TABLA VIII-A1.-Industrias y números de empleados potencialmente afectados por la norma de cadmio revisada

Industria	Potencial de empleados expuestos
Sectores específicos:	
Baterías níquel-cadmio	1,500
Refinado cinc/cadmio	1,350
Pigmentos cadmio	100
Formuladores de color seco	7,00
Estabilizadores de cadmio	200
Fundición/refinado de plomo	40
Galvanizado de cadmio	1,200
Utilidades eléctricas	37,500
Hierro y acero	40,000
Industria general, excepto sectores sobre:	
2200 Productos textiles para las manos	411
2300 Ropa	201
2500 Muebles	1,232
2600 Productos de papel	195
2700 Imprenta y publicaciones.	1,600
2810 Químicos inorgánicos	195
2820 Plásticos y sintéticos	870
2830 Drogas	50
2851 Pinturas & productos aliados	4,724
2860 Químicos orgánicos	2,533
2870 Químicos agrícolas	2,507
2890 Químicos misceláneos	1,024
2900 Refinerías de petróleo	807
3000 Productos de goma y plástico	11,133
3100 Productos de piel	902
3211 Cristal liso	666
3220 Cristalería	2,929
3250 Productos de arcilla estructural	2,423
3260 Productos de cerámica	174
3270 Productos de hormigón	624
3280 Productos de piedra	200
3290 Productos minerales	899
3313 Productos de aleación	488
3315 Acero de limar	500]
3316 Acero laminado en frío	37
3317 Tubos y tuberías de cero	400
3320 Fundiciones de hierro y acero	10,808
3330 Metales primarios no ferrosos	1,800
3340 Metales secundarios no ferrosos	750
3350 Rodadura no ferrosa, etc	3,135
3360 Fundiciones no ferrosas	10,022
3390 Metal primario misceláneo	285
3410 Contenedores de embarque de metal	140
3420 Herramientas de mano y ferretería	2,781
3430 Calentadores y equipo de plomería	1,186
3440 Estructuras de metal fabricadas	17,065
3450 Tornillos, etc	868
3460 Forja & troquelería	612
3470 Revestimiento y gravado	200
3480 Artillería	265
3490 Fabricación de productos de metal misceláneos	9,071
	3,036

3510 Motores y turbinas……	

Cont. TABLA VIII-A1.-Industrias y numeros de empleados potencialmente afectados por la norma de cadmio revisada

Industria	Potencial de empleados expuestos
3520 Maquinaria de granja y jardín.. ……	199
3530 Maquinaria de construcción……	10,453
3540 Maquinaria de elaboración de metales……	16,127
3550 Maquinaria especial……	6,533
3560 Maquinaria general……	11,633
3570 Computadoras & equipo de oficina……	1,600
3580 Refrigeración & máquinas de servicio……	14,180
3590 Maquinaria miscelánea……	19,615
3610 Equipo de transmisión electrónica……	6,388
3620 Aparatos eléctricos……	12.460
3630 Enseres para el hogar……	7,586
3640 Iluminación y alumbrado……	13,266
3650 Equipo de audio y video……	3,021
3660 Equipo de comunicaciones……	17,886
3670 Componentes electrónicos……	15,412
3690 Equipo eléctrica misceláneo……	350
3710 Vehículos de motor……	18.032
3720 Aeronaves……	2,776
3730 Construcción de naves……	7,907
3743 Equipo de ferrocarril……	1,458
3760 Misiles & equipo del espacio……	359
3790 Equipo de transportación misceláneo……	119
3812 Equipo de detección, etc……	67
3820 Industria de la construcción & misceláneas……	216
3840 Instrumentos médicos……	337
3860 Equipo fotográfico……	669
3870 Relojes & relojería……	173
3910 Joyería & platería……	79
3930 Instrumentos musicales……	16
3940 Juguetes y bienes deportivos……	1,004
3950 Materiales artísticos……	50
3960 Diseño de joyería & accesorios de vestuario……	29
3990 Manufactura miscelánea……	2,749
4011 Ferrocarriles……	23
4200 Motores de carga & almacenaje……	586
4500 Transportación aérea……	52,147
4810 Comunicaciones telefónicas……	2,474
4830 Transmisión de radio & televisión……	149
4920 Producción & distribución de gas……	1,213
4950 Servicios sanitarios……	5,204
5000 Comercio al mayoreo, perecedero……	690
5100 Mayoreo no perecedero……	3,080
5500 Estaciones de servicio……	538
7530 Talleres de reparación de automóviles……	3,194
7600 Servicio de reparación misceláneas……	3,494
8060 Hospitales……	277
Construcción……	70,000
Total……	524,816

Source: Office of Regulatory Analysis, OSHA, U.S. Department of Labor.

Las industrias potencialmente afectadas incluyen la producción de varias clases de químicos; pinturas y revestimientos; productos de goma y plásticos; hierro y acero; metales no ferrosos; maquinaria y otros productos de metal; equipo eléctrico; y operaciones de manufactura miscelánea, reparación, y servicio.
Al reflejar el énfasis de los comentarios públicos sometidos al expediente y otras consideraciones, se dio atención particular a varios sectores industriales específicos. Estos incluyen baterías de níquel-cadmio, refinado de zinc y cadmio, estabilizadores de cadmio, fundición y refinado de plomo, galvanizado mecánico y eléctrico, compuestos y formuladores de color, utilidades eléctricas, y producción de hierro y acero. En adicción, aproximadamente 70,000 empleados en la industria de la construcción pueden estar expuestos a cadmio principalmente durante operaciones de soldadura.

Exposiciones y Beneficios de los Empleados

Las principales exposiciones entre la mayoría de los empleados son generalmente menores de 5 $\mu g/m^3$. Sobre la mitad de los empleados potencialmente expuestos están dedicados a trabajo de soldadura, maquinado de metal, o de reparación y utilidad. En estas operaciones el cadmio esta usualmente presente en cantidades traza y el trabajo puede ser intermitente. Como resultado, las exposiciones son típicamente menores de 2.5 $\mu g/m^3$.

Sin embargo, las exposiciones de algunos empleados pueden ser significativamente mas altas, dependiendo de la naturaleza y duración de la actividad y el tipo de material envuelto. Las exposiciones elevadas pueden esperarse cuando los polvos y emanaciones son generados de aleaciones y otros productos que contienen concentraciones significativas de cadmio, de metales cubiertos con cadmio, o de polvos que contengan cadmio sobre las superficies de trabajo. Tales situaciones pueden ocurrir al mezclar o usar químicos que contengan cadmio; la operación de hornos con materiales que contengan cadmio; usar pinturas que contengan pigmentos de cadmio; y mantener o reparar equipo que envuelva polvos que contengan cadmio, tales como dispositivos de control de contaminación o calderas con cenizas de acero.

En los sectores de la industria donde el cadmio es un componente principal del proceso de producción, las exposiciones pueden estar consistentemente sobre 5 $\mu g/m^3$ para mucha de la fuerza laboral. Las categorías de trabajo con exposiciones medias sobre 20 $\mu g/m^3$ pueden hallarse en la producción de baterías de níquel-cadmio, en refinado de zinc-cadmio, y en la producción de pigmentos y estabilizadores de cadmio.

El numero de casos de cáncer pulmonar y disfunción renal atribuible a la exposición a cadmio entre los empleados fue calculado basado sobre el avaluó de riesgo cuantitativo (QRAs) discutido en una sección separada del preámbulo. Los QRAs producen relaciones de dosis-respuesta que proveen estimados del exceso de riesgo de cada tipo de efecto de salud correspondiente a diferentes niveles de exposición.

Los QRAs para cáncer renal y disfunción renal fueron aplicados al número de empleados y nivel de exposición en cada categoría de trabajo para determinar el número de casos en exceso atribuibles a las exposiciones actuales. El calculo fue repetido usando los niveles de exposición proyectados que se estima que sean alcanzados bajo el cumplimiento con la norma final de cadmio; la diferencia determino el número de casos potencialmente evitables por la norma.
Basado sobre los cuatro modelos de riesgo desarrollados por las Normas de Salud de OSHA, el cumplimiento con el reducido limite de exposición se espera que evite de 9 a 27 muertes por cáncer cada año de 13 a 40 muertes por cáncer en exceso que actualmente tienen lugar. Dentro de este alcance, el Modelo Multietapa de OSHA predice de 17 a 18 cánceres evitados anualmente de 25 muertes por cáncer en exceso. Basado sobre el modelo de riesgo para disfunción renal, la regla debe evitar de 68 a 112 casos de disfunción renal de 97 a 160 casos de disfunción renal anualmente. Para un único estimado dentro de este alcance, el modelo Jarup1 estima 78 casos de disfunción renal evitadas cada año de un total de 111 casos en exceso. La reducción aplicaría a riesgos asociados con exposiciones acumulativas durante una vida de trabajo, y así los beneficios anuales estarían faseados en mas de 45 años.

Factibilidad Tecnológica y Costos de Cumplimiento

El cumplimiento con la norma revisada de cadmio se considera tecnológicamente factible para cada una de las industrias afectadas. La norma requiere que se implanten controles de ingeniería a la extensión factible y permite el uso suplementario de respiradores para alcanzar el PEL. Los respiradores son capaces de proveer la protección requerida por la norma revisada para las exposiciones encontradas en cada una de las industrias afectadas.

En casi todas las industrias la aplicación de los controles de ingeniería apropiados y practicas de trabajo pueden mantener las exposiciones de cadmio bajo el PEL para la mayoría de los empleados la mayoría del tiempo. En algunas industrias los respiradores pueden ser necesarios en ciertas operaciones, pero el numero de empleados afectados típicamente representaría una pequeña parte de la fuerza de trabajo total. En general, un estimado de 40,000 de los 524,000 empleados expuestos pueden requerir protección respiratoria después de la implantación de controles de ingeniería factibles.

En unos pocos sectores industriales específicos, a la mayoría de los empleados puede requerirse protección respiratoria para cumplir con la norma de cadmio. Alrededor de 25 establecimientos en los EEUU están envueltos en la producción de baterías de níquel-cadmio, zinc, cadmio, o refinado de plomo, o la producción de pigmentos y estabilizadores de cadmio. Alrededor de 4,000 empleados son expuestas a cadmio en estos establecimientos, y muchos en la actualidad están provistos de protección respiratoria. El cumplimiento con la norma de cadmio puede requerir que hasta 80 porciento de los trabajadores en estas plantas usen respirador a tiempo completo.

Para seis sectores de la industria (baterías de níquel-cadmio, refinado de zinc/cadmio, pigmentos, estabilizadores, fundido/refinado de plomo y galvanizado de cadmio) en los cuales la evidencia sobre las exposiciones actuales y la efectividad de los controles adicionales indicara que el PEL de 5 $\mu g/m^3$ no fuera factible con controles de ingeniería, se especifico limites de aire de control de ingeniería separados (SECALs). Para identificar los niveles SECAL apropiados para los empleados en estas industrias, se adopto un proceso por metodología de industria. Los procesos de alta y baja exposición fueron analizados separadamente para evitar producir un SECAL general que pudiera no ser relevante a grupo alguno. La Tabla VIII-A2 muestra los niveles SECAL identificados para estas industrias, y la Tabla VIII-A3 provee una distribución de empleados por nivel de SECAL o PEL en cada sector.

Los costos de cumplimiento para cada una de las disposiciones de la norma fueron estimados para cada industria. Estos costos están resumidos en la Tabla VIII-A4. El costo de los controles de ingeniería fue determinado evaluando los controles de ingeniería adicionales que los establecimientos pudieran introducir en cada industria afectada. Los costos de unidad de controles factibles, el número de controles adicionales necesarios, y la efectividad esperada de los controles fueron estimados basado sobre la evidencia en el expediente. Los costos para controles de ingeniería comprenden la mayor parte de los costos totales de cumplimiento y representa un estimado de $82.5 millones sobre bases anualizadas.

En adicción, los costos de cumplimiento estimados anuales incluyen costos por protección respiratoria ($13.5 millones), monitoreo de exposición ($8.6 millones), vigilancia médica ($19.8 millones), facilidades y practicas de higiene ($56.5 millones), e información, adiestramiento, y archivo de expedientes ($6.8 millones). El costo anualizado estimado total de la norma es aproximadamente $187.7 millones.

Impactos Económicos

Basado sobre la evidencia en el expediente, OSHA ha determinado que el cumplimiento con la norma final de cadmio es económicamente factible en todas las industrias afectadas.

La Tabla VIII-A5 resume los impactos económicos para las industrias afectadas por esta reglamentación. Para la mayoría de las industrias, la norma afecta a un numero limitado de actividades y los costos de cumplimiento representan menos de 0.1 por ciento de las rentas.

TABLA VIII-A2.-SECALs para procesos en industrias seleccionadas

Sector industrial	Plantas	Número de trabajadores	Procesos	Secal para PEL (g/m^3)
Batería níquel/cadmio……	6	375	Fabricación y preparación de	50
		1,125	placas……	15
Refinado zinc/cadmio……	5	2020	Todos los otros procesos……	
			Refinado, moldeado, fundido de cadmio,	50
		1,148	producción de óxidos, plantas de sinter……	5
Manufactura de pigmentos……	4	60	Todos los otros procesos……	
			Calcinado, comprimido, montura, operaciones	50
		40	de mezclado……	15
Estabilizadores……	5	50	Todos los otros procesos……	
			Cargado de óxido de cadmio, comprimido,	50
		150	sedado, operaciones de	5
Fundido de plomo……	4	60	mezclado……	
			Todos los otros procesos……	50
		340	Planta de sinter, alto horno, cuarto de polvo,	5
Galvanizado……	400	120	aérea del	15
		1,080	patio……	5
			Todos los otros procesos……	
			Galvanizado mecánico……	
			Todos los otros procesos……	

TABLA VIII-A3.-Distribución de empleados expuestos en industrias de alta exposición

Pel/Secal (g/m^3)	Baterías		Zinc/Cadmio		Pigmentos		Estabilizadores		Plomo		Galvanizado		Totales
	Alta	Baja	Alta	Baja	Alta	Baja	Alta	Baja	Alta	Baja	Alta	Baja	

PEL 5 g/m^3……	…….	……	……	1148	…….	……	……	150	……	340	……	1080	2,718
SECAL 50 g/m^3…… 15 g/m^3……	375 …….	…… 1125	202 ……	…… ……	60 …….	…… 40	50 ……	…… ……	60 ……	…… ……	…… 120	…… ……	747 1,285
													2,032
Total……													4,750

TABLA VIII-A4.-Resumen de costos de cumplimiento por disposición y por industria

Industria	Número de establecimientos afectados	Controles de ingeniería	Respiradores	Monitoreo de exposición	Vigilancia médica	Higiene/vestimenta	Información, adiestramiento, archivo de expediente.	Total
Baterías……	6	861	180	16	388	495	8	1,947
Zinc/cadmio……	5	728	150	17	363	459	5	1,723
Pigmentos……	4	312	12	10	35	104	1	473
Formuladores……	700	4,620	525	914	1,277	0	35	7,371
Estabilizadores……	5	825	12	11	36	50	1	935
Plomo……	4	112	60	3	106	0	2	283
Galvanizado……	400	189	6	166	102	294	30	787
Utilidades……	4,000	0	0	1,600	600	0	188	2,388
Hierro/acero……	120	0	300	288	1,000	0	50	1,638
Subtotal……	5,244	7,647	1,245	3,025	3,907	1,402	319	17,545
Otra industria general……	50,000	74,820	11,855	2,754	13,512	50,937	5,737	159,615
Construcción……	10,000	0	350	2,870	2,380	4,203	700	10,503
Total……	65,244	82,467	13,450	8,649	19,799	56,542	6,756	187,663

Nota: Los costos no incluyen los estipendios actuales.
Fuente: Office of Regulatory Analysis, OSHA, U.S. Department of Labor.

TABLA VIII-A5.-Resumen de impactos económicos por industria

Industria	Número de establecimientos afectados	Costo total de cumplimento	Costo promedio anual por establecimiento	Total de ingreso anual	Razón del costo de los ingresos de cumplimiento	Total de beneficios actual	Razón de costo de beneficios de cumplimiento
Batería	6	1,947	324.5	185,000	0.011	7,400	0.263
Zinc/cadmio	5	1,723	344.6	230,000	0.007	NA	NA
Pigmentos	4	473	118.4	30,000	0.016	1,500	0.316
Formuladores	700	7,370	10.5	900,000	0.008	45,000	0.164
Estabilizadores	5	935	187.1	92,000	0.010	8,300	0.113
Plomo	4	283	70.7	176,000	0.002	NA	NA
Galvanizado	400	787	2.0	200,000	0.004	8,800	0.089
Utilidades	4,000	2,388	0.6	140,000,000	0.000	7,000,0000	0.000
Hierro/acero	120	1,638	13.7	64,000,000	0.000	NA	NA
	5,244	17,545	3.3	205,813,000	0.000	7,071,000	00.002
Subtotal	50,000	159,615	3.2	290,820,000	0.001	14,731,000	0.011
Otra industria general	10,000	10,503	1.1	490,000	0.021	NA	NA
Construcción							
Total	65,244	187,663	2.9	497,123,000	0.000	21,802,000	0.009

Nota (1) Los costos no incluyen los estipendios actuales.
(2) Donde las ventas y los datos de beneficios provistos por el informe para compañía específicos o industrias se usen la información fue verificada a través de fuentes públicas disponibles tales como Dun & Bradstreet, DIALOGUE, Dow Jones News Retrieval, and Nexis.
Fuente: Office of Regulatory Analysis, OSHA, U.S. Department of Labor.

Los costos de cumplimiento se espera generalmente que resulten en ligeros aumentos en precios por bienes y servicios asociados con la exposiciones ocupacionales a cadmio.

En algunas industrias los aumentos de precio necesarios para recuperar los costos de cumplimiento pueden disminuir los volúmenes de venta. Para estos establecimientos la norma puede resultar en alguna reducción en ganancias. OSHA no espera que la norma afecte significativamente la viabilidad de las operaciones continuadas en cualquier industria o que resulte en cierre de plantas. Sin embargo, a la extensión en que los costos de cumplimiento contribuyen marginalmente a costos de producción aumentados, las expectativas de expansión económica y crecimiento de empleo en industrias con exposición a cadmio, pueden ser disminuidos.

Básicamente, la reglamentación tiende a trocar algunos de los beneficios societarios de producir y usar productos que contienen cadmio por mayor protección entre empleados expuestos. El cumplimiento con la norma últimamente causa que los recursos de producción sean movidos de las industrias reguladas y de otros sectores de la economía a actividades relacionadas con cumplimiento. Aunque el efecto general sobre la economía probablemente no será detectable, puede resultar un aumento muy ligero en precios de la mejora en la protección de la salud de los empleados expuestos a cadmio.

B. *Discusión de Determinaciones de Factibilidad Tecnológica y Económica*

Introducción

La Ley de Seguridad y Salud Ocupacional (OSH) de 1970 requiere a OSHA la promulgación de normas que protejan la seguridad y salud de los empleados y requiere que en el desarrollo de las normas, una de las"consideraciones deberá ser * * * la factibilidad de las normas" [Pub. L. 91-596 sec. 6 (b)(5)]. Los tribunales han requerido que OSHA debe sostener "la carga inicial de probar la factibilidad de la norma para la industria como entero en el escenario de la reglamentación" [1, página 1270].

Durante el proceso de reglamentación OSHA ha recopilado un expediente comprehensivo de la factibilidad de controlar las exposiciones de los empleados a cadmio. OSHA publicó una regla propuesta con un análisis preliminar en febrero de 1990 y solicito datos y comentarios del público. El expediente permaneció abierto por sobre ocho meses, y muchos comentarios fueron sometidos por partes interesadas. En las vistas públicas todo testigo estuvo disponible para examen cruzado. Antes de cerrar el expediente, a los participantes se dio la oportunidad de responder a toda la nueva información sometida. El expediente resultante provee la mejor evidencia disponible para determinar la factibilidad de la nueva norma de cadmio.

Consideración Legal al Determinar la Factibilidad Tecnológica

OSHA esta obligada por la Ley OSH a promulgar normas que "a la extensión factible", mejor proteja a los trabajadores. OSHA no cree que pueda satisfacer esta obligación usando el acercamiento del denominador común mas bajo, i.e., protegiendo a todos los trabajadores solo a la extensión en que los mas severos constreñimientos de factibilidad permitirían. Por el contrario, OSHA cree que si una minoría de trabajadores no puede ser tan efectivamente protegida como la mayoría, el hecho no es una razón adecuada para obviar el proteger a la mayoría a la extensión posible.

Las decisiones del tribunal han apoyado este entendimiento de factibilidad tecnológica. En una decisión que describe la prueba preliminar de factibilidad general que una norma de OSHA debe pasar en una revisión pre-cumplimiento, un tribunal resumió la carga de prueba de OSHA como sigue: " * * * dentro de los limites de la mejor evidencia disponible, y sujeto a la búsqueda del tribunal de evidencia substancial, OSHA debe probar una posibilidad razonable de que la firma típica será capaz de desarrollar e instalar controles de ingeniería y prácticas de trabajo que puedan cumplir el PEL en la mayoría de sus operaciones. * * * Una norma tal de revisión de factibilidad, desde luego, en modo alguno asegura que todas las compañías en todos los tiempos y en todos los trabajos puedan cumplir las demandas de OSHA. " [1, p.1272].

Al adoptar este entendimiento de la factibilidad para propósitos de análisis, surge una pregunta relacionada. A decir, como afecta la variabilidad en exposición al azar un avaluó de que un nivel particular de tecnología sea factible?

OSHA reconoce que existe alguna fluctuación al azar de los niveles de exposición. Como resultado, los patronos generalmente necesitaran controlar los niveles de exposición a un promedio algo más bajo delimite para asegurar que la mayoría de las fluctuaciones no excedan al límite. Mas aún, alguna de la variación puede ser el resultado de causas identificables y controlables, tales como controles de ingeniería inadecuada o pobremente mantenidos, practicas de trabajo inapropiadas, o falta de supervisión por personal cualificado. El corregir las deficiencias en los controles debe reducir los niveles de exposición existentes y reducir substancialmente la variabilidad. Se evaluó posibles predisposiciones asociadas con los datos de exposición, se trajo preocupaciones en relación a aplicaciones.

Para operaciones donde el PEL no pueda ser alcanzado con controles de ingeniería y prácticas de trabajo, el patrono debe, no obstante, implantar todos los controles de ingeniería factibles para reducir las exposiciones en adición a usar protección respiratoria. Los requisitos para implantar todos los controles de ingeniería factibles generalmente aplica a los edificios, equipo y procesos de manufactura existentes (aunque OSHA tiene la autoridad para establecer normas que sean "forzantes de tecnología" [1, página 1264]). Para propósitos de cumplir con este requisito, es usualmente suficiente demostrar que se ha hecho todo esfuerzo razonable para reducir las exposiciones dadas las limitaciones de la configuración de planta y la naturaleza de los procesos.

Comentarios públicos en relación a las determinaciones de factibilidad

Varios comentarios en respuesta a la norma propuesta [55 FR 4052] criticaron la metodología y conclusiones del análisis preliminar concerniente a la factibilidad tecnológica y los costos de cumplimiento. El análisis preliminar trata estas preocupaciones, donde apropiado, modificando los enfoques analíticos, revisando estimados, y usando información y datos adicionales sometidos para desarrollar una caracterización precisa de los impactos. Las conclusiones en este análisis final reflejan estos cambios y están basados sobre la mejor evidencia disponible según provista por el expediente.

Por ejemplo, OSHA revisó el expediente para asegurar que todo el alcance de las categorías de trabajo expuestas a cadmio fue identificado para cada industria. Todas las industrias potencialmente afectadas fueron estudiadas y el número de empleados expuestos fue determinado. El espectro completo de las fuentes de exposición a cadmio y las expectativas correspondientes para los controles de ingeniería fueron avaluados para cada categoría de trabajo. La efectividad esperada de los controles y las reducciones anticipadas en exposiciones fueron reexaminadas a la luz de los comentarios y testimonios sometidos. Las predisposiciones potenciales asociadas con los datos de exposición fueron evaluados, las preocupaciones en relación a las aplicaciones estadísticas fueron resueltas, y los datos de exposición sometidos al expediente fueron incorporados al análisis.

Muchas de las diferencias aparentes entre los estimados y conclusiones presentados en el expediente pueden ser explicados por diferencias en las percepciones del requisito de instalar controles a la extensión posible.

Algunos comentaristas asumieron que un PEL factible es uno que virtualmente nunca sea excedido aún por resultados de monitoreo atípicos. Para estos comentaristas, los estimados correspondientes del PEL más bajo factible con frecuencia fueron 2.5 veces exposiciones medias, y los estimados de costos de cumplimiento reflejaron una reducción en exposiciones medias a menos de 40 por ciento del PEL. Los comentarios hechos sobre las bases de estas asunciones tendieron a realzar los problemas de factibilidad y costo de cualquier limite de exposición mas bajo.

Determinaciones de factibilidad de proceso por industria

Al tratar los requisitos legales para el análisis de factibilidad tecnológica y las preocupaciones expresadas por las partes afectadas sobre la regla propuesta en las vistas publicas, OSHA ha adoptado un análisis de factibilidad de ocupación/proceso por industria en este RIA. El enfoque analiza separadamente los niveles de exposición de los trabajadores dentro de segmentos de la industria afectados por la regla. Este enfoque fue diseñado para extraer la máxima utilidad de los datos existentes y para minimizar la influencia de diferencias de fuentes de datos e inconsistencias. El análisis de ocupación/proceso se torno en la herramienta analítica para identificar los niveles SECAL apropiados dentro de la industria afectada.

Como regla general, OSHA determina si un límite permisible de exposición es tecnológicamente y económicamente factible para una industria determinando si puede ser alcanzado en la mayoría de las operaciones la mayor parte del tiempo con controles de ingeniería y practicas de trabajo. Este enfoque es sensible y útil por varias razones: permite a las comunalidades industriales dominar sobre las excepciones en manera constructiva; refleja el hecho de que los contaminantes de aire tienden a flotar por la planta y los trabajadores con frecuencia se mueven de una parte de la planta a otra durante o entre asignaciones de trabajo; y produce una norma reglamentaria que es específica y precisa de un lado, y trabajable desde una perspectiva de cumplimiento, del otro.

Aunque la prueba de la "mayoría de las operaciones la mayoría del tiempo" es la mejor regla general para determinar la factibilidad de un límite de control de ingeniería y práctica de trabajo para una industria, una excepción para esta regla es apropiada para seis sectores industriales ocupados en operaciones de producción de cadmio. En la producción de baterías de níquel-cadmio, refinado de zinc/cadmio, pigmentos, estabilizadores y fundición/refinado de plomo, y galvanizado de cadmio, los datos de exposición tendieron a caer en distintos grupos de exposición altos y bajos, especialmente de proceso a proceso dentro de las industrias. Una prueba unitaria "la mayoría de las operaciones la mayor parte del tiempo" ignoraría esta división e impondría sobre el grupo bajo un limite de control que seria innecesariamente alto o impondría sobre el grupo alto un límite de control que seria irrealmente bajo.

OSHA uso análisis estadísticos de datos de exposición para distinguir procesos de alta y baja exposición y represento los grupos de alta y baja exposición como distribuciones altas o bajas. OSHA entonces uso evidencia en el expediente para estimar la cantidad de reducción de exposición que ocurriría de la implantación de controles para cada distribución. OSHA aplicá esa reducción a su respectiva distribución y determinó los límites de aire de controles de ingeniería (SECAL) (y prácticas de trabajo) para los procesos para estas distribuciones. Esta metodología permite el desarrollo de diferentes normas de control donde las exposiciones en el proceso son substancialmente diferentes y produce el SECAL más bajo factible para distintos grupos de ocupación/proceso.

Mas aún, el enfoque de proceso adoptado aquí no excluye la consideración de características individuales de planta cuando tales características pueden ser identificadas. Por ejemplo, en el sub-sector de estabilizador de cadmio, se conoce que una planta redujo exitosamente los niveles de exposición siguiendo un programa de mejoras tecnológicas. Estos datos empíricos reforzaron la confianza en que los controles de ingeniería pudieran reducir los niveles de exposición en otras plantas. Recíprocamente, en fundición de plomo, los datos sometidos al expediente indicaron que una planta tiene niveles de exposición considerablemente sobre tres otras plantas en este subsector. Solo esta planta parecería beneficiarse de controles de ingeniería adicionales para reducir los niveles de exposición. Esta consideración fue explícitamente factorizada al nivel de reducción de control de ingeniería proyectado para este grupo de industria. Finalmente, cuando no pudo

distinguirse los controles de ingeniería y niveles de exposición inter-planta, un análisis de proceso de cruce de planta es el enfoque mas neutral para caracterizar las exposiciones de industria y problemas y soluciones de control de tecnología.

En análisis de factibilidad tecnológica y económica la atención generalmente se concentra sobre el proceso mas problemático de las exposiciones. Desde una perspectiva de control de diseño, la presunción es que los procesos de alta exposición será mas difícil y costoso de controlar. La mayoría de los remedios de control de ingeniería para procesos de alta exposición serán simultáneamente más bajos dentro de exposiciones de planta para todas las ocupaciones. La atención justificablemente enfoca sobre la factibilidad de la tecnología existente para controlar los procesos de alta exposición. Al evaluar las estrategias de control en este enfoque, los factores de reducción de exposición fueron aplicados a los grupos de alta y baja exposición basado sobre la evidencia en el expediente que trata la capacidad de controlar las exposiciones en cada tipo de planta.

Al diseñar el enfoque de ocupación/proceso a la selección de SECAL, se hizo esfuerzo para tomar en cuenta las muchas preocupaciones expresadas por los representantes de la industria y otros, que cualquier nivel de control de ingeniería seleccionado debe ser capaz de ser cumplido la mayoría del tiempo. Para alcanzar esto, todos los datos de ocupación/proceso de todas las fuentes disponibles se entraron a una computadora para análisis. Usualmente estos datos eran una mezcla de alcances de exposición por ocupación/proceso, con frecuencia con una media o mediana geométrica identificada. Basado sobre estos datos, se proyecto una distribución de exposiciones mediante el uso de modelado estadístico.

Los datos de ocupación/proceso fueron entonces representados usando un diagrama de "caja y bigote". La "caja" bidimensional refleja el alcance dentro del cual se halla 50% de las lecturas de exposición. La banda vertical dentro de una caja representa el valor mediaño para la distribución entera; el elemento "bigote" muestra la extensión de exposición sobre y bajo el bloque de 50% que captura la mediana.

El uso de esta presentación de datos de exposición facilito la identificación de exposición ocupacional alta y baja por proceso. La Agencia segrego los datos de ocupación/proceso en series de exposiciones altas y bajas para seis industrias para las cuales el SECAL seria requerido. En el texto a continuación, la industria de baterías de níquel cadmio se usa para ilustrar el proceso de verificación usado para probar que ciertos grupos de ocupación/proceso eran estadísticamente diferentes basado sobre datos de exposición.

Seis plantas que producen baterías de níquel-cadmio constituyen una industria. Cada una de las seis plantas produce más de un tipo de baterías (celda sellada, ventilada, aeroespacial, comercial, etc.) que envuelven diferentes procesos. Cada planta puede alcanzar diferentes niveles mas bajos factibles. Para avaluar el nivel más bajo factible, se identifico las ocupaciones de alta y baja

exposición y se analizaron separadamente.

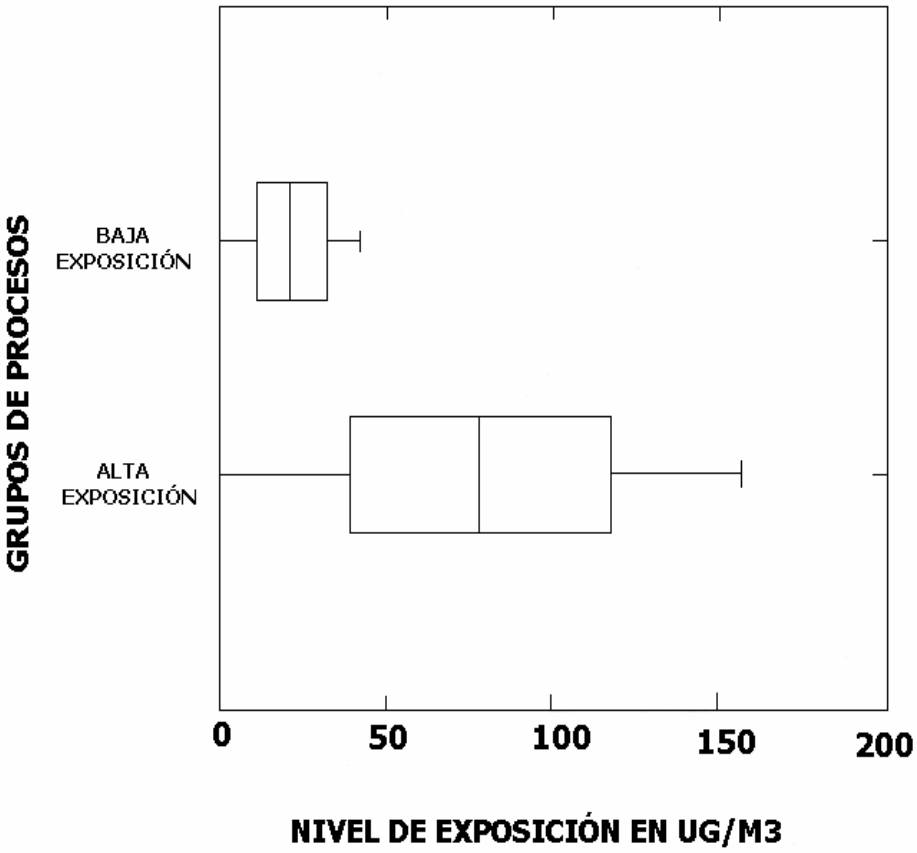
Diez fuentes de datos sobre exposiciones en estas seis plantas estuvieron disponibles. Todas las fuentes de datos se consideraron legítimas y no se expresó preferencias entre ellas. Las diferencias en niveles pueden ser explicadas por diferentes niveles de controles de ingeniería, diferentes puntos en tiempo en la planta, diferentes niveles de producción, diferentes practicas de trabajo, diferentes modificaciones de proceso, o condiciones de alteración.

En la industria de batería de níquel-cadmio, se identifico las siguientes ocupaciones/procesos como que tienen altas exposiciones; operaciones de preparación de galvanizado y operaciones de hacer galvanizado. Todas las otras ocupaciones y procesos para los cuales la Agencia tenía información fueron identificados como que tienen bajas exposiciones. La Figura VIII-B1 muestran los datos segregados.

BILLING CODE 4510-26-M

FIGURA VIII-B1

BATERÍAS NÍQUEL - CADMIO



BILLING CODE 4510-26-C

VIII-B10

En el sector de baterías de níquel-cadmio fueron como sigue:

	Grupo Alto	Grupo bajo
Número de observaciones.	26 (=N_H)	48(=N_l)
Media del valor……	72.9 (=X_H)	14.4 (=X_l)
Desviación estándar……	62.7 (=S_H)	23.5 (=S_l)

Para verificar que los dos grupos dentro de la industria sean distintos, la Agencia probó si los medios de las dos muestra son las mismas.

Formalmente, la hipótesis nula propuesta fue que las medias eran iguales, o equivalentemente, que la diferencia en medias era cero. En términos generales, si la diferencia en medias de las dos muestras es grande comparada a su distribución, la cual esta centrada alrededor de cero, entonces es improbable que las muestras sean obtenidas de la misma población. Bajo la asunción de que la diferencia en medias fue distribuida normalmente (teorema de limite central), la prueba estadística apropiada es:

(media de altas exposiciones - media de bajas exposiciones) - media verdadera - error estándar de la diferencia de medias

La desviación estándar de la diferencia en medias se aproxima de cerca a la raíz cuadrada de la suma de los errores estándar cuadrados de las medias y el error estándar esta dado por:

$S.E._{HL}$ = Raíz cuadrada($S_H^2/N_H + S_L^2/N_L$)

Entonces, la prueba estadística es una variable al azar normal estándar igual a:
$z = [(X_H - X_L) - 0]/S.E._{H.L}$

Para la distribución normal estándar, hay menos de un cinco por ciento de probabilidad de que el valor (absoluto) de que una estadística de prueba exceda a 2.0 si su media verdadera es cero. La probabilidad de que las estadísticas sean 4.6 o mayores (4.6 fue el valor actual para z en la formula antes mencionada) bajo la asunción de que las medias sean iguales es menor de 0.001. Por lo tanto, la hipótesis nula de que las medias de los datos de exposición son iguales es rechazada y la conclusión de que son obtenidas de distintas distribuciones es aceptada.

Como las muestras de exposición no son grandes, también probamos su diferencia con estadísticas t más conservadoras con $(N_H + N_L - 2) = 72$ grados de libertad.

El error de norma esta estimado como:
$S.E._{H.L}^{t}$ = raíz cuadrada $\{[(N_H - 1)S_H^2 + (N^L - 1) S_L^2] X (1/N_L + 1/N_H)/N_H + N_L - 2)\}$

Para los datos de níquel-cadmio la estadística t es 5.8. En este caso, hay menos de cinco porciento de probabilidad de que la estadística t sea mayor de 2.0 si las medias son actualmente iguales. Bajo la asunción de las medias son iguales, la probabilidad de que la estadística t debe ser tan grande como 5.8 es menor de 0.001. Nuevamente rechazamos la hipótesis nula de que las medias son iguales.

Una vez una diferencia estadística entre grupos de alta y baja exposición fuera verificada, los datos fueron analizados separadamente. Al desarrollar gráficas de las exposiciones existentes para cada tipo de ocupación/proceso, medianas y medias fueron usadas para cada tipo de fuente de exposición.

Las distribuciones resultantes para productores de baterías de cadmio-níquel se muestran en la Figura VIII-B2 y VIII-B3, con el grupo alto representado por ocupaciones directamente envueltas en operaciones de hacer galvanizado y preparar galvanizado y el grupo bajo por todas las otras ocupaciones de industria, operaciones de incluyendo impregnación, espiralado, ensamblaje de celda, galvanizado de níquel, sorteo y estibado. (En estas Figuras y las siguientes todos los datos fueron "ajustados" a una línea recta usando metodología cuadrática ordinaria.)

El paso final en identificar los niveles SECAL apropiados para dos grupos fue hecho a través de un proceso de modelado. El patrón de exposición corriente para cada grupo fue reducido basado sobre niveles de eficiencia de controles de ingeniería alternativos de 80, 60, 40 y 20 por ciento. A mas alto el nivel de eficiencia, mas bajo el nivel de exposición proyectado. Las Figuras VIII-B4 y VIII-B5 muestran el efecto de reducción y cambio en la distribución de exposición en la producción de baterías de níquel cadmio.

Finalmente, hubo de hacerse una selección entre los diferentes factores de reducción de eficiencia

basado sobre la evidencia y el testimonio en el expediente y las consideraciones de factibilidad económica. Donde la evidencia en el expediente indicó claramente que la estrategia de control de ingeniería reduciría los niveles de exposición, se selecciono el alcance de factor de reducción que mas se aproximara a los nuevos niveles de exposición proyectados.

FIGURA VIII-B2

BILLING CODE 4510-26-M

BATERÍAS DE CORRIENTE (BAJA EXPOSICIÓN)

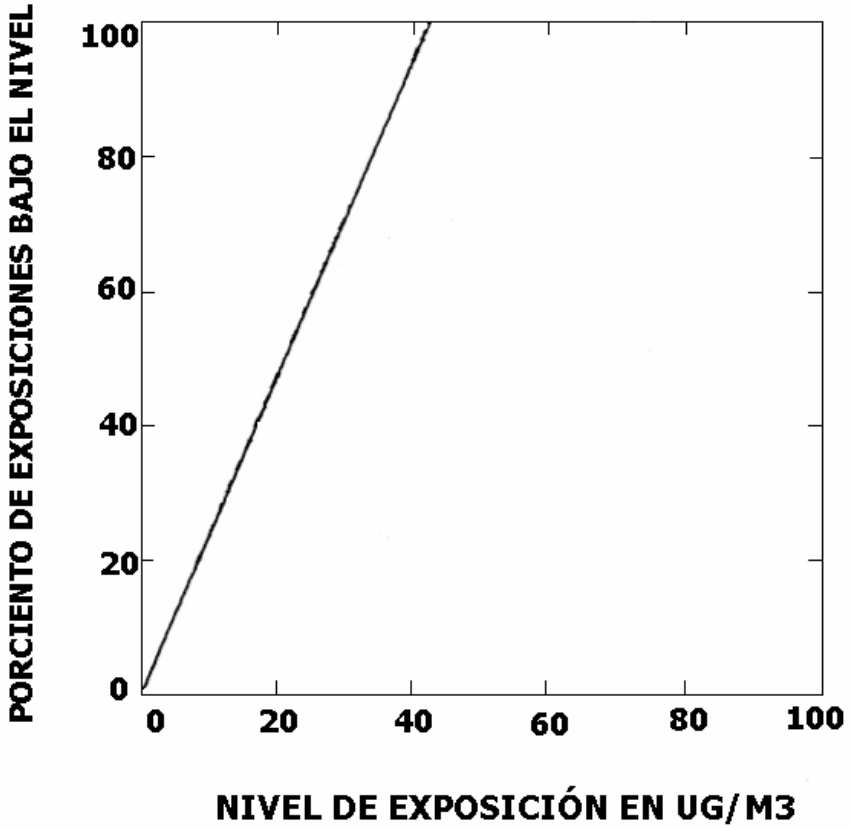


FIGURA VIII-B3

BATERÍAS DE CORRIENTE (ALTA EXPOSICIÓN)

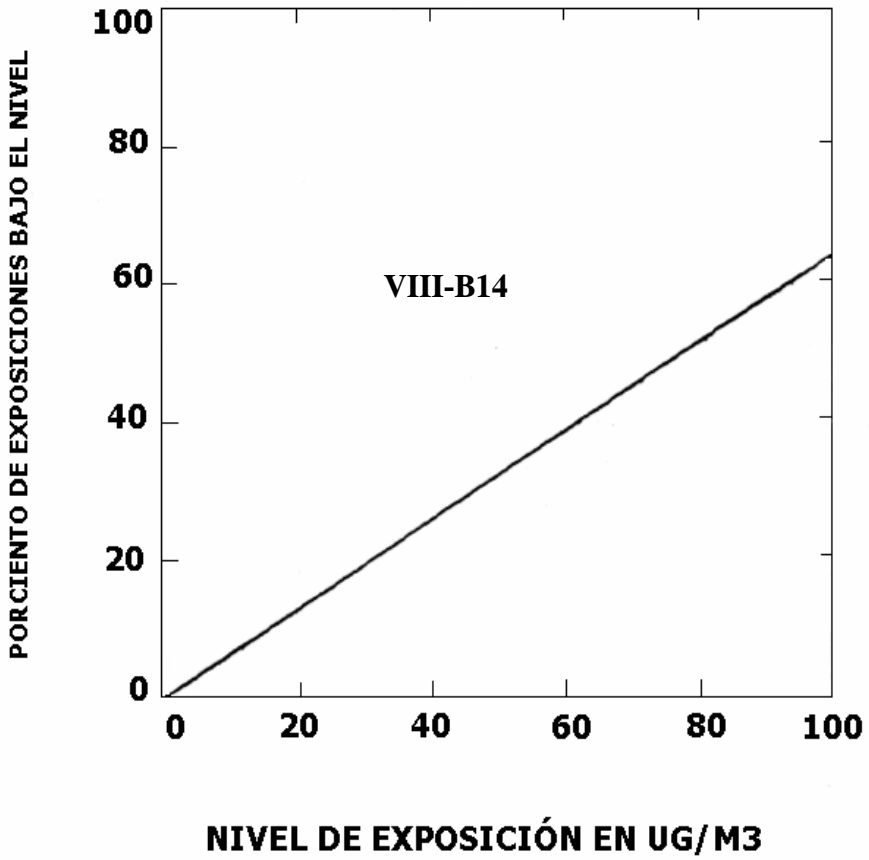
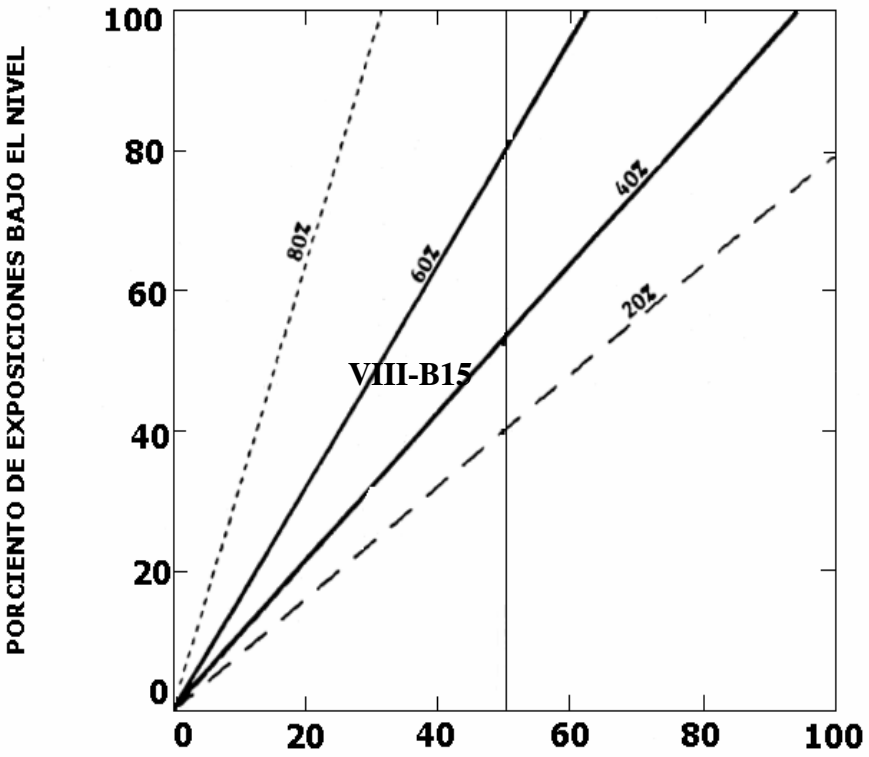


FIGURA -B4

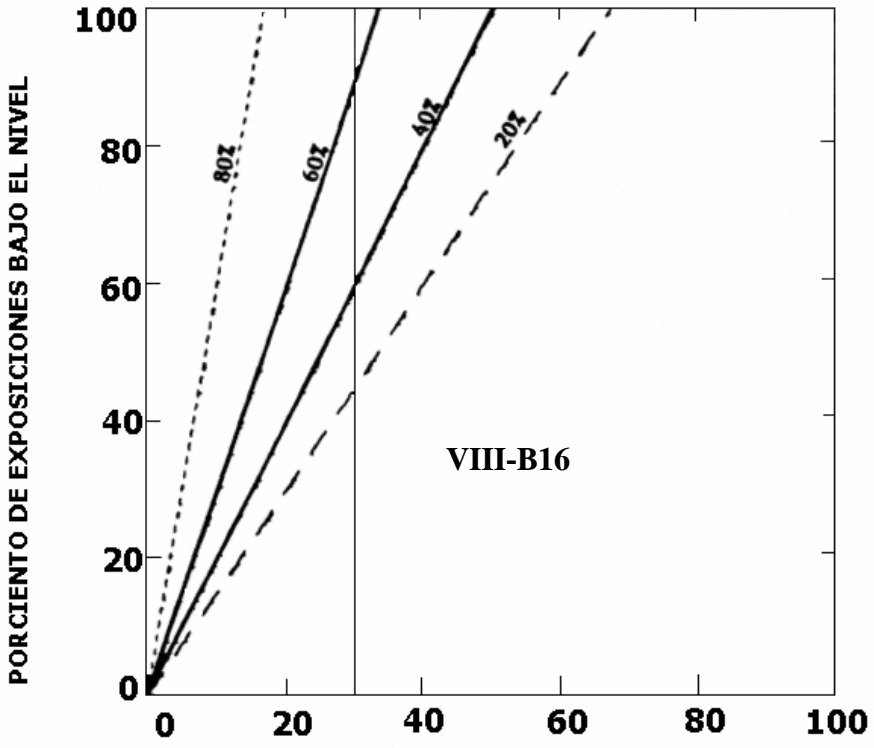
BATERÍAS CONTROLADAS 80%-20% (EXPOSICIÓN ALTA)



NIVELES DE EXPOSICIÓN EN UG/M3

FIGURA VIII-B5

BATERÍAS CONTROLADAS 80%-20% (EXPOSICIÓN BAJA)



NIVELES DE EXPOSICIÓN EN UG/M3

BILLING CODE 4510-26-C

VIII-B17

La única base para revisar esta selección fue si la estrategia de control fuera tan costosa como para la hacer la opción económicamente infractible para una industria dada. El hacer la determinación de factibilidad económica se baso sobre las razones de costo y ganancia de industria. A más alta la razón, más importante se volvió. Si los costos representaron 20 porciento o más de las ganancias, el cambio a una estrategia de control de ingeniería y factor de reducción mas bajo (60 porciento en vez de 80, por ejemplo), fue considerado. Para productores de baterías se hizo esta reducción. El costo reglamentario a la razón de ganancia excedió a 20 por ciento y se uso el alcance de 40-60 % de nivel de reducción menos costoso.

Siguiente a la selección del alcance de factor de reducción, el SECAL apropiado para un grupo de exposición fue hecho al nivel alcanzable para la mayoría (60-80%) de las observaciones de exposición. Para trabajadores expuestos a cadmio en la producción de baterías se identifico un SECAL de 50 g/m para procesos de preparación de galvanizado y galvanizado; para todas las otras ocupaciones y procesos se identifico un SECAL de 15 $\mu g/m^3$.

La metodología esbozada anteriormente fue aplicada a cada industria donde pareció útil el análisis

para determinar la factibilidad de alcanzar un PEL de 5 $\mu g/m^3$ con controles de ingeniería. El análisis de sector por sector hallo exposiciones bifurcadas por tipo de proceso a través de todas las industrias y verifico la adecuacidad de los diferentes SECAL para las industrias afectadas. La Tabla VIII-B1 muestra los niveles SECAL en industrias de alta exposición y la Tabla VIII-B2 provee una distribución de empleados por nivel de SECAL o PEL en cada sector de la industria con alta exposición.

Estimados de costos de unidad y factibilidad económica

Costos de unidad. OSHA desarrollo costos de unidad basado sobre los controles de ingeniería que serían requeridos para cada operación para reducir los niveles de cadmio de exposición ambiental. Algunos estimados de costo sometidos al expediente incluyeron controles o medidas de efectividad cuestionable y muy alto costo. Según discutido en mayor detalle para industrias especificas, los datos y evidencia en el expediente proveyeron estimados consistentes del costo aproximado de controles adicionales una vez se tome en cuenta las diferencias en asunciones subyacentes.

Los sistemas de ventilación de educción local son el método de control de ingeniería predominante para reducir las exposiciones ocupacionales a cadmio, y pueden ser adaptadas a las fuentes de exposición en muchas diferentes industrias. JACA (3) proveyó estimados de los costos de los sistemas de ventilación de educción local que alcanzaron desde $51,000 a $110,000 (en dólares actuales). Estos estimados reflejan los costos totales, incluyendo costos por una o mas capuchas, trabajo de ductos, una casa de polvos, un cañon de chimenea e instalación. Los costos de mantenimiento y operación fueron estimados en 10% del costo de capital. OSHA concluyó que los costos promedio por unidad de un sistema de ventilación de educción local seria $80.000 en costos capitales y $8,000 en costos anuales.

Otra evidencia sometida al expediente en relación a los costos de unidad de sistema de ventilación fue generalmente consistente con los estimados JACA.

TABLA VIII-B1.- SECALs para procesos en industrias seleccionadas

Sector Industrial	Plantas	Número de trabajadores	Procesos	SECAL or PEL (g/ m^3)
Batería níquel cadmio……	6	375	Fabricación de lámina, preparación lámina……	50
		1,125	Todos los procesos……	15
Refinado zinc/cadmio……	5	202	Refinado de cadmio, vaciado, fundido, producción de óxido, planta	50
		1,148	sinter……	5
Manufactura de pigmento……	4	60	Todos los procesos……	

			Calcinado, comprimido, montura,	50
		40	operación de mezclado……	15
Estabilizadores……	5	50	Todos los procesos……	
			Cargado de óxido de cadmio,	
			comprimido, secado, operaciones de	50
		150	mezclado……	5
Fundición de plomo……	4	60	Todos los procesos……	
			Planta sinter, alto horno, cuarto de	50
		340	polvo, área del patio……	5
Galvanizado……	400	120	Todos los procesos……	15
		1,080	Galvanización mecánica……	5
			Todos los procesos……	

TABLA VIII-B2 Distribución de empleados expuestos en industrias de alta exposición

SECAL/PEL (g/m^3)	Baterías		Zinc/Cadmio		Pigmentos		Estabilizadores		Plomo		Galvanizado		Totales
	Alto	Bajo	Alto	Bajo	Alto	Bajo	Alto	Bajo	Alto	Bajo	Alto	Bajo	
PEL:													
5 g/m^3……	……	……	……	1148	……	……	……	150	……	340	……	1060	2718
SECAL:	.		.		.								
50 g/m^3……		……		……		……	50	……	60	……	120	……	747
15 g/m^3……	375	1125	202	……	60	40	……	……	……	……	……	……	1285
	……		……	..	……				.	..			2032
	.		.		.								
Total……		……				……	……	……			……	……	4750
		.		……		.		.	……	……			
	……		……	.	……				.	.			
	.		.		.								

De la información adicional sometida, PACE (4) proveyó la descripción mas comprehensiva de controles y costos de unidades. Por ejemplo, la instalación de un sistema de ventilación de educción local con una capucha, ductos y un depurador Venturi se estimó que cuesta $57,000 en una operación de refinado de cadmio. En otra operación de refinado de cadmio se estimó que una capucha de recolección y un sistema de educción con ductos declivados, afluentes se estimó que cuesta $24,000. PACE también identificó las adiciones o mejoras en la ventilación para al menos cinco operaciones en la producción de estabilizadores de cadmio con un costo total de menos de

$150,000. En conclusión, OSHA confía en que una unidad cuyo costo sea $80,000 provee una buena representación del costo de la implantación de un sistema de ventilación de educción local.

En adición a los sistemas de ventilación de educción local, PACE recomendó el uso de otros controles de ingeniería para operaciones en varias industrias. OSHA esta de acuerdo en que muchos de estos controles pueden proveer reducciones significativas en exposiciones e incluyó costos para estos controles en el análisis final. Por ejemplo, en varias industrias PACE recomendó el uso de otros controles de ingeniería para operaciones en varias industrias. Por ejemplo, en

varias industrias PACE recomendó el uso de islas de aire limpio y estimo el costo en $3 por cfm (pie cubico por minuto). Los sistemas recomendados alcanzaron de 2,000 a 9,000 cfm y cubren áreas desde cuatro pies por cinco a seis por 15 pies. OSHA concluyó que el costo de unidad promedio para este tipo de control seria alrededor de $18,000.

Otros tipos de controles a que hace referencia PACE y otros comentaristas envuelven una variedad de modificaciones relativamente baratas pero con frecuencia eran aplicables a operaciones o circunstancias específicas. Donde la evidencia sugirió que tales opciones de control pudieran implantarse efectivamente, los costos para tales controles fueron incluídos en el análisis final. Ya que OSHA no puede determinar realistamente toda posibilidad de control en cada operación en toda planta, se estimó un costo de unidad de $9,000 para tales controles basado sobre los datos de costos sometidos. Los costos totales por planta para tales controles fueron aproximado estimando el número apropiado de unidades de estos controles aplicables en cada tipo de establecimiento afectado.

Por ejemplo, los estimados sometidos por PACE incluyeron: recintado complejo de prensa de briqueta, $5,000 campana de caja de guantes con asistencia mecánica, $5,000; correa transporladora automática para veter, $11,000, rejilla para el flujo hacia abajo de frente al horno, $3,000; caja de guantes con compuerta, $5,000; llenador de barril cerrado, $1,700; mesa de retroalimentaje recintado con una campana de corriente de 10'x3', $1,600; válvula *GEMCO*, bota flexible y flanja, $2,600, modificar el recintado de vaciadero para dos tanques, $3,000; recintados de mezclado, $4,000 y protección especial de equipo eléctrico, $15,000.

Los costos de unidad para orden y limpieza consistió de costos capitales para sistemas de limpieza de aspiradora industrial y costos laborales por usar el sistema regularmente. JACA asumió que un limpiador de aspiradora industrial con filtros HEPA pudiera comprarse por $1,500. PACE estimó el costo de una aspiradora portátil grande con filtros HEPA en $10,000, y los costos estimados para un sistema de aspiradora central con tuberías para 20,000 pies cuadrados de área de piso/plataforma fue $31,200. OSHA cree que los costos para establecer un programa de orden y limpieza adecuado puede ser aproximado usando un costo promedio de unidad de $15,000 por sistema; más aún, el análisis reconoce que mas de un sistema tal puede ser necesario en algunas plantas. En adicción a los costos de energía y mantenimiento, OSHA estimó que la utilización suficiente de un sistema tal puede requerir costos laborales anuales de $7,000 (representando alrededor de 500 horas por año).

Los costos de unidad para otros requisitos de la norma de cadmio estuvieron basados sobre la información provista en el expediente. El costo anual de proteger a un empleado con un respirador de filtro HEPA, incluyendo una prueba de ajuste, fue alrededor de $300, de acuerdo a testimonio de un representante de la industria basado sobre experiencia con programas de respiradores [5]. El costo de laboratorio de analizar los resultados de monitoreo de exposición es un estimado de $40 por muestra, y el costo de tomar las muestras, promediar cerca de $200 por muestra, de acuerdo a

estimados provistos por una firma de higiene industrial [3]. Los costos para facilidades de higiene, adiestramiento, y archivo de expedientes fueron evaluados para cada industria basado sobre estimados de cumplimiento actuales y la extensión de los esfuerzos adicionales necesarios. El costo de unidad para proveer una ducha diaria durante el turno de trabajo para empleados expuestos sobre el PEL se estimo en $900 anualmente, basado sobre 15 minutos por día por 240 días por $15 la hora.

Los costos de cumplimiento con las disposiciones de vigilancia médica fueron calculados basado sobre estimados de costo de unidad para elementos específicos. Los análisis de muestras de orina y sangre para cadmio se estimo que cuesta $60 por muestra, basado sobre estimados de una clínica médica industrial [3]. De acuerdo con un grupo de investigación de salud pública, el costo de unidad para el análisis de una muestra de orina para 2-microglobulina fue $80 por muestra [6]. El costo de un examen físico anual incluyendo el salario al empleado, se estimo ser $250. Esta cifra estuvo basada sobre investigación conducida por JACA (ajustado a dólares actuales), y es consistente con costos de unidad para exámenes médicos comparables usados en otros análisis de OSHA, reflejando precios actuales por servicios clínicos industriales. Los estimados de costos provistos por la industria reflejaron costos de unidad para exámenes entre $300 y $400, pero estos estimados pueden incluir costos de monitoreo biológico y pueden no reflejar el costo mínimo necesario para cumplimiento con la norma.

El costo de unidad asociado con la remoción médica de un empleado fue calculado asumiendo que en promedio el patrono incurriría en costos de reclutamiento y adiestramiento de $500 por empleado removido. En adición, el salario del trabajo a que el empleado sea transferido se asumió que promedie $2 la hora (generalmente más de 10 por ciento) menos de el salario que el antiguo trabajo, y los empleados removidos generalmente tienen posiciones a tiempo completo (2,000 horas por año). Como resultado, la remoción médica de un empleado por 18 meses costaría alrededor de $6,000 por el diferencial de salario más $500 por costos de reclutamiento y adiestramiento; la remoción de un empleado por 9 meses costaría un total de alrededor de $3,500 (costos por pruebas médicas adicionales son evaluadas separadamente). OSHA concluye que el costo promedio por unidad por remoción médica seria alrededor de $5,000 (asumiendo que la mitad de los trabajadores médicamente removidos regresaran al trabajo después de nueve meses y la mitad recibirá beneficios por 18 meses).

Factibilidad económica. Una vez los costos de unidad fueron asignados a controles de ingeniería, cambios de practicas de trabajo, nuevos requisitos administrativos, y equipo de protección personal, se calculó los costos industriales de cumplir con la regla. Los costos totales incrementales para cumplir con la regla fue separadamente calculado. Para cada segmento afectado de la industria. Las diferencias de industria en impactos de costo reflejaron prácticas de línea de base y niveles de exposición de trabajador actuales, y el número de establecimientos en un sector en particular que use cadmio.

Los estimados de costos de industria (la cantidad de capital necesaria para cumplir con la regla), fueron comparados a rentas y márgenes de ganancia para años recientes para determinar el impacto económico y la factibilidad de la regulación. Ningún sector industrial analizado tenía una razón de ganancia en exceso de 0.5. Para aquellos sectores donde los costos representaron entre 20-50% de ganancia, este hecho fue considerado al seleccionar las estrategias de control de ingeniería para reducir los niveles de exposición a cadmio existente.

NOTAS

1. USWA v. Marshall, 647 F.2d.
2. OSHA Instruction CPL 2.45B CH-1, Office of General Industry Compliance Assistance, December 31, 1990.
3. Exhibit 13, "Economic Impact analysis of the Proposed Revision to the Cadmium Standard", Final Report, JACA Corporation, March 15, 1988.
4. Exhibit 19-43, Attachment L, "Feasibility and Cost Study of Engineering Controls for Cadmium Exposure Standards", PACE Incorporated, April 30, 1990.
5. Exhibit 19-30, "Comments on OSHA Proposed Cadmium Regulation", Big River Zinc Corporation, May 10, 1990.
6. Exhibit 123, "Comments of Public Citizen Health Research Group and the International Chemical Workers Union on OSHA's Proposed Standard Governing Occupational Exposure to Cadmium", Public Citizen, October 17, 1990.

C. *Análisis de exposición, costos, y factibilidad por industria*

Producción de baterías de níquel-cadmio

Revisión de industria. La industria de baterías de cadmio en los EEUU consiste en seis manufactureros principales que operan seis facilidades en diferentes estados a través del país. El establecimiento mayor esta localizado en Florida y emplea sobre 1,700 empleados. La facilidad menor tiene 16 empleados y esta localizado en Wisconsin. Las facilidades restantes tienen entre 150 y 450 empleados. [1, Slide 2]. El empleo total para la industria es casi 3,000 de los cuales alrededor de la mitad (1,500) están envueltos en la producción y mantenimiento y están potencialmente expuestos a cadmio. [1, Slide 3].

Hay muchos tipos diferentes de baterías de níquel-cadmio producidas y los diseños con frecuencia están adaptados para aplicaciones industriales, aeroespaciales, militares, domésticas, comerciales o especialidades. La *National Electrical Manufacturers Association* (NEMA) clasificó la producción de baterías en los EEUU en dos categorías: industrial-militar -aeroespacial y doméstica-comercial-especialidad. NEMA estimó que aproximadamente dos tercios de los empleados expuestos a cadmio en la industria de las baterías estuvieron envueltos en la producción de baterías domésticas, comerciales y de especialidad. [1, Slide 3].

Procesos de producción. La producción de baterías de níquel-cadmio puede resumirse en cuatro pasos básicos. Cada paso puede envolver varias operaciones que pueden variar dependiendo del tipo de batería y escala de producción, pero estos pasos incluyen los procesos de manufactura utilizados para la producción de baterías o la facilidad particular. NEMA prefirió caracterizar el proceso de manufactura con una descripción genérica de estos cuatro pasos; las descripciones detalladas fueron denegadas "debido a la naturaleza de alta confidencialidad y propietaria." [2, p.3]

El paso 1 se llama galvanizado en la producción de baterías de níquel-cadmio grandes, industriales, aeroespaciales y militares; este paso también se llama manufactura de galvanizado sinterizado en la producción de pequeñas baterías domésticas y comerciales de níquel-cadmio. En ambos casos el proceso comienza con el mismo material, acero perforado galvanizado en níquel, y produce un galvanizado de níquel poroso. [2, p.3].

Se presiona una pasta de metal de níquel finamente dividida en la rejilla abierta del acero laminado galvanizado en níquel. Esto es seguido por el sinterizado o secado en horno. El galvanizado seco entonces puede enrollarse en espiral, o cortarse, pesarse y acunarse para especificaciones particulares antes de la impregnación.

El paso 2 envuelve impregnación. Las laminas de níquel poroso son sumergidas en una solución de nitrato de cadmio, enjuagadas, secadas y luego sumergidas en hidróxido de sodio. Después de re-enjuagarse, las laminas son secadas e inspeccionadas. Las láminas de espiral continuo son sumergidas como carretes en grandes parrillas circulares y luego son desenrrolladas.

A veces se usa un proceso alterno para este paso. Se prepara una pasta de óxido de cadmio con rellenos y adhesivos y luego se presiona continuamente en una lámina perforada en movimiento que subsiguientemente es secada.

El paso 3 es la preparación de láminas y envuelve cortado, inspección y sorteo de las láminas. Este paso asegura que las laminas sean de tamaño y calidad apropiados. En adición, las láminas son apiladas y preparadas para ensamblaje.

El paso 4 es el ensamblaje de la batería o celda. Para grandes baterías industriales, las láminas alternadas que contienen hidróxido de cadmio e hidróxido de níquel son soldadas a terminales y colocadas en la caja de la batería. La caja se llena entonces con una solución electrolítica y se sella.

El ensamblaje de las pequeñas batería domésticas envuelve enrollar los electrodos en un cilindro apretado junto con un material de separación inerte. El rollo entonces se ajusta a una lata de metal galvanizado con níquel que se sella después de que se le añade el electrólito. La mayoría de1 éstos pasos son llevados a cabo por máquinas automáticas. [2, p.4].

Exposiciones de empleados. El análisis preliminar producido por OSHA para la regla propuesta se basó sobre un perfil de exposición desarrollado por *JACA Corporation*. [3, Tabla 3-8]. JACA se basó sobre dos fuentes principales de datos para monitoreo de exposición de productores de baterías de níquel-cadmio. La primera fuente fueron los resultados de siete años de muestreo de la base de datos del Sistema de Información Gerencial Integrado (IMIS) de OSHA hasta agosto de 1986. La segunda fuente fue una Evaluación de Riesgo a la Salud (HHE) realizado por NIOSH en una planta de baterías en 1983. JACA también visitó una planta manufacturera de baterías para asistir en la interpretación y categorización de los datos. El perfil de exposición de JACA está presentado en la Tabla VIII-C1. Las exposiciones media geométrica en seis de siete categorías de trabajo, representando sobre 75% de los empleados expuestos, se estima que sean menos de 17 $\mu g/m^3$.

PACE Incorporated desarrolló un perfil de exposición para producción de baterías de níquel-cadmio a petición del Consejo del Cadmio. [4, Tabla A4-1]. Esta información esta resumida en la Tabla VIII-C2. Los estimados de PACE fueron calculados de datos suministrados de una planta. En nueve de 18 categorías de trabajo listadas, las exposiciones medias son menos de 22 $\mu g/m^3$, en cuatro de siete áreas de proceso listadas, las exposiciones medias son generalmente menores de 25 $\mu g/m^3$. PACE no indico que proporción de la fuerza laboral estuvo representada por las categorías de trabajo o áreas de proceso.

Otro perfil de exposición fue desarrollado por *Multinational Business Services, Inc.* (MBS) como parte de su informe para NEMA. [5, Exhibit 1]. Su perfil de exposición, presentado como una distribución de frecuencia, estuvo basado sobre "datos representativos de industria correlacionados por MBS" y se muestra en la Tabla VIII-C3. MBS concluyo que 48% de todas las exposiciones de trabajadores estaban en o sobre 20 $\mu g/m^3$. Basado sobre información adicional provista pro NEMA [2, Tabla II], para tres áreas de proceso que representan 80% de las exposiciones de la fuerza laboral expuesta estuvieron en o bajo 20 $\mu g/m^3$ para 60% de las exposiciones de empleados.

NEMA suplió datos de exposición ocupacional sobre su submisión original por paso de proceso para diferentes tipos de baterías. Los resultados fueron recopilados por NEMA de datos suplidos por seis manufactureros de baterías [2, Tabla III] y están reimpresas en la Tabla VIII-C4.

TABLA VIII-C1 Perfil de exposiciones ocupacionales a cadmio en la industria de baterías de níquel-cadmio basado sobre la Corporación JACA

Categoría de trabajo	Concentración en g/m^3		
	Media geométrica	Mediana	Alcance
Manejador de materiales……	0.18	0.05	0.05-14.00
Operador de impregnación……	16.52	20.00	10.00-22.00
Operador de revestimiento……	14.19	14.00	12.00-17.00
Operador de preparación de lámina……	90.07	63.00	26.00-284.00
Ensamblador……	7.96	9.50	3.00-12.00
Supervisor……	1.11	1.05	0.05-7.00
Mantenimiento……	3.47	3.00	0.05-1,560.0

Fuente: JACA Corporation, Exhibit 13, Table 3-8.

TABLA VIII-C2 Perfil de exposiciones ocupacionales a cadmio en la industria de baterías de níquel-cadmio basado sobre PACE Incorporated

Categoría de trabajo	Media geométrica de exposiciones (g/m^3)
Operador área impregnación:	
1……	4.3
2……	1.8
3……	10.0
4……	14.0
5……	130.0
6……	28.0
Preparación de lámina……	15.0
Operador área ensamblaje:	
1……	72.0
2……	46.0
Operador autocierre celda:	
1……	12.0
2……	21.0
3……	13.0
Probador eléctrico……	3.0
Manufactura placa negativa……	252.0
Operador de preparación lámina negativa:	75.0
1……	78.0
2……	32.0
3……	63.0
4……	

Fuente: PACE Incorporated, Exhibit 19-43, attachement L, Table A4-1

TABLA VIII-C3 Perfil de exposiciones ocupacionales a cadmio en la industria de baterías de níquel-cadmio basado sobre MBS Incorporated

Proceso	Distribución de exposición (g/m^3)					
	0-5	6-20	21-50	51-100	101-150	Over 150
Fabricación de placa……	0.9	0.9	9.8	26.8	25.0	36.6
Impregnación……	37.3	40.7	18.6	2.6	0.8	0.0
Preparación lámina……	2.9	60.9	30.4	5.8	0.0	0.0
Ensamblaje de celda……	16.5	30.8	24.4	20.8	4.9	0.8

Fuente: Multinational Business Services, Inc. Exhibit 19-37 B, Exhibit 1.

Desafortunadamente, NEMA no sometió los resultados de monitoreo individuales, no proveyó niveles de exposición media, y no dio indicación alguna de la distribución de las exposiciones. Sin embargo, los datos si indican que el tipo de baterías producido no afecta significativamente los alcances de exposiciones en la mayoría de los pasos de proceso.

Como parte de sus comentarios post-vista NEMA suministro datos de exposición mas detallados de cinco facilidades. [6, apéndices 1-5 y 7, p.2]. Las facilidades fueron identificadas como las compañías A a E y los datos están resumidos en las Tablas VIII-C5 a VIII-C9, respectivamente. En la compañía A, los niveles de exposición promedio para las áreas de no manufactura, laboratorio, para aire ambiental en los edificios de producción, y para tres de cuatro procesos de producción estuvieron bajo 15 μg/m^3. La Compañía B sometió solo una serie de alcances de exposición. Algunos alcances incluyeron exposiciones de 1 μg/m^3 a sobre 1,000 μg/m^3 [3], al menos un alcance incluyo exposiciones de entre 1 μg/m^3 y 20 μg/m^3. La Compañía C sometió datos de exposición para áreas de no manufactura (todos menos de 3 μg/m^3) y para el proceso de galvanizado. Tres de cuatro operaciones en el proceso de galvanizado tenían exposiciones medias de menos de 25 μg/m^3. Los datos sometidos por la Compañía D muestran que ocho de 10 categorías de trabajo en la producción tenían exposiciones de 13 μg/m^3 o menos. La Compañía E sometió datos para seis categorías de trabajo de producción, y cuatro de estos tenían exposiciones de 13 μg/m^3 o menos.

TABLA VIII-C4. Perfil de exposiciones ocupacionales a cadmio en la industria de baterías de níquel-cadmio por tipo de batería producida basado sobre NEMA

Pasos de proceso	Alcance de concentraciones de cadmio (g/m^3)	
	Baterías industrial aeroespacial-militar	Baterías domésticas comercial
Fabricación de placa……	4-180	5-190
Impregnación……	5-180	5-180
	2-204	12-190
Preparación de lámina……	……	8-40
Ensamblaje de celda……		

Fuente: NEMA, Exhibit 19-37, Table III.

TABLA VIII-C5 Datos sobre exposición a cadmio para producción de baterías de níquel cadmio en la Compañía A

Proceso	Nivel de exposición promedio (g/m^3)	
	([1])	([2])
Fabricación de lámina:		
Prensar……	9.0	……
Secado……	2.0	……
Impregnación……	5.3	5.3
Preparación de lámina:		
Soldadura……	51.6	……
Corte……	57.0	……
Frote mojado……	8.1	……
Frote secado……	……	3.5
Ensamblaje:		
Apilamiento……	14.4	……
Prueba……	2.0	……
16 de abril de 1990, área general……	……	31.8
16 de abril de 1990, excepto área general……	……	9.3
No manufacturero:		
Gerentes……	4.3	3.7
Laboratorio……	1.0	……
Aire ambiental:		
Edificio 1……	2.9	……
Edificio 3……	12.9	……

[1]Fuente: NEMA, Exhibit 96.

[2]Fuente: NEMA, Exhibit 124.

TABLA VIII-C6 Datos sobre exposición a cadmio para producción de baterías de níquel cadmio en la Compañía B

Proceso	Alcance de niveles de exposición(g/m^3)
Fabricación de lámina-- Aplicación de pasta:	
Junio, 1990……	10-395
Abril, 1990……	1-57
Marzo, 1990……	1-282
Febrero, 1990……	23-109
Enero, 1990……	15-187
1987-1989……	1-1144
Siete días escogidos para muestreo……	1-19
Preparación de pasta:	
1987-1990……	1-1189
Impregnación, 1989-1990:	
Galvanización……	1-5
Limpieza de lámina……	1-20
Torcer en espiral……	1-2
Destorcido……	1-74
Reparación de lámina, 1990:	
Pestañado……	7-96
	1-17
Corte……	1-16
Inspección……	
Ensamblaje de celda, 1990:	1-27
Ensamblaje, 9 de 10 días de muestreo……	1-36
"Widding", 9 de 11 días de muestreo……	5-13
Componentes, Formación &Prueba……	1-2
Manejo de desperdicios, 1989-1990……	3-35
Mantenimiento, 1989-1990……	

Fuente: NEMA, Exhibit 96.

TABLA VIII-C7 Datos sobre exposición a cadmio para producción de baterías de níquel cadmio en la Compañía C

Proceso	Niveles de exposición (g/m^3)	

	Alcance	Media geométrica
No manufactura:		
Cantimplora……	0.6-2.3	1.2
Laboratorio QC……	……	0.6
Costa este……	……	0.5
Fabricación de lámina	..	
Fabricación de perdigón……		97.5
Descomposición……	20-671	23.1
Producción de CD-Ni……	8-83	24.1
Empaque de pólvora ……	20-29	10.0
	…… .	

Fuente: NEMA, Exhibit 96.

TABLA VIII-C8 Datos sobre exposición a cadmio para producción de baterías de níquel cadmio en la Compañía D

Proceso	Resultados de muestra (T^1 g/m^3)	
	1988	1989
Fabricación de lámina……	0.0	0.0
Impregnación:		
Operador 1 & S……	5.0	13.0
Pulidor de placa……	……	124.0
Rodillo de placa……	.	11.0
Cubo de limpieza……	30.0	31.0
Preparación de placa:	……	
Corte……	.	6.0
Soldadura de pestaña……		13.0
Sorteo & reparación……	6.0	6.0
Estibador de ensamblaje de celda……	4.0	6.0
Operador de salvamento……	9.0	2.0
Manejador de materiales almacén/almacenado……	10.0	0.0
No manufacturero……	……	0.0
	…… ..	
	…… .	

Fuente: NEMA, Exhibit 96.

TABLA VIII-C9 Datos sobre exposición a cadmio para producción de baterías de níquel cadmio en la Compañía E

Título de trabajo	Resultado de muestra

	(T[1] g/m[3])
Operador de disco……	74
Operador PEP ……	52
Operador de recuperación de electrodos……	6
Operador de sub línea C……	10
Operador de línea AA……	1
Inspector de paquete……	13

Fuente: NEMA, Exhibit 96.

TABLA VIII-C10 Datos sobre exposición a cadmio para producción de baterías de níquel cadmio de la investigación NIOSH 88-199.

Proceso	Concentraciones de cadmio (g/m[3])		
	Media	Mediano	Alcance
Fabricación de lámina:			
Galvanizado de níquel……	6	1	1-31
Mezcla de níquel……	3	1	1-14
Sinterizado……	6	3	1-41
Clasificación……	8	6	1-19
Torcer en espiral……	5	6	3-9
Impregnación……	9	7	1-42
Destorcido……	68	58	10-144
Limpieza……	31	15	1-30
Mantenimiento……	15	13	1-53
Placa prensada:			
Preparación de placa……	367	185	18-1914
Soldadura de pestaña……	35	35	31-44
Máquina de pasta……	113	86	18-716
Unión de bordes……	74	72	19-180
Ranurado……	31	25	13-47
Disposición……	111	114	93-124
Mantenimiento……	61	39	2-373
Manejo de materiales……	48	41	8-113
Pasta de inmersión……	195	195	……

Fuente: JACA Corporation, Exhibit 13, Table 3-8

TABLA VIII-C10.-Datos sobre exposición a cadmio para producción de baterías de níquel cadmio de la investigación NIOSH 88-199 - Continuación

Proceso	Concentraciones de cadmio (g/m^3)		
	Media	Mediana	Alcance
Guías	66	56	16-123
Conductor	67	53	14-196
Recuperación /reclamación	95	89	33-198
Preparación de placa:			
Ranurado y blanqueado	20	13	1-129
Sorteado y apilado	21	12	6-98
Manejo de materiales	14	9	7-27
Recuperación/reclamación	16	8	4-43
Ensamblaje y celda:			
Embobinado	21	12	4-70
Cerrado	5	2	1-21

Fuente: NIOSH, Exhibit 126, Attachment 3.

La Tabla VIII-C10 presenta datos sometidos por NIOSH de un análisis de exposiciones en una planta de baterías de níquel-cadmio evaluada en 1988. [8, Anejo 3, Tablas 1-4]. Estos datos estuvieron basados sobre 1,000 muestreos de monitoreo tomados en la planta en ese año. NIOSH confrontó dificultad en compilar los resultados de las pruebas de la compañía "debido a la falta de consistencia de terminología de estación de trabajo". En tres de los cuatros procesos de producción, la media de exposición para la mayoría de la categoría de los trabajos era menos de 25 μg/m^3.

Controles existentes y factibles adicionales. Los fabricantes de baterías cadmio-níquel han hecho un esfuerzo por controlar la exposición ocupacional a cadmio. La extracción de ventilación local, automatización, encerramiento y prácticas de orden y limpieza actualmente están siendo usada variando gradualmente. El uso de respiradores por trabajadores en áreas de alto riesgo es la práctica estándar. La reducción de los niveles de exposición ulteriores es posible mediante el incremento de los métodos de control corrientes y mediante la implantación de controles adicionales.

La descripción de control de base incluyendo campanas de ventilación de extracción local para tes o cinco categorías de trabajo de producción (excluyendo supervisores y empleados de mantenimiento) de JACA Corporations. Adicional o perfecionar los sistemas de ventilación donde se recomiendo para el manejador de materiales, el operador de impregnación, operador de revestimiento, y operador preparación de lámina. JACA estimó que el aumento en ventilación reduciría los niveles de exposición por cerca del 85 por ciento en cada una de las categorías de trabajo (3, Tabla 4-3).

JACA también recomendó otros controles para limitar las concentraciones aerosuspendidas de

cadmio. Estas incluían aumentar el orden y limpieza, tal como aspiración: prácticas adicionales de higiene, tal como duchas y uso de ropa separada, e incremento en información y programas de adiestramiento para fomentar prácticas de trabajo que minimicen los niveles de exposición.

PACE delineó recomendaciones adicionales de control para cada paso de proceso en su informe.

Controles adicionales durante la impregnación incluyen cambios en métodos de manejo de materiales, mejoras y aumento en la ventilación de educción local, aislación del proceso, y frecuencia aumentada en el lavado del equipo y área. En las operaciones de preparación de galvanizados sinterizados, los controles de ingeniería factibles incluirían la "aplicación de ventilación de educción local en localizaciones que no son fuentes significativas bajo la norma actual, ventilación mejorada de las fuentes actualmente significativas, recintado parcial de algunas fases de operación, * * * y utilización significativamente aumentada de un sistema de limpieza al vacío central expandido." [4, página 4-9].

Para operaciones que envuelven mezclado de pasta y preparación de galvanizado para láminas prensadas, PACE asumió que cada uno tendría que estar relocalizado en un nuevo edificio, especialmente construido con un diseño tecnológicamente avanzado. La mezcla de pasta envuelve grandes cantidades de polvo que contiene cadmio, y PACE concedió que aún en el nuevo edificio, "las exposiciones estarán cercanas al PEL actual." [4, página 4-10]. PACE también listo métodos de manejo de materiales, aislamiento, y frecuencia significativamente aumentada de procedimientos de limpieza como métodos de control factibles adicionales para estas operaciones.

Durante el ensamblaje de la celda, los controles adicionales recomendados por PACE incluyeron recintados mejorados de equipo de proceso, ventilación de educción aumentada, ventilación de educción local provista en sitios de manejo de materiales, y orden y limpieza aumentados por medio de sistemas de limpieza al vacío central. Durante el cierre de celdas, las medidas de control incluirían educción local en puntos de generación específicos, aislamiento de la operación de otras operaciones generadoras de cadmio, * * * y estricta atención al orden y limpieza general." [4, página 4-11]. El informe PACE no incluyó estimados de la efectividad esperada de los controles individuales para esta industria, pero controles incrementales similares recomendados en otras industrias fueron estimados que alcanzan reducciones de exposición de 70 a sobre 90% [4]. PACE concluyo que la implantación de todos los controles recomendados para productores de baterías de níquel cadmio, incluyendo nuevos edificios haría las exposiciones medias en 14 de 18 categorías de trabajo sean 5 $\mu g/m^3$ o menos y las exposiciones medias en 17 de 18 categorías de trabajo sean 13 $\mu g/m^3$ o menos [4, Tabla A4-1].

NEMA proveyó una visión general de la tecnología de control de exposición en uso en plantas de baterías de níquel-cadmio: "Las compañías han instalado la mejor tecnología factible disponible para controlar la exposición a sus empleados * * * el mas sofisticado equipo de manufactura * * * se ha aplicado ingeniería a la ventilación en la medida factible * * * se esta usando extensos

programas de protección respiratoria." [2, p.5]. NEMA concluyó que se requeriría un rediseño mayor de las plantas manufactureras en el intento por alcanzar el cumplimiento con el PEL de 5 $\mu g/m^3$, el que consideraron tecnológicamente no factible.

El informe MBS presentó la posición de que 5 $\mu g/m^3$ es tecnológicamente no factible con controles de ingeniería y practicas de trabajo. El informe de MBS avaluó los controles adicionales necesarios para el intento de alcanzar cumplimiento con la norma, basado sobre la asunción de que se necesitaría nuevos edificios para la producción y ensamblaje de electrodos. Los métodos de reducción de exposición menores que tales medidas extremas no fueron discutidos.

En sus comentarios post vista, NEMA listo controles que han sido implantados en la facilidad Gates hasta 1990. [6, Tabla 1]. Estas incluyeron ventilación mejorada y adicional para sobre una docena de máquinas, aislamiento de proceso, recintado de máquinas, manejo automatizado de pasta, y procedimientos ambientales mejorados para los empleados. Las descripciones de los controles en otras compañías indicaron que la ventilación, ropa protectora, y respiradores eran empleados generalmente en áreas con exposición a cadmio significativa.

La compañía B sometió comentarios post vista describiendo los controles adicionales que pensaban que serían requeridos para cumplir con un límite de aire de control de ingeniería separado (SECAL) de 25 $\mu g/m^3$. [9, página 1-8]. Esto incluiría nuevos edificios para operaciones de desespiralar y galvanizado negativo, modificaciones de proceso mayores a través de la planta, y nuevo equipo de producción tal como hornos de secado a prueba de fugas. Muchas mejoras menos drásticas fueron listadas también, incluyendo ventilación de educción local adicional, recintado mejorado, aspirado al vacío aumentado y lavado periódico.

Implantar cambios y ejercer cuidado extra en las prácticas de trabajo puede resultar en reducciones significativas en niveles de exposición. Las inspecciones de OSHA y las evaluaciones de NIOSH de riesgos de salud con frecuencia revelaron la cantidad total de un contaminante liberado al aire puede depender grandemente de como los empleados manejen los productos, envases y equipos. Este factor será de importancia vital en cumplir con la nueva norma: un gramo de polvo de cadmio es suficiente para producir una concentración aerosuspendida de 25 $\mu g/m^3$ para 40,000 metros cúbicos o alrededor de 1.4 millones de pies cúbicos de aire.

Límites tecnológicamente factibles para un SECAL. Dado el orden de los datos de exposición existentes, OSHA separó las exposiciones en grupos de ocupación/proceso de alta y baja exposición para facilitar el análisis de factibilidad. (Para una discusión mas detallada del enfoque ver la sección B precedente- Discusión de determinaciones de factibilidad tecnológica y económica).

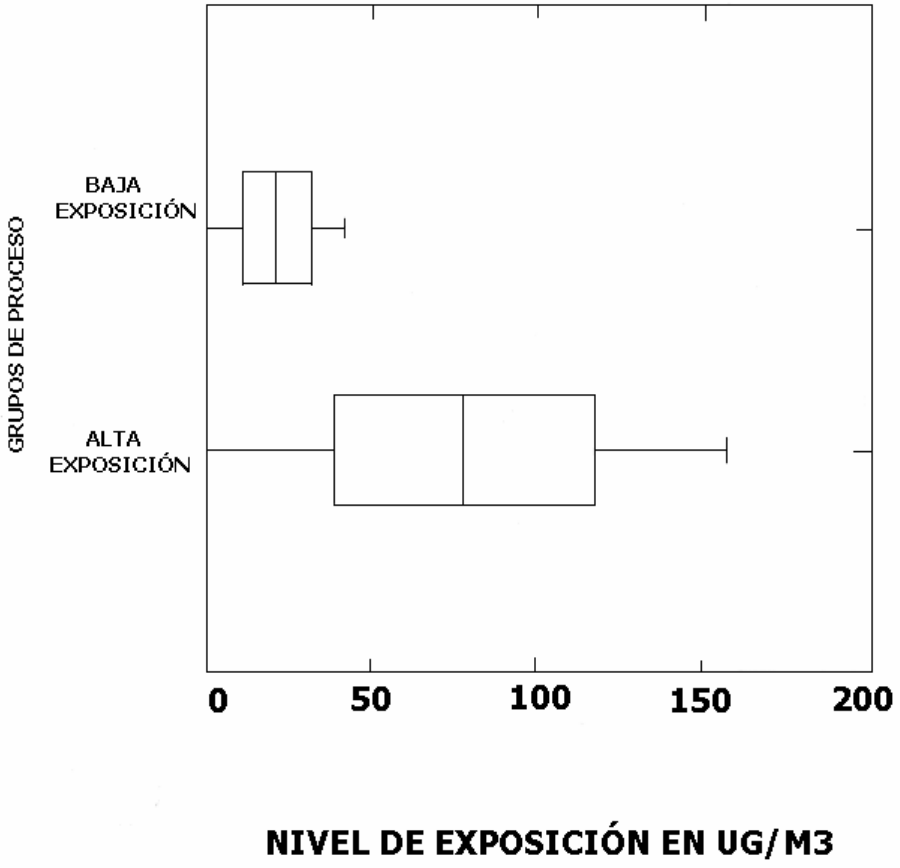
Los datos fueron divididos en un punto que maximiza las diferencias entre las dos series de datos. Este ejercicio resulto en la identificación de ocupaciones/procesos de alta exposición que incluyó

preparación de galvanizado y operaciones de laminado. (Esta reconocido que los títulos de trabajo difieren entre plantas; algunos operadores que realizan las mismas actividades tiene diferentes títulos de trabajo en diferentes plantas). Todos las otras ocupaciones/procesos fueron categorizados como que tiene "bajas" exposiciones, incluyendo operaciones de impregnación y ensamblaje de celda la Figura VIII-C1 muestra de los datos.

FIGURA VIII-C1

BATERIAS NIQUEL-CADMIO

BILLING CODE 4510-26-M



BILLING CODE 4510-26-C

VIII-C21

Aproximadamente 375 trabajadores están incluídos en el grupo de alta exposición y 1,125 empleados en el grupo de baja exposición.

Los datos de exposición mediana para las dos series de datos fueron como sigue:

	Grupo Alto	Grupo bajo

Número de observaciones……	26	48
Media……	72.9	14.4
Desviación estándar……	62.7	23.5

FIGURA VIII-C2

Para verificar que los dos grupos dentro de esta industria eran distintos, se realizó una prueba t sobre la diferencia en las medias. La hipótesis nula de que las medias de los datos de exposición eran iguales fue rechazada, y la Agencia concluyó que los grupos de exposición fueran obtenidos de distribuciones separadas.

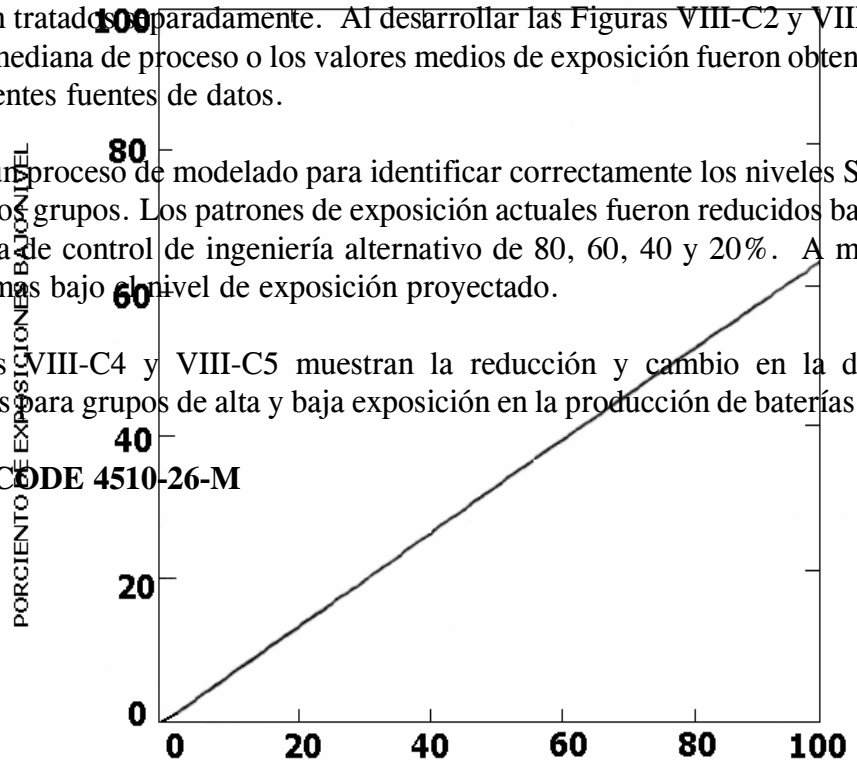
BATERIAS (ALTA EXPOSICION) CORRIENTE

Después de que la diferencia estadística de los grupos de alta y baja exposición fue verificada, los datos fueron tratados separadamente. Al desarrollar las Figuras VIII-C2 y VIII-C3, la ocupación individual/mediana de proceso o los valores medios de exposición fueron obtenidos para cada una de las diferentes fuentes de datos.

Se empleo un proceso de modelado para identificar correctamente los niveles SECAL apropiados para estos dos grupos. Los patrones de exposición actuales fueron reducidos basado sobre niveles de eficiencia de control de ingeniería alternativo de 80, 60, 40 y 20%. A mas alto el nivel de eficiencia, mas bajo el nivel de exposición proyectado.

Las Figuras VIII-C4 y VIII-C5 muestran la reducción y cambio en la distribución de las exposiciones para grupos de alta y baja exposición en la producción de baterías de níquel-cadmio.

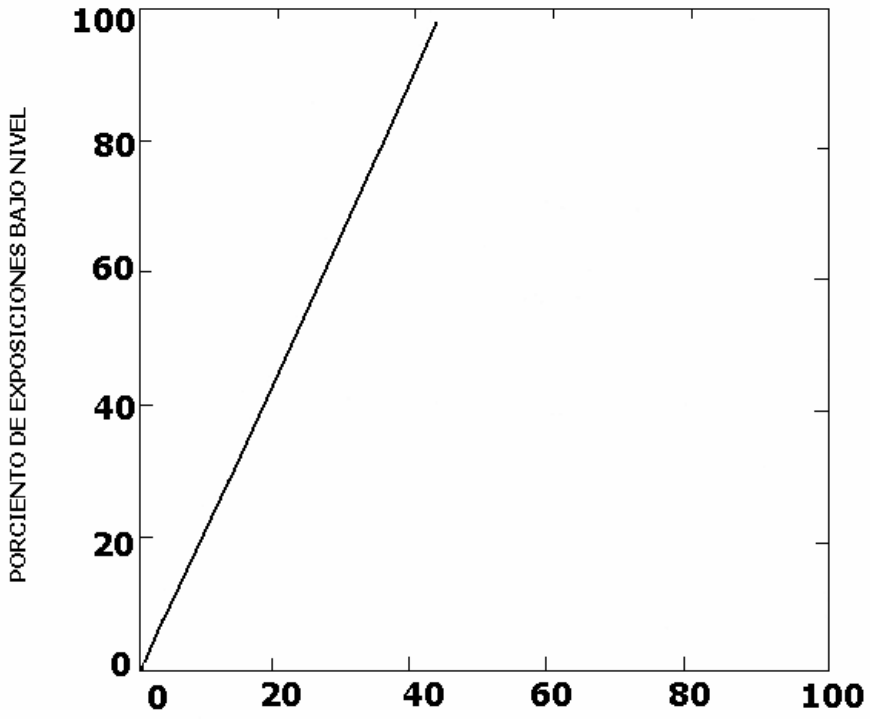
BILLING CODE 4510-26-M



NIVEL DE EXPOSICIÓN EN UG/M3

FIGURA VIII-C3

BATERÍAS (BAJA EXPOSICIÓN) CORRIENTE

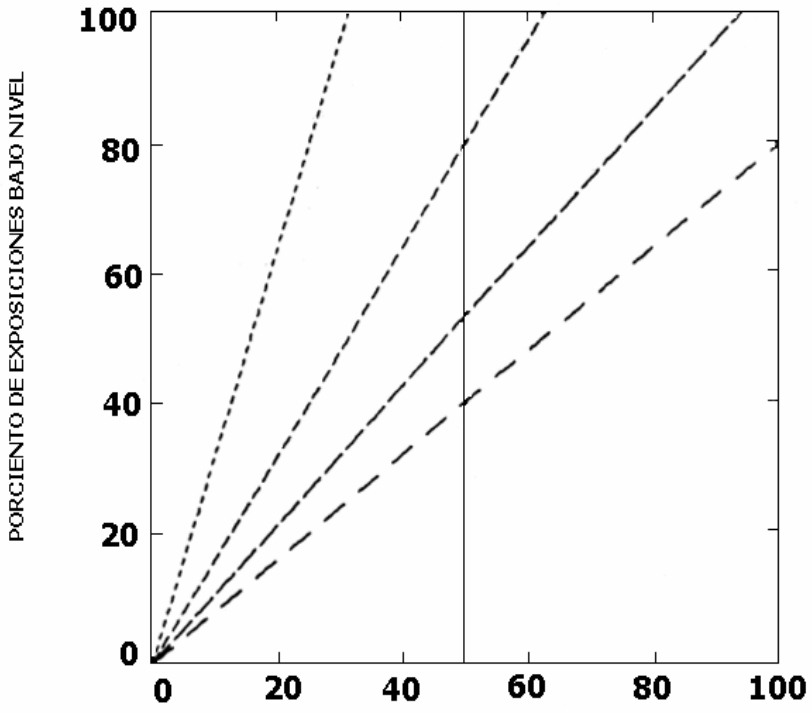


NIVEL DE EXPOSICIÓN EN UG/M3

VIII-C23

FIGURA VIII-C4

BATERÍAS (EXPOSICIÓN ALTA) CONTROLADA 80%-20%



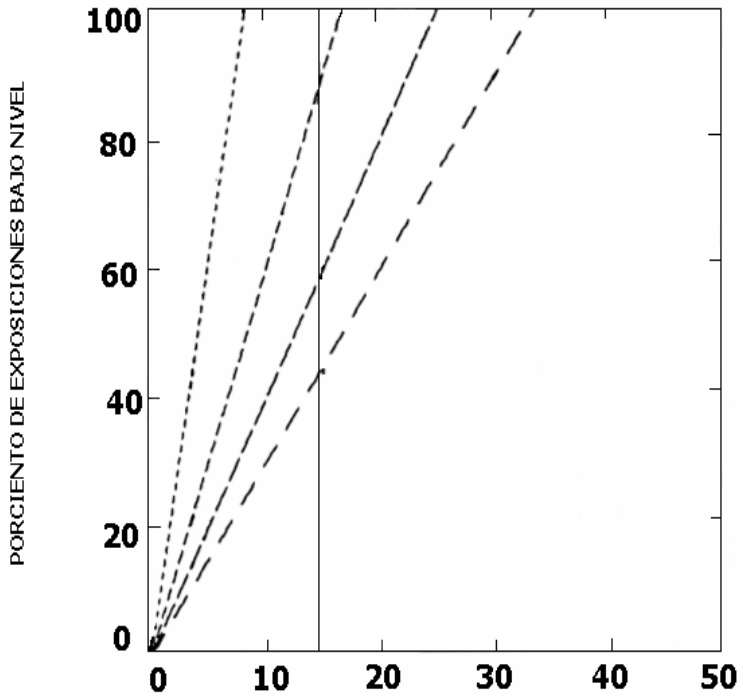
NIVELES DE EXPOSICIÓN EN UG/M3

VIII-C24

VIII-C25

FIGURA VIII-C5

BATERÍAS (BAJA EXPOSICIÓN CONTROLADA 80%-20%



NIVELES DE EXPOSICIÓN EN UG/M3

(A más alto el factor de reducción máas se acerca la línea de exposición al eje vertical.)

La selección de un factor de reducción de eficiencia estuvo basado sobre evidencia y testimonio en el expediente y las consideraciones de factibilidad económica. La única base para revisar un factor de eficiencia de control de ingeniería y anularlo fue la infactibilidad económica. Se usóo la razón de costo a ganancia de la industria como guía en este proceso.

Una críitica del análisis preliminar de factibilidad de OSHA fue que los estimados de efectividad de control fueron demasiado optimistas. Por ejemplo JACA estimó que la eficiencia estimada de nuevos o mejorados sistemas de ventilación de educción local para exposiciones en la industria de baterías seria 85% en la mayoría de los casos y hasta 96% en situaciones donde fuera posible una alta eficacia de capucha. (3, página 4-9 y 13, página 9)

La crítica mas fuerte para los estimados de JACA fueron presentados por PACE. Para la industria de baterías de níquel-cadmio el análisis de PACE concluyó que una reducción neta de niveles de exposición de aproximadamente 75% pudiera ser alcanzada en las operaciones de preparación de galvanizado principalmente a través de ventilación de educción mejorada, recintado mejorado, y orden y limpieza mejorados. [13, página 8]. PACE también concluyó que "los controles de ingeniería pueden traer a una de estas operaciones (proceso de impregnación), a cumplimiento con una norma de 5 μg cd/ m^3 pero no con una norma de 1 μg cd/m^3. Tres de estas operaciones son separables de la fuente de cadmio, y por lo tanto, puede cumplir con la norma propuesta de 5 μg cd/m^3." [13, Apéndice 5, p.2].

PACE se refirió a "la instalación de controles de ingeniería mas extensos" para muchas otras operaciones pero no ofreció estimados de la efectividad de cualquier control individual. PACE estimó que las reducciones generales de 80 a sobre 90% en exposiciones medias pudiera alcanzarse en la mayoría de las categorías de trabajo en la industria de las baterías de níquel-cadmio. [4, Tabla A4-1]. Para dos procesos estas reducciones incluyeron nuevos edificios, pero para el balance los controles consistieron en tecnología convencional, tal como ventilación de educción local mejorada, recintados parciales, limpieza por aspiración al vacío y lavado, y divisiones. [4, página 4-8 a 4-12].

El testimonio de dos higienistas industriales independientes [10, 11] y el de expertos experimentados e higienistas industriales de NIOSH [12] apoyaron la conclusión de que la tecnología de control convencional puede reducir substancialmente las exposiciones a cadmio a través de todas las industrias.

OSHA señala que los controles pueden ser usados individualmente o en combinación. Si un control no es suficiente, pueden usarse controles adicionales. Es la interacción de varios controles

de ingeniería y prácticas de trabajo como parte de un sistema integrado de controles lo que producirá la mejor reducción general en niveles de exposición.

Esta revisión y análisis del expediente necesitaron ser suplementados con consideraciones de factibilidad económica antes de que pueda hacerse una determinación en relación a los controles de ingeniería apropiados y su nivel de efectividad. Para productores de baterías, las soluciones de ingeniería para alcanzar una reducción de 80% o más en niveles de cadmio habrían requerido gastos mayores de capital (multi-millones de dólares por planta) para reconstruir o sustituir las facilidades existentes. Aun así las ganancias en este sector se informa que son menos de $7.5 millones (ver la Sección de Impacto Económico). Los expendios de capital necesarios para alcanzar una reducción de 80% en niveles de cadmio no parecen ser económicamente factibles en este tiempo. En vez, se identificó controles de ingeniería menos caros con una expectativa de eficacia mas baja (40-60%). Basado sobre este razonamiento, OSHA determinó que una reducción de 40-60% en exposiciones a cadmio en la industria de las baterías de níquel-cadmio es tecnológica y económicamente factible.

Siguiente a la selección de este alcance de factor de eficacia, se identificó los SECALs para cada grupo de exposición al nivel alcanzable para 60-80% de las observaciones de exposición. Para el grupo de ocupaciones/proceso de alta exposición, incluyendo preparación de galvanizado y actividades de galvanizado, se identifico un SECAL de 50 $\mu g/m^3$. Para todas las otras ocupaciones/procesos en esta industria, se identifico un SECAL de 15 $\mu g/m^3$.

El cumplimiento con un PEL de 5 $\mu g/m^3$ con controles de ingeniería y practicas de trabajo no sería factible en esta industria. El cumplimiento con esta norma solo puede alcanzarse mediante el uso de respiradores. Los respiradores son fácilmente accesibles con un amplio alcance de factores de protección que pueden adecuadamente proteger a los trabajadores de las exposiciones potenciales en la industria. Es probable que la protección respiratoria sea requerida para la mayor parte de los empleados de producción y mantenimiento. Este hecho fue reconocido por OSHA en el análisis de impacto regulatorio (PRIA); la conclusión fue repetida por virtualmente todos los comentaristas que trataron el asunto y esta consistentemente apoyado por evidencia substancial en el expediente.

NIOSH expresó reservas significativas sobre la implantación de uso de respirador diario mandatorio para todos lo turnos de producción, aún si el PEL no es factible. "Nunca recomendamos como práctica de rutina que los empleados usen respiradores todo el tiempo." [14, página 8-202]. OSHA cree que los riesgos de salud aumentados asociados con la exposición a altos niveles de cadmio ameritan el requisito de protección respiratoria a pesar de estos efectos.

Costos de cumplimiento con un SECAL de 50-15 $\mu g/m^3$ *y un PEL 5* $\mu g/m^3$. Los estimados de costos de cumplimiento totales para productores de baterías de níquel-cadmio sometidos al expediente variaron grandemente. El cálculo de estos costos puede descomponerse en varios

componentes, tales como los tipos de controles que se asume estén requeridos, el número de controles que se asume que estén requeridos, y los costos de los requisitos identificados en la regla. Una evaluación de la evidencia en el expediente en relación a los costos de cumplimiento identificados en la regla. Una evaluación de la evidencia en el expediente en relación a costos de cumplimiento revela un acuerdo general sobre estos costos estimados.
El desacuerdo sobre los costos de cumplimiento total estuvo invariablemente relacionado a un malentendido de factibilidad económica. El enfoque de OSHA a la factibilidad tecnológica esta basado sobre intereses sobre los riesgos de salud a los empleados y la justicia a los patronos. El enfoque incorpora el reconocimiento de que los respiradores pueden ser necesarios para alcanzar el nivel de protección de exposición bajo ciertas circunstancias e incluye una flexibilidad correspondiente en ejecución. Puede hallarse una discusión concienzuda de este enfoque en el análisis de devolución de plomo [54 FR 29142].

Esta asunción de que un nivel tecnológicamente factible es uno que raramente será excedido por cualquier muestra de exposición resultara en estimados de costo dramáticamente más altos para un límite de exposición dado. Esta asunción errónea lleva a la conclusión de que todos los controles imaginables deben implantarse a muy alto costo.

Los estimados de costos producidos por PACE, NEMA, y MBS estuvieron basadas sobre las asunciones de que un nivel es factible solo si la probabilidad de que cualquier prueba exceda al nivel es muy pequeña (menos de 5%). PACE considero un nivel alcanzable solo si la exposición media era menor de 40% del nivel. NEMA comento que "hay frecuentes excursiones de 20 a 25 $\mu g/m^3$ debido a alteraciones de proceso de modo que un nivel de exposición de 30 $\mu g/m^3$ no puede alcanzarse con 95% de certidumbre aún bajo estos rigurosos controles." [6, p.5]. Los requisitos de OSHA para métodos de cumplimiento ya toman en cuenta situaciones tales como alteraciones de procesos y mantenimiento reconociendo explícitamente que los controles de ingeniería pueden no ser factibles para estas circunstancias.

Otra asunción equivocada que resultó en estimados muy inflados de costos totales envolvió el requisito de instalar controles de ingeniería a la extensión factible. NEMA adujo que "Todo manufacturero en EEUU afrontará el rediseño virtual de segmentos considerables de sus facilidades de producción para tratar de cumplir con las normas de exposición propuestas." [2, p.7]. PACE y MBS incluyeron el costo de nuevos edificios en sus estimados de costo total; tales costos comprenden la mayor parte del estimado de costo total. El enfoque de OSHA a la factibilidad no requiere que los patronos vayan a tales extremos.

Al estimar los costos de cumplimiento con esta norma, OSHA primero estimó los costos de instalar controles adicionales factibles dentro de las estructuras de edificios existentes. El estimado original para esto fue provisto por JACA en el análisis preliminar. En dólares actuales, el costo estimado de costo de sistemas de ventilación de educción local (instalados) alcanzaron de $51,000 a $112,000. Los costos anuales de operación y mantenimiento fueron estimados ser 10% del costo

capital. JACA también estimó que las aspiradoras al vacío con filtros HEPA costarían alrededor de 1,500 cada uno y que el costo de aspirado adicional sería en índice de salario no supervisorio actual. [3, página 6-8 y 6-28].

En el informe PACE, las descripciones de los controles recomendados para la industria de baterías de níquel-cadmio estuvieron ligados a estimados de costo específicos. PACE identificó controles adicionales para una operación ya provista de ventilación de educción que incluía "un nuevo depurador Venturi de 1500 cfm de capacidad para reducir emisiones de aire * * * proveer un plenum de suministro de aire CAI [isla de aire limpio] de alrededor de 6 pies por 15 pies en la estación de trabajo del operador * * * El área sería limpiada al vapor y pintada * * * y entonces sería separada del resto del edificio." [4, página 2-4]. Para esta operación, PACE espero que los niveles de exposición medios sean reducidos de 54 $\mu g/m^3$ a 9 $\mu g/m^3$, el costo capital fue estimado ser $126,000 y el costo de operación anual estimado fue $18,100.

Para otra categoría de trabajo, PACE esperó que las exposiciones medias fueran reducidas de 34 $\mu g/m^3$ a 5 $\mu g/m^3$ mediante la instalación de una nueva capucha y sistema de educción, el establecimiento de una isla de aire limpio sobre la estación de trabajo y mediante la limpieza al vapor y pintura del cuarto. PACE estimó que los costos capitales asociados con estos controles serían $43,000 y que el costo anual de operación seria $16,900. [4, página 2-5].

El informe PACE incluyó los costos por articulo en algunas tablas. El costo de islas de aire limpio fue dado como $3 por cfm (pie cúbico por minuto) con sistemas que alcanzan de 2,000 a 9,000 cfm que cubren áreas desde 4 pies por 5 pies a 6 pies por 15 pies. El costo de un sistema de ventilación de educción con depuradores Venturi, ductos declivados y afluentes resistentes a corrosión, y capacidad de 4,500 cfm se estimó en $57,000. La división de un área del resto de la planta con 900 pies cuadrados de material se estimó que cuesta $9,000. Y el costo de un nuevo sistema de aspirador al vacío se estimó en $15,000. [4, Tabla A2-4].

JACA estimó que controles de ingeniería adicionales pudieran instalarse en cuatro de cinco categorías de trabajo principales (manejo de materiales, operador de impregnación, operador de revestimiento, y operador de preparación de galvanizado), identificados en la producción de baterías de níquel-cadmio. La descripción del proceso de manufactura de batería ofrecida por PACE describió controles adicionales que pudieran aplicarse en seis áreas pero no dieron indicio del numero de tales controles a ser implantados. En su estimado de costo total PACE incluyo modificaciones caras al sistema de acondicionadores de aire y la sustitución de cámaras de recuperación de polvos con bancos de filtros HEPA. Aunque estos cambios pueden bajar las concentraciones en aire liberado del edificio, OSHA cree que el efecto sobre las exposiciones de los empleados sería insignificante.

Los costos totales dados en el informe PACE también incluyó nuevos edificios, una facilidad de tratamiento de agua, y "una brigada de personal de limpieza" que "limpiaría cualquier superficie

contaminada durante los turnos de trabajo. "OSHA cree que los niveles de exposición pueden ser suficientemente reducidos sin incurrir en tales gastos. PACE también adujo que en adición al gasto anual de $1.8 millones para mantenimiento aumentado, energía y combustible, una sola planta incurriría en $2.1 millones anualmente por "trabajo de operación aumentado." [4, p.4-5 y Tabla A4-2].

OSHA explícita y repetidamente pidió a las fuentes de industria que proveyeran los costos para controles individuales recomendados en cada área. Los costos suministrados por PACE para la industria de baterías de níquel-cadmio fueron agregados e incluían artículos no necesarios para cumplimiento con la norma. Similarmente, los altos costos estimados desarrollados por MBS fueron asociados con nuevos edificios y también incluyo sobre $5.9 millones para "costos de operación anuales". MBS no listo los costos para operaciones de controles específicos por operación. [5].

La Compañía B sometió comentarios post-vista que describían los controles que serían implantados en nueve áreas de manufactura. La lista de controles estaba basada sobre una necesidad percibida de "alcanzar 25 $\mu g/m^3$ 95% del tiempo" e incluyó nuevos edificios así como otros esfuerzos mayores de edificación. Estos controles van mas allá de lo que OSHA considera controles factibles adicionales. Los costos para controles de ingeniería no estuvieron por artículo; los costos agregados de millones de dólares no fueron explicados, y no esta claro como sobre $4 millones en gastos en adición a los costos capitales fueron calculados. [9].

Ya que 72% de las baterías de níquel-cadmio manufacturadas en los EEUU son producidas por una planta [15, p.3], es difícil desarrollar un perfil único del número de controles requerido por una planta típica. La Compañía A sometió datos de exposición para nueve operaciones distribuidas entre los cuatro pasos de proceso de manufactura. La mayoría de estos en la actualidad tienen algún grado de ventilación y se usa protección respiratoria en cinco de nueve operaciones. La Compañía B listo 14 títulos de trabajo para cuatro pasos de proceso en sus datos de exposición e indicó el uso actual de ventilación y protección respiratoria en algún grado. Para la Compañía C la localización primaria de uso de cadmio fue en un pequeño cuarto altamente protegido; los datos de exposición fueron listados para cuatro actividades dentro de un paso de proceso. Las medidas de control incluyeron recintos, ventilación, y respiradores. La Compañía D listó exposiciones para nueve categorías de producción. Estas estaban localizados en tres de cuatro pasos de proceso de producción. La Compañía E listó exposiciones para seis categorías de trabajo e indicó que los controles de ventilación estaban presentes en cada una de ellas. [6, Apéndices 1-5].

Basado sobre una revisión de todos los comentarios sometidos al expediente, OSHA concluye que la Tabla VIII-C11 provee una representación justa y precisa de los controles adicionales y costos necesarios para cumplir con los niveles SECAL 50-15 $\mu g/m^3$. Los patronos pueden elegir entre estos y cualesquiera otros controles para reducir las exposiciones en la manera mas efectiva de

costo para sus circunstancias particulares. Por ejemplo, un patrono puede ya estar proveyendo ventilación en una operación y puede elegir instalar un sistema transportador neumático, tecnología de guantera, modificaciones a métodos de manejo de materiales, u otra solución para la solución especifica. Los costos resultantes generalmente serían comparables a aquellos estimados en la Tabla VIII-C11.

La planta más grande, con aproximadamente 50% de los empleados expuestos en la industria y "con tantos como de 16 a 19 operaciones discretas" [2, página 5], se estimó que necesita nueva o mejorada ventilación de educción local en ocho localizaciones, islas de aire limpio en diez localizaciones, dos sistemas adicionales de limpieza al vacío centrales, y recintado mejorado o divisiones para cinco operaciones. Los números de estos controles estimados a ser implantados son mayores que el numero recomendado en el informe PACE o el informe MBS [4, 5]. En contraste, estas fuentes basaron sus estimados de costo sobre modificaciones de edificios más extensas y construcción de nuevos edificios.

TABLA VIII-C11. Costos estimados de controles de ingeniería para cadmio en la industria de baterías de níquel-cadmio

Tipo de control	Controles de acuerdo al tamaño de la planta			Total del control de la industria[1]	Costo de acuerdo al control ($ miles)			Costo industrial ($ miles)				Costo total anualizada de la industria ($ miles)
	Pequeño	Mediano	Grande		Capital	Capacidad y mantenimiento anual	Trabajo anual	Capital	Capital anualizado	Capacidad y mantenmiento anual	Trabajo anual	
Educción local Ventilación……	1110	5513	81025	2931717	8018159	8210	70	2e+16	3,779e+11	2326270301	49049	6,0915e+12
Aire limpio Islas……												
Central aspiración Sistemas……												
Encerramiento……												
Total……												

[1]Based on ne small plant, four medium plants, and one large plant.
Source: Office of Regulatory Analysis, OSHA, U.S. Department of Labor.

Los controles adicionales en cada una de las cuatro plantas de tamaño mediano se estimó que son cinco nuevos o mejorados sistemas de aspirador central, y nuevos o mejorados recintos para tres operaciones. En la planta más pequeña, donde las exposiciones están limitadas a un cuarto y donde los datos de monitoreo de exposición de manufactura fueron representativos de dos empleados, controles adicionales factibles incluiría un sistema de ventilación de educción local y una isla de aire limpio.

Pueden alcanzarse reducciones adicionales en exposiciones en todas las plantas mediante mayor atención a las practicas de trabajo apropiadas y a través de practicas de orden y limpieza mejoradas. Los costos capitales, los costos anuales de mantenimiento y energía, y los costos laborales anuales están presentados para cada control. Los costos capitales para la industria se estima que sean $3.1 millones y los costos anuales se estima que sean $350,000. Los costos totales

anualizados fueron calculados amortizando los costos capitales durante diez años con un índice de interés de 10% y añadiendo los costos anualizados resultantes a los otros costos anuales. Los costos anualizados de controles de ingeniería en la industria de las baterías de níquel-cadmio están estimados en $861,000.

El cumplimiento con otras disposiciones en la nueva norma de cadmio también requeriría costos adicionales. Estos incluyen costos para uso aumentado de respirador, programas de monitoreo de exposición mas comprehensivos, requisitos de vigilancia médica (incluyendo requisitos para remoción médica), disposiciones de higiene (facilidades de ducha y comedor, y ropa de trabajo protectora), y esfuerzos adicionales asociados con registro de expedientes y otros requisitos de información relacionados (incluyendo áreas reguladas, programas de cumplimiento y adiestramiento).

Las plantas de baterías de níquel-cadmio generalmente han establecido programas de respirador para empleados en áreas de alta exposición. Para cumplir con el PEL de 5 $\mu g/m^3$ es probable que a 80% de los empleados de producción y mantenimiento se les requiera usar respiradores todo el tiempo después de la implantación de controles adicionales factibles. JACA estimó que alrededor de la mitad de los empleados expuestos sobre el nuevo PEL ya usan respiradores todo el tiempo, y este estimado fue consistente con la información suministrada por la industria. [3, p.6-17]. Así, la norma revisada requeriría costos de respirador para un 40% adicional de los 1,500 empleados de mantenimiento y producción, o alrededor de 600 trabajadores.

La protección respiratoria apropiada se estimó que cueste $300 por empleado por año. La mayoría de los comentaristas no proveyó estimados de los costos adicionales de protección respiratoria excepto para indicar que los números de los empleados han sido subestimados en el análisis preliminar. Un comentarista de industria estimó que el costo anual de proteger a un empleado con un respirador con filtro HEPA, incluyendo una prueba de ajuste, seria $295 [17, Anejo III]. Los costos anuales incrementales estimados para protección respiratoria para la industria de baterías de níquel-cadmio es $180,000.

La norma revisada requiere monitoreo de exposición semi-anual de "cada turno para cada clasificación de trabajo en cada área de trabajo" pero también permite que se tome muestras representativas para trabajadores con exposiciones similares. El avaluó de JACA de que la planta de baterías típica ya realiza muestreo anualmente fue apoyada por los datos de monitoreo sometidos por la industria. OSHA espera que las plantas necesitaran monitorear de 2 a 20 categorías de trabajo con un promedio de alrededor de 10 categorías de trabajo por planta. La norma revisada requeriría que cada turno de trabajo sea monitoreado separadamente, y así un total de alrededor de 180 trabajos necesitarían ser monitoreados (10 categorías de trabajo por planta por seis plantas por 3 turnos). El análisis de laboratorio para cada muestra de monitoreo de exposición se estima que cueste $40. Los servicios de un higienista industrial u otra persona cualificada para llevar a cabo el monitoreo para la serie requerida de muestras en promedio costaría $1,500 por

planta. [3, p.6-23]. Así, el costo anual estimado para la industria atribuible a monitoreo de exposición aumentado es $16,200 [6*$1,500+180*$40].

Los requisitos de vigilancia médica de la norma revisada envuelven una compleja combinación de diferentes categorías de empleados y una serie de impulsores y agendas de diferentes tipos de exámenes. Los requisitos básicos son para monitoreo biológico anual, incluyendo pruebas para cadmio en orina, cadmio en sangre, y B2-microglobulina en orina, y para exámenes médicos cada dos años. El monitoreo biológico y los exámenes médicos más frecuentes están requeridos si las pruebas indican niveles elevados. NIOSH sometió datos sobre los resultados de monitoreo biológico para la población general y para trabajadores en la industria de baterías de níquel-cadmio. [8, Anejo 3, Tablas 5 y 7]. Estos datos indican que a un número de empleados se requeriría recibir pruebas y exámenes más frecuentes.

Los productores de baterías de níquel-cadmio generalmente indicaron en el expediente que la vigilancia médica, incluyendo el monitoreo de cadmio en sangre y orina, ya estaba siendo provisto para la mayoría de los empleados expuestos a cadmio. [16, p.10-96]. NEMA, la asociación industrial para la industria, estableció que "la industria en la actualidad emplea vigilancia médica, uso de respirador, uso de ropa/equipo de protección, designación de áreas reguladas, información y adiestramiento de empleados, y etiquetado/identificación." [2, Anejo 1, página 3]. Esto confirmo el avaluó preliminar de OSHA de que los exámenes médicos anuales eran provistos a los empleados en esta industria.

Las disposiciones de vigilancia médica de la regla final requieren un programa expandido para la mayoría de los establecimientos en la industria, resultando en más trabajadores cubiertos y pruebas médicas. El costo de los exámenes físicos anuales, incluyendo el salario pagado al empleado, esta estimado sobre las bases de la experiencia de OSHA es $250. El costo de análisis de laboratorio para una muestra de B2-microglobulina fue citado por un grupo de investigación de salud publica como [$80. 18, p.4]. Los análisis de muestras de cadmio en orina se estima que son $60 cada uno, según presentado por JACA y no cuestionado en el expediente. $5 adicionales son añadidos al costo de cada muestra de monitoreo biológico para costos asociados con la recolección de muestras.

Para propósitos de calcular los costos incrementales de cumplimiento asociado con la norma revisada y consistente con la evidencia sometida al expediente, OSHA estimo los números de exámenes y pruebas adicionales que pudiera esperarse que sean requeridos anualmente. Aproximadamente 300 exámenes médicos adicionales se estima que sean necesarios para los empleados actualmente no cubiertos o para quienes los exámenes estarían requeridos con más frecuencia, incluyendo empleados que reciben protección de remoción médica. Las pruebas para B2-microglobulina en general no son actualmente provistos. Alrededor de 30% de la fuerza laboral expuesta puede estar sometida a monitoreo biológico más frecuente, con 20% que recibe monitoreo semi anual y el 10% recibe monitoreo trimestral. Como resultado, serían necesarias

2,000 pruebas adicionales para B2-microglobulina, 750 pruebas adicionales de cadmio en orina y 750 pruebas para cadmio en sangre serían necesarias. El costo estimado total para exámenes médicos adicionales y monitoreo biológico esta así estimado en $342,500 anuales.

Los requisitos para remoción médica puede envolver costos de cumplimiento en adición a aquellos más exámenes médicos y monitoreos biológicos más frecuentes estimados anteriormente. Los criterios para remoción mandatoria afectaría a los empleados con altos niveles de cadmio. Los criterios para remoción también permiten para discreción médica considerable. Un 3% estimado de la fuerza laboral expuesta puede ser removida inicialmente sobre las bases de estos criterios y la discreción de los médicos.