

# LA SUSTENTABILIDAD Y EL CUMPLIMIENTO DE NORMAS, UNA OPORTUNIDAD PARA ELEVAR LA RENTABILIDAD OPERATIVA DE LAS EMPRESAS: EL CASO DE UNA PLANTA DE MANUFACTURA ELECTRONICA EN BAJA CALIFORNIA

Ernesto Eduardo Nieto Sánchez, Universidad Autónoma de Baja California  
Virginia Guadalupe López Torres, Universidad Autónoma de Baja California  
Sonia Elizabeth Maldonado-Radillo, Universidad Autónoma de Baja California

## RESUMEN

*El presente estudio ilustra un análisis sobre los retos de sustentabilidad que afrontan las empresas en el siglo XXI, el cual demanda empresas socialmente responsables que se distinguen por la preservación del medio ambiente, entre otros aspectos. Al respecto en el mundo han emergido una serie de leyes y normas, donde destaca la directiva 2002/95/EC relativa a la restricción de productos y sustancias peligrosas (RoHS), emitida por el Parlamento Europeo y el Consejo de la Unión Europea, que entro en vigor en julio de 2006. Directiva que establece que equipos, aparatos, y herramientas electricas o electrónicas deben limitar a niveles muy bajos el uso de metales pesados, anticorrosivos y retardantes. El objetivo del análisis es demostrar que la sustentabilidad que se origina para cumplir con normas o leyes, es rentable y puede significarle beneficios tangibles a las empresas. El estudio muestra las ventajas financieras que generó la transición a soldadura libre de plomo en una planta de productos electrónicos de Ensenada, Baja California, en México, a través de ejemplificar los costos y beneficios que implica la manufactura de varios productos, resultando arroja una ganancia de más de nueve dólares por cada dólar invertido.*

**PALABRAS CLAVE:** Sustentabilidad, RoHS, rentabilidad.

## SUSTAINABILITY AND NORMS COMPLIANCE, AN OPPORTUNITY TO INCREASE CORPORATE PROFITABILITY: THE CASE OF AN ELECTRONIC MANUFACTURING PLANT IN BAJA CALIFORNIA

### ABSTRACT

*There is increased pressured for corporations to be socially responsible and environmentally friendly. This study analyzes sustainability challenges faced by enterprises in the XXI century after the enactment of Directive 2002/95/EC. Directive 2002/95/EC, restrictions and regulation on handling and production of hazardous substances (RoHS), issued by the European Parliament and the Council of the European Union in 2006. This Directive requires countries to use electronic and mechanical equipment with low levels of heavy metals, corrosion inhibitors and retardants. The study shows the financial benefits generated by compliance with 2002/95/EC in the transition to lead-free molten on an electronics plant in Ensenada, Baja California, Mexico. This study analyzes costs and benefits of the transition to lead-free molten and demonstrates overall manufacturing gains of more than nine dollars in revenue per dollar invested.*

**JEL:** D23

**KEYWORDS:** Sustainability, RoHS, Profitability

## INTRODUCCIÓN

Los primeros pasos que dan las empresas hacia la sustentabilidad suelen surgir de las leyes vigentes que deben acatar, por ejemplo el Electronic Product Environmental Assessment Tool y la Directiva de Restricción para las sustancias peligrosas de la Unión Europea, que regula el uso de plomo y otras sustancias en productos electrónicos (Nidumolu, 2010). La responsabilidad social de las empresas incluye las estrategias para el desarrollo sustentable, pero en algunas regiones del mundo la sustentabilidad se impulsa a través de regulaciones, Wilson (2009) destaca el caso de la directiva 2002/95/EC que restringe el uso de sustancias peligrosas dentro de la Unión Europea (UE).

Es importante reconocer que actualmente la sociedad está altamente tecnificada, viviendo en un ambiente donde abundan los productos eléctricos y electrónicos y con un mercado que ofrece una amplia variedad de dichos productos, lo que ha creado un nivel de vida con umbrales de satisfacción a los cuales el cliente se acostumbra y espera recibir no menos de lo que conoce. En una sociedad así, la tecnología electrónica ha empezado a buscar espacios para crear productos libres de sustancias peligrosas como el plomo y contribuir con el desecho de los mismos cuando se encuentre en una etapa terminal, a fin de contribuir a la sustentabilidad del planeta y cumplir con las normas correspondientes. Tal como lo menciona la directiva de la UE que restringe el uso de sustancias peligrosas en la manufactura de equipos eléctricos y electrónicos, para contribuir a la protección de la seguridad y salud del trabajador principalmente. Esta directiva indica que a partir del 1 de julio del 2006 todo nuevo equipo electrónico y eléctrico puesto el mercado europeo no debe contener plomo, mercurio, hexavalentes, polybromatos biphenils o polybromatos biphenils ethers (European Parliament and the Council, 2003).

Este movimiento busca la reducción de emisiones de plomo, que provoca la contaminación del suelo y la generación de enfermedades en los seres humanos por contaminación con plomo, para indirectamente contribuir a reducir tales problemas. Por el lado económico, el movimiento representa una oportunidad para las empresas de giro electrónico instaladas en Baja California (B.C.), México, de poder incursionar en la manufactura de productos verdes y satisfacer la demanda de uno de los mercados más grandes del mundo: la UE, es pertinente destacar que en B.C. se encuentran espacios para dicha manufactura, que ante la legislación de la UE, provocaría la generación de empleos estables, crecientes y competitivos.

Por otra parte, también representa un reto para los administradores de las empresas electrónicas que actualmente carecen de tecnología libre de plomo, los cuales deben buscar la migración de la tecnología con uniones de soldadura de plomo a tecnología moderna que utilice la soldadura libre de plomo, generando nuevas culturas de trabajo, tanto en el ámbito tecnológico como administrativo. Es importante destacar que la directiva de la UE es conocida como *Restriction of Hazardous Substances* (RoHS), que aplica a cualquier producto eléctrico o electrónico que se comercialice en los 27 países que la conforman, por lo cual es imperante que las empresas cambien la forma de manufacturar los equipos electrónicos y eléctricos (European Parliament and the Council, 2003).

Países como Estados Unidos, China, Japón y Canadá han empezado a manejar restricciones similares para los productos electrónicos (Wilson, 2009), razón por la cual el presente estudio es pertinente, es un tema de actualidad dada la relevancia que cada día cobra el cuidado ambiental. Es importante señalar que este tipo de directivas implican cambios radicales dentro de la manufactura, como compra de maquinaria, equipo y herramientas, cambio proveedores, capacitación o contratación de personal adecuado.

Actualmente, se tienen empresas en B.C., en los Municipios de Mexicali, Tijuana, Ensenada y Tecate que se dedican al giro de maquila de productos electrónicos, realizando productos desde la elaboración de marcapasos electrónicos hasta la manufactura de televisiones de 64 pulgadas. Algunas empresas ya aplican la tecnología RoHS, como: Sony, Samsung, Hitachi, y Sanyo. Pero, existen algunas empresas que se encuentran en proceso de migración a tecnología libre de plomo, por otro lado, también existen

empresas donde su mercado les permite manufacturar productos con los dos tipos de tecnología soldadura: con plomo y sin plomo; sin embargo lo que se pretende demostrar es que el cambio hacia la sustentabilidad es el más conveniente, no solo porque se cuida el ambiente, sino porque es muy rentable. Por ello el objetivo general del estudio es demostrar a través de un caso de estudio que el cumplimiento de directivas a favor de la sustentabilidad, como la RoHS que demanda la migración a la tecnología libre de plomo es factible económicamente, dado que además de contribuir al cuidado del medio ambiente genera importantes utilidades. Asimismo se tiene como objetivo particular describir como afrontaron la transición las plantas maquiladoras de Ensenada que manufacturan productos electrónicos.

Teniendo en cuenta lo anterior, el trabajo se articula en cinco apartados. El primero de ellos se compone de la presente introducción; en el segundo apartado se revisan distintas concepciones y referencias sobre la sustentabilidad y las directivas RoHS en el mundo, en el tercer apartado se describen el método utilizado en el desarrollo de la investigación, como los instrumentos de recolección de datos y las herramientas de análisis de los mismos. Finalmente, los últimos dos apartados muestran los principales resultados encontrados para terminar con las conclusiones del estudio.

## REVISIÓN LITERARIA

Bono (2008) cita a Pearce (2007:62-63) para argumentar que durante los últimos doscientos años, la raza humana ha añadido a la atmósfera cerca de doscientos mil millones de toneladas de carbono, elevando en un tercio los niveles de dióxido de carbono, desde 280 partes por millón (ppm), que marcan la estabilidad de las eras interglaciares, hasta los 380 ppm actuales. Las cifras siguen subiendo a un ritmo aproximado de 20 ppm cada década. Los problemas de calentamiento de la Tierra y sus consecuencias han entrado definitivamente en el quehacer de las políticas medioambientales, por ello en los albores del siglo XXI la responsabilidad social de las empresas incluye las estrategias para el desarrollo sustentable. El cual fue definido por la Comisión Brundtland como aquel que satisface las necesidades del presente sin comprometer la habilidad de las futuras generaciones para satisfacer las propias (WCED, 1987, citado por Pardo *et al.*, 2009).

Acorde con este planteamiento, la Cumbre de la Tierra de 1992 estableció la necesidad de encontrar un punto de equilibrio entre las exigencias económicas, sociales y ambientales tanto de las generaciones presentes como futuras. Lirios (2007) cita a Bechtel *et al.* (2006) para señalar que el desarrollo sustentable implica la convergencia de los intereses de las actuales y las futuras generaciones para la exploración, descripción, explicación y predicción de un nuevo sistema competitivo en equilibrio con la disponibilidad de los recursos naturales. De ahí que estén emergiendo distintas estrategias de gobierno y empresariales con el objeto de promover el desarrollo sustentable, entre ellas destaca el papel que ha desempeñado el concepto de costo social del carbono para incentivar las tecnologías y las prácticas con menos emisiones, según el informe Stern si el costo asciende a 85 dólares por tonelada de CO<sub>2</sub>, y a medida que se internalice ese costo en los precios y en las inversiones, influiría decisivamente en la reducción de las de carbono (Bono, 2008).

Además según Puig (2007) indica que es preciso promover la administración del desarrollo sustentable, tarea que recae en toda la sociedad, comenzando por las empresas, involucrando a los gobiernos y a los consumidores, los cuales deben asumir un papel cada vez más consciente hacia la problemática ecológica. Asimismo destaca la preocupación por un comercio limpio, que da lugar al concepto de la ecoeficiencia, es decir el uso eficiente de los recursos en términos de protección del medio ambiente, que debe darse con eficiencia económica. Lo que significa que todos los recursos deben de ser usados de manera inteligente, con la mejor tecnología, que permita su explotación racional, biológica y sustituible, poniendo énfasis en los impactos que generan los residuos. Para dar paso al uso de tecnologías limpias y procesos de producción limpios.

Como ejemplo de ello la restricción europea RoHS, al ser una norma, obliga a las empresas, a transformar sus procesos de manufactura e invertir en tecnología, al mismo tiempo que estimula la innovación de las prácticas de negocio, e impulsa el desarrollo de productos limpios. Empero Nidumolu (2010:47) puntualiza que “la fabricación sustentable requiere equipamiento y procesos nuevos, los cuales muchas veces los clientes no están dispuestos a pagar más por productos amigables con el medio ambiente y menos durante una recesión”. Sin embargo, para Puig (2007) los costos de no aplicar una gestión enfocada a procesos limpios no se ven de manera inmediata y muchas veces no se reflejan en el país que los origina, razón por la cual es importante difundir los impactos ecológicos del desarrollo, a través de programas educativos que permitan crear cada vez mayor conciencia tanto en empresarios, trabajadores como en la sociedad en general; dado que la responsabilidad de heredar un mundo mejor a las futuras generaciones no es posible traspasarla.

### La Legislación Rohs

En diciembre de 1997 la Agencia del Medio Ambiente de Japón propuso la legislación de eliminación de desechos de plomo, por medio de la cual se determinó que los desechos de plomo y los desechos electrónicos, deben ser colocados en un contenedor sellado y procesados en un área confinada para prevenir su filtrado. Japan Electronic Industry Development Association (JEIDA) y Japan Institute of Electronics Packaging (JIEP) propusieron una iniciativa de uso de soldadura libre de plomo que entró en vigencia el 30 enero del 1998, lo que originó que varias fabricas iniciaran la aplicación de la norma, la cual se generalizó y para 2001 ya se había eliminado el uso de la soldadura con plomo (Grusd, s.f).

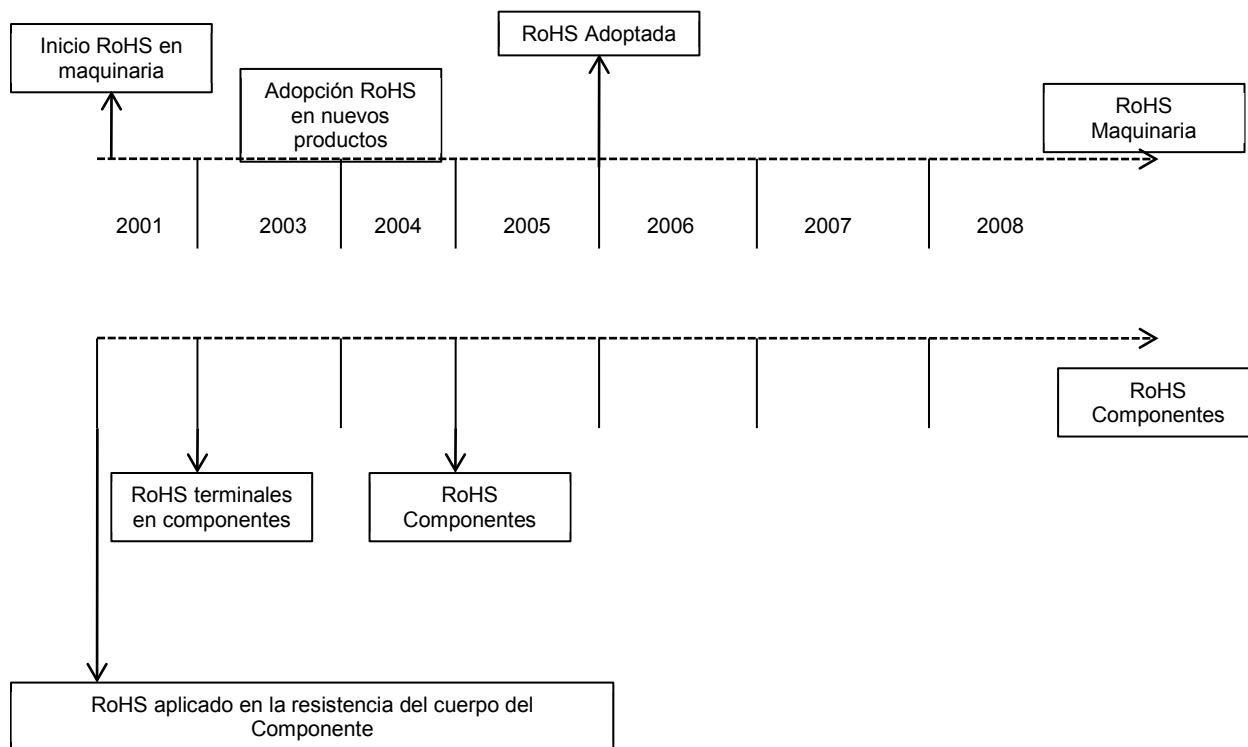
Según Suga (s.f.) en 1998 JEIDA publicó la iniciativa hacia la migración de soldadura libre de plomo, la cual presentó una serie de etapas para la transición, empezando con el uso de la aleación de estaño y plata (Sn-Ag). JEIDA también realizó la iniciativa 2000, que presentó una guía para la selección de aplicaciones y la operación del reflujo de la soldadura, recomendando el uso de las aleaciones de estaño, plata y cobre (Sn-3.0Ag-0.5Cu). En lo sucesivo, tanto en Japón como otros países se han emitido iniciativas para tratar de encontrar la aleación que represente menos riesgo al medio ambiente y permita procesos de manufactura de calidad y seguros. La figura 1 ilustra la tendencia a través del tiempo de la evolución del movimiento de soldadura libre de plomo para los mercados.

El proceso de conversión a RoHS se ha ido extendiendo a distintas regiones del mundo, la figura 2 ilustra la cronología de dicha expansión, donde destaca la adopción de RoHS por la UE, China y Corea del Sur, además de la aplicación de la directiva 2002/96/CE de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (*Waste Electrical and Electronic Equipment*, WEEE), ley que promueve el reciclaje, la reutilización y la recuperación de los residuos que causan estos equipos para reducir la contaminación (Ogunseitan, 2007). La EWRA (Electronic Waste Recycling Act) es una enmienda del estado de California que establece un programa para que los consumidores devuelvan, reciclen, y aseguren dispositivos de exhibición de video, tales como televisiones y monitores de la computadora, por ser desechos peligrosos. A partir del primero de enero de 2005, los consumidores de California comenzaron a pagar un honorario de \$6 a \$10 dólares al comprar ciertos dispositivos de exhibición video.

Dichos honorarios se depositan en una cuenta especial que se utiliza para pagar a los recicladores por concepto de los costes de manejo (Gobierno de California, 2007). La importancia de la legislación RoHS se fundamenta en la gran cantidad de productos electrónicos de desecho que genera la sociedad mundial, tales como electrodomésticos, equipos de sonido, celulares, cámaras digitales, reproductores de música digital, proyectores de video digital, televisiones, entre otros. Estos productos se consideran peligrosos al final de su vida útil, porque incluyen placas con componentes adheridos entre sí con soldadura de plomo la mayoría de las veces, metal pesado que de acuerdo con Jacott (2005) causa una grave contaminación ambiental y afecta la salud de los trabajadores expuestos a él en el proceso de fabricación. Por ello la directiva RoHS requiere que todos los productos electrónicos sean fabricados sin químicos tóxicos y

metales pesados, prohibiendo el uso de cadmio, mercurio, plomo, cromo hexavalente y dos retardantes de fuego bromados (PBDEs y Pbs., por sus siglas en inglés).

Figura 1: Tendencia RoHS, en Componentes y Maquinaria.

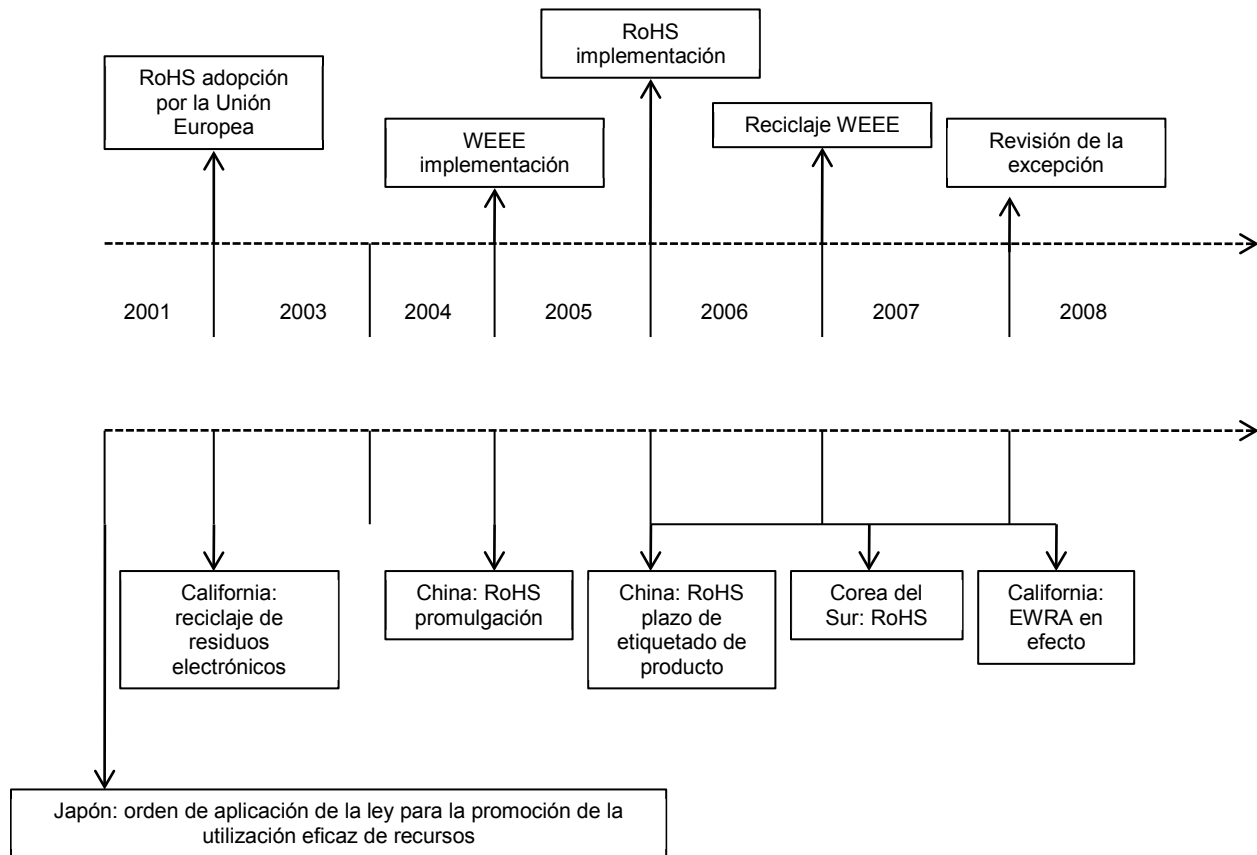


La presente figura muestra los cambios promovidos por las normas para que se dejase de usar la soldadura de plomo y se transitará hacia el uso de soldadura libre de plomo. Ilustra que los cambios iniciaron en maquinaria y componentes en 2001 y debieron adoptarse al 100% en nuevos productos para el 2006. Fuente: Elaboración propia a partir de (Suga, s.f).

Ciertamente RoHS es una norma obligatoria en algunos países del mundo, pero no en todos, por ello es importante destacar la necesidad de que las empresas sean socialmente responsables, según Thompson *et al.* (2008, p.344) “las empresas tienen la obligación de cuidar el medio ambiente. Significa usar lo mejor de la ciencia y tecnología para establecer normas ambientales mayores que las obligatorias”.

Respecto a este último punto es pertinente destacar que la aplicación de RoHS demanda una serie de cambios e inversiones, por ejemplo la manufactura de ensamblajes electrónicos requiere tecnología nueva como hornos de reflujo en SMT, equipos de reparación de productos RoHS, equipos calibrados para la inspección visual de componentes y rayos x, equipo para la identificación y etiquetado de materiales RoHS, además de la aplicación de la norma de manufactura IPC-A 610D, que es el estándar más utilizado para los montajes electrónico, indica los criterios de fabricación aceptados por la industria en cuanto a montajes electrónicos mediante fotografías e ilustraciones a color.

Figura 2: RoHS en el Mundo



Esta figura muestra de forma cronológica las primeras normas promulgadas en distintas partes del mundo para impulsar el cambio a uso de soldadura libre de plomo, movimiento encabezado por Japón en el 2001 y fortalecido por la Unión Europea el 2002, adopción a partir de la cual adquiere relevancia. También se ilustran las normas aplicadas en China, Corea del Sur y California en Estados Unidos. Fuente: Ogunseitan (2007).

## METODOLOGÍA

Se realizó una investigación de tipo exploratorio con diseño no experimental, cualitativa, definida en función de los trabajos de Hernández, *et.al.* (2008). La investigación se dirigió principalmente al estudio de la migración de tecnología de plomo a libre de plomo en las plantas maquiladoras de productos electrónicos instaladas en Ensenada, B.C., que manufacturaban productos con tecnología de soldadura de plomo y debido a la legislación RoHS debieron aplicar una transición a libre de plomo. El trabajo de estudio se limitó a empresas de manufactura de producto electrónico con procesos de montabilidad de componentes electrónicos de superficie (SMT) y productos de componentes atravesados en la placa (TH).

La metodología del trabajo de estudio se llevó a cabo a través de técnicas de recopilación de datos como la entrevista semi estructurada, donde se ha utilizado una guía de preguntas, además de la observación participante durante la investigación-intervención, para el desarrollo del proyecto de inversión donde se determinaron las estrategias de manufactura a aplicar para no sólo cumplir con los lineamientos de la directiva, sino analizar la cadena de valor para optimizar los costos de operación.

Las entrevistas se realizaron a diferentes actores. Algunas se dirigieron a personal gerencial de la maquila. También se entrevistó al responsable del área donde se maneja la soldadura libre de plomo y soldadura con plomo. Para el desarrollo de este tipo de entrevistas se siguieron las sugerencias expuestas por

Hernández *et al* (2008), se utilizó una guía de preguntas por medio de las cuales se pudo obtener respuestas sobre el tema en cuestión. La información obtenida se reportó en un diario de campo, algunas de las entrevistas fueron grabadas. Las entrevistas fueron de naturaleza abrir-cerrar en las cuales se les preguntó a los entrevistados realidades sobre asuntos u opiniones acerca de eventos. Las preguntas realizadas al personal gerencial de la maquila fueron directas y específicas tales como: ¿Cuándo conocieron en su planta la restricción a RoHS? ¿Qué medidas han tomado, como se han preparado para enfrentar este cambio? ¿Implico “cambios grandes”, maquinaria y equipo, tecnología, equipo, tecnología, proveedores, entre otros? ¿El cambio llega paralelo a una crisis económica? A raíz de este cambio ¿cómo se prepara su empresa antes otros cambios en el mismo sentido que puedan presentarse en el futuro? ¿Ello ha afectado, de qué manera?

El estudio se realizó a lo largo de 2009, en tres plantas que se denominan como planta A, B o C, en total se entrevistaron a ocho personas: los gerentes y responsables de la transición de cada una de las plantas y en las plantas A y B a los responsables del área de ingeniería. También se diseñó un caso de estudio en la planta C para una de las líneas de manufactura, a fin de cuantificar los costos de la transición a RoHS y evaluar su factibilidad financiera, para ello se contó con el apoyo de la empresa, en particular del líder del proyecto de transición.

## RESULTADOS

La investigación se realizó en tres plantas maquiladoras, las cuales se denominan A, B y C (se omiten sus nombres a petición de las mismas). La transición representó tres modelos de cambio, es decir cada planta trazo su propio esquema de cambio de acuerdo con su cultura, tipo de clientes y características, aunque hay puntos de coincidencia entre ellas. Para la planta A los cambios fueron menores, en principio se debió adquirir nuevas estaciones de soldadura, ya que las que se tenían no cubrían las especificaciones para usar soldadura libre de plomo, ello implicó también reemplazar los cautines. Estos dos cambios afectaron el proceso de manufactura y tuvo que adecuarse.

Para la planta B la transición representó cambios importantes como reemplazo de maquinaria y equipo, cambio a tecnología *throughhole* que incluye *pot* de hierro, bombas y cadenas. Pero al principio la planta se encontró con que las existencias de inventario de productos para operar con soldadura de plomo eran considerables, por ello se implementó una estrategia de cambio en paralelo, se operó con líneas de producción con soldadura de plomo y con RoHS, a fin de dar salida al inventario y no tener mermas dado que posee clientes en América donde la exigencia de cambio aún no operaba y para sus clientes europeos operó una línea de manufactura especial con RoHS. Se operó con esta estrategia hasta agotar el inventario, después de ello la empresa no hace distinción sólo opera con RoHS. Para la planta C la transición implicó muchos cambios tanto de materiales y procesos. Es pertinente señalar que este proceso de cambio como cualquier otro afecta, crea cierta resistencia y por la inversión requerida puede impactar de sobremanera lo financiero, máxime en tiempos de crisis como el actual. Al respecto, en la planta A el cambio representó dificultades sobre todo para que el proceso de producción quedara funcionando correctamente, representó una inversión adicional principalmente en materiales y equipo, pero la persona entrevistada desconoce el monto de la misma y si ello afectó la economía de la planta.

La planta B realizó los cambios antes de la actual crisis, pero igual implicó inversión para adquirir estaciones de trabajo, soldadura de las aleaciones USAN SAC305 con plata y SNI00C las cuales son más costosas que la soldadura con plomo que se venía utilizando, en principio se trabajó con la primera que contiene plata pero por su costo elevado se continuó en la búsqueda hasta encontrar la que se usa en la actualidad sin plata que es mucho más económica. Asimismo en la planta B se creó un área para el monitoreo de regulaciones contrucadas y nuevas, lo cual amplió la estructura y por ende el costo de la operación en general, esta área una vez detectada una ley o normatividad que aplique a la planta investiga las afectaciones y los requerimientos. Si bien implica un costo para la empresa, le provee información

para poder planear con anticipación los cambios. Para la planta C el cambio no presentó afectaciones por la crisis puesto que se implementó antes.

En resumen, la planta A señala que aprendieron paralelamente al proceso de cambio, en principio les costó mucho aprender de las ventajas y bondades de la mejora, pero por la sustentabilidad y cuidado del medio ambiente se justifica, además fue necesario que el corporativo y el área de operaciones preparará y educará al personal para futuros cambios. La planta B al vender una importante cantidad de productos en Europa posee una cultura de continuos cambios, mantiene una relación directa de retroalimentación con los clientes, considera que sus empleados tienen una conciencia clara de trabajar con calidad, debido a que anteriormente han implementado otros procesos de cambio lo que facilitó la transición. Para la planta C cumplir con las regulaciones que marca el mercado, los clientes y gobiernos es muy importante, se debe mantener un área para estudiarlas y atenderlas, dado que varían de un país a otro, por ejemplo citan la existencia de normas en específico para materiales, metales y compatibilidad electromagnética.

### Gestión de Tecnología Libre de Plomo

Las tres empresas tienen un amplio conocimiento sobre la restricción RoHS implementada por la UE, a raíz de la cual revisaron si la maquinaria y equipo que tenían podía soportar el cambio, al respecto el 100% indica que sus estaciones de soldadura pueden operar a la temperatura que requiere la soldadura libre de plomo, asimismo para el 67% de las plantas las mesas de trabajo para los productos RoHS usan manteles verdes ESD (descarga electroestática en los productos electrónicos). Uno de los cambios que debieron realizar es la identificación de las locaciones y plantillas metálicas, por ejemplo estencils y bins o recipientes como RoHS, pero solo una planta (33%) lo había realizado. Lo que si se ha identificado al 100% es el equipo de soldar bajo la legislación y usando los símbolos de soldadura libre de plomo.

Aún falta en todas las plantas delimitar las áreas para la manufactura RoHS en el piso de manufactura SMT. Porque la tendencia es operar solo con soldadura libre de plomo, de hecho una de las plantas ya opera bajo dicha condición. Sin embargo, solo una planta (33%) posee la capacidad de operar productos RoHS en el equipo SMT. En el 67% de las plantas que poseen equipo SMT éste se encuentra calibrado para operar manufactura libre de plomo. El 100% de las plantas utiliza recipientes para los desechos electrónicos de soldadura libre de plomo.

En dos de las plantas (67%) el personal se encuentra entrenado con la IPC-A-610 rev. D (es el estándar más utilizado en los Estados Unidos para la aceptabilidad de ensamblajes electrónicos y su uso se ha vuelto generalizado en las áreas de ensamble), para requerimientos de soldadura libre de plomo, ello garantiza el cumplimiento de la restricción y la no afectación de la calidad en los productos debido al cambio en los procesos de manufactura. Pero aún falta entrenar al personal en la identificación del uso de variantes de plomo y sin plomo que se conoce como IPC-1066 o JES D97.

### Gestión Financiera

La gestión financiera permite identificar la alternativa cuya factibilidad ofrezca la mayor cobertura para soportar la migración de la tecnología de soldadura con plomo a libre de plomo. La evaluación de proyectos según Baca (1997) es una materia interdisciplinaria que durante su elaboración intervienen varias disciplinas como la contabilidad (costos, balance general, estados de resultado, entre otros). Para tomar la mejor decisión sobre el proyecto de inversión de migración de soldadura de plomo a soldadura libre de plomo, es importante realizar un análisis multidisciplinario, calcular las ganancias futuras, donde el futuro siempre es incierto y por esta razón el dinero siempre se estará arriesgando.

El estudio financiero está integrado por los elementos informativos cuantitativos que permiten decidir y observar la viabilidad del plan financiero, a través del costo de capital de trabajo, adquisiciones de activo



fijo y gastos pre operativo hasta obtener los gastos financieros como son el balance general estados de pérdidas y ganancias y flujo de efectivo. La inversión inicial comprende la adquisición de todos los activos fijos o tangibles, para iniciar las operaciones de del proyecto, es importante mencionar que este proyecto de inversión es analizado para el nuevo eslabón dentro de la cadena de valor de la compañía donde se realizó el caso de estudio, que es la C. Por tal motivo se presentan los nuevos activos y las condiciones de la inversión inicial del proyecto en la Tabla 1.

El total de los activos asciende a \$2'691000.00 dólares, de los cuales el 40% (\$ 1, 076,400.00) son recursos propios de la planta y 60% (\$ 1, 614,600.00) es recurso financiado. Para cubrir dicho 60% se contratará un crédito refaccionario a diez años, el cual permitirá reducir paulatinamente la deuda sin distraer recursos de la operación. El crédito a contratar tiene una tasa de interés interbancaria de equilibrio (TIIE) del 7.45% + 14 puntos según datos del banco; obteniendo una tasa de interés fija a pagos mensuales de \$ 404,228.06 dólares, como se muestra en la Tabla 2.

Adicionalmente el proyecto tendrá gastos de mantenimiento anuales por un monto de \$153,600.00 y de servicios por \$207,000.00 dólares anuales. Para determinar la factibilidad del proceso de conversión a RoHS la planta seleccionó a tres de sus productos, se trata de tres lámparas electrónicas con tecnología de luz de estado sólido llamadas rebels, las cuales se presentan en tres diferentes diseños: lámpara Solaris, Spot Light mercurio y lámpara Astro sol. La lámpara Solaris es una presentación de lámpara para uso en oficinas, talleres, escuelas, hospitales y oficinas gubernamentales, debido a la emisión de luz blanca en su entorno. La lámpara Spot light mercurio es una presentación discreta que está enfocada al uso en casinos, hoteles, restaurantes, bares, y centros de entretenimiento. La lámpara Astro sol presenta un diseño robusto para ambientes no hostiles, como plantas industriales de extracción de petróleo y minerales.

Para el proceso de migración de soldadura de plomo a soldadura libre de plomo se requerirá de personal administrativo y operativo adicional, de acuerdo con un estudio de tiempos y movimientos de la empresa se necesitarían seis personas administrativas y 51 personas operativas. Ello generará erogaciones para cubrir los sueldos, para el personal administrativo la erogación asciende a los \$ 270.000.00 dólares anuales y para el personal operativo es de \$ 199.920.00 dólares anuales, como se muestra en la Tabla 3.

Por otra parte, es necesario una inversión de capital de trabajo a fin de soportar la migración a soldadura libre de plomo, para ello se tiene contemplado un préstamo a tres años a tasa fija, el cual se destinará a la adquisición de materia prima, para tener un inventario de los tres principales tipos de productos, monto que asciende a \$17,987.81 dólares; además con el préstamo se pretende cubrir los gastos del primer mes de operación, que incluye sueldos de personal administrativo por un monto de \$22,500 y sueldos de personal operativo por un monto de \$16,660 dólares, lo que en total asciende a \$87,447.81 dólares, el crédito se considera a tasa fija sobre saldo insolutos como se muestra en la Tabla 4.

La situación patrimonial del proyecto durante el ejercicio en el periodo del 1 enero al 31 de diciembre de 2009 asciende a \$2, 935,974.80 dólares en elementos patrimoniales de la empresa: activos, mientras el pasivo detalla su origen financiero, como se muestra en la Tabla 5, en la cual también se observa un aspecto contable dinámico que muestra los valores de la empresa al inicio del proyecto, en su primer año de operaciones. Adicionalmente el proyecto requiere de gastos pre-operativos, tales como el estudio del proyecto de inversión, la asesoría legal, la asesoría técnica, gastos de organización, administración, y de ejecución del proyecto, los cuales ascienden a \$177,500 dólares. También se requieren realizar otra serie de gastos, los cuales se han denominado pre-operativos, mismos que se describen en la Tabla 6.

Tabla 1: Lista Descriptiva de Activos Fijos

INVERSION INICIAL				
Cant.	Concepto/adquisición	Total Recursos	Propios (40%)	Financiamiento (60%)
1	Maquina de aplicación de pegamento	10,000.00	4,000.00	6,000.00
2	Ekra Screen printer Machine	200,000.00	80,000.00	120,000.00
2	Juki series 2000 SMT	300,000.00	120,000.00	180,000.00
2	AOI Inspections Machines	300,000.00	120,000.00	180,000.00
4	Converyes de 2"	16,000.00	6,400.00	9,600.00
4	Converyes de 5"	20,000.00	8,000.00	12,000.00
1	Valor system MRP	85,000.00	34,000.00	51,000.00
2	Genral electrical Test	350,000.00	140,000.00	210,000.00
1	Selective solder Lead free	350,000.00	140,000.00	210,000.00
1	Wave solder Lead free Machine.	450,000.00	180,000.00	270,000.00
1	Aire Acondicionado Industrial	250,000.00	100,000.00	150,000.00
3	Fuentes de poder	25,000.00	10,000.00	15,000.00
	Mobiliario y Equipo menor			
27	Mesas /operaciones/ retrabajo/	20,000.00	8,000.00	12,000.00
15	Sillas operación	2,500.00	1,000.00	1,500.00
48	Estante de almacén material grande	20,000.00	8,000.00	12,000.00
8	Estante de almacén material Chico	4,000.00	1,600.00	2,400.00
1	Sistema de red /servidor	10,000.00	4,000.00	6,000.00
10	Estaciones de soldadura Hakko FM2	4,000.00	1,600.00	2,400.00
2	Esténcil Storage	2,500.00	1,000.00	1,500.00
2	Impresora de etiquetas de Producción	6,000.00	2,400.00	3,600.00
30	Carros de transportación material.	25,000.00	10,000.00	15,000.00
10	Escritorios de Oficina	10,000.00	4,000.00	6,000.00
20	Cajas Reutilizables ajustables ESD	1,000.00	400.00	600.00
	Equipo adicional			
1	Equipo de preformado	15,000.00	6,000.00	9,000.00
1	Herramientas Manufactura	35,000.00	14,000.00	21,000.00
1	Herramientas de Calidad	50,000.00	20,000.00	30,000.00
1	Herramientas de Mantenimiento	20,000.00	8,000.00	12,000.00
1	Herramientas Medición de Lead free	25,000.00	10,000.00	15,000.00
1	Equipo de prueba eléctrica	50,000.00	20,000.00	30,000.00
25	Computadoras	10,000.00	4,000.00	6,000.00
1	Cámaras de seguridad (cámaras)	5,000.00	2,000.00	3,000.00
100	Bines colocación de componentes.	1,000.00	400.00	600.00
1	Equipo de aplicación ESD	2,000.00	800.00	1,200.00
1	Iluminación 40 lámparas	4,000.00	1,600.00	2,400.00
	Equipo de transporte			
1	Carro utilitario	13,000.00	5,200.00	7,800.00
	<b>TOTALES</b>	<b>\$ 2,691,000.00</b>	<b>\$ 1,076,400.00</b>	<b>\$ 1,614,600.00</b>

Esta Tabla presenta la inversión inicial en activo fijo requerida para soportar la transición de la planta C a RoHS, especifica el activo, su cantidad y el monto de la inversión que representa, desglosándolo según el origen de los fondos, sean propios o provenientes de un financiamiento.

Tabla 2: Crédito Refaccionario

CREDITO A SOLICITAR		\$1,614,600.00	Plazo a 10	años		
TIE		7.45	14	Puntos Banco	21.45%	
No.	Capital	Abono a Capital	Intereses	Pago igual	IVA 15%	Pago Total
0	\$ 1,614,600.00					
1	\$ 1,556,703.64	\$ 57,896.36	\$ 346,331.70	\$ 404,228.06	\$ 51,949.76	\$ 456,177.82
2	\$ 1,486,388.51	\$ 70,315.13	\$ 333,912.93	\$ 404,228.06	\$ 50,086.94	\$ 454,315.00
3	\$ 1,400,990.78	\$ 85,397.73	\$ 318,830.34	\$ 404,228.06	\$ 47,824.55	\$ 452,052.61
4	\$ 1,297,275.25	\$ 103,715.54	\$ 300,512.52	\$ 404,228.06	\$ 45,076.88	\$ 449,304.94
5	\$ 1,171,312.72	\$ 125,962.52	\$ 278,265.54	\$ 404,228.06	\$ 41,739.83	\$ 445,967.89
6	\$ 1,018,331.24	\$ 152,981.48	\$ 251,246.58	\$ 404,228.06	\$ 37,686.99	\$ 441,915.05
7	\$ 832,535.23	\$ 185,796.01	\$ 218,432.05	\$ 404,228.06	\$ 32,764.81	\$ 436,992.87
8	\$ 606,885.98	\$ 225,649.25	\$ 178,578.81	\$ 404,228.06	\$ 26,786.82	\$ 431,014.88
9	\$ 332,834.96	\$ 274,051.02	\$ 130,177.04	\$ 404,228.06	\$ 19,526.56	\$ 423,754.62
10	-	0.00	\$ 71,393.10	\$ 404,228.06	\$ 10,708.96	\$ 414,937.03

Esta Tabla ilustra los datos del crédito refaccionario a solicitar a fin de que la planta pueda cubrir la inversión inicial de activo fijo, también ilustra su amortización.

Tabla 3: Erogaciones de Sueldos de Personal Administrativo y Operativo

Personal Administrativo				
Núm.	Puesto	Funciones	Sueldo Mensual	Anual
1	Gerente	Administración General del área	5,000.00	\$60,000.00
1	Ingeniero Manufactura	Responsable de los procesos de manufactura	\$3,500.00	\$42,000.00
1	Ingeniero de Garantías	Responsable de garantías/ Incoming inspection.	\$3,500.00	\$42,000.00
1	Planner	Responsable de la planeación de los productos	\$3,500.00	\$42,000.00
1	Ingeniero calidad	Responsable del aseguramiento de la calidad	\$3,500.00	\$42,000.00
1	Ingeniero de prueba eléctrica	Responsable de pruebas eléctricas y fixturas.	\$3,500.00	\$42,000.00
Total	6		\$22,500.00	\$270,000.00
Personal Operativo				
1	Técnico A	Técnico de maquinaria	400.00	4,800.00
1	Técnico B	Técnico retrabajo/prueba eléctrica.	360.00	4,320.00
1	Supervisor Mantenimiento	Supervisar mantenimientos preventivos y correctivos	1,800.00	21,600.00
1	Supervisor de Producción	Supervisar la producción diaria	2,500.00	30,000.00
2	Supervisor de Almacén	Controlar I/O de materiales.	2,600.00	31,200.00
45	Operadores	Ensambladores	9,000.00	108,000.00
Total			16,660.00	199,920.00

Esta Tabla ilustra el personal adicional requerido para soportar el proyecto RoHS, indica puesto, funciones y sueldo.  
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4: Préstamo de Habilitación o Avío para Capital de Trabajo

No. de pagos	Tasa de interés: 24%		Plazo a 3 Años			
	Capital	Abono a Capital	Intereses	Pago	IVA 15%	Pago Total
0	\$ 87,447.81					
1	58,298.54	\$29,149.27	\$20,987.48	50,136.75	3,148.12	53,284.87
2	29,149.27	29,149.27	13,991.65	43,140.92	2,098.75	45,239.67
3	-	29,149.27	6,995.83	36,145.10	1,049.37	37,194.47
SUMA			41,974.95	129,422.7	6,296.24	135,719.0

Esta Tabla ilustra los datos del crédito a solicitar para cubrir la inversión de capital de trabajo, también ilustra su amortización.

Como se muestra en la Tabla 6, para solventar parte de los gastos pre-operativos es necesario contratar un crédito, el cual se manejará a tasa fija a 28% anual a cubrir en pagos iguales de \$8,563.17 dólares mensuales, para financiar \$88,750.00 dólares, que representa el 50% los gastos pre-operativos.

Tabla 5: Balance General de la Migración de Soldadura Libre de Plomo

ACTIVO		PASIVO	
Activo circulante		Pasivo circulante	
Bancos (Capital de trabajo)	69,460.00	Doctos por pagar a CP	\$ 88,750.00
Inventarios (Materia Prima)	17,987.81	Suma pasivo a CP	\$ 88,750.00
Total Activo circulante			
Activo Fijo		Pasivo a largo plazo	
Equipo de transporte	13,000.00	Crédito Avío	87,447.81
Maquinaria y equipo	2,356,000.00	Crédito Refaccionario	1,614,600.00
Mobiliario y equipo	105,000.00	Suma pasivo a largo plazo	1,702,047.81
Equipo adicional	217,000.00	Suma del Pasivo	1,790,797.81
Total Activo fijo			
Activo diferido		Capital Contable	
		Capital social	1,165,150.00
		Suma Capital	1,165,150.00
Suma del Activo	\$2,955,947.81	Suma del Pasivo y capital	\$ 2,955,947.81

Esta Tabla muestra el balance general de la empresa al inicio del proyecto.

Tabla 6: Gastos Pre-operativos

Rubro de Inversión	Monto total	Capital propio	Financiamiento externo
Equipo de transporte	13,000.00	\$ 5,200.00	\$ 7,800.00
Maquinaria	2,356,000.00	\$ 942,400.00	\$ 1,413,600.00
Mobiliario y equipo	105,000.00	\$ 42,000.00	\$ 63,000.00
Equipo adicional	217,000.00	\$ 86,800.00	\$ 130,200.00
Capital de trabajo	87,447.81		87,447.81
Gastos preoperativos	177,500.00	88,750.00	88,750.00
Total	\$ 2,955,947.81	\$ 1,165,150.00	\$ 1,790,797.81

Esta Tabla presenta la inversión requerida para gastos pre-operativos, especifica el rubro de la inversión, su monto, desglosando según el origen de los fondos, sean propios o si serán solventados por un financiamiento.

Fuente: Elaboración propia.

### Ingresos

El ingreso del proyecto se determina en base a las ventas de los tres tipos de lámparas usadas para evaluar su factibilidad, los ingresos se calculan en base a la producción de 260 días de operación al año, de acuerdo a la demanda proyectada para el año 2009 y a su precio unitario. Para el caso de la lámpara Solaris la proyección de ingresos se basa en una producción diaria de 30 lámparas a un precio unitario de \$450 dólares más el impuesto al valor agregado (IVA), lo que genera un ingreso anual de \$3,510,000.00.

Los ingresos proyectados hasta 2018, horizonte de planeación y evaluación del proyecto se ilustran en la Tabla 7; en los cálculos se considero un incremento en las ventas y el precio unitario acorde con el comportamiento de la inflación de Inglaterra, dado que la planta donde se realizó el estudio de caso es de capital inglés, los datos para la proyección fueron proporcionados por el departamento de finanzas del corporativo. El análisis de ingresos para la lámpara Spot light se basa en una producción diaria de 100 piezas con un precio unitario de \$85 dólares más IVA, lo que genera un ingreso anual de \$2,210,000.00. Los ingresos proyectados hasta 2018, se ilustran en la Tabla 8.

Por último en la Tabla 9 se ilustra la proyección de ingresos de la lámpara Astro sol, cuyo análisis se basa en una producción diaria de 25 piezas a un precio unitario de \$700 dólares más IVA, lo que genera un ingreso anual de \$4,550,000.00.

Tabla 7: Ingresos Proyectado por las Ventas de Lámparas Solaris

	Total	Sub-Total	I.V.A
2009 Año 1	\$ 3,510,000.00	\$ 3,190,909.09	\$ 319,090.91
2010 Año 2	3,650,400.00	3,318,545.45	331,854.55
2011 Año 3	3,832,920.00	3,484,472.73	348,447.27
2012 Año 4	4,024,566.00	3,658,696.36	365,869.64
2013 Año 5	4,225,794.30	3,841,631.18	384,163.12
2014 Año 6	4,437,084.02	4,033,712.74	403,371.27
2015 Año 7	5,102,646.62	4,638,769.65	463,876.97
2016 Año 8	5,612,911.28	5,102,646.62	510,264.66
2017 Año 9	6,061,944.18	5,510,858.35	551,085.83
2018 Año 10	6,365,041.39	5,786,401.26	578,640.13
Suma	\$ 46,823,307.78	\$ 42,566,643.44	\$ 4,256,664.34

La Tabla presenta la proyección de ingresos a obtener por la venta de lámparas modelo Solaris de 2009-2018, periodo de evaluación del proyecto.

Tabla 8: Ingresos de Ventas Lámpara Spot light

		Total	Sub-Total	I.V.A
2009	Año 1	\$ 2,210,000.00	\$ 2,009,090.91	\$ 200,909.09
2010	Año 2	2,298,400.00	2,089,454.55	208,945.45
2011	Año 3	2,413,320.00	2,193,927.27	219,392.73
2012	Año 4	2,533,986.00	2,303,623.64	230,362.36
2013	Año 5	2,660,685.30	2,418,804.82	241,880.48
2014	Año 6	2,793,719.57	2,539,745.06	253,974.51
2015	Año 7	3,212,777.50	2,920,706.82	292,070.68
2016	Año 8	3,534,055.25	3,212,777.50	321,277.75
2017	Año 9	3,816,779.67	3,469,799.70	346,979.97
2018	Año 10	4,007,618.65	3,643,289.68	364,328.97
	Suma	\$ 29,481,341.94	\$ 26,801,219.94	\$ 2,680,121.99

La Tabla presenta la proyección de ingresos a obtener por la venta de lámparas modelo Spot light de 2009-2018, periodo de evaluación del proyecto.

Tabla 9: Ingresos de Ventas Lámpara Astro sol

		Total	Sub-Total	I.V.A
2009	Año 1	\$ 4,550,000.00	\$ 4,136,363.64	\$ 413,636.36
2010	Año 2	\$ 4,732,000.00	4,301,818.18	430,181.82
2011	Año 3	\$ 4,968,600.00	4,516,909.09	451,690.91
2012	Año 4	\$ 5,217,030.00	4,742,754.55	474,275.45
2013	Año 5	\$ 5,477,881.50	4,979,892.27	497,989.23
2014	Año 6	\$ 5,751,775.58	5,228,886.89	522,888.69
2015	Año 7	\$ 6,614,541.91	6,013,219.92	601,321.99
2016	Año 8	\$ 7,275,996.10	6,614,541.91	661,454.19
2017	Año 9	\$ 7,858,075.79	7,143,705.26	714,370.53
2018	Año 10	\$ 8,250,979.58	7,500,890.53	750,089.05
	Suma	\$ 60,696,880.46	\$ 55,178,982.24	\$ 5,517,898.22

La Tabla presenta la proyección de ingresos a obtener por la venta de lámparas modelo Astro sol de 2009-2018, periodo de evaluación del proyecto.

Una vez determinados los ingresos, como parte del estudio se calcularon los cargos por depreciación y amortización correspondientes según la Ley del Impuesto Sobre la Renta (LISR) de México. Además se proyectaron los costos de capital de trabajo y costos fijos hasta 2018; se realizaron los estados de resultados proyectados a diez años, así como el pago de impuestos y el flujo de efectivo. Con estos datos se procedió a realizar la evaluación del proyecto.

### Evaluación del Proyecto

La tasa interna de rendimiento (TIR) es un método de evaluación de proyectos de inversión, el procedimiento consiste en comparar la tasa interna de rendimiento con el costo de capital (TMAR), para visualizar el valor del dinero en el tiempo, el criterio de aceptación que se emplea es verificar si  $TIR > TMAR$ , de cumplirse la condición se infiere que la inversión es viable debido a que el rendimiento mínimo fijado es económicamente aceptable (Baca, 1995). En la Tabla 10 se ilustran los resultados obtenidos al calcular la TIR a partir de la inversión inicial y los ingresos proyectados, cuyo resultado es de 191.82%.

Tabla 10: Tasa Interna de Rendimiento

Año	Inversión inicial/ingresos	TIR 191.82%
0	- 2,955,947.81	5 \$ 5,950,643.99
1	\$ 5,904,888.53	6 \$ 6,254,113.38
2	\$ 5,062,870.83	7 \$ 7,358,006.80
3	\$ 5,350,079.24	8 \$ 8,039,526.05
4	\$ 5,659,107.81	9 \$ 8,660,679.92
		10 \$ 9,040,873.66

La Tabla ilustra el flujo de efectivo proyectado para cada uno de los diez años de evaluación del proyecto, los cuales se utilizaron para determinar la TIR, misma que se indica en la Tabla.

El valor presente del proyecto es el efectivo, dividiendo que podría otorgárseles a los accionistas a cuenta de la inversión realizada, es decir la cantidad máxima que la empresa estaría dispuesta a desembolsar en el proyecto. El criterio para aceptar el proyecto resulta de la suma de los flujos efectivos a valor presente, si el resultado es positivo el proyecto se acepta de lo contrario se rechaza (Baca, 1995). El proyecto de la migración de soldadura de plomo a libre de plomo se considera aceptable debido a que el resultado de la suma de los flujos de efectivo arroja una ganancia de 24, 069,473.96 dólares como se muestra en la Tabla 11.

Tabla 11: Comparación de la TIR y el Costo de Capital

Año	Flujo de efectivo	Factor	Resultado
1	\$ 5,904,888.53	0.84185345	\$ 4,971,050.78
2	5,062,870.83	0.70871723	3,588,143.79
3	5,350,079.24	0.59663605	3,192,050.12
4	5,659,107.81	0.50228011	2,842,457.31
5	5,950,643.99	0.42284625	2,516,207.47
6	6,254,113.38	0.35597457	2,226,305.33
7	7,358,006.80	0.29967842	2,205,035.85
8	8,039,526.05	0.25228531	2,028,254.34
9	8,660,679.92	0.21238726	1,839,418.08
10	9,040,873.66	0.17879895	1,616,498.70
	TOTAL		\$ 27,025,421.77
	INVERSION INICIAL		- 2,955,947.81
	VALOR PRESENTE NETO		\$ 24,069,473.96

La Tabla ilustra los flujos de efectivo del año uno al diez, los factores de interés utilizados para poner el flujo en valor presente, el valor del flujo de efectivo en valor presente y el resultado final del valor presente neto del proyecto, con lo que se infiere que el proyecto genera utilidades importantes.

Derivado del análisis financiero se infiere que el proyecto arroja una ganancia de \$9.14 dólares por cada dólar invertido.

## CONCLUSIONES

El presente estudio muestra lo complejo que es realizar una evaluación de proyectos dentro de una empresa, particularmente en el caso de la migración a productos manufacturados con soldadura libre de plomo. Como se ha ilustrado existen muchos costos asociados con la producción de RoHS, sin embargo, no es recomendable poner un precio final a las negociaciones de productos de RoHS y productos con plomo. Ciertamente el costo de manufactura de productos RoHS se incrementa, por ello las empresas/plantas requieren al menos de un préstamo de capital para financiar el negocio. Pero es importante señalar que las empresas debieran aprovechar la coyuntura de la directiva RoHS, para innovar y crear nuevos productos.

Por otra parte, es pertinente señalar que si el comportamiento del mercado de soldadura atiende a las leyes de la oferta-demanda se esperaría que la soldadura de plomo sufra una caída dramática en su precio y de forma contraria al crecer el mercado de productos con soldadura libre de plomo, es probable que los

precios de las soldaduras cuyas aleaciones no contienen sustancias peligrosas se incrementen, de ahí que resulte con menores costos de producción el usar soldadura de plomo respecto a la manufactura de los productos restringidos por la directiva RoHS.

Sin embargo como se ilustra con la evaluación financiera del proyecto, el cumplimiento de normas como la directiva RoHS no debe verse como un cambio obligado, sino como una oportunidad de mejora, la cual debe tomarse con responsabilidad, como fue el caso de la empresa C que permitió el caso de estudio, donde a pesar de tener poco tiempo para la transición, la empresa investigó y asignó a un grupo de trabajadores a analizar las estrategias que facilitarían la transición al mejor costo. Si bien sobre la marcha la empresa fue aprendiendo, luego de varios ensayos encontró la fórmula adecuada para no sólo cumplir con la norma, sino generar utilidades significativas en cada uno de los procesos de manufactura de las líneas de producción de artículos libres de plomo. Por ello se concluye que la sustentabilidad no sólo es un valor que refleja la responsabilidad social de las empresas, sino que es un reto que impulsa la innovación y detona la rentabilidad.

## REFERENCIAS

Baca U. G (1995), *Evaluación de proyectos*. México: Mc Graw Hill.

Bono, E. (2008), Cambio climático y sustentabilidad económica y social: implicaciones sobre el bienestar social, *Revista de Economía Pública, Social y Cooperativa*, (61), 51-72.

European Parliament and of the Council (2003), Directive 2002/95/Ec Restrictions of the Use of Certain Hazardous Substances in electrical and electronic equipment, consultado en internet el 12 de Marzo de 2007 en:

[http://eurlex.europa.eu/smartapi/cgi/sga\\_doc?smartapi!celexplus!prod!DocNumber&type\\_doc=Directive&an\\_doc=2002&nu\\_doc=95&lg=en](http://eurlex.europa.eu/smartapi/cgi/sga_doc?smartapi!celexplus!prod!DocNumber&type_doc=Directive&an_doc=2002&nu_doc=95&lg=en)

European Parliament and of the Council (2003), Directive 2002/96/Ec Waste Electrical and Electronic Equipment, consultado en internet el 12 de Marzo de 2007 en:

[http://eurlex.europa.eu/smartapi/cgi/sga\\_doc?smartapi!celexplus!prod!DocNumber&type\\_doc=Directive&an\\_doc=2002&nu\\_doc=96&lg=en](http://eurlex.europa.eu/smartapi/cgi/sga_doc?smartapi!celexplus!prod!DocNumber&type_doc=Directive&an_doc=2002&nu_doc=96&lg=en)

Gobierno de California (2007) Electronic Waste: more information, California Department of Toxic substances control, consultado en internet el 16 de Agosto de 2007 en:

[http://www.dtsc.ca.gov/HazardousWaste/EWaste/MoreInfo.cfm#Electronic\\_Waste\\_Recycling\\_Act](http://www.dtsc.ca.gov/HazardousWaste/EWaste/MoreInfo.cfm#Electronic_Waste_Recycling_Act)

Grusd. A (s.f.), Integrity of Solder Joints from Lead-free Solder Paste, consultado en internet el 13 de septiembre del 2007 en:

[http://www.4cmd.com/wch2/cmd/e\\_CMD\\_Techinfo.nsf/WebViewByCategories/27A1FF1D25924DB3C1256B7D0069EC9C/\\$FILE/leadfreeAG.pdf](http://www.4cmd.com/wch2/cmd/e_CMD_Techinfo.nsf/WebViewByCategories/27A1FF1D25924DB3C1256B7D0069EC9C/$FILE/leadfreeAG.pdf)

Hernández S. R., Fernández C.C. y Baptista L. P. (2008), *Metodología de la investigación*, Editorial Mc Graw-Hill, México.

Jacott M. (2005), Tóxicos en la industria electrónica, consultado en internet el 16 de Agosto de 2007 en: <http://www.greenpeace.org/raw/content/mexico/prensa/reports/el-lado-oscuro-de-la-industria.pdf>

Lirios, C. (2007), El Pensamiento Sustentable, *Revista Electrónica de Psicología Política*, 5(13), 1.

Nidumolu R., Prahalad C.K. y Rangaswami M.R. (2010) Por qué la sustentabilidad es hoy el impulsor clave de la innovación, *Harvard Business Review*, agosto, 88(7), p. 47-55.

Ogunseitan O. A (2007), Public Health and Environmental Benefits of Adopting Lead-Free Solders, *JOM*, 59(7), p. 12-17, consultado en internet el 12 de Marzo de 2007 en: <http://www.tmsorg/pubs/journals/jom/0707/oganseitan-0707.html>

Pardo, C., Padilla, V., & Morales, G. (2009). Política Mexicana e Indicadores de Sustentabilidad. *Problemas del Desarrollo. Revista Latinoamericana de Economía*, 40(158), 113-135.

Puig, V. (2007). Hacia un comercio internacional con desarrollo sustentable. (Spanish). *Desafíos*, 1611-28.

Suga.T (s.f.). A report of Lead-Free Soldering Roadmap Committee. JEITA. Consultado el 18 de septiembre de 2007, en: [http://tsc.jeita.or.jp/TSC/org/c003/7\\_EASM/japanese/english/leadfree/data/MAP-paper.doc](http://tsc.jeita.or.jp/TSC/org/c003/7_EASM/japanese/english/leadfree/data/MAP-paper.doc)

Thompson Arthur A., Strickland III A. J. y Gamble John E. (2008) Administración estratégica, Teoría y casos, tercera edición, Editorial McGraw Hill, México, D.F.

Wilson, J. (2009). Lead-free RoHS on military electronics procurement. (cover story). *Military & Aerospace Electronics*, 20(4), 24.

## BIOGRAFÍA

Ernesto Eduardo Nieto Sánchez, Ingeniero junior de una planta manufacturera, egresado de la maestría en Administración de la Facultad de Ciencias Administrativas y Sociales de la Universidad Autónoma de Baja California. Correo: [eens028@gmail.com](mailto:eens028@gmail.com)

Virginia Guadalupe López Torres, Docente investigador de la Facultad de Ciencias Administrativas y Sociales de la Universidad Autónoma de Baja California, Doctora en Ciencias Administrativas, Miembro del Sistema Nacional de Investigadores. Correo: [vglopeztorres@gmail.com](mailto:vglopeztorres@gmail.com)

Sonia Elizabeth Maldonado Radillo, Docente de la Facultad de Ciencias Administrativas y Sociales y Jefe del Departamento de Auditoría del campus Ensenada de la Universidad Autónoma de Baja California, Estudiante del programa de doctorado en Ciencias Administrativas, de la Universidad Autónoma de Baja California. Correo: [se.maldonado@gmail.com](mailto:se.maldonado@gmail.com)