



# MODELO DE PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN EN LA MICRO Y PEQUEÑA EMPRESA

Ing. Jorge Inche Mitma M.Sc.

## RESUMEN

El presente estudio formula un "Modelo de prevención de la micro y pequeña empresa"; como estrategia gerencial tendiente a reducir el volumen y la carga contaminante de los residuos generados por el proceso productivo.

## ABSTRACT

The present study formulates a model in the small business, as a managerial strategy which intend to reduce the volume and the quantity of pollutants of the residuals generated by the productive process.

### Introducción

En el Perú la mayoría de Micro y Pequeñas Empresas se encuentran ubicadas en el corazón de las ciudades y a menudo la contaminación generada afecta a la población local; asimismo, el deterioro ambiental como resultado de las descargas incontrolables de residuos peligrosos, afectan a las aguas superficiales y subterráneas, al aire, y los suelos. Las Micro y Pequeñas Empresas pueden ser más contaminantes que las grandes empresas, ya que sus desechos son más difíciles de vigilar y tienen menos posibilidades de adoptar tecnologías de minimización de residuos.

Existen dos problemas prioritarios, asociados con el manejo inadecuado de residuos peligrosos en las Micro y Pequeñas Empresas.

- El primero incluye a los trabajadores expuestos a materiales peligrosos en el trabajo, así como en la proximidad de las empresas a áreas residenciales.
- El segundo problema es el deterioro ambiental como resultado de las descargas incontroladas de residuos peligrosos, especialmente a las aguas superficiales y subterráneas, el aire, los suelos y la cadena alimentaria.

Informes del Banco Mundial y de la Agencia de Desarrollo Internacional de los EE.UU. (USAID), analizan la contaminación en la Micro y Pequeña Empresa, en aspectos de modernización de maquinarias, reglamentación y el manejo municipal de residuos. Según recientes estudios del Programa de las Naciones Unidas para el desarrollo (PNUD), las principales empresas contaminantes de pequeña escala se encuentran en galvanoplastia, textiles, metalmeccánica, servicio automotor y fundiciones. A partir de 1990, DIGESA (Dirección General de Salud), realiza investigaciones sobre el tratamiento de las aguas residuales industriales. Y el 1º de octubre de 1997 se presenta el reglamento de Protección Ambiental para el desarrollo de actividades de la industria manufacturera, con un enfoque preventivo y de capacitación de tecnologías limpias, correspon-

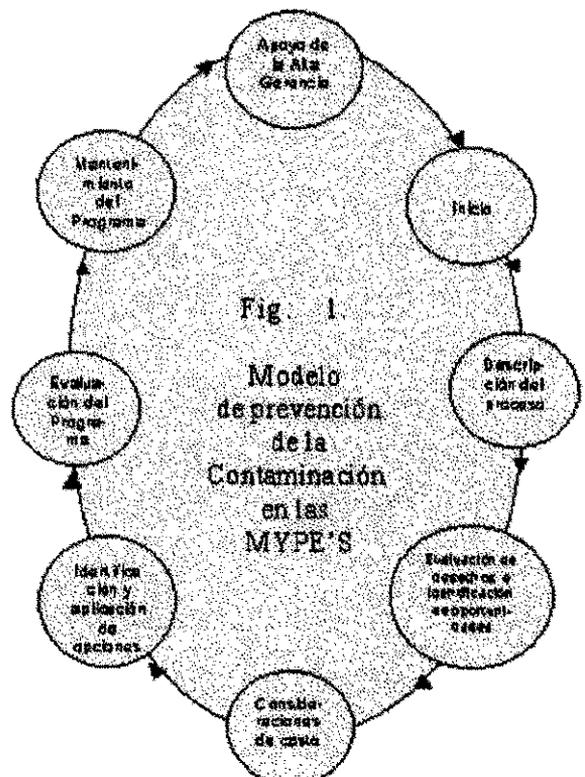
diendo al MITINCI, dictar las normas para regular el control ambiental de las actividades productivas.

En este contexto se plantea un modelo de prevención de la contaminación, a fin de reducir los residuos y generar el mayor beneficio para la empresa.

### Planteamiento del Estudio

Debido a las crecientes preocupaciones sobre el medio ambiente, asociados con los desechos de las Micro y Pequeñas Empresas, descargadas a nuestro aire, agua o suelo, los cuales representan pérdidas significativas de materias primas y una amenaza potencial a la salud humana, flora y fauna.

Se propone un modelo de prevención de la contaminación para la reducción de todos los desechos, detallados en 8 etapas, mostrados en la fig. 1.





## Descripción del Modelo de Prevención

A continuación se detallan las 8 etapas:

### ETAPA 1: Apoyo de la alta gerencia

La gerencia efectúa una presentación oral acerca del programa de prevención, sugiriendo ahorros de costo a través del uso reducido de materias primas.

**ETAPA 2:** Una vez divulgado los lineamientos del programa, se designa al coordinador de la prevención de la contaminación y un equipo de 2 personas responsables que participen con él.

**ETAPA 3:** Descripción del proceso productivo  
Para poner en marcha el programa de prevención de la contaminación es necesario una comprensión integral de los diversos procesos unitarios y los puntos de generación de desechos.

**ETAPA 4:** Evaluación de los desechos e identificación de opciones de prevención.  
Con el propósito de reducir desechos y/o eliminar materiales peligrosos, el equipo de prevención solicitará al personal de planta ideas de cómo reducir los desechos y registrándose, por escrito. Asimismo, se determina la caracterización de los desechos industriales.

**ETAPA 5:** Consideraciones de Costo  
Se determina los costos totales de la generación de desechos incurridos para la opción elegida.

**ETAPA 6:** Identificación e implantación de la opción de prevención  
Una vez calculado los costos asociados con la opción será necesario estudiar la factibilidad técnica y económica para su implantación.

**ETAPA 7:** Evaluación del programa de prevención.  
La revisión periódica debe efectuarse en todas las etapas del programa, reportándose la diferencia entre los desechos por unidad de producción del año en curso con el año anterior.

**ETAPA 8:** Mantenimiento del programa  
Una vez iniciado el programa de prevención de la contaminación, no deberá existir una etapa final. En vez de ello el reto es continuar y avanzar

siempre adelante ciclo tras ciclo, ya que siempre se generarán nuevos desechos.

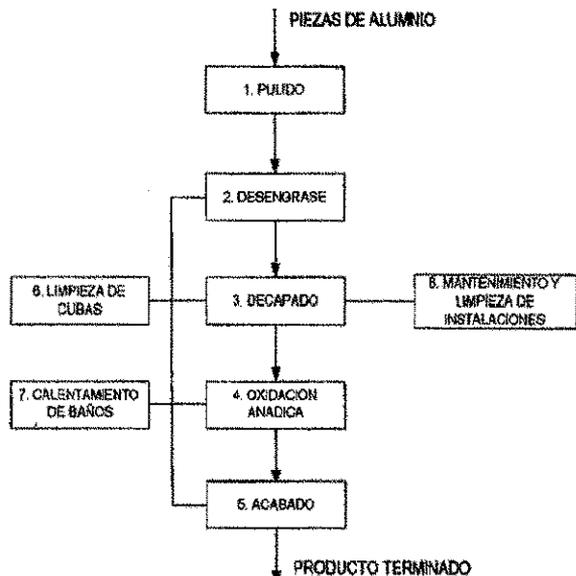
## Caso Aplicativo

Se ha simulado la aplicación del modelo a una empresa de galvanoplastia, considerando una de las principales empresas contaminantes a pequeña escala.

Para la identificación e implantación de la opción de prevención, se utilizó los siguientes instrumentos:

### a. Descripción General del Proceso

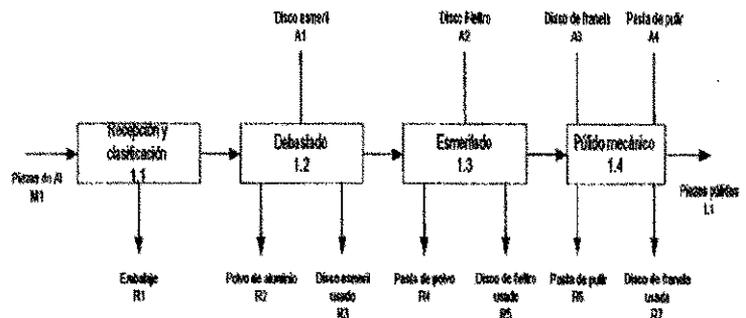
- Asignar un número de orden a cada una de las etapas.



### b. Diagrama de Flujo de Cada Actividad

- Realizar un diagrama de cada una de los subprocesos. Enumerar cada subproceso y todas las entradas y salidas.

Nombre de la etapa: pulido  
Número: 1



**c. Relación de Materias Primas, Secundarias y Auxiliares**

| Datos Generales   | Principales Componentes (%) | Componentes Indeseados (%)                         | Cantidad Anual (TM) | Costo anual (US\$) |
|---|-----------------------------|--|---------------------|--------------------|
| Nombre de materia prima:<br>Aluminio en perfiles<br>Número: M1<br>Etapa: Pulido (1)<br>Estado físico: sólido            | Al: 99,99                   | Impurezas:<br>0,012<br>El contenido es irrelevante | 560                 | 800 000            |
| Nombre de materia secundaria: Electrodo de plomo<br>Número: S1<br>Etapa: oxidación anódica (4)<br>Estado físico: Sólido | Pb: 99,99                   | Impurezas:<br>0,01                                 | 25                  | 12 000             |

**d. Relación de Productos y Subproductos.**

| DATOS GENERALES   | PRINCIPALES COMPONENTES (%)  | COMPONENTES INDESEADOS (%)                               | CANTIDAD ANUAL (TM) | COSTO ANUAL (US\$) |
|---|--|--|---------------------|--------------------|
| Nombre del producto: Aluminio anodizado<br>Número: P1<br>Etapa: Acabado (5)<br>Estado físico: sólido                      | El producto final es el mismo aluminio con una capa de óxido de 5 micras |  | 560                 | 1 200 000          |
| Nombre del subproducto: Electrodo de plomo agotados<br>Número B1<br>Etapa: oxidación anódica (4)<br>Estado físico: Sólido | 99,99  | Existe una capa irrelevante de óxidos y sulfato de plomo | 25                  | 8 900              |

**e. Caracterización de Residuos**

| NOMBRE   | POLVO DE ALUMINIO  |
|--|--|
| Número   | R2   |
| Etapa  | Pulido (1)   |
| Clase de residuo   | Industrial   |
| Cantidad anual que se genera                                 |  |
| Componentes indeseados                                       | El polvo cerámico contamina al polvo de Al.                |
| Descripción de ¿cómo? y ¿cuándo se genera?                   | En el desbastado de piezas                                 |
| ¿Se mantiene aislado el residuo? ¿Como?                      | No, el operario usa gafas y mascarillas                    |
| ¿Recibe algún tratamiento? ¿Qué tipo?                        | No, se tirado al basurero                                  |
| Frecuencia con que se evacúa el residuo                      | Una vez a la semana  |
| ¿Cómo se evacua el residuo?                                  | Se barre y se acumula en bolsas                            |
| Problemas causados por el residuo                            | Polvo ambiental en las cercanías de la máquina de desbaste |
| ¿Exista un tratamiento comprobado para este tipo de residuo? | Aspiración y filtración de aire                            |
| Legislación vigente relativo al residuo                      |  |

**f. Costos Derivados del Residuo**

Nombre del residuo: Baño oxidación anódica.  
Número: R14

| CONCEPTO                                      | CANTIDAD ANUAL | COSTO UNITARIO | COSTO ANUAL (US\$) |
|---|----------------|----------------|--------------------|
| Consumo de materias primas en el residuo      |                |                |                    |
| Consumo de materias secundarias en el residuo | 80 m3          | 0,2 US\$/l     | 12 000             |
| Consumo de materias auxiliares en el residuo  | 40 m3          | 0,6 US\$/m3    | 24                 |
| Consumo de horas hombre de producción         |                |                |                    |
| 1. Consumo total de materiales y mano de obra |                |                | 12 024             |
| Almacenamiento                                |                |                |                    |
| Recepción                                     |                |                |                    |
| Embalaje                                      |                |                |                    |
| Transporte                                    |                |                |                    |
| Tratamiento y retirada del residuo            | 90 m3          | 0,105 US\$/l   | 9 000              |
| 2. Costo total de eliminación                 |                |                | 9 000              |
| Costo total derivado del residuo (1 + 2)      |                |                | 21 024             |

**g. Ponderación Cualitativa de Residuo**

- Se agrupan residuos que presentan características similares.

| ASPECTOS INTANGIBLES               | PONDERACIÓN DEL CRITERIO (P) | RESIDUOS SÓLIDOS |     | RESIDUOS LÍQUIDOS (BAÑO DEL PROCESO) |     | RESIDUOS LÍQUIDOS (BAÑO DE ENJUAGUE) |     |
|------------------------------------|------------------------------|------------------|-----|--------------------------------------|-----|--------------------------------------|-----|
|                                    |                              | G                | PxG | G                                    | PxG | G                                    | PxG |
| Cumplimiento con la Legislación    | 10                           | 4                | 40  | 5                                    | 50  | 4                                    | 40  |
| Riesgo Medioambiental              | 5                            | 2                | 10  | 3                                    | 15  | 1                                    | 5   |
| Riesgos de seguridad               | 8                            | 1                | 8   | 2                                    | 16  | 1                                    | 8   |
| Imagen de la empresa               | 6                            | 5                | 30  | 5                                    | 30  | 1                                    | 6   |
| Oportunidad de prevención          | 4                            | 2                | 8   | 4                                    | 16  | 3                                    | 12  |
| Posible recuperación de materiales | 7                            | 4                | 28  | 1                                    | 7   | 1                                    | 7   |
| Total                              |                              |                  | 124 |                                      | 134 |                                      | 78  |

P: Ponderación del 1 al 10 según la importancia.  
G: grado de afectación del residuo del 1 al 5.

- Los residuos con mayor puntuación serán los más prioritarios.

**h. Opción de Reducción de Residuos**

RESIDUO LIQUIDO: BAÑOS DEL PROCESO: DE DESENGRASE, DECAPADO Y OXIDACIÓN.

TECNICA: INCREMENTO DE LA DURACIÓN DEL BAÑO. MEDIANTE RECIRCULACIÓN CON REMOCIÓN DE PARTÍCULAS EN SUSPENSIÓN.

BENEFICIOS MEDIOAMBIENTALES:

- REDUCCIÓN DEL USO Y VERTIDO EN UN 10%.
- INCREMENTO DE LA VIDA DE BAÑOS DE 6 A 10 SEMANAS. ESTO SIGNIFICA UNA REDUCCIÓN EN LA GENERACIÓN DE AGUAS CONTAMINADAS EN 110 m<sup>3</sup>/año.

**Conclusiones**

- El programa de prevención de la contaminación, se debe iniciar con la implementación de modificaciones simples que permitan resultados evidentes y beneficiosos a corto tiempo.
- Como actividad preliminar para organizar cualquier programa de prevención se deben identificar los procesos y puntos de generación de desechos, las redes de alcantarillado, la disposición de áreas para el montaje de la infraestructura de reducción de desechos, posibilidad de cambio de maquinarias y la ejecución de balances de masa y energía.
- Dentro de la simulación del modelo para la industria de la galvanoplastia se eligió la opción Baños de Proceso, con la técnica incremento de la duración del baño, con los beneficios de:



reducción del uso y vertido en un 10% e incremento de la vida de baños de 6 a 10 semanas. Esto significa una reducción en la generación de aguas contaminadas en 110 m<sup>3</sup>/año,

### Bibliografía

1. BHASKARAN, T. R., ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. Guidelines for the control of industrial waste. Geneva, WHO. 2. 1973.
2. CEPIS (CENTRO PANAMERICANO DE INGENIERIA SANITARIA Y CIENCIAS DEL AMBIENTE). Evaluación del impacto ambiental, N° 43/44. Lima - Perú. 1992.
3. CEPIS (CENTRO PANAMERICANO DE INGENIERIA SANITARIA Y CIENCIAS DEL AMBIENTE). Base de datos: Inventario de residuos industriales. Lima - Perú. 1992.
4. CRESPI, M. Revista de química textil, No 117. Abril - junio. 1994.
5. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. Waste minimization opportunity; assesment manual. Cincinnati, EPA. 102 p. 1988.
6. ENVIRONMENTAL PROTECTION SERVICE. Survey of textile wet processing and pollution abatement technology. Ottawa, EPS. 126 p. 1982.
7. FERNANDEZ, G. Y FREY, G. Taller sobre minimización de residuos y producción más limpia en América Latina y el Caribe. México, D.F. 1981.
8. FREEMAN, HARRY M. Industrial pollution prevention Handbook. Mc.Graw - Hill Inc. 1990.
9. WEBB, R. Y FERNANDEZ BACA, G. Perú en números; anuario estadístico. Lima, Cuánto S.A. 1190 p. 1992.