica) y un 4% (fuerza de contracción dinámica).

2.8.10. Colon irritable

Es un cuadro crónico y recidivante caracterizado por la existencia de dolor abdominal y/o cambios en el ritmo intestinal, acompañados o no de una sensación de distensión abdominal, sin que se demuestre una alteración en la morfología o en los metabolismos intestinales, ni causas infecciosas que lo justifiquen.

2.8.11. Lumbalgia

La lumbalgia es una contractura dolorosa y persistente de los músculos que se encuentran en la parte baja de la espalda, específicamente en la zona lumbar, siendo muy común en la población adulta.”⁴⁵ La lumbalgia puede ser causada por Trastornos músculo-esqueléticos, un accidente o como un esfuerzo muscular mal realizado que afecta las fibras blandas de la columna. Otra causa puede ser por trastornos degenerativos por la edad.

2.8.12. Tendinitis

Inflamación de un tendón (inserción del músculo del hueso) o de una Bursa (péquelas bolsas que facilitan los movimientos de los músculos y tendones sobre el hueso). Ambas estructuras están juntas a las articulaciones y por ello su inflamación aparece con síntomas de dolores de las articulaciones.

La presencia de tendinitis se presenta cuando se ha presentado una lesión o se ha realizado un sobreesfuerzo el cual ha deteriorado el tendón y por tanto su elasticidad, las partes del cuerpo más afectado son: el codo, talón, hombro y muñeca.

2.9 Enfermedades agravadas por la exposición a frío

La exposición a bajas temperaturas puede desencadenar el agravamiento de determinadas patologías preexistentes. Como se verá a continuación, entre estas patologías, existen enfermedades muy frecuentes en la población, mientras que otras tienen poca prevalencia, por lo que pueden ser desconocidas por el propio individuo.

2.9.1. Hipertensión Arterial

Es una condición muy frecuente. Está diagnosticada en el 15% de la población. No produce síntomas durante un periodo de tiempo de varios años por lo que su presencia suele pasar desapercibida. La prevalencia de la hipertensión arterial aumenta con la edad, de forma que, a partir de los 55 años, afecta al 33,8%

según datos de la Encuesta Nacional de Salud de 2006. La exposición mantenida al frío produce un incremento de la tensión arterial que puede agravar o descompensar las cifras habituales. Por otra parte, varios de los tratamientos antihipertensivos pueden disminuir la tolerancia al frío.

2.9.2. Patología cardiaca

La exposición al frío produce el aumento de la tensión arterial y de la frecuencia cardiaca lo que obligan al corazón a realizar un esfuerzo mayor. Se requiere un mayor aporte de oxígeno para su correcto funcionamiento, por parte de los vasos coronarios. En esta situación, la existencia de enfermedad, principalmente de tipo obstructivo, en los vasos coronarios puede comprometer su funcionamiento. La literatura científica demuestra que la exposición a bajas temperaturas puede desencadenar episodios isquémicos (angina de pecho o infarto de miocardio), arritmias e insuficiencia cardiaca en personas que padecen trastornos del corazón.

2.9.3. Diabetes Mellitus

Es una enfermedad crónica causada por el aumento de la glucosa en sangre (hiperglucemia). Al igual que la hipertensión arterial, es asintomática durante años por lo que suele pasar inadvertida y su prevalencia aumenta con la edad (alrededor del 17% a partir de los 55 años). Ante la exposición al frío, se puede presentar una doble afectación: por una parte, la circulación periférica se ve comprometida, principalmente en zonas distales. El efecto vasoconstrictor del frío puede producir o agravar una isquemia. Por otro lado, la lesión nerviosa asociada a la hiperglucemia puede provocar alteraciones en la sensación de frío o calor, de forma que no se dispara el aviso de peligro y no se toman las precauciones adecuadas. El tratamiento inadecuado con insulina o antidiabéticos orales puede ocasionar hipotermia.

2.9.4. Acrocianosis

Coloración azulada de manos y pies como consecuencia de una vasoconstricción cutánea que está producida por un escaso gasto cardiaco o un trastorno vasomotor local. Se agudiza por las temperaturas frías y húmedas.

2.9.5. Rinitis física o por frío

La rinitis es un trastorno inflamatorio de la mucosa nasal. Produce estornudos y tos, picor, obstrucción nasal que dificulta la respiración, secreciones nasales y en ocasiones falta de olfato. La exposición al frío puede empeorar una rinitis previa, principalmente de tipo alérgico, pero también otras rinitis de tipo no inflamatorio, y aparecer en personas que no la presentaban anteriormente.

2.9.6. Otitis Media

Inflamación de las estructuras que forman el oído medio, frecuentemente causada por una infección bacteriana. Algunos estudios muestran que las variaciones bruscas de temperatura pueden estar relacionadas con su aparición, por lo que se sospecha que la exposición reiterada a las bajas temperaturas aumenta la incidencia.

2.9.7. Enfermedades respiratorias

La exposición a bajas temperaturas a medio plazo puede alterar la función del sistema respiratorio. Como consecuencia, puede agravarse la evolución de enfermedades respiratorias como:

1. El asma
2. Las infecciones respiratorias
3. Las atelectasias
4. La insuficiencia respiratoria

2.9.8. Hipotiroidismo

El hipotiroidismo (déficit de hormona tiroidea) tiene como uno de sus principales síntomas la aparición de intolerancia al frío, pues se reduce el metabolismo y se altera la generación de calor.

2.9.9. Migrañas

Son ataques recurrentes de dolor de cabeza (cefalea), con gran variabilidad en su duración, intensidad y frecuencia. La causa es desconocida, pero se han

descrito múltiples desencadenantes de las crisis, entre ellos los cambios bruscos de temperatura, ciertos alimentos y factores hormonales. Es más frecuente en la mujer.

2.9.10. Enfermedades de la piel

Las enfermedades de la piel que cursan con un aumento del flujo sanguíneo periférico, como la psoriasis, las eritrodermias y las quemaduras extensas, provocan pérdidas excesivas de calor.

2.9.11. Ciertos medicamentos

Algunos medicamentos pueden ser responsables de que aparezcan o se agraven síntomas ligados al frío, como los anticonceptivos. Las fenotiazinas, los barbitúricos, las benzodiacepinas, los antidepresivos tricíclicos y otros muchos medicamentos aminoran la vasoconstricción por un mecanismo central aumentando las pérdidas de calor, y con ello, el riesgo de sufrir hipotermia. De hecho, pueden provocarla incluso en condiciones normales de temperatura. También la acción de ciertos medicamentos puede verse afectada por la vasoconstricción que se produce tras la exposición al frío.

2.10 Lesiones no congelantes localizadas por exposición a frío

A continuación, se dan a conocer las principales lesiones no congelantes por exposición al frío.

Eritema pernio (Sabañones)

Es una lesión nodular de la piel de tipo inflamatorio causada por la acción del frío y la humedad, localizada típicamente en manos, pies y zonas expuestas de la cara (nariz y pabellones auditivos). La lesión tiene un aspecto rojo purpúrico, acompañado de dolor, escozor o prurito. Se debe a la oclusión trombótica de las pequeñas arteriolas. Parece haber una susceptibilidad individual al frío, bien por un sistema vascular hiperactivo, bien por una sensibilidad local al frío.

En los casos agudos, aparecen a las 12-24 horas de la exposición al frío y pueden durar varios días. Pueden aparecer vesículas que al abrirse o agrietarse la piel por la inflamación, pueden causar ulceraciones y complicaciones infecciosas.

En los casos crónicos, cuando hay exposiciones repetidas al frío en personas susceptibles, aparecen lesiones recurrentes, ulcerativas y que suelen dejar una cicatriz residual y atrofia de la piel tras su desaparición.

No hay tratamiento específico para el eritema pernicio crónico. Las medidas profilácticas consisten en protegerse debidamente del frío. Debe evitarse el consumo de tabaco, por su efecto vasoconstrictor, así como estar en ambientes donde se fume.

Pie de trinchera

Lesión localizada, generalmente en las extremidades inferiores, producidas por el frío (sin alcanzar la temperatura de congelación) y la humedad, durante un periodo de tiempo de varios días. El pie se vuelve pálido, húmedo y frío, y la circulación se debilita. Clásicamente esta patología se desarrolla en cuatro fases tras retirar la extremidad de la exposición al frío:

- Fase de exposición. Se presenta una sensación de entumecimiento, que evoluciona hacia la anestesia. El edema y ampollas no suele aparecer hasta varias horas después de la exposición.

- Fase prehiperémica. Continúa en un primer momento la sintomatología de la fase de exposición, las extremidades se aprecian frías, pálidas o cianóticas y el edema aparece sobrepasando la zona de exposición. Por lo general existe una sensación de acorchamiento de la extremidad con una anestesia parcheada, aunque se puede encontrar un aumento de la sensibilidad, incluso dolor exagerado al tacto. Los pulsos aparecen disminuidos o ausentes debido a la vasoconstricción y el edema.

- Fase hiperémica. Acontece tras un período de 2 o 5 horas después de la retirada del frío y su duración es de unas 2 semanas, aunque puede alargarse meses. Se manifiesta por una extremidad roja y caliente con pulsos periféricos presentes, cuadro totalmente opuesto a la fase anterior, debido a la intensa vasodilatación. El dolor en esta fase se hace especialmente intenso y hace necesario el uso de analgésicos y sedantes. La hiperemia comienza principalmente extendiéndose hacia los dedos, sin seguir ninguna distribución específica y se limita al área de inmersión. En este periodo se puede apreciar la presencia de ampollas

sobre las partes afectadas, así como ulceración y gangrena en las áreas en donde las lesiones han sido más severas, caracterizadas éstas por no haber participado en la reacción hiperémica.

- Fase posthiperémica. Suele presentarse en los casos severos, con una duración de meses a años. Se caracteriza por accesos de frialdad en la extremidad afecta sin desencadenante alguno, que responden de forma muy lenta a los métodos de recalentamiento. El edema puede ser recurrente sobre todo tras la deambulación, junto a fenómenos de hiperhidrosis. Su fisiopatología y tratamiento guardan gran relación con las congelaciones, que se describen a continuación.

2.11 Lesiones congelantes por acción del frío.

La congelación es una lesión en una o más partes del cuerpo, causada por la acción del frío a temperatura inferior a 0°C, durante una exposición más o menos prolongada. Estas lesiones se dan principalmente en alpinistas y esquiadores, así como en otras actividades de vuelo libre (ala delta y parapente), pero una pequeña fracción, se observa en las ocupaciones siguientes: bomberos, buzos, empacadores, fabricantes de hielo, pescadores, trabajadores de bodegas frigoríficas, trabajadores de cuartos de enfriamiento, trabajadores de gas licuado, trabajadores de hielo seco, trabajadores a la intemperie en clima frío, trabajadores de refrigeración.

Es importante tener en cuenta que los diferentes estudios analizados reflejan que la mayoría de los trabajadores de la industria del frío afectados por congelaciones tienen como antecedente común el ser fumadores, a veces con lesiones por hipersensibilidad al frío (eritema pernio) o con patología del sistema circulatorio.

Entre los factores predisponentes para padecer una congelación, destacan los siguientes:

Factores Ambientales:

- Temperatura del medio ambiente, o del agente de contacto.
- Tiempo de exposición.

- Humedad. Aumenta la pérdida de calor por conducción.
- Velocidad del viento. Aumenta la pérdida de calor por convección.
- Altitud. A partir de 3.500 metros hay menos oxígeno y aumenta la viscosidad de la sangre: mayor riesgo de trombosis.

5.11.2 Factores Personales:

- Alteraciones vasculares previas. Las arteriopatías periféricas, junto a la diabetes y las enfermedades que cursan con crioaglutininas presentan mayor riesgo.

- Congelaciones previas. Haber sufrido lesiones por frío anteriormente implica tener predisposición para sufrir nuevas lesiones.

- Desórdenes mentales. El exceso de consumo de alcohol y las enfermedades psiquiátricas se asocian a un mayor riesgo, pues se suelen ignorar las preocupaciones tomadas normalmente para su prevención.

- Estado nutricional. El mal estado nutricional favorece la congelación, por existencia de menor panículo adiposo, y por la restricción de aporte energético destinado a la producción de calor

El daño que produce el congelamiento se debe a una combinación de flujo sanguíneo disminuido y a la formación de cristales de hielo en los tejidos, tanto dentro de las células como en el espacio extracelular. El punto de congelación de la piel es de $-0,5^{\circ}\text{C}$, para el tejido blando -2°C y para el hueso -4°C .

Cuando la piel se congela, adquiere un color rojizo, se hincha y produce dolor. El agua de los tejidos se congela, formando microcristales, de gran poder lesivo. Las células de la zona congelada se mueren (necrosis celular), con lo que la coloración de la piel se vuelve negra. Según la intensidad de la congelación, el tejido afectado puede recuperarse normalmente, dejar lesiones funcionales o bien infectarse y gangrenarse.

5.11.3 Efectos de la temperatura de Enfriamiento

- -14°C Sensación de frío intenso.
- -22°C Sensación de frío muy intenso.
- -30°C a -38°C Las partes del cuerpo descubiertas se congelan en un intervalo de una hora.
- -45°C a -53°C Las partes del cuerpo descubiertas se congelan en el intervalo de un minuto.
- -61°C a -69°C Las partes del cuerpo descubiertas se congelan en el intervalo de 30 segundos.

2.12 Evaluación del estrés por frío en el trabajo

Índice IREQ

El índice IREQ se entiende como el aislamiento que debe alcanzar la vestimenta necesario para que en las condiciones ambientales existentes el cuerpo se mantenga en un estado de equilibrio térmico a niveles aceptables de temperatura central como de temperatura superficial del cuerpo.

Para calcular este índice se deben seguir los siguientes pasos:

- Establecer los parámetros térmicos que influyen: temperatura seca, temperatura húmeda, velocidad del aire y temperatura radiante media.
- Determinar la producción interna del calor
- Indicar el aislamiento térmico de la vestimenta con la que se cuenta durante el tiempo de exposición.
- Calcular el índice IREQ a través de la fórmula ya establecida.
- Cálculo del tiempo de exposición máximo recomendado.
- Evaluación del riesgo.

Para profundizar en los cálculos del IREQ se toma de base la norma del instituto nacional de higiene en el trabajo NTP 4632 Estrés por frío: Evaluación de Exposiciones. Allí se encuentran las fórmulas para aplicar el método.

Cabe resaltar que existen dos medios por medio del cual se puede calcular el índice IREQ:

- IREQ mínimo: donde se tiene en cuenta la ropa que usa la persona, que por lo general no es la adecuada ya que no permite un buen aislamiento y la pérdida de calor del cuerpo es muy alta, al calcular este índice sus resultados mostrarán alto de riesgo de las personas a sufrir hipotermia por exposiciones prolongadas.
- IREQ neutro: Por medio del IREQ neutro se tiene en cuenta que el cuerpo se encuentre a temperatura normal, donde la persona se encuentra en su zona de confort ni muy caluroso ni muy frío. Al presentarse un incremento al IREQ neutro se aumenta la temperatura corporal y la persona empieza a sudar, por medio del sudor el vestido se vuelve húmedo y disminuye la capacidad de aislamiento y es en ese momento donde el trabajador es vulnerable a una hipotermia.

Resistencia térmica de la vestimenta (ICL)

Se trata de un parámetro que expresa la resistencia que la indumentaria del trabajador tiene frente a las pérdidas o ganancias de calor. Se expresa en unidades clo (del inglés cloth, vestimenta).

La unidad se define como el aislamiento térmico necesario para mantener a una temperatura estable y cómoda la piel durante 8 horas, cuando una persona está en reposo a una temperatura de 20°C, con una humedad relativa del 50% y sin influencia de la radiación solar.

Comparación de ICL con valor IREQ

Una vez realizada la corrección, se compara la vestimenta portada por el individuo (ICL) con los valores de IREQ.

Como resultado, el ICL de la ropa del trabajador va a encontrarse en una de las tres siguientes situaciones

Aislamiento de la ropa Menor que el Aislamiento mínimo requerido

$$ICL < ICL_{min}$$

El riesgo de hipotermia se considera inaceptable, pues el trabajador no puede mantener su temperatura corporal central de forma adecuada. Debe limitarse el tiempo de estancia en ese ambiente, calculando la Duración Límite de Exposición (DLE) y el Tiempo de Recuperación (RT), que, una vez finalizado, permitirá retornar al ambiente estudiado.

Aislamiento de la ropa situado entre el aislamiento mínimo requerido y el aislamiento neutral.

$$ICL_{min} \leq ICL \leq IREQ_{neutral}$$

El riesgo de hipotermia se considera aceptable, aunque se producirá sensación de frío inadecuada para la mayor parte de los trabajadores, debido a la necesaria respuesta de los mecanismos fisiológicos.

Cuanto más cerca se encuentre de la neutralidad, menor respuesta de los mecanismos, y menor sensación de frío. El trabajo puede desarrollarse de manera indefinida.

Aislamiento de la ropa superior al IREQ neutral.

$$ICL > IREQ_{neutral}$$

El riesgo de hipotermia se considera aceptable, el malestar por sensación de frío para la mayor parte de los trabajadores será aceptable también. Sin embargo, en esta situación producirse el sobrecalentamiento del cuerpo. Puede ocurrir un riesgo térmico por exceso de calor (aumenta la temperatura corporal central). O bien el aumento de sudoración puede conllevar un riesgo de hipotermia de forma progresiva.

El tiempo máximo de exposición puede considerarse como la máxima duración de exposición al frío considerada como aceptable para evitar la pérdida excesiva de calor y la aparición de los fenómenos de la hipotermia. Dependerá fundamentalmente de la temperatura de exposición, del valor del aislamiento de la indumentaria y de la actividad metabólica de la tarea que va a realizarse.

El tiempo de recuperación es el periodo que debe transcurrir para recuperar el calor perdido tras una exposición a bajas temperaturas.

2.13 Protocolo para la medición de estrés térmico³

La exposición ocupacional al calor y los problemas de sobrecarga térmica que de ella pueden derivar son comunes en algunos lugares de trabajo, y producen en el organismo dos tipos de carga térmica: Carga externa o ambiental y carga interna o metabólica. La carga térmica ambiental es, básicamente, el resultado de la acción de dos mecanismos: intercambio calórico por convección-conducción e intercambio por radiación. Además, el organismo genera calor debido al calor metabólico que es una combinación del calor generado por el metabólico basal y el resultado de la actividad física. En este sentido, se establece el siguiente documento de referencia, el cual permite establecer una metodología de evaluación, basado en lo establecido en el D.S. N° 594/99 del Ministerio de Salud, "Reglamento sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo".

2.13.1. Terminología

Estrés Térmico: El estrés térmico corresponde a la carga neta de calor a la que los trabajadores están expuestos y que resulta de la contribución combinada de las condiciones ambientales del lugar donde trabajan, la actividad física que realizan y las características de la ropa que llevan.

TGBH: Temperatura de globo y bulbo húmedo.

Carga Calórica Ambiental: El efecto de cualquier combinación de temperatura, humedad, velocidad del aire y calor radiante.

Humedad Relativa: Es la relación entre la cantidad de agua que contiene el aire y la cantidad máxima que puede contener a la misma temperatura.

Kcal/h: Kilocalorías por hora.

³ PROTOCOLO PARA LA MEDICIÓN DE ESTRÉS TÉRMICO - Instituto de Salud Pública.

Verificación: Procedimiento de comparación entre lo que indica un instrumento y lo que “debiera indicar” de acuerdo a un patrón de referencia con valor conocido.

2.13.2. Procedimiento de medición

Sensor de Temperatura Natural de Bulbo Húmedo (TBH): Dispositivo cubierto con una mecha humedecida, que es ventilado naturalmente, es decir, colocado sin ventilación forzada en el ambiente.

La medición de temperatura del bulbo húmedo permite medir la influencia de la humedad en la sensación térmica. El sensor debe cumplir con las siguientes características:

- Zona sensible del sensor, en forma cilíndrica.
- La parte sensible completa debe estar provista de una mecha blanca de un material altamente absorbente de agua (algodón).
- La mecha debe estar tejida en forma de manga y debe quedar ajustada con precisión sobre el sensor.
- La mecha se debe mantener limpia.
- La parte inferior debe estar sumergida en agua destilada. La parte libre deberá tener 20 mm a 30 mm (ver manual del equipo).

b) Sensor de Temperatura de Globo (TG): Dispositivo que determina la temperatura de globo, que es la temperatura radiante indicada por un sensor colocado en el centro de un globo de cobre, pintado de negro. c) Sensor de Temperatura del Bulbo Seco (TBS): Dispositivo que mide la temperatura del aire sin considerar factores ambientales como la radiación, la humedad o el movimiento del aire. Cuando el bulbo está en contacto con el aire del medio ambiente este debe estar protegido del calor radiante, sin que esto impida la circulación del aire alrededor del sensor.

2.13.3. Observaciones Generales del Procedimiento de Medición

- Para las ecuaciones del límite permisible el tiempo de la actividad evaluada (t), se debe trabajar en unidad de horas.

- La evaluación debe realizarse en los momentos que se presenten las peores condiciones térmicas, en la hora u horas de mayor temperatura de la jornada laboral.
- Cada lectura de evaluación tendrá una duración de una hora. • Siempre se deberá calcular la unidad de temperatura en °C (grados Celsius).
- Chequear estado de batería u otra conexión que pueda tener el equipo.

2.13.4. Verificación Inicial

Antes de iniciar las mediciones para obtener el valor de TGBH, se debe verificar que las lecturas de TBS (temperatura de bulbo seco), TG (temperatura de globo) y TBH (Temperatura de bulbo húmedo), se encuentren dentro de los parámetros normales del equipo. Para realizar este proceso se debe conectar el módulo de verificación e iniciar la detección de la lectura. Si esta tiene una precisión dentro de $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ de los valores entregados por el fabricante, el equipo puede ser utilizado en la medición de estrés térmico. En caso de no aprobar la verificación inicial, no se podrá continuar con la medición y el equipo debe ser enviado a mantención y posterior calibración a un servicio técnico autorizado por el fabricante.

2.13.5. Descripción de las Actividades

Se deberá especificar en una planilla todas las actividades que se realicen en los puestos de trabajo a evaluar, donde exista la exposición a condiciones térmicas elevadas.

2.13.6. Estabilización del Equipo de Estrés Térmico

Antes de instalar el equipo y realizar la medición el sensor de TBH debe humedecerse, revisando que el algodón tenga contacto con el agua destilada y esperar al menos 30 minutos para que el sensor de globo se ambiente (estabilice), teniendo presente lo indicado en la letra (a), del punto 7.1. En el caso que la temperatura del lugar a evaluar pueda dañar los componentes del equipo (sobre los 60°C o según especificaciones del fabricante), es recomendable utilizar un cable de extensión u otros elementos que provea el fabricante para mantener conectado el sensor, con el fin de alejar los componentes críticos del equipo y evitar posibles

daños (consultar el manual de instrucciones del fabricante). Si las condiciones dificultan el procedimiento mencionado en el punto anterior, El equipo se debe ubicar en un lugar donde la influencia de las condiciones ambientales sea similar al puesto de trabajo.

2.13.7. Ubicación del Equipo

Para determinar la ubicación (altura) del equipo y número de lecturas, se debe comprobar la homogeneidad de la temperatura en los alrededores del puesto de trabajo a distintas alturas (desde nivel de piso), tomando tres lecturas de preferencia en forma simultánea utilizando trípode y extensiones a:

- a) Lectura 1: 170 centímetros.
- b) Lectura 2: 110 centímetros.
- c) Lectura 3: 10 centímetros.

Si la variación de temperatura de los parámetros TG, TBH, TBS, es superior al 5% entre cada lectura tomada (Lectura 1, 2, 3), se procederá a seguir lo indicado en el punto 7.1.6.1.

Si no existen variaciones importantes entre cada lectura (a, b, c), muestra que el medio ambiente es prácticamente homogéneo (heterogeneidad < 5% entre cada lectura tomada), se puede adoptar un procedimiento simple, que consiste en determinar el índice TGBH a una altura de entre 1,0 a 1,5 metros. (Altura abdomen) para trabajadores que realicen su trabajo de pie, y a 0,5 metros para aquellos que efectúen su trabajo sentados. En caso de discusión en la interpretación del análisis, se procede a utilizar el procedimiento de tres mediciones (punto 7.1.6.1) La ubicación del equipo debe estar lo más cercano posible al puesto de trabajo, y donde no interfiera con el normal desarrollo de las actividades. Se deberá considerar la diferencia de espacios cerrados sin carga solar y lugares al aire libre, de acuerdo a lo señalado en el punto 7.1.6.

Determinación del TGBH La evaluación se debe realizar en las distintas áreas de trabajo, actividades y descanso, en las que el trabajador permaneció durante la hora u horas de mayor temperatura de la jornada laboral. Se deberá

diferenciar si la evaluación se realizó al aire libre con carga solar, al aire libre sin carga solar o bajo techo, utilizando las siguientes ecuaciones:

a) Al aire libre con carga solar: $TGBH = 0,7 \times TBH + 0,2 \times TG + 0,1 \times TBS$

b) Al aire libre sin carga solar, o bajo techo: $TGBH = 0,7 \times TBH + 0,3 \times TG$

Correspondiendo

TBH = Temperatura de bulbo húmedo natural, en °C.

TBS = Temperatura de bulbo seco, en °C.

TG = Temperatura de globo, en °C.

2.13.8. Variación de Temperatura

Cuando los parámetros (TG, TBH, TBS) no tienen un valor constante (o homogénea como se indica en 7.1.5) en los alrededores del puesto de trabajo, como se indica en el punto 7.1.5, es necesario determinar el índice TGBH en tres posiciones en relación al piso, correspondientes a la altura de la cabeza, abdomen y tobillos, según las siguientes alturas:

- Trabajador de pie (medidas sobre nivel del piso)

Medición 1: Cabeza, 170 cm.

Medición 2: Abdomen, 110 cm.

Medición 3: Tobillos, 10 cm.

- Trabajador sentado (medidas sobre nivel del piso)

Medición 1: Cabeza, 110 cm.

Medición 2: Abdomen, 60 cm.

Medición 3: Tobillos, 10 cm.

Las mediciones utilizadas para determinar los índices, se deben realizar en forma simultánea (utilizando trípode y extensiones). En el caso de equipos que no posean extensiones o trípode, ver nota del punto 7.1.5.

Posteriormente se debe obtener el valor medio del índice TGBH (tres índices ponderados), para lo cual, se utiliza la siguiente ecuación:

$$TGBH = \frac{TGBH_{cabeza} + 2(TGBH_{abdomen}) + TGBH_{tobillos}}{4}$$

Los límites permisibles del índice TGBH están definidos para el promedio ponderado de sus valores en el periodo de una hora. Para obtener este promedio de todas las actividades evaluadas, en relación al tiempo, se debe aplicar la siguiente ecuación:

$$TGBH_{(promedio)} = \frac{(TGBH)_1 \cdot t_1 + (TGBH)_2 \cdot t_2 + \dots + (TGBH)_n \cdot t_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n}$$

Donde:

TGBH1, TGBH2.....TGBH n = Son los diferentes TGBH encontrados en las distintas áreas de trabajo y descanso en las que el trabajador permaneció durante la jornada de trabajo.

t1, t2..... tn = Los tiempos en horas de permanencia en las respectivas áreas evaluadas incluyendo el periodo de descanso.

2.13.9. Verificación Final

Terminadas las lecturas se procede a verificar, si los valores de TBS, TG y TBH, se encuentran dentro de los parámetros normales del equipo. Se deberá conectar el módulo de verificación e iniciar la detección de la lectura. Los valores deberán ser similares (+/- 0.5°C) a los obtenidos en la verificación inicial. Si los valores coinciden, se podrá concluir la evaluación. En caso contrario, la medición no se considerará representativa, por lo tanto se deberá realizar nuevamente la evaluación. Si después de tres intentos de verificación final, el problema persiste,

se pierde la evaluación y el equipo debe ser enviado a mantención y posterior calibración.

2.13.10. Costo Energético

El decreto supremo N° 594, en su artículo N° 98, establece un listado de actividades con su respectivo costo energético en Kilocalorías por hora. La actividad evaluada se deberá relacionar a una especificada en la tabla.

Si las actividades realizadas, poseen distintos costo energético, se debe obtener un promedio ponderado de la carga de trabajo (M), utilizando la siguiente ecuación:

$$M_{(promedio)} = \frac{M_1 \cdot t_1 + M_2 \cdot t_2 + \dots + M_n \cdot t_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n}$$

Donde:

M1, M2....Mn = El costo energético de las diversas actividades.

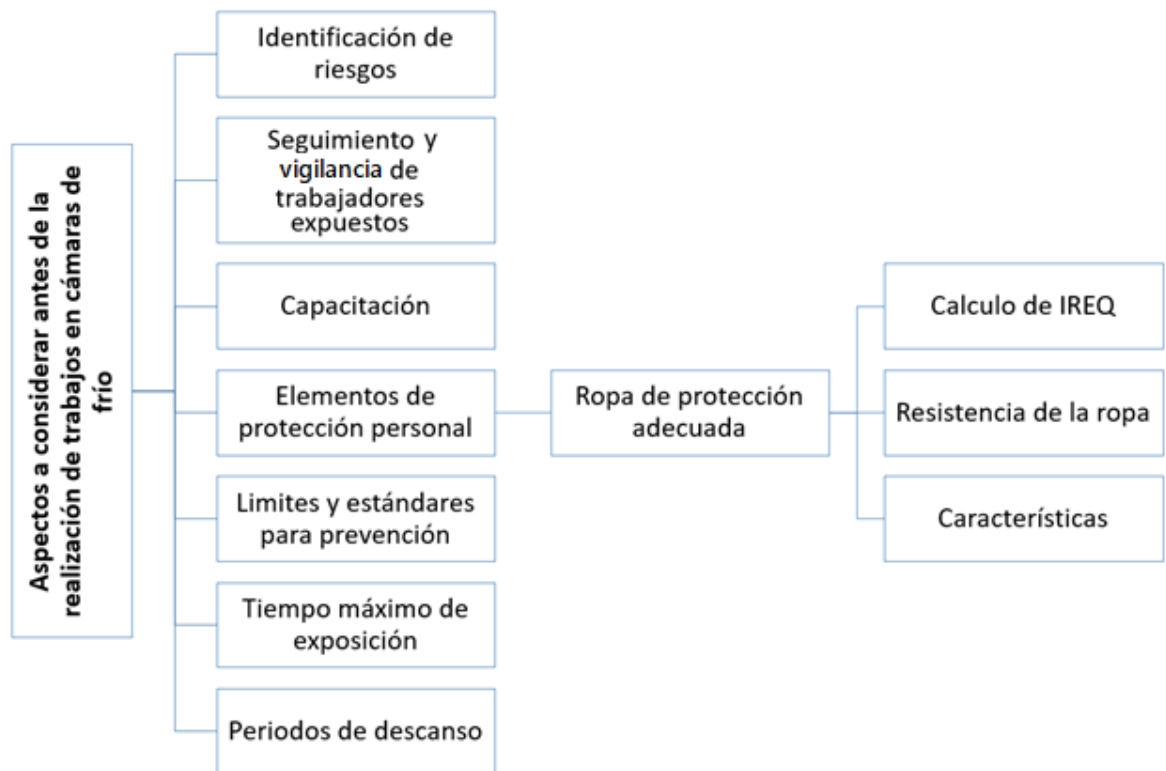
t1, t2.....tn = Periodos de tiempo (horas) para las diversas actividades y descansos del trabajador.

Capítulo 3: Plan de Gestión de Riesgos para trabajos en cámaras de
frío

Plan de Gestión de riesgos para trabajos en cámaras de frío

El siguiente plan de gestión otorga información sobre el seguimiento y medidas a tomar para controlar los riesgos de accidentes y enfermedades profesionales producto de la exposición al frío y al amoníaco, para trabajos realizados en cámaras frigoríficas.

3.1 Aspectos a considerar antes de la realización de trabajos en cámaras de frío



3.1.1. Identificación de riesgos de la exposición a frío

Una persona está expuesta a frío cuando las condiciones ambientales, principalmente, la temperatura y velocidad del viento, son tales que pueden hacer bajar su temperatura corporal por debajo de los 36°C.

El dolor de las extremidades puede ser considerado como una primera señal de peligro de la exposición a frío. Otro signo importante de hipotermia son los tiritones severos, cuando ocurren la exposición debe terminar.

Los riesgos de la exposición a frío son producto del enfriamiento general del cuerpo o de partes localizadas de la piel.

El enfriamiento general del cuerpo produce síntomas progresivos como: semiinconsciencia, dificultad para mantener la presión sanguínea, cese de la actividad del corazón y del cerebro.

Por su parte, los principales daños localizados sobre la piel son perniosis (sabañones) y pie de trinchera.

Los síntomas principales de la perniosis son irritación, enrojecimiento, inflamación y, en casos severos, posible ulceración de la piel preferentemente en mejillas, orejas y dedos.

El pie de trinchera se produce como resultado de la exposición prolongada a condiciones de humedad y frío, principalmente ocurre cuando el pie está constantemente húmedo; los síntomas son enrojecimiento de la piel, calambres en las piernas, inflamación, sensación de hormigueo, ampollas o úlceras, moretones y gangrena.

3.1.2. Seguimiento y vigilancia de trabajadores expuestos

A. Seguimiento Médico de trabajadores expuestos

Según investigación realizada anteriormente las enfermedades producto de la exposición a frío en cámaras frigoríficas son variadas y además conlleva al agravamiento de enfermedades ya poseídas por el trabajador, por lo cual se debe identificar los problemas de salud de mayor prevalencia en los trabajadores del sector del frío industrial.

1. El trabajador o los trabajadores deben presentar exámenes pre-ocupacionales para las actividades específicas a realizar, estos documentos deben estar vigentes y ser renovados de acuerdo a lo prescrito por el médico tratante.

2. Los trabajadores que se expongan a temperaturas de -24°C , con velocidades del viento menores a 8 Km/h, o bajo -18°C y velocidades mayores a 8 Km/h, deben contar con un certificado de autorización dado por un médico.

3. Realizar seguimiento continuo a trabajadores que presenten enfermedades que pueden ser agravadas debido a la exposición por condiciones de frío, entre ellas se encuentran:
 - Hipertensión arterial.
 - Patología Cardíaca.
 - Diabetes.
 - Migrañas.
 - Enfermedades de la piel.
 - Enfermedades respiratorias.

4. Hábitos a tener en cuenta de trabajadores de cámaras frigoríficas:
 - Tabaquismo: El consumo de cigarro o tabaco con nicotina aumenta la vasoconstricción periférica, reduce la destreza manual y aumenta el riesgo de lesión por frío.
 - Consumo de alcohol: El consumo de alcohol produce una sensación agradable de calor en general se piensa que inhibe la vasoconstricción inducida por el frío. Con todo, en estudios experimentales realizados en seres humanos durante exposiciones relativamente cortas al frío, se ha demostrado que el alcohol no interfiere con el equilibrio térmico de manera importante. No obstante, la capacidad de provocar escalofríos

se reduce y, cuando se realiza un esfuerzo extenuante, la pérdida de calor aumenta. Se sabe que el alcohol es la principal causa de mortalidad por hipotermia en las zonas urbanas.

- Estado de embarazo: Durante el embarazo, las mujeres son más sensibles al frío, debido a un aumento en el funcionamiento del metabolismo. Los factores de riesgo durante el embarazo se combinan con los factores relacionados con el frío, como riesgos de accidentes, dificultad en el movimiento por el uso de prendas de abrigo voluminosos, levantamiento de pesos pesados, peligro de resbalar y posiciones forzadas durante el trabajo.

B. Vigilancia de trabajadores expuestos

Los trabajadores, deben estar bajo constante observación durante la realización de sus actividades laborales dentro de la cámara de refrigeración, esto, por medio de cámaras de vigilancia que entregarán la imagen del lugar a los monitores (pantallas) operados por el personal de seguridad de la empresa.

Lo que se busca con la instalación de estas cámaras de vigilancia es que el trabajador se sienta seguro al realizar sus labores, además de asegurar que ninguna persona quede dentro del lugar luego de concluir con las actividades.

- Las cámaras deberán entregar una vista panorámica del lugar y se deberán emplear un número suficiente de cámaras para impedir que existan puntos ciegos.
- El personal de seguridad deberá dar aviso inmediato al supervisor de turno y al departamento de prevención de riesgos en caso de observar alguna anomalía que podría afectar a la salud y seguridad de los trabajadores dentro de la cámara de refrigeración.
- Las cámaras de vigilancia deberán contar con las cualidades necesarias para soportar las bajas temperaturas del lugar.⁴

⁴ Cámara en Cuarto Frio - Víctor Noguera

3.1.3. Capacitaciones

Obligación de informar

Todo trabajador tiene el derecho de estar informado sobre los riesgos y peligros a los que pueda estar expuesto en su lugar de trabajo y durante la realización de sus actividades laborales.

Un trabajador informado debe saber reconocer un riesgo en su trabajo cuando se encuentre ante este y saber cómo reaccionar ante estos, para así evitar o mitigar los posibles riesgos sobre su salud.

Capacitación del personal de cámaras de frío

La capacitación que se debe realizar a todos los trabajadores que ingresen a cámaras frigoríficas, debe ser renovada cada un año y debe incluir los siguientes ítems:

- Condiciones de lugar de trabajo: Identificación de condiciones seguras e inseguras.
- Procedimiento de trabajo seguro.
- Riesgos asociados a cámaras de frío y a malas prácticas o hábitos.
- Riesgos asociados a sustancias peligrosas (Amoniaco)
- Métodos de prevención.
- Selección y uso de elementos de protección personal adecuada.
- Vías de evacuación.
- Procedimiento en caso de emergencia.
- Plan local de emergencia.
- Acciones por seguir ante eventuales riesgos por exposición a frío.
- Reporte de incidentes o accidentes.

Sobre los riesgos de exposición a bajas temperaturas, se puede obtener mayor información en la Guía Técnica sobre exposición a frío. (Anexo 1)

3.1.4. Límites y estándares para prevenir los riesgos de enfriamiento corporal

En el Decreto Supremo N°594/1999, la exposición a frío se encuentra regulada en los Artículos 99° al 102°. En lo principal, el Decreto establece que “a los trabajadores expuestos al frío deberá proporcionarles ropa adecuada” y entrega límites máximos de tiempo de exposición.

3.1.5. Tiempo de exposición máximo y periodos de descanso

La exposición máxima diario y periodos de descansos están determinados en el Decreto Supremo 594, Artículo 1.

Dependiendo de la temperatura y considerando un adecuado uso ropa de protección contra frío adecuado, con la siguiente tabla se puede obtener el tiempo de exposición máximo y tiempo de descansos.

Tabla 11 (Exposición máxima diaria según rango de temperatura)

Rango de Temperatura °C	Exposición Máxima Diaria
De 0° a -18°	♦ Sin límites siempre que la persona esté vestida con ropa de protección adecuada.
De -19° a -34°	♦ Tiempo Total de Trabajo: 4 horas, alternando una hora al interior y una hora fuera del área de baja temperatura. Es necesaria ropa de protección adecuada.
De -35° a -57°	♦ Tiempo Total de Trabajo 1 hora: Dos periodos de 30 minutos cada uno, con intervalos de por lo menos 4 horas. Es necesaria ropa de protección adecuada.
De -58° a -73°	♦ Tiempo Total de Trabajo 5 minutos durante una jornada de 8 horas. Es necesaria protección personal de cuerpo y cabeza.

3.2 Cálculos Necesarios.

1. Calor Metabólico: Para calcular la generación de calor metabólico de acuerdo con las tareas y actividades que realizan los trabajadores se debe utilizar la norma chilena NCh 2644 Of 2001.

2. Resistencia Requerida IREQ: La resistencia requerida de la ropa para las condiciones de viento y temperatura del lugar de trabajo se puede obtener de la norma chilena NCh 2767.Of.2002.

El cálculo de la resistencia térmica de la ropa (ICL) y el aislamiento que se debe alcanzar (IREQ), se puede realizar mediante la aplicación *JAVA applet for ISO 11079 (Anexo 3)*.

Basada en la norma ISO 11079 sobre ergonomía del ambiente térmico.

Para el cálculo del IREQ mediante este método se debe indicar:

- a. El calor metabólico producido en el trabajo
- b. Temperatura del ambiente (°C)
- c. Temperatura radiante media (°C)
- d. Permeabilidad del aire
- e. Velocidad relativa del aire
- f. Humedad relativa
- g. Aislamiento básico de la ropa utilizada

Ropa de Protección Adecuada para Frío

La ropa de protección adecuada es aquella cuya resistencia térmica es tal que permite al individuo mantener constante su temperatura corporal, sin que disminuya bajo 37°C. Depende básicamente de la temperatura y velocidad del aire y generación de calor metabólico de la tarea realizada.

Para calcular este índice se deben seguir los siguientes pasos:

- Establecer los parámetros térmicos que influyen: temperatura seca, temperatura húmeda, velocidad del aire y temperatura radiante media.

- Determinar la producción interna del calor
- Indicar el aislamiento térmico de la vestimenta con la que se cuenta durante el tiempo de exposición.
- Calcular el índice IREQ a través de la fórmula ya establecida.
- Cálculo del tiempo de exposición máximo recomendado.
- Evaluación del riesgo.

El cálculo de IREQ se encuentra detallado en la norma Chilena NCh2767, y se debe aplicar a la siguiente tabla:

Resistencia Térmica Requerida de la Ropa

Calor Metabólico W/m ²	Temperatura °C	Veloc. Aire Km/h	Resistencia de la Ropa	
			Mínima, clo	Neutra, clo
100	0	calmo	2,27	2,69
		8	2,56	2,96
		16	2,64	3,04
		40	2,72	3,11
	-10	calmo	3,26	3,68
		8	3,53	3,93
		16	3,59	4
		40	3,66	4,06
150	0	calmo	1,31	1,58
		8	1,59	1,84
		16	1,67	1,92
		40	2	1,75
	-10	calmo	1,98	2,25
		8	2,24	2,49
		16	2,31	2,56
		40	2,39	2,64
180	0	calmo	1,01	1,21
		8	1,26	1,46
		16	1,35	1,54
		40	1,43	1,62
	-10	calmo	1,56	1,78
		8	1,81	2,01
		16	1,88	2,08
		40	1,96	2,16

1 clo = 0,155 0,155 °C m²/Watt

(Resistencia térmica requerida para ropa debido a trabajos en frío)

- Calores metabólicos del orden de 100 W/m² corresponden a trabajos livianos como conducir un vehículo, taladrar piezas pequeñas, realizar inspección de equipos, caminar a menos de 3,5 km/h).

- Calores metabólicos del orden de 150 W/m² corresponden a trabajos moderados como bajar escaleras (80 pasos por minuto), colocar ladrillos construyendo un muro, estucar, etc.
- Calores metabólicos del orden de 180 W/m² corresponden a trabajos de consumo alto como armar un palet con bolsas, caminar subiendo cerro a 3 Km/h gradiente de 5°, transportar carga de 10 Kg en plano a 4 Km/h, hacer moldajes, etc.

Características de la Ropa Contra Frío y Resistencia Térmica

En términos de aislación térmica el vestuario se considera compuesto de tres capas:

- **Capa Interior:** se encuentra en contacto con la piel y debe ser suave, flexible, no alérgica y, un aspecto principal, no retener la humedad, sino que transmitirla hacia la capa siguiente. Para este efecto el algodón no es apropiado porque se moja y seca muy lentamente.
- **Capa Media:** tiene como función atrapar el aire frío que viene del exterior y no permitir que llegue a la piel. Debe mantener el flujo de humedad hacia el exterior y retener el calor del cuerpo. Se recomiendan prendas de fibras sintéticas porque secan rápido, son más livianas y permiten libertad de movimientos.
- **Capa Exterior:** cubre y protege las demás capas. Debe ser impermeable, respirable, cortaviento (en caso de existir corrientes de aire o en trabajo en el exterior) y resistente a los esfuerzos mecánicos y desgaste que exige el tipo de trabajo realizado. En la Tabla N° 3 se presenta una lista de las resistencias térmicas que tendrían dos conjuntos típicos de prendas de protección contra frío. Cada prenda se identifica con un número que permite identificarla en la ilustración 5; la composición de las telas, resistencia en clo, y peso en gramos, fueron obtenidos de la norma chilena NCh 2709.Of2002

Resistencia Térmica Básica de la Ropa Extraído de la Norma Chilena NCh1709.

Descripción	Nº	Telas	Conjunto 1		Conjunto 2	
			Clo	g	Clo	g
Ropa Interior						
Calzoncillo pierna corta	1	Algodón, Poliester	0,04	70		
Calzoncillo pierna larga	2	Polipropileno			0,13	165
Camiseta manga corta	3	Algodón	0,10	180		
Camiseta manga larga	4	Algodón, Poliester, poliamida			0,25	360
Calcetines	5	80% Acrílico, 20 %-nylon	0,06	68	0,06	68
Ropa Intermedia						
Camisa	6	Algodón	0,33	362	0,33	362
Polar	7	Poliamida			0,39	417
Chomba	8	85 % lana, 15% nylon	0,37	459		
Pantalón Buzo Deportivo	9	Poliamida			0,40	341
Pantalón	10	50 % lana, 50% poliester	0,24	404		
Vestuario Exterior						
Buzo Térmico	11	Multicomponente			1,13	1215
Parka	12	Multicomponente	0,79	1440		
Botas	13		0,10	-	0,10	-
Gorro	14		0,01	100	0,01	100
Guantes	15		0,08	70	0,08	70
Total			2,12	3153	2,88	3098

Tabla 9 (Resistencia Térmica Básica de la Ropa según NCh2709)

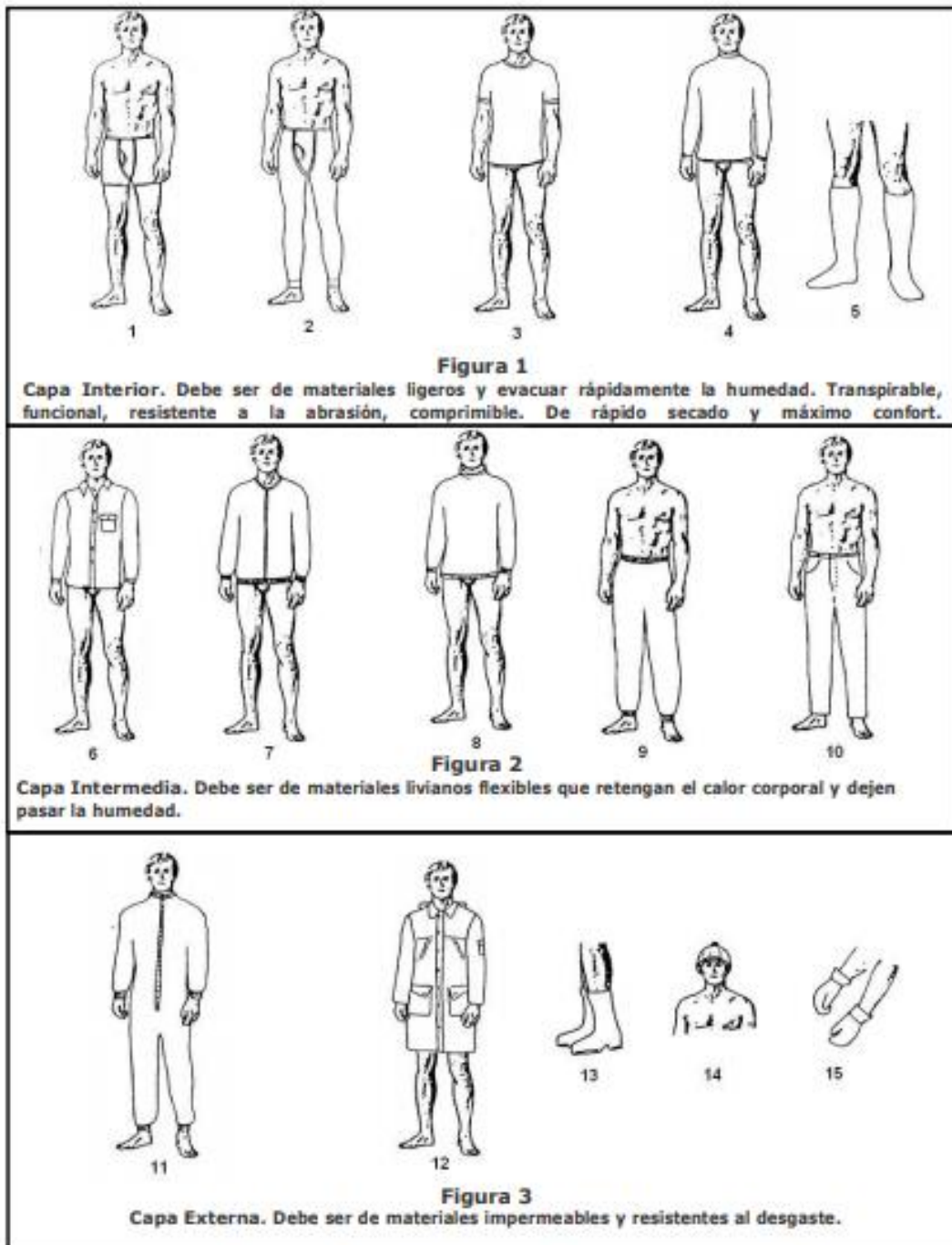


Ilustración 5 (Ilustración de los 3 tipos de capa de aislación térmica)

3.3 Recomendaciones para prevenir el enfriamiento de partes localizadas

Se debe tener presente que el congelamiento local de tejido (superficial o interno) puede ocurrir a temperaturas menores a -1°C , independiente de la velocidad del viento.

- El trabajador no puede exponer su piel en forma continua a temperaturas de enfriamiento bajo -31°C .
- Si la ropa del trabajador resulta mojada, a temperaturas menores a 2°C , es imperativo que se la cambie en forma inmediata.
- Las manos deben tener protección especial para mantener su destreza previniendo accidentes. Si el trabajo involucra motricidad fina y debe ser realizado a manos desnudas por más de 10 a 20 minutos en ambientes bajo 16°C , es necesario proporcionar a los trabajadores condiciones que mantengan tibias sus manos, por ejemplo: jet de aire caliente, radiador eléctrico, etc.
- Si el trabajo se debe realizar en forma continua en un ambiente con temperatura de enfriamiento equivalente a -7°C , o más baja, en las cercanías se debe disponer de un refugio calefaccionado (cabina, carpa, etc.)
- Para trabajos a temperaturas menores a -12°C , es necesario considerar las siguientes recomendaciones:
 - El trabajador debe estar bajo observación o supervisión permanente.
 - La carga de trabajo física no debe ser tan alta como para que transpire y se humedezcan sus ropas. En caso de ser necesario debe tomar períodos de descanso en el refugio y cambiar su ropa.
 - Los empleados nuevos, los primeros días, no deben trabajar la jornada completa expuestos a frío. Se debe considerar un período de adaptación a las condiciones de trabajo y ropa de protección requerida.

- Se debe considerar el peso y volumen de la ropa al estimar el rendimiento del trabajador.
- El trabajo debe ser planificado evitando períodos prolongados en que deba estar de pie o sentado sin movimiento.
- El trabajador debe ser instruido para reconocer los riesgos y señales de peligro de la exposición a frío.

3.4 Aspectos a considerar durante la realización de trabajos en cámaras de frío.

3.4.1. **Parámetros o variables que se deben medir o monitorear**

En el lugar de trabajo se recomienda mantener el siguiente monitoreo:

Temperatura y velocidad del aire

Cuando la temperatura en el lugar de trabajo es menor a 16°C se deben tener los equipos adecuados para medir la temperatura y velocidad del aire de modo que se puedan poner en práctica las recomendaciones entregadas en los puntos anteriores.

Cuando la temperatura del aire sea menor a -1°C, su valor se debe medir y registrara lo menos cada 4 horas.

También es necesario a -1°C, medir y registrar la velocidad del viento.

Con los datos de temperatura y velocidad del viento se debe obtener la velocidad de enfriamiento desde la Tabla N°4 y dejar un registro de su valor cuando resulta menor o igual a -7°C.

Para ello se deben considerar las condiciones del lugar de trabajo

- Temperatura y humedad del aire. En recintos cerrados normalmente la temperatura del aire se registra y controla por requerimientos del proceso. El contenido total de humedad del aire frío es bajo, de modo que se puede estimar la humedad relativa en 50 % sin introducir un mayor error en los cálculos.
- Temperatura radiante media. En la mayoría de los casos se puede asumir igual a la temperatura del aire.
- Velocidad del aire. En recintos cerrados se puede considerar que el aire es calmo, con valores menores a 8 Km/h, en caso contrario se debe medir.
- Tareas y actividades realizadas por el personal expuesto. El objetivo de este dato es calcular la generación de calor metabólico.

Supervisión de trabajadores

- Uso correcto de equipos, vestimenta y elementos de protección personal.
- Realización correcta y cumplimiento de los procedimientos y protocolos de trabajo seguro
- Deben ser respetados los tiempos de exposición máxima a frío y tiempos de descanso.

3.4.2. Recomendaciones a considerar durante el turno de trabajo

- Permitir periodos de descanso en un lugar con calefacción.
- Permitir interrupciones frecuentes para tomar alimentos y bebidas calientes.
- Permitir flexibilidad en términos de intensidad y duración del trabajo.
- Proporcionar un lugar para cambiarse de ropa.
- Permitir el acceso a ropa adicional para calentarse.

3.5 Aspectos a considerar para trabajos con exposición a amoníaco

Para la capacitación e identificación de riesgos por exposición a amoníaco se debe considerar los siguientes aspectos:

El gas de amoníaco es un severo irritante del tracto respiratorio. Es perceptible por el olor a 0.6 a 53 ppm.

Las personas expuestas repetidamente al amoníaco pueden desarrollar una tolerancia (o aclimatación) a los efectos irritantes después de unas cuantas semanas. La tolerancia significa que se requieren niveles más altos de exposición para producir los efectos vistos más temprano en concentraciones más bajas.

La intoxicación industrial es, generalmente, aguda, aunque en forma menos frecuente se produce una intoxicación crónica.

RUTA DE ENTRADA

Contacto con la Piel: Sí

Absorción por la Piel: No

Contacto con los Ojos: Sí

Inhalación: Sí

Ingestión: No

3.5.1. Parámetros para control

- Límite permisible ponderado (LPP): 20 ppm.
- Límite permisible absoluto (LPA): No disponible.
- Límite permisible temporal (LPT): 35 ppm.

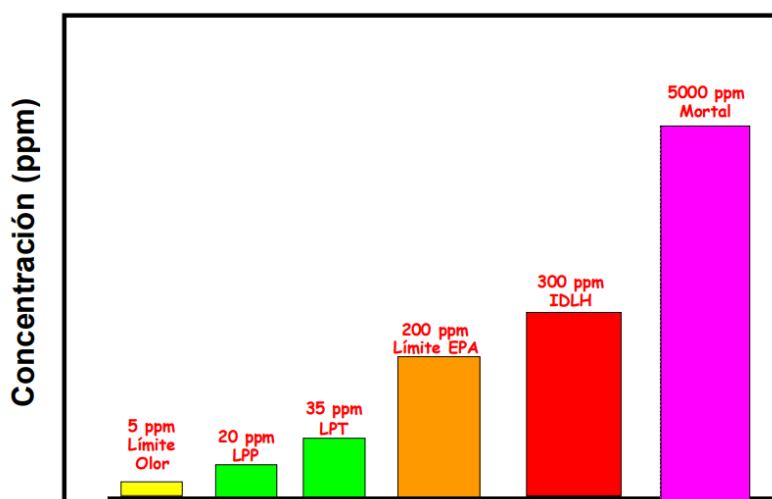


Ilustración 6 (Concentraciones de amoníaco en ppm)

La concentración de 20 ppm, es el Límite Permisible Ponderado (LPP), que establece el Decreto Supremo N° 594/1999 para proteger a los trabajadores de los efectos crónicos de la exposición. Con el objeto de prevenir los efectos irritantes para exposiciones cortas se tiene el Límite Permisible Temporal (LPT)3 de 35 ppm.

Por su parte la Environmental Protection Agency (EPA), siguiendo recomendaciones de la American Industrial Hygiene Association, adoptó el valor de 200 ppm como límite tóxico crítico para analizar las consecuencias de fugas de amoníaco en la comunidad y definir los planes de emergencia; se estima que exposiciones a esta concentración por un lapso menor a una hora no provocarán daños irreversibles para la salud del individuo expuesto ni impedirían su escape por medios propios.

El Instituto Nacional para Seguridad y Salud Ocupacional de los Estados Unidos, NIOSH, considera que concentraciones del orden de 300 ppm son peligrosas para la salud o la vida (límite IDLH), siendo tolerables como máximo exposiciones de 30 minutos a esta concentración.

3.5.2. Efectos en la salud

El amoníaco es un irritante que afecta la piel, los ojos, y las vías respiratorias.

- La ingestión puede causar efectos corrosivos en la boca, esófago, y estómago.
- Los síntomas de la exposición a amoníaco son una sensación de quemadura (en los ojos, nariz, y garganta), dolor en los pulmones, dolor de cabeza, náuseas, tos, y un aumento en la velocidad de respiración.
- La inhalación de vapores de amoníaco concentrado o cloraminas provoca irritación de los tejidos profundos de los pulmones. Puede provocar edema pulmonar (líquido en los pulmones) y neumonía.
- El amoníaco gaseoso se disuelve rápidamente en las superficies húmedas del cuerpo, causando quemaduras alcalinas.
- El contacto con amoníaco anhidro líquido produce quemaduras en segundo grado con formación de ampollas.
- Las soluciones débiles de amoníaco pueden producir inflamación y quemaduras moderadas.
- El contacto de amoníaco concentrado gas o el líquido anhidro con los ojos, es muy serio. El daño puede ocurrir dentro de 5 a 10 segundos. Sin un inmediato lavado con abundante agua, seguido de un tratamiento médico (inmediato), se puede producir un daño permanente y en ocasiones ceguera completa.
- La exposición en los ojos a vapores de amoníaco menos concentrado, causan quemaduras moderadas que generalmente sanan bien, pero que también requieren de un tratamiento médico inmediato.

Tabla 12 (Efectos del Amoniaco sobre la salud)

Efecto en la salud	Concentración en el aire	
	mg/m ³	ppm
Umbral odorífero (detección)	3.5	5
Umbral odorífero (reconocimiento)	35	50
Irritación de la garganta	280	400
Tos	1200	1700
Amenaza para la vida	1700	2400
Mortalidad alta	> 3500	> 5000

3.5.3. Medidas para prevenir fugas

A continuación, se entregan una serie de medidas de prevención de fugas.

Se debe hacer presente que estas recomendaciones también se pueden utilizar como requisitos o estándares para evaluar la seguridad de las instalaciones existentes.

Recomendaciones Administrativas

Capacitación del Personal a Cargo del Sistema Considerando que por lo menos un 26 % de las fugas se producen por fallas humanas es conveniente estandarizar las competencias de los operadores y mantener un programa de entrenamiento que asegure que el sistema de refrigeración es operado y mantenido por personal idóneo.

Es recomendable actualizar los conocimientos del personal a lo sumo cada 3 años.

Monitoreo Rutinario de los Parámetros de Operación del Sistema

Es recomendable mantener registros por turnos de las temperaturas, presiones, niveles de lubricantes, niveles de amoníaco, paradas y partidas de operación y de cualquier resultado de prueba o trabajo realizado.

El operador encargado del monitoreo debe revisar diariamente al inicio de la jornada laboral (Turno de la mañana), la tendencia de estos parámetros para detectar problemas como aumento de la temperatura y presión, disminución de la presión de aceite, purgas de válvulas de alivio, etc.

Recomendaciones de Mantenimiento

Para todos los equipos del sistema de refrigeración se deben desarrollar y mantener escritos programas y planes de mantenimiento preventiva basados en las recomendaciones de los fabricantes.

La planificación debe incluir al menos mantenimiento de lo siguiente:

- a. Compresores

- b. Bombas
- c. Evaporadores
- d. Condensadores
- e. Válvulas de control
- f. Sistemas eléctricos de cortes por baja y alta de presión, temperatura y presión de aceite, sistema de purgas automáticas
- g. Detectores de amoníaco
- h. Equipos para emergencia (por ejemplo, monitores de amoníaco, equipos de protección respiratoria)

3.5.4. Inspecciones y Detección de Fugas

Para mantener la planta libre de fugas: Se debe investigar, informar y reparar inmediatamente cualquier fuente de olor a amoníaco.

Realizar test de detección de fugas a todo el sistema por lo menos 4 veces al año. Para detectar las fugas se puede utilizar papel pH o detectores portátiles.

3.5.5. Detectores de Amoníaco

- La Sala de Máquinas debe tener detectores ubicados en los sectores donde se espera que se concentre el contaminante liberado en una fuga.
- Normalmente en la parte alta, cerca de compresores, bombas y estanques.
- También se deben instalar detectores en lugares donde no concurre el personal habitualmente.
- La operación y calibración de los detectores debe ser realizada en forma regular como parte del programa de mantención.

- Se recomienda verificar la calibración de los detectores cada seis meses.
- Los detectores deben accionar una alarma y hacer partir los ventiladores de emergencia.



Ilustración 7 (Detector de amoníaco)

Los detectores deberían encontrarse calibrados para los siguientes niveles:

- a. Entregar un primer nivel de alarma cuando se alcancen concentraciones del orden de 35 ppm, valor que corresponde al LPT. Esta alarma debería poner en funcionamiento los ventiladores de emergencia y activar un plan de emergencia, que contemple medidas de control de la fuga y de evacuación del personal en caso de que la ventilación no logre bajar la concentración por debajo de los 30 ppm.
- b. Un segundo nivel de alarma podría ser calibrado en el orden de 200 ppm, que señale a los participantes que existe riesgo de daños irreversibles de la salud.
- c. Un tercer nivel podría ser a 1,6% (16000 ppm) que corresponde al 10 % del límite inferior de inflamabilidad y por lo tanto debería indicar la posibilidad que se presente una atmósfera explosiva.

3.5.6. Medidas de primeros auxilios

OJOS: Lave los ojos con grandes cantidades de agua. Abra los párpados para asegurar un enjuague completo. Continúe por un mínimo de 15 minutos.

LAS PERSONAS CON EXPOSICIÓN POTENCIAL AL AMONIACO NO DEBEN USAR LENTES DE CONTACTO.

PIEL: Remueva la ropa contaminada rápidamente, asegurándose que no exista congelación esto para procurar no dañar la piel. Enjuague las áreas afectadas con agua durante 15 minutos. En casos de “quemadura” enjuague las áreas afectadas

INGESTIÓN: No especificado.

INHALACIÓN: ATENCIÓN MÉDICA INMEDIATA ES OBLIGATORIA EN TODOS LOS CASOS DE SOBREEXPOSICIÓN. EL PERSONAL DE RESCATE DEBE ESTAR EQUIPADO CON APARATO DE RESPIRACIÓN INDEPENDIENTE.

Las personas conscientes deberían ser removidas a un área no contaminada e inhalar aire fresco. Las personas inconscientes deberían ser removidas a un área no contaminada, y debe dárseles resucitación boca a boca y oxígeno suplementario. Mantenga la víctima quieta. Asegúrese de que las mucosidades o material vomitado no obstruyan las vías respiratorias en drenaje posicional. Obtenga atención médica inmediatamente.

3.5.7. Medidas contra incendios

Tabla 13 (Datos de inflamabilidad)

Condiciones de Inflamabilidad: No Inflamable		
Punto de Inflamación: Ninguno	Método: No Aplicable	Auto-ignición Temperatura: 1274F(690°C)
LEL(%): 16		UEL(%): 25
Productos de combustión peligrosos: Ninguno		
Sensibilidad a impacto mecánico: Ninguna		
Sensibilidad a descarga Estática: Ninguna		

- **PELIGROS DE EXPLOSIÓN E INCENDIOS:** La energía mínima para la ignición del Amoníaco es muy alta. Es aproximadamente 500 veces mayor que la energía requerida para encender hidrocarburos y 1000 a 10,000 veces mayor que la requerida para el hidrógeno. Se puede incrementar el riesgo de incendio en presencia de hidrocarburos.
 - **MEDIOS DE EXTINCIÓN:** Extinguir con P.Q.S., Dióxido de Carbono. Rociar agua para mantener frío los contenedores expuestos al fuego.
- INSTRUCCIONES PARA APAGAR**
- **INCENDIOS:** Si es posible, detenga el flujo de gas. Como el Amoníaco es soluble en agua, es el mejor medio extintor no sólo extinguiendo el fuego, sino que además es eficaz absorbiendo el gas de Amoníaco escapado. Use rocío de agua para enfriar los cilindros.

3.5.8. Medidas por liberación accidental

Planes de Emergencia para Caso de Fugas

- Se deben tener planes de emergencia con procedimientos escritos respecto de la acción del personal en caso de una fuga.
- El personal debe conocer su rol en estos planes y estar entrenado, de lo cual es necesario dejar registros.

En los planes de emergencia debido a fugas se recomienda incluir los siguientes aspectos:

- a. Ubicación e identificación de las zonas de seguridad considerando la dirección del viento.
- b. Instalar en lugar visible de la planta una manga de viento que indique la dirección del viento. (*Ilustración 5*)
- c. Realizar simulación de fugas más probables y peor caso para determinar en ambos escenarios los radios críticos.
- d. Ubicar las instalaciones públicas que se encuentran dentro de los radios críticos determinados en la simulación. Son importantes lugares como colegios,

hospitales, poblaciones, etc. Considerar esta información dentro de los planes de emergencia.

e. El personal de emergencia debe conocer el equipo de protección personal que es necesario utilizar y su localización.

f. El procedimiento debe incluir un método de verificación de que todo el personal ha sido evacuado.

g. Considerar la notificación y coordinación con las autoridades, policía, bomberos, hospitales y otras instituciones de emergencia.

h. También es recomendable avisar al vecindario.



Ilustración 8 (Cataviento o manga de viento)

3.5.9. Indicadores

Utilizar indicadores de gestión y resultados para mantener la seguridad del lugar de trabajo dentro los estándares requeridos.

Por ejemplo, se recomiendan los siguientes:

Días sin Fugas de Amoníaco - Mes

Cantidad de Simulacros - Año

Personal afectado por amoníaco - Mes

Conclusiones

Al analizar el Riesgo Laboral por exposición al Frío en Cámaras Frigoríficas se observó que los trabajadores se encuentran expuestos a una serie de diversas enfermedades y patologías asociadas especialmente a efectos de frío en el organismo, además de los riesgos comunes de un lugar de trabajo. Por lo que queda en claro la importancia de contar con personal capacitado, entrenado y con aptitudes físicas y psicológicas adecuadas para las condiciones en las que se desempeñará, además de una vigilancia y seguimiento de las labores realizados para estos lugares de trabajo.

Al analizar el conjunto de leyes y normas asociadas al trabajo en frigoríficos, se ha dado de cuenta de la falta de normativas chilenas que aplican sobre este tema, las que no son accesible de forma fácil y por consecuencia pueden ser desconocidas. No obstante, se logró reunir un compilado respaldado por normativas aplicables para la evaluación de estos riesgos, controles y elementos de vestimenta a utilizar en diferentes condiciones de trabajo en cámaras frigoríficas.

Además, se ha podido dar a conocer las características y los efectos del amoníaco sobre la salud de los trabajadores, que se pueden ver expuestos a esta sustancia y sus efectos, generalmente dado por fugas en estos recintos. Junto a esto se nombran también las formas de reconocimiento de esta sustancia en el ambiente, medidas preventivas, procedimiento en caso de emergencias, entre otros.

Considerando las medidas del plan de gestión de riesgos sobre cámaras frigoríficas, se puede estimar que hay un gran nivel de responsabilidad que es compartida entre el empleador y los trabajadores expuestos, por lo que se debe imponer los roles y tareas claramente estipuladas, para que los fines que busca este plan sean alcanzados y logrados de la manera esperada.

Bibliografía

ACHS. (2011). *Guía Técnica sobre exposición a frío ACHS*.

ACHS. (2012). *Prevención de fuga de Amoniaco y mitigación de sus consecuencias en sistemas de refrigeración ACHS*.

AENOR. UNE-EN 342. (2004). *Ropas de protección. Conjuntos y prendas de protección contra el frío*.

AENOR. UNE-EN ISO 11079. (2017). *Ergonomía del ambiente térmico. Determinación e interpretación del estrés debido al frío empleando el aislamiento requerido de la ropa (IREQ) y los efectos del enfriamiento local*.

ISPCH. (2014). *Instituto de salud pública de Chile. Guía para la identificación y evaluación de riesgos de seguridad en los ambientes de trabajo*.

INSHT. (2015). *Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Estrés por frío (II)*

INSHT. (1999). *Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Estrés por frío: evaluación de las exposiciones laborales*

Resolución 295. (2013). *Estrés Térmico. Anexo III*.

Código del trabajo. Dirección del Trabajo.

Constitución Política de la República de Chile. Ministerio secretaría general de la presidencia

Ley 16.744, Establece normas sobre accidentes de trabajo y enfermedades profesionales. *Ministerio del trabajo y previsión social; subsecretaria de previsión social*.

Decreto Supremo 594, Aprueba reglamento sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo. *Ministerio de Salud*.

Decreto Supremo 40, Aprueba reglamento sobre prevención de riesgos profesionales. *Ministerio del trabajo y previsión social; subsecretaria de previsión social*.

Decreto Supremo 18, Certificación de calidad de elementos de protección personal
contra riesgos ocupacionales

Linkografía

Plan de gestión

Sitio Web:

<https://ctb.ku.edu/es/tabla-de-contenidos/liderazgo/administracion-efectiva/plan-de-gestion/principal>

<https://www.isotools.org/2016/01/13/elementos-que-componen-la-gestion-de-riesgos-laborales/>

Refrigerante

Sitio Web:

https://es.wikipedia.org/wiki/Amon%C3%ADaco#Refrigeraci.C3.B3n_-_R717

Estrés térmico por frío

Sitio Web:

<http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/NTP/NTP/Ficheros/1031a1042/NTP%201037.pdf>

<http://www.monografias.com/trabajos58/estres-por-frio/estres-por-frio3.shtml>

Protocolo de estrés térmico

Sitio Web:

<http://www.ispch.cl/sites/default/files/ProtocoloEstresTermico-08082014B.pdf>

Normas prácticas - exposición a frío

Sitio Web:

http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/FichasNotasPracticas/Ficheros/np_enot_92.pdf

CÁLCULO DEL AISLAMIENTO DE ROPA REQUERIDO (IREQ), DURACIÓN DE EXPOSICIÓN LIMITADA (D_{lim}), TIEMPO DE RECUPERACIÓN REQUERIDO (RT) y temperatura de enfriamiento del viento (twc)

Sitio Web:

http://www.eat.lth.se/fileadmin/eat/Termisk_miljoe/IREQ2009ver4_2.html

Anexos

Anexo 1

Evaluación de las exposiciones laborales, Estrés por frío.



activa
mutua 2008



**higiene
industrial**

ESTRÉS POR FRÍO: Evaluación de las exposiciones laborales

INTRODUCCIÓN

Determinadas actividades laborales se realizan en condiciones extremas de frío como por ejemplo, cámaras frigoríficas, lugares a la intemperie, etc. Cuando la exposición al frío es muy intensa, se pueden producir congelaciones, sobretudo en aquellas zonas del cuerpo que no suelen protegerse como son las orejas, la nariz, las mejillas; adicionalmente las manos y los pies son partes del cuerpo susceptibles también de sufrir congelaciones. La hipotermia, es decir, la pérdida de calor corporal sería otra de las consecuencias graves que puede ocurrir por exposición al frío y que en casos extremos puede conducir a la muerte.

El dolor en las extremidades sería el primer síntoma de peligro ante una exposición al frío intenso.

La intensidad de la exposición al frío va a depender directamente de la velocidad del aire y de la temperatura del mismo.

Efectos de la temperatura de enfriamiento

- 14 °C Sensación de frío intenso.
- 22 °C Sensación de frío muy intenso.
- 30 °C a -36 °C Las partes del cuerpo descubiertas se congelan en un intervalo de una hora.
- 45 °C a -52 °C Las partes del cuerpo descubiertas se congelan en el intervalo de un minuto.
- 61 °C a -69 °C Las partes del cuerpo descubiertas se congelan en el intervalo de 30 segundos.

EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN AL FRÍO

Índice del aislamiento del vestido requerido (IREQ, Norma ISO 11079)

Para la evaluación y control del estrés por frío se usa el método descrito en la Norma ISO 11079. Este se basa en la evaluación del aislamiento requerido para mantener en equilibrio el balance térmico del cuerpo.

La ecuación del balance de calor entre la persona y el ambiente, se calcula mediante el aislamiento del vestido requerido (IREQ) necesario para mantener un equilibrio, teniendo en cuenta el esfuerzo fisiológico; Después se calcula el límite de exposición (DLE), para un aislamiento del vestido disponible basándose en los niveles aceptables de enfriamiento corporal.

Se calculan dos niveles de IREQ:

- = IREQ_{min}: Es el aislamiento mínimo requerido para mantener el equilibrio térmico en un nivel subnormal de temperatura corporal media. Es el enfriamiento más alto admisible en el trabajo.
- = IREQ_{neutral}: Es el aislamiento requerido para proveer condiciones de neutralidad térmica.

Ecuación general de balance de calor:

$$M - W = E_{res} + C_{res} + E + R + R_0 + S$$

M es la actividad metabólica del trabajo.
W es la potencia mecánica (la mayoría de las veces cuantitativamente despreciable).
C_{res}, E_{res} son los límites de calor sensible y latente respectivamente debido a la diferencia de temperatura y humedad del aire inspirado y exhalado.
E es el calor cedido por evaporación del sudor.
K es el calor intercambiado entre el cuerpo y superficies en contacto con el ambiente se despreciable su valor frente a los otros límites y se considera asumida su influencia en el balance a través de los términos C y R.
C intercambio de calor por convección.
R intercambio de calor por radiación.
S es el calor acumulado por el organismo, cuyo valor permite conocer tiempos máximo de permanencia en un ambiente determinado.

Cálculo del aislamiento del vestido requerido (IREQ)

Se calcula el aislamiento del vestido requerido mediante las siguientes ecuaciones:

$$IREQ = (t_{cl} - t_a) / M - W - C_{res} - E_{res} - E$$

t_{cl} Temperatura superficie de la piel.
t_a Temperatura de la ropa.

servicios de riesgos laborales

www.activamutua.es

M.A.T.E.P.S.S. nº 3



El cálculo del IREQ se realiza sobre la persona media. La interpretación del IREQ, para determinar el aislamiento del vestido requerido sólo puede servirnos de guía para casos individuales. La variación en términos de capacidad fisiológica, comportamiento frente al vestido, y necesidades subjetivas y preferencias es grande. La selección individual del vestido acorde con el ambiente, se realiza de acuerdo con preferencias y experiencias.

Definición y cálculo del tiempo límite de exposición (DEL)

Si el aislamiento del conjunto de ropa seleccionado (I_{cl}) es menor que el valor de aislamiento requerido (IREQ), el tiempo de exposición debe limitarse para prevenir un enfriamiento corporal excesivo.

Se acepta un cierta pérdida de calor (Q) durante una exposición de pocas horas y puede ser usada para calcular la exposición cuando se conoce el índice de calor acumulado.

La duración límite a la exposición (DLE) al frío se define como el tiempo máximo recomendado de exposición con el vestido disponible o seleccionado. El DLE y S se calculan a partir de las siguientes fórmulas:

$$DLE = Q_{lim} / S$$

$$S = M - W - C_{lim} - E_{lim} - E - R - C$$

$$I_{cl} = \frac{Q_{lim}}{S} = \frac{M - W - C_{lim} - E_{lim} - E - R - C}{S}$$

El aislamiento disponible (I_{cl}) sustituye al IREQ y se usa para calcular t_{cl} y S. El DLE puede calcularse para los dos niveles establecidos de sobrecarga. Se aplica la misma cantidad de reducción de calor.

Tras la exposición, un tiempo de recuperación suele permitir al cuerpo recuperar el equilibrio térmico. El tiempo de recuperación (RT) se calcula de forma análoga al cálculo del DLE, sustituyendo las condiciones frías por las condiciones durante el período de recuperación.

$$RT = Q_{lim} / S'$$

MEDIDAS DE PROTECCIÓN FRENTE AL FRÍO

Las medidas de protección van dirigidas principalmente:

- » Empleo de ropas de trabajo adecuadas, teniendo en cuenta que una sobrepotección puede incluso en determinados casos aumentar la sensación de frío, por el efecto de la humedad producido por el sudor formado.
- » Programación de pausas de trabajo frecuentes.



Anexo 2

Hoja de Datos de Seguridad del Amoniaco



HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD
NCh 2245 Of. 2015



Versión / Edición:	Fecha:	Emi: W. Pérez	Rev.: P. Vera	Apr.: R. Keller
HDS-NH3-00	23/03/2018			


AMONIACO ANHÍDRIDO

SECCIÓN 1 - IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO QUÍMICO Y DE LA EMPRESA

Identificación del Producto Químico:	Amoniaco Anhídrido
Nombres Comunes:	Amoniaco
Simbología Química del Producto:	NH3
Usos Recomendados:	Industrial en general.
Restricciones de Uso:	Sin datos disponibles.
Nombre del Proveedor:	INDURA S.A.
Dirección:	Las Américas N° 585, Cerrillos, Santiago, Chile
Teléfono:	(56-22) 5303000
Teléfono de emergencia:	800 800 505
Fax:	(56-22) 530 33 33
E-mail:	info@indura.net
Web:	www.indura.net

Nota: Este documento es aplicable a todos los grados de pureza.

SECCIÓN 2 - IDENTIFICACIÓN DE LOS PELIGROS

Clasificación Según NCh 382:	Clase 2, División 2.3
Distintivo Según NCh 2190:	
Clasificación Según SGA:	<p>Gases inflamables – Categoría 2 H221: Gas inflamable.</p> <p>Gases a presión – Gas comprimido. H280: Contiene gas a presión; peligro de explosión en caso de calentamiento.</p> <p>Toxicidad aguda – Inhalación Categoría 3 H331: Tóxico en caso de inhalación.</p> <p>Corrosión de la piel – Categoría 1 B H 314: Provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves.</p> <p>Daños oculares severos – Categoría 1 H318: Provoca lesiones oculares graves.</p> <p>Toxicidad acuática aguda – Categoría 1 H400: Muy tóxico para los organismos acuáticos.</p>

Toxicidad acuática crónica – Categoría 2 H411: Tóxico para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos.

Etiqueta SGA:



Señal Según NCh 1411/4:



Clasificación Específica: No aplicable.
 Distintivo Específico: No aplicable.
 Descripción de Peligros: Gas a alta presión, tóxico, corrosivo e inflamable.
 Descripción de Peligros Específicos: Gas inflamable.
 Contiene gas a presión; peligro de explosión en caso de calentamiento.
 Provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves.
 Tóxico en caso de inhalación.
 Muy tóxico para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos.
 Corrosivo para las vías respiratorias.
 Otros Peligros: No aplicable.

SECCIÓN 3 - COMPOSICIÓN / INFORMACIÓN DE LOS COMPONENTES

Sustancia Pura:

Denominación Química Sistemática: Amoníaco Anhidro
 Nombre Común o Genérico: Amoníaco
 Número CAS: 7664-41-7
 Rango de Concentración: 100% (proporción de volumen).

Mezcla de Gases: No aplicable.

	Componente 1	Componente 2	Componente 3
Denominación Química Sistemática:			
Nombre Común o Genérico:			
Número CAS:			
Rango de Concentración:			

Anexo 3

JAVA applet for ISO 11079

CALCULATION OF REQUIRED INSULATION, IREQ AND DURATION LIMITED EXPOSURE, Dlim	
<input type="text" value="116"/>	M (W/m ²), Metabolic energy production (58 to 400 W/m ²)
<input type="text" value="0"/>	W (W/m ²), Rate of mechanical work, (normally 0)
<input type="text" value="-15"/>	Ta (C), Ambient air temperature (< +10 C)
<input type="text" value="-15"/>	Tr (C), Mean radiant temperature (often close to ambient air temperature)
<input type="text" value="8"/>	p (l/m ² s), Air permeability (low < 5, medium 50, high > 100 l/m ² s)
<input type="text" value="0"/>	w (m/s), Walking speed (or calculated work created air movements)
<input type="text" value="0.4"/>	v (m/s), Relative air velocity (0.4 to 18 m/s)
<input type="text" value="85"/>	rh (%), Relative humidity
<input type="text" value="2.5"/>	Icl (clo), AVAILABLE basic clothing insulation (1 clo = 0.155 W/m ² K)

IREQ & Dlim RESULTS (minimal to neutral)

Insulation Required, IREQ to (clo)

REQUIRED basic clothing insulation (ISO 9920), Icl to (clo)

Duration limited exposure, Dlim to (hours)

message

IREQ 2008

Hakan O. Nilsson and Ingvar Holmer.