

# **Importancia de los materiales indirectos y su calidad en la industria de los microprocesadores**

**Gustavo Rodríguez Vargas**

## **Resumen**

En los últimos años, las empresas fabricantes de microprocesadores se han dado cuenta de la importancia de los materiales indirectos dentro de su proceso, la influencia que pueden tener en la calidad de sus productos finales y que además representan un alto porcentaje de sus inversiones. Por esto, se han dado a la tarea de invertir mayor cantidad de recursos y dinero para mejorar en esta área, ya que es una excelente oportunidad para optimizar sus procesos. Las compañías han venido trabajando en conocer mejor sus materiales indirectos, su interacción con el proceso y su posible influencia en la calidad de los productos finales. Para lograr un manejo adecuado de este tipo de materiales, las llamadas empresas de alta tecnología han desarrollado sistemas que les permiten comprender y controlar de una forma adecuada el comportamiento de estos materiales dentro de sus procesos.

## **Palabras claves**

Calidad, materiales, directos, influencia, indirectos, importancia.

## **Abstract**

In the last several years microprocessor companies have realized the importance of indirect materials in their processes, their influence on the final products quality, and also that they represent a high percentage of their investments. Due to these reasons they have been investing more resources and money to improve this area, because of an excellent opportunity to optimize their process. Companies have been working to better understand their indirect materials, their interaction with the process, and their possible influence on quality of the final products. To achieve a good management of these kinds of materials technology companies have been developing systems that will be able to understand, control and implement indirect materials performance into their process.

## **Key words**

Quality, materials, direct, influence, indirect, importance.

## Introducción

Por tradición, la tendencia de las empresas manufactureras ha sido enfocar su atención principalmente en los materiales utilizados para la fabricación de sus productos, llamados materiales directos y definidos como “los materiales necesarios para la fabricación del producto” (Intel Technology Journal, 2007). Sin embargo, este enfoque ha empezado a cambiar ya que “en los últimos años las organizaciones se han dado cuenta que ellos gastan un 60% de su presupuesto en materiales indirectos” (Intel Technology Journal, 2007) como se puede observar gráficamente en la figura 1.

Por sus siglas en inglés, en Intel los materiales indirectos son nombrados como IDM (Indirect Materials) y los materiales directos son nombrados como DM (Direct Materials).

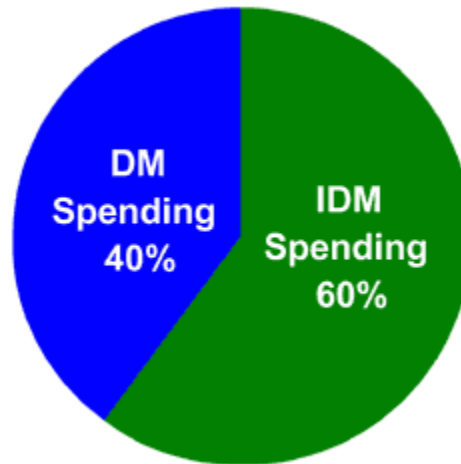


Figura 1, gastos materiales directos & gastos materiales indirectos. (Intel Technology Journal 2007)

Ahora bien, ¿por qué son importantes los materiales indirectos en la industria de los microprocesadores y cómo influye su calidad en los productos finales? Como elemento esencial para desarrollar la temática en torno a los materiales indirectos y el efecto de su calidad en los productos finales de las empresas productoras de microprocesadores es esencial definir calidad como el “Grado en el que un conjunto de características inherentes cumple con los requisitos” (ISO 9001, 2000). Con base en esta definición se espera que los materiales indirectos de buena calidad cumplan con las características y requisitos definidos previamente según su propósito. Por supuesto, para la definición de estos requerimientos es necesario un extenso estudio previo como pruebas de campo, análisis de fallas, probabilidades de

falla y muchos otros aspectos que colaboren en la definición de las características de los productos y en el desarrollo de procesos capaces de fabricar este tipo materiales. Es de suma importancia que estos materiales cumplan con las expectativas de confiabilidad establecidas para evitar fallas prematuras y por ende problemas en los procesos de fabricación de microprocesadores. Jorge A. (2003) afirma que la "Confiabilidad es la probabilidad de que una unidad de producto se desempeñe satisfactoriamente cumpliendo con su fusión durante un periodo de tiempo diseñado y bajo condiciones previamente especificadas" (p. 26). Si se logra tener materiales que cumplan con la confiabilidad esperada se podrán definir tiempos de vida útil y programas de mantenimiento preventivo que permitan a los procesos trabajar de una forma continua, sin interrupciones provocadas por los materiales indirectos.

Como ya se mencionó, los materiales indirectos representan un alto porcentaje de inversión para las compañías; por esta razón han atraído la atención de los altos mandos de este tipo empresas, ganando importancia, ya que ahora las productoras de microprocesadores los ven como una excelente oportunidad para mejorar, optimizar y ahorrar dinero en todos los procesos productivos en donde este tipo de materiales intervienen.

En respuesta a esta situación se han invertido recursos para entender mejor cómo los suplidores de estos materiales indirectos manejan sus procesos de fabricación, enfocando la atención especialmente en qué tipo de controles poseen para asegurar la calidad de sus productos. Otro aspecto importante es el manejo de suplidores ya que se debe dedicar tiempo y recursos en mantener un contacto permanente con ellos, realizar auditorías y en general trabajar en el mejoramiento continuo donde ambas partes ganen.

Un punto clave en un buen manejo de los materiales indirectos es conocer y entender cómo se manifiesta y qué implicaciones tiene su interacción con el proceso, la maquinaria y los operarios. Por supuesto, el objetivo principal de todo este esfuerzo es el aseguramiento de la calidad de los materiales indirectos que van a ser utilizados en la fabricación de microprocesadores, ya que su participación durante el proceso puede tener una incidencia directa en la calidad final del producto terminado. Esto ha permitido que se hayan realizado muchos cambios en búsqueda de un manejo más eficiente y eficaz de todo lo referente a materiales indirectos en busca del aseguramiento de su calidad y por ende en la reducción de sus posibles efectos negativos. Ejemplo de esto es la estandarización y automatización de los métodos

de cotización y compra, con la intención de obtener mejores precios al mantener o mejorar la calidad; manejar adecuadamente los cambios para mantener la calidad, bajar el costo y evitar impactar el proceso normal de fabricación de la empresa.

### ¿Qué son los materiales indirectos en la industria de los microprocesadores?

Son todos los materiales que interactúan en la fabricación del producto final pero que no son parte del mismo. En otras palabras son todos los necesarios en el proceso de producción pero que no son materia prima. Como tales se puede considerar cualquier material que de alguna forma contribuya a la obtención de un producto o servicio.

Lo anterior puede llevar a la conclusión de que un lapicero, una computadora o un escritorio pueden ser considerados como materiales indirectos, lo cual no es del todo erróneo. Para evitar confusiones, las compañías han diseñado diferentes estrategias para manejar cada tipo de materiales. Por esta razón, los materiales indirectos se dividen en varias áreas, según su nivel de interacción con el producto, lo cual es directamente proporcional a su nivel de ingerencia en la calidad y por ende en la importancia y atención que se le debe prestar a cada área. Por ejemplo, la relación de un escritorio con el proceso de producción es casi inexistente por lo que si el escritorio está en buen o mal estado no afecta directamente la calidad del producto final. En cambio una bandeja utilizada para transportar el producto durante su proceso de manufactura puede incidir directamente en la calidad del producto final.

Como resultado de esta notable diferencia entre los materiales indirectos, estos se dividen en grupos. Los más críticos son **medios de transporte, suplementos de operación y medios de empaque**. Por su cercanía con el producto, a los materiales contemplados dentro de estas áreas se les da seguimiento continuamente tanto a su comportamiento, como a su nivel de calidad.

#### Medios de transporte

Para transportar las diferentes partes que al unirse formarán un microprocesador son necesarios una gran variedad de materiales indirectos. Estos son clasificados en un grupo llamado medios de transporte. Por su función, estos materiales tienen una interacción directa con las partes del producto, con las máquinas y con el proceso;

de ahí la importancia de que cumplan con su labor de una forma eficiente.

En el caso de los medios de transporte, para desempeñar su función con éxito, necesitan cumplir con ciertas especificaciones técnicas preestablecidas por las empresas que los utilizan, las cuales se establecen después de un estudio exhaustivo de las condiciones de uso y de todos los factores que intervienen durante los procesos de producción. Este es un proceso dinámico en constante cambio ya que el estudio es permanente y siempre surgen situaciones con nuevas exigencias que provocan que las especificaciones estén en mejoramiento continuo.

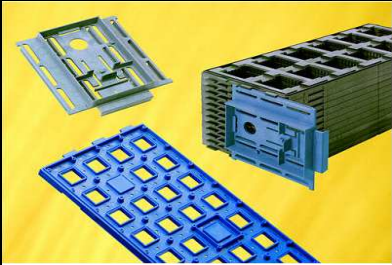
A continuación se presenta un análisis de los medios de transporte que son críticos dentro de los procesos de manufactura de microprocesadores debido a la labor que desempeñan.

Cuando se trata de medios de transporte en una industria de alta tecnología, donde casi todos sus procesos están automatizados y se utiliza maquinaria de última generación con un alto grado de precisión, las dimensiones de estos materiales indirectos es el factor más importante. La industria de los microprocesadores es muy exigente y hasta los más insignificantes defectos, aunque sean solo estéticos, provocan el rechazo de unidades. Por esto, es de suma importancia que las bandejas transportadoras sean de una alta calidad para que no provoquen pérdidas innecesarias a la empresa.

Por ejemplo, en caso de las bandejas metálicas (ver figura 2), su labor inicia cuando se le colocan los sustratos. Para ello tienen que poseer dimensiones muy exactas para que el sustrato se posicione de forma que no tenga mucho espacio para moverse, pero que se pueda remover con facilidad. Además las bandejas poseen puntos de referencia utilizados por las máquinas para orientarse y saber dónde necesitan realizar las diferentes tareas a través del proceso, como por ejemplo colocar componentes, lo que debe ser realizado con una precisión microscópica.

<b>Bandejas metálicas</b>	<b>Función</b>
 <p data-bbox="248 682 358 716">Figura 2</p>	<p data-bbox="743 285 1385 705">Estas bandejas son las encargadas de transportar las unidades de producto durante el ensamble a través de procesos u operaciones donde se requiere que la bandeja tenga la capacidad de sujetar el producto que lleva, aun en condiciones de mucho movimiento y vibración. Además estas bandejas por sus características evitan cualquier tipo de contaminación y son resistentes al calor.</p>


Por razones como las anteriores, la calidad con que son fabricados los materiales indirectos es vital para que características críticas como sus dimensiones, sean de una alta precisión. Cualquier variación en las dimensiones puede ocasionar que el sustrato no esté en la ubicación exacta en el momento en que se le coloca un nuevo componente, lo que hace que el componente se coloque en un lugar incorrecto con lo que se perdería esa unidad, o que en el momento de realizar procesos como el marcado láser este se realice donde no debe, provocando que la unidad sea desechada.

<b>Bandejas plásticas</b>	<b>Función</b>
 <p data-bbox="240 1495 480 1528">Figura 3. 3M™ (2007)</p>	<p data-bbox="743 1224 1385 1560">La función que desempeñan estas bandejas es la de transportar los sustratos a través de ciertas operaciones del proceso. Su principal característica es que son resistentes al calor porque se utilizan en partes del proceso en donde el producto es sometido a altas temperaturas.</p>


En el área de medios de transporte, la mala calidad de las bandejas plásticas y termo formadas (ver figuras 3 y 4) pueden causar varios problemas en los procesos donde son utilizadas.

Algunos de los más comunes con este tipo de materiales son las partículas extrañas en las bandejas. Esto sucede cuando las bandejas

vienen contaminadas con materiales impropios de su conformación. Estos agentes extraños ocasionan contaminación dentro de los procesos de manufactura de los microprocesadores y causan serios problemas de calidad y pérdidas de unidades.

<b>Bandejas termo formadas</b>	<b>Función</b>
 <p data-bbox="269 764 548 793">Figura 4, Tek Pack (2007)</p>	<p data-bbox="743 438 1385 779">Estas son bandejas utilizadas para transportar los sustratos desde las instalaciones del fabricante hasta las compañías que fabrican los microprocesadores, además después son utilizados de nuevo para enviar algunos microprocesadores hasta las instalaciones de las empresas fabricantes de computadoras.</p>

Otro serio problema es cuando las bandejas no cumplen con las dimensiones especificadas, ya sea por problemas en la fabricación, por quebraduras, por malformaciones de sus partes, entre otras. Esto causa problemas que se harán evidentes en diferentes operaciones dependiendo del tipo de defecto que presente la bandeja. Puede ocurrir que las bandejas se peguen unas con otras cuando se apilan, que se traben en las máquinas, o se pierden en procesos donde las máquinas utilizan referencias situadas en las bandejas para realizar marcas láser y realizan estas marcas mal ubicadas debido a los problemas de dimensión de las bandejas.

<b>Cintas transportadoras</b>	<b>Función</b>
 <p data-bbox="245 1709 558 1738">Figura 5, Sumicarrier (2007)</p>	<p data-bbox="743 1388 1385 1841">La función que cumplen estas cintas es la de transportar diferentes componentes que forman el producto final. Estos componentes son bastante delicados por lo que la pureza o limpieza de estas cintas es sumamente importante, deben cumplir con dimensiones definidas de forma muy precisa y deben poseer propiedades electrostáticas. Algunas de estas cintas son utilizadas para empacar el producto terminado.</p>

Para que las cintas transportadoras desempeñen sus funciones apropiadamente las dimensiones son el aspecto más crítico. Por esta razón, las cintas, como se puede observar en la figura 6, tienen bien definidas las dimensiones requeridas. Los suplidores de este tipo de materiales deben ser capaces de proveer productos con altos niveles de calidad que cumplan con todas las especificaciones solicitadas para evitar problemas durante los procesos de fabricación de los microprocesadores.

Cuando alguna de estas cintas presenta dimensiones que se salen de los límites de especificación causan diferentes problemas. Los más comunes se dan cuando el material se queda atascado en la máquina porque alguna de sus medidas es inferior o superior a la debida, o cuando se trata de colocar la cinta en la máquina y esto se dificulta o no es del todo posible porque la cinta tiene problemas dimensionales. Otro tipo de dificultad que se puede presentar es que las cavidades donde se alojan los componentes no cumplan con las especificaciones, esto provoca que el componente se mueva dentro de la cavidad y se dañe, o por el contrario que la cavidad sea muy pequeña y la parte no entre de forma correcta.

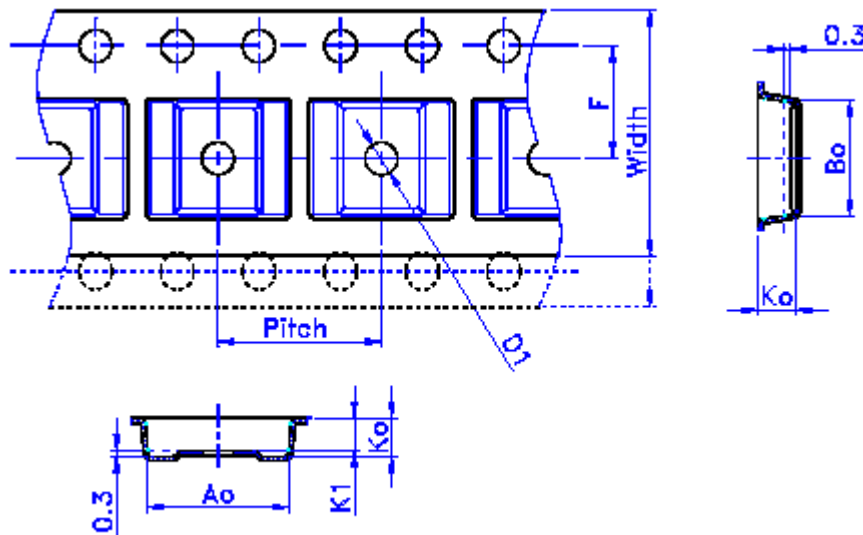
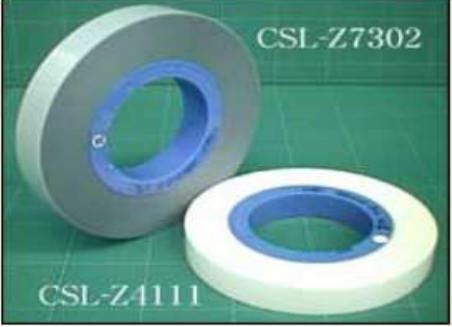
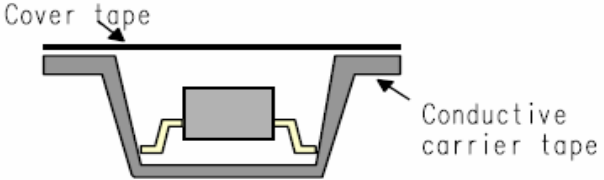


Figura 6, SumicARRIER (2007)



Cinta cobertora	Función
 <p data-bbox="256 577 568 609">Figura 7, Sumicarrier (2007)</p>	<p data-bbox="743 283 1388 556">Esta cinta lo que hace es sellar o tapar la cinta de transporte después de que el componente está dentro. Este cobertor tiene propiedades adhesivas que le permiten adherirse a la cinta de transporte como se puede observar en la figura 8.</p> <p data-bbox="743 556 1388 745">Juntas forman una unión que permite que el componente sea almacenado temporalmente y trasladado de una operación a otra sin peligro de que se salga de su posición.</p>  <p data-bbox="779 997 1096 1029">Figura 8, Sumicarrier (2007)</p>

Su principal problema de calidad se da cuando no posee la necesaria capacidad adhesiva lo que causa que la unión con la cinta transportadora no sea lo suficientemente fuerte y se desprenda.

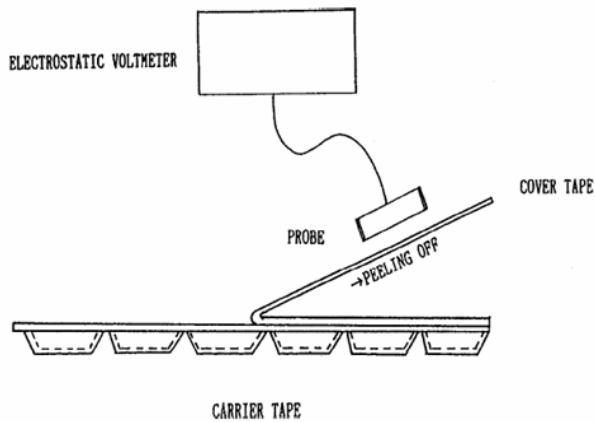



Figura 8, Sumicarrier (2007)

Esto permite que los componentes no adopten su posición exacta, se muevan en exceso dañándose o que se salgan por completo de su posición y se caigan. Después de una caída, evidentemente el componente ya no se puede utilizar y se convierte en una pérdida.


La unión entre el cobertor y la cinta debe tener un balance que permita que el cobertor se retire cuando sea necesario (ver figura 8), pero lo suficientemente fuerte para que no se desprenda antes de tiempo.

<b>Cobertores para unidades terminadas</b>	<b>Función</b>
 <p data-bbox="280 625 561 653">Figura 9, Tek Pack (2007)</p>	<p data-bbox="743 275 1382 579">Estos son cobertores que se colocan a algunos microprocesadores ya terminados. La función de este cobertor es la de proteger las áreas más sensibles del producto final. Su pureza, dimensiones y propiedades electrostáticas son vitales para cumplir correctamente con su función.</p>

Los cobertores para las unidades terminadas deben cumplir con su función de proteger a la unidad contra posibles daños provocados por agentes externos. Para lograrlo, la precisión en las dimensiones requeridas es vital, ya que deben ser capaces de cubrir las áreas más sensibles del microprocesador y deben mantenerse sujetos por sí solos al producto durante todo el manipuleo previo a su destino final. Los tipos de máquina y de problemas que se presentan con este tipo de material es muy similar al que se da con las cintas transportadoras por lo que no es necesario ahondar en más detalles.

### Suplementos de operación

Estos son materiales que participan de forma directa sobre los componentes en algunos procesos durante la manufactura de los microprocesadores. Esta situación hace que su interacción con el proceso y con los materiales directos sea muy cercana, por esto es que este tipo de materiales a pesar de ser indirectos, pueden tener un impacto directo en la calidad y fiabilidad del producto final. Este segmento de materiales indirecto es muy amplio. A continuación se describen los más críticos y con un nivel de ingerencia directa sobre los resultados finales del microprocesador.

Cuchillas para cortar silicio	Función
 <p data-bbox="269 533 526 554">Figura 10. Disco (2007)</p>	<p data-bbox="805 245 1382 394">Estas cuchillas son las encargadas de cortar silicio. De ahí que su precisión y buen funcionamiento son vitales para el proceso.</p>

En el segmento de los suplementos de operación, la calidad de las cuchillas de corte es de vital importancia ya que estas son las que cortan el silicio que es el componente principal de un microprocesador. Como se puede observar en la figura 11, el ancho, profundidad y pureza del corte en el silicio deben ser casi perfectos; si la cuchilla no cumple con las dimensiones exactas puede realizar cortes incorrectos lo que causa pérdidas de silicio; por otro lado, si la cuchilla tiene algún problema que no le permite realizar un corte en línea recta esto causará problemas de calidad ya que el área de corte está claramente definida y si la cuchilla no corta en línea recta puede salirse de esa área y provocar la pérdida del silicio. Por otra parte, si la cuchilla, durante su proceso de fabricación, adquirió impurezas se puede presentar el problema de que mientras gira a gran cantidad de revoluciones por segundo se desprendan esas impurezas y se causen serios daños al silicio.

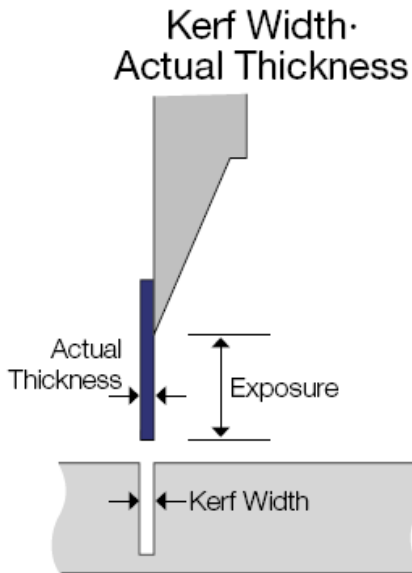
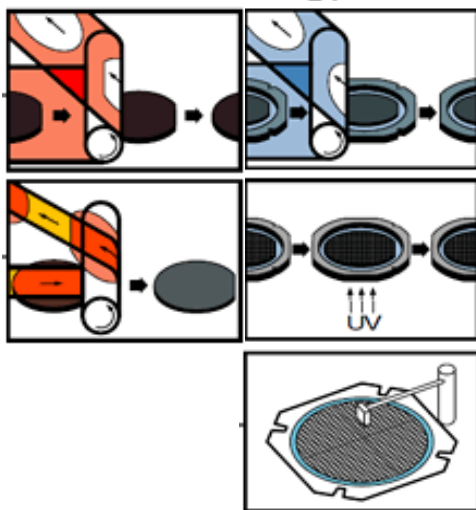


Figura 11, Disco (2007)

En el segmento de los suplementos de operación, la calidad de las cuchillas de corte es de vital importancia ya que estas son las que cortan el silicio que es el componente principal de un microprocesador. Como se puede observar en la figura 11, el ancho, profundidad y pureza del corte en el silicio deben ser casi perfectos; si la cuchilla no cumple con las dimensiones exactas puede realizar cortes incorrectos lo que causa pérdidas de silicio; por otro lado, si la cuchilla tiene algún problema que no le permite realizar un corte en línea recta esto causará problemas de calidad ya que el área de corte está claramente definida y si la cuchilla no corta en línea recta puede salirse de esa área y provocar la pérdida del silicio. Por otra parte, si la cuchilla, durante su proceso de fabricación, adquirió impurezas se puede presentar el problema de que mientras gira a gran cantidad de revoluciones por segundo se desprendan esas impurezas y se causen serios daños al silicio.

Cinta adhesiva para silicio	Función
 <p data-bbox="253 531 578 558">Figura 12, Nitto Denko (2007)</p>	<p data-bbox="837 239 1385 617">Estas cintas poseen propiedades adhesivas y condiciones especiales que les permiten sujetar el silicio mientras es cortado en pequeñas piezas. Permiten que las piezas se mantengan fijas durante el corte y que después del proceso se puedan remover las partes útiles y desechar el remanente.</p>


La cinta para fijar el silicio durante el corte puede presentar problemas de calidad si no posee la capacidad adhesiva suficiente para sujetar de la forma requerida el silicio, ya que como se puede observar en la figura 13 el silicio se coloca directamente encima de esta cinta durante



y después del corte, por lo que una mala adhesión provocará que las piezas del silicio se desprendan durante el proceso o en los momentos de almacenamientos temporales y transporte. Por lo sensible de estos componentes cualquier movimiento inapropiado o caídas son causa suficiente para su inmediato desecho.

Figura 13, Nitto Denko (2007)

Los problemas de calidad que pueden presentar los estenciles se relacionan con sus dimensiones y la correcta formación de las aperturas que deben permitir la impresión de la pasta de soldadura. Cuando un estencil presenta aperturas incompletas, la cantidad de soldadura que pasa a través de ellas no es suficiente para lograr la unión requerida por el proceso, esto provoca desalineamiento en los componentes, cortos circuitos y en algunos casos los componentes se desprenden en las operaciones siguientes.

<b>Esténciles</b>	<b>Función</b>
 <p data-bbox="285 573 623 600">Figura 14, PhotoStencil (2007).</p>	<p data-bbox="837 237 1386 499">Los esténciles permiten realizar las diferentes impresiones de pasta de soldadura en las operaciones necesarias para adicionar elementos al sustrato e ir dándole forma al microprocesador.</p>

Por otro lado, si las aperturas están colocadas en una posición incorrecta, la impresión de pasta de soldadura se realizará en un área inapropiada, esto puede causar que cuando la máquina coloque el componente lo haga en el área correcta pero sin pasta de soldadura y así el componente e incluso la unidad se pueden perder.


### Medios de empaque

Son todos los diferentes materiales que se utilizan para empacar los microprocesadores de forma que el producto final tenga la protección y estabilidad requerida durante todo el proceso de transporte, minimizando al máximo los posibles daños causados por el exceso de manipulación del producto durante su travesía hacia el cliente.

<b>Cajas de cartón</b>	<b>Función</b>
 <p data-bbox="241 1545 711 1572">Figura 15, Public Packages Holdings (2007).</p>	<p data-bbox="837 1278 1386 1623">Las cajas utilizadas para el empaque de microprocesadores deben cumplir con propiedades electrostáticas, aprobar las pruebas de resistencia a la compresión y al estallido. Además su apariencia debe cumplir con los requerimientos establecidos.</p>

En lo referente a los materiales indirectos de empaque, los problemas de calidad de las cajas pueden provocar que el producto final no tenga la adecuada protección contra todos los agentes climáticos y daños que puede causar el transporte. Las que tengan menos resistencia a la presión y al estallido pueden fallar prematuramente y permitir que los

microprocesadores reciban golpes directos que les causen graves daños.

<b>Bolsas</b>	<b>Función</b>
 <p data-bbox="318 667 604 697">Figura 16, Dou Yee (2007)</p>	<p data-bbox="837 352 1386 966">Estas bolsas tienen que ofrecer protección al producto final contra la humedad; para esto deben superar pruebas como la resistencia a perforación, las partes que las forman deben estar pegadas perfectamente de forma que no permitan el ingreso de la humedad. Las dimensiones especificadas deben ser cumplidas con exactitud así como la orientación de las etiquetas. Estas bolsas deben ser antiestáticas así como la tinta usada para realizar las impresiones que contenga.</p>

Las bolsas representan la principal barrera contra la humedad, por lo que si están mal selladas o con perforaciones pueden permitir que ingrese más humedad de la permitida y esto causa serios daños a los microprocesadores.

<b>Bolsitas desecantes</b>	<b>Función</b>
 <p data-bbox="285 1621 571 1650">Figura 17, Dou Yee (2007)</p>	<p data-bbox="837 1281 1386 1625">Estos desecantes se utilizan para absorber la posible humedad que de alguna forma logre quedar atrapada dentro de la bolsa donde se empaqueta el microprocesador. Sus partes deben estar unidas con un sellado perfecto y no tener ninguna perforación.</p>

Las bolsitas desecantes ayudan absorber la humedad que pueda ingresar dentro de la bolsa pero en cantidades muy bajas por lo que el buen estado de la bolsa es vital. Las bolsitas desecantes con perforaciones o partes mal selladas no podrán cumplir con su función de forma correcta, lo que le permitirá a la humedad dañar el producto.

<b>Indicadores de humedad</b>	<b>Función</b>
 <p data-bbox="285 779 716 814">Figura 18, Dou Yee (2007)</p>	<p data-bbox="837 310 1386 814">Estos indicadores tienen la función de detectar el nivel de humedad dentro de la bolsa en la que se empacó el microprocesador. Este indicador contiene un químico que cambia de color según el nivel de humedad que absorbe. El indicador posee un número determinado de círculos donde se indica el porcentaje de humedad alcanzado cuando este círculo en particular cambia de color.</p>

La mejor forma de saber si el producto fue expuesto a más humedad de la permitida es por medio de los indicadores de humedad, así que su buen funcionamiento es de vital importancia para la protección del microprocesador

### Aseguramiento de la calidad de los aspectos críticos de los materiales indirectos

Para lograr un aseguramiento de la calidad “La organización debe establecer, documentar, implementar y mantener un sistema de gestión de la calidad y mejorar continuamente su eficacia” (ISO 9001, 2000). Para esto se deben identificar los procesos claves, definir interacciones, determinar criterios, realizar mediciones, recolectar datos y análisis para poder implementar las acciones por seguir. Por ejemplo, un proceso que no pareciera influir en la calidad es el proceso de compra, pero si este no está alineado con las políticas de calidad de la empresa sí puede tener efectos sobre la calidad. Por esta razón, los compradores deben seguir los lineamientos establecidos para que logren maximizar recursos, realizar procesos de cotización efectivos que reduzcan los costos pero sin ir en detrimento de la calidad.

Para el aseguramiento de la calidad los materiales indirectos deben ser desarrollados y manejados con sistemas capaces de dar como resultado productos aptos para soportar las acometidas de todos los procesos de producción con los que interactuarán durante su vida útil.

Para lograr esto, las empresas del ramo de la tecnología donde la precisión es vital, se han dedicado en los últimos años a desarrollar metodologías que les permitan desarrollar junto a sus suplidores, materiales con altos estándares de calidad. Por ejemplo, cuando se desea incluir un nuevo suplidor a la base de datos de una de estas empresas, se realiza toda una evaluación que inicia por su estado financiero, sus proveedores, sus instalaciones, su capacidad productiva, y finaliza por cómo maneja todo lo referente al aseguramiento de la calidad de sus productos.

Cuando se trata de introducir un nuevo material al proceso, existe un sistema para la calificación de nuevos materiales, el cual implica labor de desarrollo conjunta con el suplidor para lograr obtener el producto que se requiere con las especificaciones que se necesitan. Durante esta etapa se definen las especificaciones críticas para el correcto funcionamiento del producto, que el suplidor debe continuar monitoreando mediante los certificados de conformidad, que son documentos donde se registran los datos provenientes de los monitoreos que el suplidor debe realizar de estas características a cada lote de material que produce. Luego este nuevo material debe pasar todas las pruebas y evaluaciones necesarias para recolectar datos que aseguren que puede cumplir con las expectativas establecidas y no va causar ningún impacto negativo en los procesos de producción cuando sea introducido. Cabe aclarar que este proceso se da siempre que se desee introducir un nuevo material, sin importar si proviene de un suplidor ya calificado. Este mismo procedimiento se sigue para la introducción de cualquier cambio en los materiales por pequeño que este parezca, esto se denomina control del cambio. Por ejemplo, algo tan simple como el cambio de color de un material debe pasar por todo este proceso de evaluación, documentación y aprobación. Para esto existen foros con expertos de las áreas involucradas encargados de revisar y aprobar. Con este proceso de aprobación se logra que la comunicación sea efectiva y todos los involucrados quedan enterados evitando sorpresas.

Después de haber desarrollado esta temática queda claro que los materiales indirectos no son menos importantes que los materiales directos. Por el contrario, son sumamente importantes dentro de los procesos de fabricación de microprocesadores, por lo que requieren un de un alto nivel de atención.

A continuación se detallan algunas recomendaciones que pueden ser tomadas en cuenta en la búsqueda de un manejo adecuado de los materiales indirectos. Cuando de calidad se trata es evidente la



influencia que los materiales indirectos pueden tener, por lo que se debe procurar utilizar materiales indirectos manejados con sistemas capaces de asegurar la calidad ya que esto dará como resultado productos finales de calidad. Por el contrario, si se utilizan materiales indirectos que no cumplen con las especificaciones y los estándares de calidad definidos estos provocarán problemas durante todo el proceso.

Las compañías deben tener suficientes puntos de control que sean capaces de capturar cualquier anomalía durante el proceso, pero si los materiales indirectos incumplen con las características críticas provocarán que los indicadores de control de las empresas se disparen con frecuencia. Esto significa una alta inversión en diferentes recursos para investigar qué es lo que está pasando, implementar planes de contingencia, implementar acciones preventivas y correctivas, y todo lo necesario para estabilizar el proceso. Por supuesto, mientras se controla la situación se pierden unidades de producto, tiempo y dinero. Además la probabilidad de que productos no conformes se escapen al cliente aumenta conforme se incrementan los problemas de calidad provocados por materiales indirectos de baja calidad dentro del proceso, lo que le puede generar un deterioro de la imagen de la compañía.

Estos problemas se pueden evitar si se sigue una buena estrategia de aseguramiento de la calidad para los materiales indirectos. Para lograr esto es necesario brindarle la importancia que se debe al realizar procesos de validación de los materiales antes de incluirlos en el proceso y manteniendo un adecuado programa de control de cambios en el cual se evalúe y valide cualquier cambio en los materiales antes de introducirlos. Al realizar un efectivo manejo de los suplidores para asegurar la calidad de los materiales indirectos, evaluar cualquier suplidor nuevo antes de introducir sus productos al proceso, llevar a cabo auditorías periódicas que proporcionen una idea general de cómo ese proveedor maneja sus procesos, como monitorea su producto y demás actividades proporciona un alto nivel de confiabilidad en los productos.

La importancia que se le debe dar a los materiales indirectos debe ser la misma que se le ha dado siempre a los materiales directos porque de igual forma pueden provocar problemas de calidad que se traducen en costos y pérdidas para las compañías. Además, se puede afectar gravemente la imagen de la empresa si se envían productos defectuosos a los clientes.

## **Bibliografía**

Intel Technology Journal (2007). Managing International Supply and Demand at Intel. Recuperado el 06 de Octubre de 2007.

[http://www.intel.com/technology/itj/2005/volume09issue03/art04\\_epr ocurement/p02\\_intro.htm](http://www.intel.com/technology/itj/2005/volume09issue03/art04_epr ocurement/p02_intro.htm)

Jorge, A (2003). Conceptos generales. Ingeniería de Confiabilidad (15-29). Cartago: Editorial Tecnológica de Costa Rica.

ISO 9001 (2000). Requisitos Generales. Sistemas de Gestión de la Calidad (12-14) Costa Rica: INTE-ISO 9001

3M™ (2007) Component Handling Trays and Clips. Recuperado el 18 de Octubre de 2007.

[http://solutions.3m.com/wps/portal/3M/en\\_US/electronics/home/productsandservices/products/ProductNavigator/TapeReel/?PC\\_7\\_RJH9U5230GE3E02LECIE20KAB4\\_nid=GS3ZCSSJM6beL8DMVSNT43gl](http://solutions.3m.com/wps/portal/3M/en_US/electronics/home/productsandservices/products/ProductNavigator/TapeReel/?PC_7_RJH9U5230GE3E02LECIE20KAB4_nid=GS3ZCSSJM6beL8DMVSNT43gl)

Sumicarrier (2007) Embossed Carrier Tapes. Recuperado el 21 de Octubre de 2007.

<http://sumicarrier.com.sg/products/carriertapes/index.html>

Tek Pack (2007) Products. Recuperado el 29 de Octubre de 2007.

<http://tekpack.com/carriertape.html>  
<http://tekpack.com/pdf/CleanPakFB.pdf>

Disco (2007) Product Information. Recuperado el 29 de Octubre de 2007.

<http://www.disco.co.jp/eg/products/blade/zh05.html>

Nitto Denko (2007) Semiconductor Products. Recuperado el 02 de Noviembre de 2007.

<http://www.nitto.com/product/datasheet/semicon/002/index.html>

PhotoStencil (2007) Process Solutions & Expertise for Printing Technology. Recuperado el 02 de Noviembre de 2007.

<http://www.photostencil.com/gluestencil.htm>

Public Packages Holdings (2007). Products samples. Recuperado el 02 de Noviembre de 2007.

<http://www.pph.com.my/products.html>

Dou Yee (2007) Electronic Dry Packaging. Recuperado el 08 de  
Noviembre de 2007.

[http://ww0.douyee.com.sg/index\\_ProductsLR.htm](http://ww0.douyee.com.sg/index_ProductsLR.htm)