

Acciones de Producción Más Limpia para implementar en la industria azucarera cubana

Surelys Ramos-Bell¹, Yaniris Lorenzo-Acosta^{2*}

1 Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar. Vía Blanca 804 y Carretera Central, San Miguel del Padrón, Ciudad de La Habana. Cuba.

2 Div. Gamma. Calle 2 No.124 e/. 1ra y 3ra. Miramar, Playa, La Habana

*yaniris@div.gamma.com.cu

RESUMEN

El trabajo enumera las principales medidas y acciones de Producción Más Limpia, que pueden ser implementadas en la agroindustria azucarera cubana, como referencia para la ejecución de buenas prácticas y prevención de impactos ambientales, en las diferentes áreas productivas, con el consiguiente aumento de la productividad en los ingenios azucareros del país. Las medidas propuestas servirán como guía para la elaboración de los planes ambientales del sector.

PALABRAS CLAVE: Producción Más Limpia, industria azucarera.

ABSTRACT

The work lists the main measures and actions of Cleaner Production, which can be implemented in the Cuban sugar industry, as a reference for the implementation of good practices and prevention of environmental impacts, in the different productive areas, with the consequent increase in productivity in the sugar mills of the country. The proposed measures will serve as a guide for the elaboration of the environmental plans of the sector.

KEYWORDS: cleaner Production, sugar industry, environmental management.

INTRODUCCIÓN

Las herramientas de Producción Más Limpia (PML) describen un acercamiento preventivo a la gestión ambiental, no es ni una definición legal ni científica que se pueda diseccionar, analizar o someter a disputas teóricas, es un amplio término que abarca lo que algunos países e instituciones llaman: ecoeficiencia, minimización de residuos, prevención de la contaminación, o productividad verde. La PML se refiere a la mentalidad de cómo los bienes y servicios deben ser producidos bajo los actuales límites tecnológicos y económicos, tampoco se debe considerar solamente como una estrategia ambiental, ya que está relacionada con las consideraciones económicas. La diferencia clave entre el "control de la contaminación" y la "Producción Más Limpia" es que el control de la contaminación es un acercamiento después del

evento, "reaccione y trate" y la Producción Más Limpia es una filosofía de mirar hacia delante, "anticipe y prevenga" teniendo en cuenta no solo los aspectos ambientales, sino los aspectos económicos, de calidad de las producciones de los servicios y el entorno (1-4).

La estrategia ambiental nacional cubana (5) tiene implícito los conceptos de Producción Más Limpia, por lo que cada sector industrial o de servicio debe trazar su propia estrategia bajo estos principios, siendo necesario implementar la misma, a partir del diseño de los objetivos, metas y acciones descritos en un plan ambiental.

De ahí que el objetivo de esta investigación sea enumerar las acciones de Producción Más Limpia que deben ser descritas en los planes ambientales del sector azucarero para lograr disminuir el impacto ambiental, aumentar la eficiencia y lograr la sustentabilidad de sus producciones.

MATERIALES Y MÉTODOS

Teniendo en cuenta las áreas del proceso azucarero y el diagrama de flujo tecnológico, son identificadas las medidas de PML para el sector, las que han sido evaluadas con anterioridad desde el punto de vista técnico-económico y ambiental (2, 3, 6, 7), necesarias para lograr un desarrollo sostenible. El éxito de la implementación será posible a partir de programas de mejoramiento continuo, identificando nuevas técnicas, procedimientos, procesos y productos para la minimización de emisiones y residuos (2) y así evitar que nuestras empresas recaigan en antiguas prácticas no amigables con el medio ambiente (8). Las medidas y acciones identificadas en el trabajo están en correspondencia con la estrategia nacional de Azcuba (5).

RESULTADOS

A continuación se enumeran las acciones de Producción Más Limpia a implementar en el sector agroindustrial azucarero, las mismas tienen en cuenta el concepto ambiental primario de "evitar antes de tratar". El orden en que se nombran corresponde al flujo tecnológico.

ACCIONES DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA (2, 6, 7, 9 -15)

Campo/Caña

1. Utilizar tecnologías de fertilización orgánica (nitrógeno con *Azospirillum*, P y K con compost de cachaza, cenizas y residuales líquidos de la industria), así como el empleo de fitoestimulantes Fitomas y otros.
2. Utilizar tecnología de laboreo mínimo.
3. Aplicar "control de maleza" mediante cobertura de paja y aplicación de bioestimulantes de crecimiento para disminuir el tiempo del control.
4. Aplicar compost y/o biofertilizantes a la caña a partir de los residuos biodegradables que la empresa genera.
5. Incrementar el uso de la siembra en contorno como medida de conservación del suelo.
6. Introducir tecnologías de riego por goteo y máquinas, así como emplear el drenaje parcelario.
7. Desarrollar métodos de lucha biológica para el control de plagas y enfermedades.
8. Utilizar los residuos agrícolas de la cosecha (RAC) para producir energía o como cobertura agrícola. No deben ser quemados en los campos o los centros de acopio.

9. Lograr un rendimiento agrícola mayor de 60 t de caña/ha en seco y superior a 80 t de caña/ha con riego (zafra 2015-2016).
10. No utilizar plaguicidas u otros agentes químicos agresivos en los campos cañeros.
11. Realizar un corte y entrega de caña adecuado teniendo en cuenta los aspectos agrícolas especializados (variedad de caña, corte mecanizado, altura de la cuchilla en el corte y otros).
12. Emplear las aguas residuales biodegradables de las producciones azucareras en el fertirriego de la caña de azúcar según lo establece la normativa NC 855 2011 (16) y así disminuir el consumo de agua cruda y fertilizantes.

Área de basculador

13. Realizar un "beneficio" eficiente a la caña en los centros de limpieza, y de esta manera llegar al basculador con un mínimo de materias extrañas.
14. Recoger los derrames de caña que se producen al alimentar la estera alimentada.
15. Ejecutar las limpiezas periódicas de las fosas para evitar contaminación.
16. Limpiar la caña preparada que sale por los laterales de los equipos preparadores al área de basculador.

Área de molino

17. El bagacillo contaminado generado en los molinos y las calderas se recolectará en seco y transportará con la cachaza al área de compostaje.
18. Contar con un correcto diseño de las cajas laterales del tándem, así como se debe evitar y reparar las roturas para impedir salideros de agua.
19. Debe regularse el vapor utilizado en esta área y el agua de limpieza con mangueras regulables, esta última con una frecuencia de 3 veces por día y 40 min de duración a temperaturas entre 70 y 80 °C.
20. Velar por la correcta ejecución de las reparaciones garantizando un sellaje adecuado de las chumaceras de los molinos, así como una correcta instalación de los tapacetes de guijos de la chumacera, especialmente en la lubricación de las mazas de los molinos para evitar el recalentamiento, según los procedimientos de operación establecidos en el central.
21. No utilizar agua cruda en la imbibición.
22. Utilizar como agua de imbibición solo del 28 al 30 % de la caña molida y reflejar diariamente este consumo en los registros de operación del área.
23. Utilizar el condensado contaminado como agua de imbibición.

24. Utilizar los intercambiadores líquido-líquido (aprovechando las altas temperaturas de los segundos vasos de los arreglos de los evaporadores) y poder emplear el condensado como agua de imbibición.
25. Mantener circuito cerrado de enfriamiento en el tándem.
26. Colocar bandejas recogedoras de grasa en chumacera de tren de engrane y chumacera de molino.
27. Garantizar que el residuo de la lubricación de las coronas de transmisión de los molinos no vaya al suelo.
28. Durante la reparación del tándem tomar las medidas necesarias para minimizar al máximo la caída de bagacillo al tándem (ajuste de cuchilla central, ajuste de separadora, engrane de la masa alimentadora e instalación adecuada de los conductores intermedio).
29. Eliminar los conductores de tablilla por rastrollo para evitar las grandes caídas de bagacillo al piso.
30. Tomar medidas para evitar el derrame de jugo al suelo por las bombas de maceración.

Área de fabricación

• Purificación

31. Evitar los vertimientos de bagacillo, cachaza y otros al piso, para impedir la limpieza en húmedo evitando la incorporación a la zanja de aguas residuales. En caso de ocurrir estos derrames, barrer en seco como primera acción y quemarlos en caldera.
32. Disponer del sinfín inclinado para eliminar la arena sílice de la cal. Se recomienda la reutilización de este residuo en materiales de construcción y rellenos.
33. Utilizar condensados contaminados en la preparación de lechada de cal.
34. No utilizar agua cruda para la preparación de floculantes y otros productos químicos como decolorantes, etc.
35. Velar durante la limpieza diaria de los calentadores el reúso de la potasa hasta su total agotamiento, así como realizar de manera cuidadosa la limpieza mecánica siempre que sea posible. (Tirlarla en el mismo lugar donde se agrega el ácido clorhídrico de la limpieza para neutralizar).
36. Desagregar la potasa agotada del sistema de residual principal, evacuándose en un tanque cisterna o laguna estabilizadora, donde se agrega el ácido clorhídrico de la limpieza (método empleado para neutralizar ambas corrientes). El residual resultante será incor-

porado controladamente al sistema de tratamiento integral, para poder cumplir con la norma de vertimiento o la normativa de fertirriego vigentes NC-855: 2011 (13, 14, 16).

37. Trabajar en circuito cerrado para reducir el consumo de agua, las bombas de vacío y los condensadores de los filtros. Controlar que el circuito cerrado trabaje eficientemente.
38. Planificar la inversión e introducción escalonada de condensadores más eficientes para reducir el consumo de agua.

• Evaporación

39. Instalar magnetizadores para alargar los ciclos de limpieza de los equipos de evaporación. Esta acción reduce el uso de sustancias químicas, agua y la necesidad de tratamiento de estos efluentes y su impacto.
40. Utilizar óptimamente las extracciones de los evaporadores (según norma de operación).
41. Recuperar los flasheos siguiendo las normas técnicas relacionadas (9), con los recuperadores de tanque flash.
42. Utilizar las trampas de vapor, siempre que sea a presión la recuperación del condensado, para un mejor aprovechamiento del vapor y el agua.
43. Instalar separadores de arrastres eficientes en los evaporadores para evitar la contaminación de los condensados (17).
44. Garantizar capacidad de almacenaje de agua de condensados puros y contaminados.
45. Controlar periódicamente el funcionamiento eficiente de los separadores de arrastre de los evaporadores.
46. Instalar condensadores (tipo película y compacto) de un 30 % menos de consumo específico de agua.
47. Reducir al mínimo las pérdidas de vapor a la atmósfera, automatizando la presión de vapor de escape a menos de 25 psig.
48. Evitar la filtración de agua del enfriadero al medio exterior.

• Cristalización

49. Emplear los condensados del tacho directamente en la caldera, previo análisis químico de que no contiene trazas de azúcar mayor que 10 ppm.
50. Utilizar los condensados contaminados para la dilución de las mieles.
51. Asegurar el uso eficiente de los separadores de arrastre en los evaporadores para que dé seguridad en el uso del tacho.
52. Implementar métodos eficientes de limpieza (TLT) para minimizar el uso de vapor.
53. Mantener en circuito cerrado los condensadores del tacho.

- Agotamiento y centrifugación
54. Mantener en circuito cerrado el agua de enfriamiento y calentamiento de las masas cocidas.
 55. Revisar periódicamente las boquillas utilizadas en el lavado del azúcar.
 56. Realizar la higienización del área periódicamente con mangueras de cierre rápido.
 57. Utilizar doble lavado en las centrífugas.

- Almacenaje
58. Realizar la limpieza del área en seco.
 59. Recolectar los derrames de azúcar.
 60. Los derrames no contaminados reenvasarlos como producto final y los derrames contaminados llevarlos a un depósito para utilizarse como alimento animal.

- Área de enfriamiento
61. Velar por el buen funcionamiento de los enfriaderos (reorientación, tupición o roturas de los spray, etc.).
 62. Construir o reparar las mamparas.
 63. Realizar análisis de las aguas del enfriadero periódicamente para ver las necesidades de purgas evitando el vaciado (medir pH y neutralizar con cal).
 64. Introducir torres de enfriamiento de agua para lograr no solo mayor eficiencia en el tratamiento, sino también reducir las pérdidas de agua.

ACCIONES GENERALES DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA (17)

Consumo de agua

65. Lograr que todas las empresas tengan su técnico de tratamiento del agua.
66. Capacitar al personal involucrado, como mínimo una vez al año, mediante su participación en talleres y eventos.
67. Cerrar grifos de agua abiertos innecesariamente.
68. Reparar salideros, válvulas y conductoras de abasto de agua en mal estado.
69. Instalar metros contadores y otros sistemas de control para el uso del agua.
70. Separar los consumos de agua de la empresa de la del batey.
71. Cuantificar los consumos de agua de la empresa y registrar diariamente.
72. Centralizar, presurizar y automatizar los sistemas de condensados.
73. Implementar el control de la conductividad online para garantizar la calidad de agua requerida para los diferentes usos de los condensados.

74. Utilizar mangueras de presión de agua en las operaciones de limpieza.
75. Construir sistemas de canaletas y tanques cisternas para recuperar el agua de lluvia y reutilizarla en el proceso.
76. Instalar tanques elevados o "alcalde" para la distribución de los condensados contaminados según las prioridades establecidas.
77. Instalar equipos para la recuperación de las extracciones continuas de las calderas de vapor (camello) (15).
78. Recuperar las extracciones discontinuas para utilizarlas en la dilución de los químicos agotados y segregados para finalmente incorporar dosificadamente al medio.
79. Establecer un control riguroso sobre el régimen de extracción de las calderas a partir del buen estado técnico de las válvulas, particularmente, las de extracciones continuas.
80. Mantener el consumo de agua de la empresa menor que 0,20 m³/t caña (zafra 2015-2016).

Trampas de grasas

81. Instalar trampas de grasas en todas las acometidas y a la salida de la zanja principal.
82. Limpiar las trampas de grasas con la frecuencia que demande el proceso (como mínimo una vez a la semana).
83. Recolectar los sólidos y las grasas de las trampas para incinerar en caldera junto con el bagazo.
84. Realizar operaciones de mantenimiento de las trampas de grasas periódicamente.

Residuales líquidos y sistemas de tratamiento de residuales

85. Elaborar y archivar diagrama de flujo de conducción y destino de todas las corrientes residuales y caracterizar cada una.
86. Instalar medidores de flujo para cuantificar las aguas residuales emitidas y el agua que se consume de fuentes externas.
87. Identificar, captar, almacenar y reutilizar dentro de la industria todas las corrientes de aguas generadas en el proceso como son los pluviales, los condensados, las aguas biodegradables y otras.
88. Segregar corrientes de residuales. Gestionar separadamente los residuales de las limpiezas químicas así como las aguas negras de los comedores, de los residuales principales de la industria.
89. Caracterizar y registrar diariamente los efluentes de cada área según los parámetros fundamentales (pH, T y flujo).
90. Caracterizar químicamente las aguas residuales tres veces al año (al principio, en el medio y

al final de la zafra). Contratar los servicios de un laboratorio acreditado para la caracterización completa según norma de vertimiento (13, 14), e informar de los resultados al especialista de Ciencia y Técnica de la provincia.

91. Planificar y ejecutar, al menos una vez por zafra, operaciones de mantenimiento en las lagunas de oxidación y restantes sistemas de tratamiento de residuales líquidos.
92. Reutilizar los efluentes de la planta de tratamiento de agua (agua de contralavado de los filtros mecánicos y parte del enjuague de los filtros catiónicos) como agua de limpieza.

Eficiencia energética

93. Velar por el cumplimiento del uso en el horario establecido de los aires acondicionados.
94. Instalar bombillos ahorradores en todas las áreas.
95. Disminuir el uso de carbón para la cocción de los alimentos en comedores obreros, lo que disminuye el CO₂ emitido a la atmósfera.
96. Eliminar todas las fugas de agua caliente, vapor y gases en las líneas de distribución mediante un programa de mantenimiento específico.
97. Sustituir las trampas de vapor dañadas o en malas condiciones en las líneas de vapor de alta (vapor vivo).
98. Contar con el toma muestra de vapor producido para monitorear su calidad.
99. Aislar térmicamente todos los equipos, tanques y tuberías que lo requieran.
100. Reducir las pérdidas de vapor vivo a la atmósfera.
101. Mantener en circuito cerrado el sistema de enfriamiento del turbo.
102. Mantener el factor de potencia por encima de 92 %.
103. Procesar el máximo de paja y bagazo como combustible adicional, propio o de ingenios vecinos.
104. Verificar que todos los sopladores de hollín estén de alta.
105. Asegurar la máxima temperatura del agua de alimentación por encima de 90 °C.
106. Evitar pailones muy bajos que ocasionen cavitación en las bombas.
107. Generar el vapor a la mayor temperatura posible.
108. Atemperar el vapor de escape.
109. Suprimir el atemperamiento del vapor sobrecalentado, en el caso de las calderas alemanas de 45 t/h, para llegar a una temperatura del vapor de hasta 420 °C sin importar si trabaja a 18, 23 o 28 bar.
110. Comprobar, en el caso de las calderas que no

poseen atemperador, que la pared trasera del horno posea la altura adecuada.

111. Ajustar el aire midiendo de forma periódica y sistemática el porcentaje de CO₂ en los gases de escape, de manera que su valor no resulte inferior a 12,5 %.
112. Evitar las infiltraciones de aire y con ello las pérdidas.
113. Mantener cerrado los registros y puertas en operación.
114. Tener preparado el plan de equipos que deben ser paralizados para reducir el consumo de energía eléctrica durante las paradas.
115. Indicar molida con los turbos operando, cuando el ingenio esté estabilizado energéticamente.
116. Aprovechar a no menos 90 % la capacidad instalada en planta eléctrica.
117. Transmitir al SEN el exceso de electricidad, según capacidad instalada en la sub-estación.
118. No inyectar vapor por reductora siempre que quede capacidad disponible de generación en los turbos. No se puede permitir que el vapor vaya a la atmósfera.
119. Cumplir con el acomodo de la carga en el horario pico, parando las maquinarias y equipos que no tienen necesariamente que operar.
120. Operar con la generación de vapor necesaria para el ingenio.
121. Contar con transportadores de bagazo que no excedan la norma de 30,5 m/min.
122. No permitir el escape de inquemados a la atmósfera.
123. Seguir generando en la planta eléctrica en paradas a la capacidad necesaria para lo cual debe acumularse suficiente bagazo.
124. No permitir que el consumo del proceso supere el escape de los turbos a plena capacidad.
125. Crear condiciones de vasos evaporadores que actúen como condensadores de escape de los turbos, si el exceso de bagazo lo aconseja.
126. Sustituir parcialmente los techos por tejas traslúcidas, acción que aumenta la iluminación natural y disminuye el consumo de energía eléctrica.
127. Intensificar el uso de las fuentes renovables de energía (instalación de molinos de vientos, producción de biogás y otros.)
128. Designar un activista por área o departamento encargado de hacer cumplir las medidas de ahorro.

Industria

129. Alcanzar un rendimiento industrial superior a 8,95 t caña/t azúcar (zafra 2016).

Otras medidas

130. Diseñar, implementar y establecer un Sistema de Gestión, Ambiental o Integrado en la entidad. Para ello se debe designar a un coordinador ambiental capacitado para cumplir con sus funciones.
131. Cumplir con las medidas y medios de protección e higiene del trabajo.
132. Realizar las operaciones de mantenimiento sin emplear materiales tóxicos, evitando el empleo de solventes, lubricantes, así como derrames de grasas y aceites.
133. Emplear el MAINPACK como herramienta de gestión de los mantenimientos preventivos o no, realizados dentro del proceso (19).
134. Incluir además en la estrategia de ahorro de la institución la "clasificación en la fuente" de los residuales sólidos generados en actividades no industriales como las oficinas: ejemplo la generación de papeles, los cartones, tóner, iluminarias, neumáticos y aplicar una política de las tres R (reducir, reutilizar y reciclar).
135. Elaborar plan de manejo de productos químicos y desechos peligrosos según lo establece la Resolución 136 2009 CITMA (20), así como se debe presentar la declaración jurada anual y la licencia ambiental en caso del almacenamiento temporal, transporte o destrucción en la fuente de estos productos.
136. Identificar por áreas los niveles de ruido y garantizar trabajar bajo niveles admisibles para el ser humano en cada ambiente laboral (menos de 85 DB) como establece la normativa NC 871 2011 (21). Para ellos se debe identificar por áreas los niveles de ruido y accionar.
137. Mantener limpias las áreas verdes, reforestar las mismas y cuidar periódicamente.
138. Identificar, cuantificar y evitar la generación de gases de efecto invernadero, así como la generación de otros gases contaminantes para los seres vivos (como por ejemplo los generados en las calderas, en el transporte, en ambientes anaerobios etc).

139. Registrar las medidas ambientales de mejoras (acciones de PML) implementadas en la UEB y el presupuesto empleado en cada acción e informar al menos una vez al año, al especialista de Ciencia y Técnica de la empresa.
140. Elaborar un Plan de Acción Ambiental que incluye las opciones de PML preventivas para cumplimentar los objetivos y metas definidos en la Estrategia Ambiental de la unidad. Éste se elaborará y revisará anualmente antes de la "captación de la demanda" e informará al especialista de Ciencia y Técnica de la provincia. El mismo deberá contener las medidas cuantificables, las fechas de ejecución, responsables y financiamiento requerido.

CONCLUSIONES

1. Se enumeran un total de 140 acciones de Producción Más Limpia que se deben tener en cuenta en los ingenios azucareros, para evitar y reducir las emisiones, residuos, consumo de materias primas y energía y de esta manera disminuir los riesgos, los impactos negativos y los costos de producción, lo que logra a su vez aumentar la eficiencia y eficacia de las producciones y los servicios.
2. Es necesario la implementación de las medidas y acciones listadas en este trabajo para lograr una industria azucarera sostenible y amigable con el medio ambiente en las condiciones cubanas de producción.

AGRADECIMIENTOS

Agradecer a especialistas del grupo AZCUBA en especial a la Dirección de Caña, Energía y Ciencia y Técnica, los cuales brindaron su apoyo en la solución de las medidas de mejoras citadas en este trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Álvarez, M. La producción más limpia: una herramienta indispensable. Volumen 13. <<http://www.grcienciaidictu/index.php>> 2009.
2. Col. Manual de conservación y reúso de la energía en la industria sucroalcoholera. Brasil; 2009.
3. Col. Proyecto Ramal del MINAZ "Aplicación de las herramientas de Producción Más Limpia en la Agroindustria Azucarera y derivados". ICIDCA, 2009.
4. Comisión de medio ambiente. Entrevista a expertos de AZCUBA (MINAZ). 2012.

5. CITMA; CIGEA. Estrategia Ambiental Nacional 2016-2020. <<http://www.patrimoniociudad.cult.cu/legislaciones/07EAN.pdf>.
 6. Broker, B. Cálculos básicos en un ingenio de azúcar de caña. Cuba, 1958.
 7. Díaz, E. Uso eficiente del agua en el ingenio. La Habana, Cuba; 2014.
 8. Dámazo, B. Energía integral aplicada en ingenios azucareros. La Habana, Cuba; 2007.
 9. Díaz E. Mejoras al equipamiento del proceso tecnológico. Tomo II; Junio 2001.
 10. Fonseca, D. La Producción Más Limpia en la Destilería "Sevilla". 2003.
 11. ONUDI, Capacitación para crear consultores de P+L según metodología Toolkit. [CD]. Cuba: 2005.
 12. <<http://wwwcmplcommx/Portal/Sectores/Guias/Azucareraasp>> 2006.
 13. Oficina Nacional de Normalización. Norma Cubana 27: 2012 Vertimiento de aguas residuales a las aguas terrestres y al alcantarillado. La Habana. Cuba. Octubre 2012.
 14. Oficina Nacional de Normalización. Norma Cubana 521: 2007 Vertimiento de aguas residuales a la zona costera y aguas marinas. La Habana. Cuba.
 15. Pérez, Y; *et al.* "Manual para la gestión eficiente de la energía en la industria alimentaria". 2007.
 16. NC 855 2011. Utilización de las aguas residuales de la industria azucarera y de derivados en el fertirriego de la caña de azúcar.
 17. Saers, S. Metodologías innovativas para la promoción de las PML en Latinoamérica. 2007.
 18. Terry, C. Manejo de aguas residuales en la gestión ambiental. 2006.
 19. Estupiñán Díaz S, Vargas Vargas I. Mainpack 10.0. Software para la gestión de la actividad de mantenimiento en la industria azucarera. Revista ICIDCA. 2015; 49 (2):3-7.
 20. Resolución 136 2009 CITMA. Reglamento para el plan de manejo integrado de desechos peligrosos.
 21. NC 871 2011. Seguridad y Salud. Ruidos en el Ambiente Laboral. Requisitos higiénicos sanitarios.
-