

## ESTRATEGIA ORGANIZACIONAL PARA CUMPLIR CON LA DIRECTIVA EUROPEA ROHS Y LA GESTIÓN DE MATERIAL CON PLOMO EN LA EMPRESA XY GROUP DE MÉXICO

Vázquez Jacobo, Claudia Patricia<sup>1</sup> Vargas Leyva, María Ruth<sup>2</sup> Beltrán Mejía, Teresa de Jesús<sup>3</sup>

### RESUMEN

*Esta ponencia se centra en implementar una estrategia de gestión organizativa para enfrentar nuevos retos ambientales y de responsabilidad social en la empresa XY Group de México, con el objetivo de cumplir con la Restricción de Sustancias Peligrosas (RoHS) que limita el uso de sustancias peligrosas en los Aparatos Eléctricos y Electrónicos. Se implementa una estrategia organizacional para el control del inventario del material con Plomo existente en la empresa, mediante su efectiva disposición y redistribución. La finalidad fue disminuir la cantidad coexistente en los almacenes de la compañía para evitar un impacto económico, social y ambiental. El proyecto se desarrolla con base en la metodología del Círculo de Deming, con apoyo del sistema Enterprise Resource Planning (ERP) a través de la base de datos Oracle y un sistema interno de la empresa llamado Windchill Product Analytics (WPA). Se logró controlar el material con Plomo a través de su identificación y efectiva disposición, con impactos significativos económicos, ambientales y sociales.*

**Palabras claves:** Estrategia organizacional, Círculo de Deming, Directiva Restricción de Sustancias Peligrosas (RoHS), Material con Plomo

## ORGANIZATIONAL STRATEGY TO COMPLY WITH THE EUROPEAN ROHS DIRECTIVE AND THE MANAGEMENT OF LEADED MATERIAL IN THE XY GROUP COMPANY IN MEXICO

### ABSTRACT

*This paper focuses on implementing an organizational management strategy to face new environmental and social responsibility challenges in the company XY Group of Mexico, with the aim of complying with the Restriction of Hazardous Substances (RoHS) that limits the use of dangerous substances in Electrical and Electronic Devices. An organizational strategy is implemented to control the inventory of existing leaded material in the company, through its effective disposal and redistribution. The purpose was to reduce the coexisting quantity in the company's warehouses to avoid an economic, social and environmental impact. The project is developed based on the Deming Circle methodology, with the support of the Enterprise Resource Planning (ERP) system through the Oracle database and an internal company system called Windchill Product Analytics (WPA). It was possible to control the material with Lead Metal through its identification and effective disposal, with significant economic, environmental and social impacts.*

**Keywords:** Organizational strategy, Deming Circle Methodology, Restriction of Hazardous Substances Directive (RoHS), Lead Metal

---

<sup>1</sup> Departamento de Ingeniería Industrial del Tecnológico Nacional de México Campus Tijuana E-mail: [claudia.vazquez@tectijuana.edu.mx](mailto:claudia.vazquez@tectijuana.edu.mx)

<sup>2</sup> Profesor-Investigador de tiempo completo del Dpto. Ingeniería Industrial del Tecnológico Nacional de México Campus Tijuana  
E-mail: [ruth.vargas@tectijuana.edu.mx](mailto:ruth.vargas@tectijuana.edu.mx)

<sup>3</sup> Email: [teresa.beltran.mejia@gmail.com](mailto:teresa.beltran.mejia@gmail.com)

## 1. Introducción

En los últimos años, la protección del medio ambiente, que consiste en la reducción de los impactos negativos de empresas manufactureras sobre el medio ambiente y los recursos naturales, se constituye como un elemento de competitividad y uno de los factores que explica sus decisiones de nuevas estrategias organizacionales. Los problemas ambientales relacionados con las actividades de la industria en general han dado lugar a una serie de requisitos y han generado normas introduciendo el paradigma del proceso industrial sostenible, que conjugan aspectos inherentes al diseño de procesos, minimizando el impacto ambiental y mejorando la sostenibilidad del diseño final (Loayza y Silva, 2013), esto hace posible que las empresas sean responsables con el ambiente y competitivas, interactuando en mercados nacionales e internacionales, en las mismas condiciones con otras empresas del sector.

A nivel internacional, se han desarrollado un conjunto de herramientas de gestión ambiental aplicables a los productos, los procesos o sistemas de las organizaciones (Issac, Godínez, et al,2017). En este contexto, la industria aeronáutica se enfrenta a objetivos de eficiencia medioambiental a través de la reducción de emisiones contaminantes, la implementación de nuevos materiales, en la digitalización, en el desarrollo de tecnologías de generación y en el almacenamiento y gestión de energía, junto con su integración en la estructura. Por su parte, la industria de productos eléctricos y electrónicos, uno de los clúster más importantes en Baja California con más de 200 plantas dedicadas a la manufactura y ensamblaje de dispositivos para televisores, celulares, electrodomésticos, computadoras, entre otros productos, debe cumplir con las regulaciones de normas oficiales y leyes medioambientales, entre ellas la Organización Internacional de Estandarización (ISO) 14000, y las dos Directivas: Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (WEEE) y/o la Restricción de Sustancias Peligrosas (RoHS). Esta última directiva, aplicable a todos los productos en el mercado de la Unión Europea (UE), restringe el uso de plomo y otras sustancias potencialmente peligrosas incluyendo cadmio, mercurio y cromo VI, PBB y PBDE contenido en productos eléctricos y electrónicos. La Directiva RoHS es aplicable a fabricantes con marcas propias, vendedores de aparatos fabricados por terceros, importadores-exportadores de equipos eléctrico y electrónicos.

En Baja California empresas, como Sony, Samsung, Hitachi, y Sanyo ya aplican la tecnología RoHS. Otras empresas se encuentran en proceso de migración a tecnología libre de plomo, y a otras el mercado les permite manufacturar productos con los dos tipos de tecnología soldadura: con plomo y sin plomo (Nieto, Sánchez, et al, 2011). La empresa XY Group de México es una empresa que se dedica a la manufactura de productos electrónicos, específicamente a la fabricación de amplificadores de radiofrecuencia, fibra óptica, equipos para redes de banda ancha, equipos de telefonía por cable de video, voz y servicios de datos a través de redes de área local que utilizan conexiones de banda ancha. Materiales con soldadura a base de plomo, está presente

en los subensambles, componentes y placas. Con base a las nuevas tendencias ambientales y de salud, a partir del 2016, la empresa previó dejar de trabajar con material a base de Plomo en la empresa. La compañía cuenta con tres almacenes, el almacén de Montaje Superficial de Tecnologías (SMT), almacén de Stock y almacén de Manual Final (MF), en cada almacén hay presencia de material con base de plomo.

La empresa se propuso desarrollar una estrategia organizacional para el control del inventario del material con Plomo, lo que representa una importante inversión, mediante su efectiva disposición y redistribución, para satisfacer las demandas ambientales de los clientes, particularmente de la Unión Europea; donde los componentes requieren estar libres de plomo. A su vez, fue necesario requerir a proveedores de la compañía que cumplan el mismo requisito. El impacto ambiental esperado del proyecto fue disminuir la distribución de materiales a base de Plomo, de manera que no haya residuos tóxicos cuando se degrade el material, permitiendo un manejo apropiado de “manera accesible” con el ambiente y segura para el usuario al deshacerse de los mismos. De la misma manera, el impacto social es tanto para los empleados como para los clientes, ya que no hay riesgo de ningún efecto de intoxicación al exponerse con dichas sustancias dañinas, antes o después de su fabricación.

La pregunta que se formuló fue, ¿En qué medida la gestión de inventario de componentes con Plomo permite reducir el inventario de tal componente, satisfaciendo una de las directivas de Restricción de Sustancias Peligrosas (RoHS)?

## 2. Metodología

El proyecto se desarrolló a través de la metodología del “Círculo PDCA” o “Círculo Deming” que tiene sus fundamentos en la mejora continua, comprendiendo desde la entrada de materia prima, la identificación del material en los almacenes, la redistribución y su disposición, hasta el control de la misma. Al hacerlo la empresa reduce la inversión del material que se tiene en inventario y disminuye así la existencia de dicho material antes de que llegue el lapso establecido por la Directiva Restricción de Sustancias Peligrosas (RoHS). Se identificaron dos limitaciones: la falta de actualización de los registros en el Sistema Oracle del material de acuerdo con su estatus en las localidades correspondientes, y, el riesgo en las localidades “espejo<sup>4</sup>” de los almacenes de tomar el material bueno en lugar de malo a pesar de estar etiquetado.

El proyecto se enfoca en gestionar el material con Plomo. Para ello, fue necesario recolectar información para conocer el volumen de existencia a base de plomo y posteriormente mantener un control sobre el mismo. La estrategia principal se basa en

---

<sup>4</sup> Las localidades espejo fueron desarrolladas mediante una estrategia organizacional y son localidades creadas con el fin de colocar el material clasificado con contenido de Plomo.

la mejora continua: conocida como “Círculo de Deming o de PDCA”, es decir, planear, hacer, verificar y actuar. En ese sentido, la etapa del proyecto se desarrolla de acuerdo a dicho círculo, mediante el cual se cumplen cada uno de los objetivos. En seguida se mencionan cada una de las etapas, que permiten desarrollar dicha investigación, donde se exponen las actividades, procedimientos y técnicas para llevarla a cabo.

En la primera etapa, se planearon las acciones de identificación del material, asignando un número de partes a componentes con base de plomo que incluyeron placas, subensambles y componentes, ver Tabla 1.

**Tabla 1. Material con Plomo.**

Material con Plomo		
Material	Cantidad	Cantidad en %
Componentes	143	21%
Placas	164	24%
Subensambles	379	55%
<b>Total</b>	<b>686</b>	<b>100%</b>

Fuente: Directa (2016).

En la segunda fase, se segregó el material que contenía Plomo a localidades específicas en almacén Montaje Superficial de Tecnologías (SMT), para su mejor redistribución y disposición. Se creó un subinventario llamado “R\_TRAN\_RAW” y se establecieron localidades correspondientes al mismo. Hubo materia prima que no se segregó, por razones de cantidad, peso y altura, quedando en la misma ubicación indicando su condición de contaminante, así mismo se crearon localidades llamadas “espejo” en cada uno de los almacenes, ver Tabla 2.

**Tabla 2. Relación de localidades correspondiente del material con Plomo en el Almacén de Montaje Superficial de Tecnologías (SMT).**

Almacén de Montaje Superficial de Tecnologías (SMT).		
Subinventario	Localidad	Modo de Redistribución
R_TRAN_RAW	R-MCDRY-03-3.R_TRAN_RAW	Localidad espejo
R_TRAN_RAW	R-SMT-28-3.R_TRAN_RAW	Nueva localidad
R_TRAN_RAW	R-SMT-28-5.R_TRAN_RAW	Nueva localidad

Fuente: Directa (2016).

La creación de localidades se realizó por medio del sistema ERP a través de la base de datos Oracle y la transferencia de material en los almacenes se ejecutó físicamente con base en la clasificación antes mencionada. Suarez (2010) define que un sistema ERP “es sistema integrado de un programa informático de gestión empresarial, está compuesto módulos funcionales (logística, finanzas, recursos humanos, etc.) capaces de ser adaptados a las necesidades de cada cliente”. Además, su funcionalidad variada en distintos programas de gestión en uno solo, basándose en una única base de datos centralizada. Esto permite avalar la integridad y la unificación de los datos a los que accede cada departamento, evitando que éstos sean nuevamente capturados en cada módulo que los requiera. El sistema también usado fue Windchill Product Analytics (WPA) que es un conjunto de soluciones que permiten a los usuarios analizar y evaluar a través de un proceso de información el cumplimiento del producto, rendimiento, riesgo y costo, comenzando desde la innovación, así como todo el ciclo de vida del producto. Esto beneficia a reducir el riesgo y tener productos rentables en el mercado (McCarley, 2011).

En la tercera fase, se procedió a verificar las mejoras implementadas, los datos indicaron el cambio de 686 números de partes de diferente material, a 652 números de partes en marzo y 519 en abril, disminuyendo casi el 24% del material con Plomo en el inventario. Se decidió disponer del material que no tuvo demanda desde el año 2015 y así mismo no tenía en los próximos periodos, por lo que el corporativo de la compañía acepto darle disposición fuera de la empresa lo que correspondió a una cantidad de \$48,000.00 USD.

Finalmente, en la cuarta fase, se propusieron nuevas mejoras. Se creó un nuevo subinventario llamado “NONROHS-NN” y se procedió a segregar del subinventario “R\_TRAN\_RAW”, así como el material que tenía demanda en los próximos periodos (julio-diciembre) y a su vez aquellos que los proveedores notificaron que a partir del mes de junio ya se iba a recibir por material libre de Plomo y se crearon nuevas localidades. El nuevo subinventario se estableció siguiendo una estrategia. La intención fue que el Departamento de Compras no pudiera ver el material que se tenía en existencia en el inventario, y procediera a requerir material bueno de acuerdo a la demanda en el periodo antes mencionado. De acuerdo con las tendencias de inventario del material con Plomo del mes de mayo y el pronóstico de inventario en el mes de junio al igual que el inventario “No visible”, en tres meses el inventario de material con plomo bajó a \$1, 433,845.00 dólares, reduciendo la cantidad de materiales con Plomo en un 15% en el inventario de los tres almacenes, ver Tabla 3.

**Tabla 3. Monitoreo del inventario con Plomo en el periodo (febrero-abril 2016).**

Material con Plomo			
Mes/Concepto	feb-16	mar-16	abr-16
Avance del material en cantidad monetaria	\$ 2,088,638.00	\$ 1,948,815.00	\$ 1,626,518.49
Total	\$ 2,088,638.00	\$ 1,948,815.00	\$ 1,626,518.49
Avance de la cantidad de material	686	652	519

Fuente: Directa (2016).

La cuarta y última etapa se enfoca en el actuar, se analiza la situación. En la que se encuentra el contexto, se procede a la toma de decisiones pertinentes y se proponen mejoras. En esta etapa final del ciclo se cumple con los objetivos de la investigación.

### 3. Resultados

Los resultados dan cuenta de las fases del ciclo de Deming. Se identificaron 686 números de partes de materiales con la sustancia, lo cual representa el 100% del inventario. Se logró el objetivo de segregar el material con Plomo al 100%, y, en una tercera fase, se determinaron las localidades del material con Plomo en los tres almacenes, a través de la redistribución, ya que se separó todo el material con Plomo y posteriormente se crearon localidades nuevas para cada situación. La estrategia empleada se tradujo en una disminución sustantiva del número de partes de 652 a 519, disminuyendo casi el 24% del material con Plomo en el inventario, lo que representó un ahorro de \$2, 088,638.00 USD, en el mes de marzo a \$1, 626,518.49 USD en el mes de abril, ver Tabla 4, 5 y 6.

**Tabla 4. Nueva relación de localidades correspondientes de algunos de los materiales con Plomo en el Almacén de Montaje Superficial de Tecnologías (SMT).**

Almacén de Montaje Superficial de Tecnologías (SMT)		
Subinventario	Localidad	Modo de Redistribución
NONRoHS_NN	NN-SMT-28-3.NONRoHS_NN	Localidad espejo
NONRoHS_NN	NN-SMT-28-5.NONRoHS_NN	Localidad espejo

Fuente: Directa



**Tabla 5. Nueva relación de localidades correspondientes de algunos de los materiales con Plomo en el Almacén de Manual Final (MF).**

Almacén de Manual Final (MF)		
Subinventario	Localidad	Modo de Redistribución
NONRoHS_NN	NN-MF-40-1.NONRoHS_NN	Nueva localidad
NONRoHS_NN	NN-MF-40-2.NONRoHS_NN	Nueva localidad
NONRoHS_NN	NN-MF-40-3.NONRoHS_NN	Nueva localidad
NONRoHS_NN	NN-MF-40-4.NONRoHS_NN	Nueva localidad
NONRoHS_NN	NN-MF-40-5.NONRoHS_NN	Nueva localidad
NONRoHS_NN	NN-MF-41-1.NONRoHS_NN	Nueva localidad
NONRoHS_NN	NN-MF-41-2.NONRoHS_NN	Nueva localidad
NONRoHS_NN	NN-MF-41-3.NONRoHS_NN	Nueva localidad
NONRoHS_NN	NN-MF-41-4.NONRoHS_NN	Nueva localidad
NONRoHS_NN	NN-MF-41-5.NONRoHS_NN	Nueva localidad
NONRoHS_NN	NN-MF-42-1.NONRoHS_NN	Nueva localidad
NONRoHS_NN	NN-MF-42-4.NONRoHS_NN	Nueva localidad
NONRoHS_NN	NN-MF-43-1.NONRoHS_NN	Nueva localidad
NONRoHS_NN	NN-MF-43-2.NONRoHS_NN	Nueva localidad
NONRoHS_NN	NN-MF-43-3.NONRoHS_NN	Nueva localidad

Fuente: Directa

**Tabla 6. Nueva relación de localidades correspondientes de algunos de los materiales con Plomo en el Almacén de Stock.**

Almacén de Stock		
Subinventario	Localidad	Modo de Redistribución
NONRoHS_NN	NN-F-01-6.NONRoHS_NN	Nueva localidad
NONRoHS_NN	NN-F-02-6.NONRoHS_NN	Nueva localidad

Fuente: Directa

El nuevo subinventario se estableció siguiendo una estrategia que permitió la reducción del 25% del inventario del material con Plomo en los tres almacenes, lo que asciende a \$1, 433,845.00 USD. Esta reducción se acompañó de la política de que los proveedores también envíen material libre de plomo a la empresa.

#### 4. Conclusiones

La empresa XY Group de México contaba con un gran inventario de material con Plomo y sus clientes exigían material libre de sustancias dañinas. Más allá de un problema externo, la empresa necesitada tomar decisiones acerca del material y sus procesos, evitando así que la gran parte de dicho material se destruyera. De modo que, la elaboración de este proyecto resultó ser importante y simbólico para la empresa ya que se logró controlar el material con Plomo a través de su identificación y efectiva disposición. Abordando cada uno de los objetivos específicos que se tenían en meta se concluye que se logró cumplir con el objetivo general: “Controlar el inventario de los componentes con Plomo, en la empresa XY Group de México, mediante su efectiva disposición para cumplir con los nuevos estatutos de la Directiva Restricción de Sustancias Peligrosas (RoHS)”, ya que se logró analizar e identificar a toda la materia prima existente, se segregó, se determinó localidades en los tres almacenes y por último se alcanzó a reducir más del 10% de lo que se tenía previsto en los objetivos planteados en este proyecto de investigación.

Cumplir con la normativa RoHS (Restriction of Hazardous Substances) implica una variedad de esfuerzos de las empresas que atraviesan la cadena de valor, la manufactura y la cultura organizacional. En el caso de la empresa XY Group de México, que utiliza materiales con soldadura a base de Plomo en subensambles, componentes y placas en la manufactura de productos electrónicos, entre ellos amplificadores de radiofrecuencia, equipos para redes de banda ancha, equipos de telefonía por cable de video, voz y servicios de datos a través de redes de área local que utilizan conexiones de banda ancha, se requiere implementar nuevas estrategias. Entre ellas, se realizan pruebas RoHS como parte de los protocolos de control de calidad e imponer políticas como una exigencia del fabricante a los subcontratistas, que se cumpla la directiva en toda la cadena de suministro.

Si bien la normativa europea RoHS (Restriction of Hazardous Substances), establece restricciones en el uso de ciertas sustancias peligrosas en productos con equipamiento eléctrico y electrónico, los cambios que en la manufactura enfrentan, en este caso de la soldadura que cumple RoHS, sin Plomo, presentan inconvenientes técnicos y comerciales en los procesos de manufactura de productos, la técnica requiere mayor temperatura de fusión que requiere y tiene un mayor costo. La empresa debe hacer conciencia del costo que implica exportar productos al mercado europeos, así como el de lograr la mayor competitividad, ya que el incumplimiento de la Directiva supone la imposibilidad de colocar productos en dicho mercado.



## Referencias

- Barreda, Jose Luis (2006) *Implicación de la directiva RoHS. Presentación del proyecto leadout y de la red elfnet. Situación actual de la soldadura libre de plomo*. INASMET. Jornada Leadout: Eliminación del plomo en el proceso de producción electrónica. 27 de junio. [http://www.relec.es/archivos/r3/1\\_INASMET.pdf](http://www.relec.es/archivos/r3/1_INASMET.pdf)
- Isaac Godínez, Cira Lidia; Gómez Báez, Joel y Díaz Aguirre, Susana (2017). La integración de herramientas de gestión ambiental como práctica sostenible en las organizaciones. *Revista Universidad y Sociedad*, 9 (4)27-36. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2218-36202017000400004](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202017000400004)
- Loayza Pérez, Jorge; Silva Meza, Vicky (2013) Los procesos industriales sostenibles y su contribución en la prevención de problemas ambientales *Industrial Data*, 16, (1) 108-117 Universidad Nacional Mayor de San Marcos Lima, Perú. <https://www.redalyc.org/pdf/816/81629469013.pdf>
- McCarley, ES. (2011). Mejores prácticas para la recolección de datos y el cumplimiento del medio ambiente. Proporcionado por la empresa.
- Nieto Sánchez, Ernesto Eduardo; López Torres, Virginia Guadalupe y Maldonado-Radillo, Sonia Elizabeth (2011). La Sustentabilidad y el Cumplimiento de Normas, Una Oportunidad para Elevar la Rentabilidad Operativa de las Empresas: El Caso de una Planta de Manufactura Electrónica en Baja California. *Revista Internacional Administración y Finanzas*. Vol. 4. 45-60. <http://www.audytax.mx/wp-content/uploads/2014/08/ADMINISTRACION%CC%81N-Y-FINANZAS-2011.pdf>
- Suárez, R. C. (2010). SISTEMAS INTEGRADOS DE GESTIÓN (ERP). Obtenido de [http://www.gcd.udc.es/subido/catedra/presentaciones/economia\\_competencia\\_i/nota\\_tecnica\\_sistemas\\_de\\_gestion\\_erp\\_carlos\\_suarez\\_rey\\_17-03-2010.pdf](http://www.gcd.udc.es/subido/catedra/presentaciones/economia_competencia_i/nota_tecnica_sistemas_de_gestion_erp_carlos_suarez_rey_17-03-2010.pdf)