

## **Mejora del rendimiento en el producto de tabletas a un 95%**

Javier Y. de Alba Burgos  
Maestría en Manufactura Competitiva  
Carlos González, Ph.D.  
Departamento de Ingeniería Industrial  
Universidad Politécnica de Puerto Rico

---

**Abstracto** — El enfoque de este proyecto está basado en mejorar e incrementar los resultados de *yield* en el producto de tabletas a un 95%, según establecido en el estándar financiero de la compañía Consumer Healthcare. Se utilizará la metodología DMAIC para mejorar e incrementar el *yield* en el área de compresión, ya que es el área que impacta el rendimiento con el mayor número de rechazo de “tabletas” y granulación. Mediante el uso de Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar nuestro proceso, reduciremos el riesgo de tener un impacto no deseado. De esta manera, diseñaremos soluciones creativas para mitigar y prevenir algún problema [1].

**Palabras claves** – compresión, rendimiento, tabletas, *yield*

### **INTRODUCCIÓN**

La compañía Consumer Healthcare se enfoca en productos analgésicos para el dolor de cabeza, dolores musculares, problemas nasales y acidez estomacal. Al ser una compañía de consumo, el valor de los productos es atractivo para que el consumidor los adquiera a un precio módico. Sin embargo, la compañía establece un rendimiento (*yield*) a cada producto de manera que se pueda categorizar cuánto sería la ganancia una vez el consumidor adquiera el producto y cuál sería su porcentaje de rechazo. El producto de tabletas es el producto de mayor demanda en Consumer Healthcare, y se enfoca en dolores de cabeza y musculares, por lo que el *yield* a ser alcanzado financieramente para este producto es de 95%. El producto de tabletas se procesa en el área de Granulación y “Blendeado” utilizando una máquina Diosna, un *Fluid Bed Dryer* y un *Flo-Blender*. Este proceso se enfoca en granular el material, secar la

granulación según establecido en la receta y mezclar la granulación con las materias primas. Después de completar el proceso de “blendeado”, el producto se lleva a una compresora, donde se le aplica fuerza de compresión a la granulación para formar una dosis sólida. El proceso de Compresión se lleva a cabo a partir de una receta, de acuerdo con las características del producto; no obstante, ya que una compresora es asistida por energía, lo cual significa que la entrega de granulación se logra por asistencia mecánica, podría ocurrir variación en el sistema de extracción debido a las características del producto. Una vez completado el proceso de Compresión, la tableta se descarga en una tómbola revestida de una solución azucarada, y luego se pule para tener un producto brillante. Por último, para completar el proceso de tabletas, el producto se lleva a la etapa de *Branding*, en la cual se aplica una tinta de color sobre la tableta.

### **Planteamiento del problema**

Durante el primer trimestre de 2020, se alcanzó un promedio de 92% de *yield* para el producto de tabletas en lugar del 95% proyectado en el estándar financiero. Se deben manufacturar 407 lotes de tabletas para el próximo año (2021), por lo cual continuar con un 92% en *yield* tendría un impacto financiero negativo de \$900,000 en las finanzas proyectadas para el próximo año, ya que este producto es el de mayor demanda. No se contempla mitigar el impacto financiero con otro producto.

### **Descripción de la investigación**

La intención de este proyecto es incrementar el *yield* en el área que esté impactando un porcentaje de rechazo significativo. Al incrementar el *yield* a un 95% en el área de Compresión, se reducirá la cantidad de rechazo de granulación y tabletas, por

lo que el tamaño del lote aumentará y se mitigará cualquier pérdida en las áreas de Revestimiento y *Branding*, las cuales no tienen una pérdida de rechazo significativa. Con este proyecto se busca aumentar la eficiencia de la compresora, reducir la cantidad de rechazo (tabletas y pérdida por extracción) y ejecutar un *standard work* para el ensamblaje del equipo (compresora y detector de metales).

### **Objetivo de la investigación**

El objetivo de este proyecto es alcanzar el nivel más eficiente de la compresora, para minimizar la cantidad de rechazo de tabletas y alcanzar un *yield* financiero de 95%. No obstante, esto depende del usuario que esté operando el equipo, por lo que se llevarán a cabo ciertas acciones correctivas que se discutirán en la fase de Control.

### **Contribución de la investigación**

Este proyecto reducirá las microparadas en el proceso de Compresión, las cuales tienen un impacto significativo en el *yield*, y aumentará el rendimiento de los equipos (compresora y detectores de metales). Robustecerá el sistema de extracción, reducirá la variabilidad en la materia prima utilizada para la solidificación de la tableta y establecerá un plan de monitoreo para *yield* del producto de tabletas. Además, mitigará el impacto financiero negativo de \$900,000 desde el primer trimestre de 2021.

## **REVISIÓN DE LITERATURA**

Los índices de capacidad de proceso, que establecen la relación entre el rendimiento real del proceso y las especificaciones de la manufactura, han sido el foco de la garantía de calidad y el análisis de capacidad durante los últimos 15 años. Esos índices de capacidad que cuantifican el desempeño del proceso son esenciales para cualquier actividad de mejora de la calidad exitosa y la implementación de un programa de calidad [2].

Se introduce el índice  $Spk$  [3] para establecer la relación entre la especificación de la manufactura y el rendimiento real del proceso, que proporciona

una medida exacta del rendimiento del proceso. Los cálculos de capacidad para procesos con una característica única se han investigado ampliamente. [4] presenta una revisión exhaustiva para el desarrollo de índices de capacidad de proceso desde 1992 hasta el año 2000.

A menudo, un producto manufacturado se describe con múltiples características. Es decir, los artículos manufacturados requieren valores de varias características diferentes para una descripción adecuada de su calidad. Cada una de esas características debe satisfacer ciertas especificaciones. La calidad evaluada de un producto depende de los efectos combinados de esas características, más que de sus valores individuales [2].

El rendimiento del proceso ha sido el criterio más básico y común utilizado en la industria manufacturera para medir el rendimiento del proceso. Está estrechamente relacionado con el costo de producción y la satisfacción del cliente. El rendimiento del proceso se define actualmente como el porcentaje de unidad de producto procesado que pasa la inspección. Es decir, la característica del producto debe estar dentro de la tolerancia (especificaciones) de la manufactura. Para las unidades de producto rechazadas (no conformidades), se incurriría en costos adicionales para en la industria por desechar o reinspeccionar el producto. Todas las unidades aprobadas son igualmente aceptadas por el analista de calidad, lo que incurre costo adicional a la industria. Para los procesos con alto rendimiento, se producen pocos porcentajes de productos no conformes. Es decir, la mayoría de los productos producidos en este proceso satisfacen el requisito de especificaciones [2].

En muchos casos, se sugiere una referencia mínima del 99.73% para evaluar el proceso. Las industrias obtienen más ganancias y reducen los costos con un alto rendimiento del proceso, por lo que lo que toda industria hace su esfuerzo por aumentar el rendimiento del proceso ya sea identificando proyectos para aumentar el *yield* o

evaluando alguna oportunidad de pérdida de rendimiento en un proceso en particular [2].

## METODOLOGÍA

En la búsqueda de un mejor proceso de manufactura libre de defectos y exceso de rechazo, se seleccionó la metodología DMAIC, debido a que es una herramienta que investiga la causa raíz de un problema y establece controles para asegurar que el defecto no vuelva a ocurrir. Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Control es el proceso clásico de resolución de problemas Six Sigma. Tradicionalmente, el enfoque debe aplicarse a un problema con un proceso o producto y/o servicio de estado estable existente.

La variación es el problema principal: la variación de las especificaciones del cliente en un producto o proceso. La variación puede adoptar muchas formas. DMAIC resuelve problemas de defectos o fallas, desviación de un objetivo, exceso de costo o tiempo, y deterioro. Six Sigma reduce la variación dentro y entre los pasos de valor agregado en un proceso. DMAIC identifica requisitos clave, entregables, tareas y herramientas estándar que un equipo de proyecto puede utilizar al abordar un problema [5].

DMAIC se basa en tres principios fundamentales:

- Centrado en resultados, impulsado por datos, hechos y métricas.
- El trabajo está basado en proyectos (de naturaleza a corto plazo, con una duración que depende del alcance y la complejidad) y estructurado por proyectos, versus un proceso continuo.
- Combinación inherente de vínculos entre herramientas, tareas y entregables que varía según el paso del método.

La metodología DMAIC utiliza una estructura de pasos de proceso. Los pasos generalmente son secuenciales; sin embargo, algunas actividades de varios pasos pueden ocurrir simultáneamente o pueden ser interactivas. El objetivo de lo que se va a alcanzar para un proyecto debe completarse antes

de la aprobación formal y al utilizar la metodología DMAIC debe ser realizadas de forma secuencial. Los cinco pasos (figura 1) de la metodología DMAIC son:

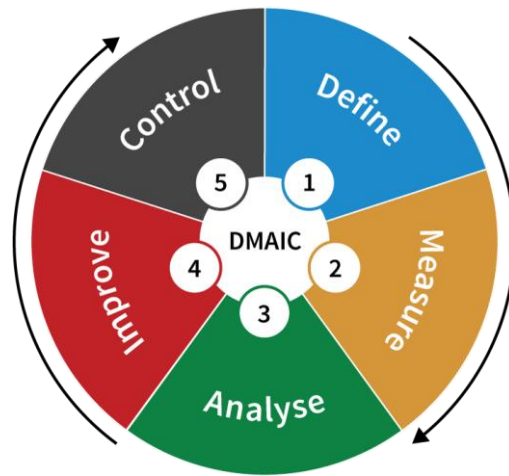


Figura 1  
Metodología DMAIC

- **Definir el problema y el alcance del esfuerzo del equipo de trabajo y del proyecto:** la descripción del problema debe incluir el impacto que tiene la industria, así como por cuánto tiempo ha existido el problema. Por lo tanto, se deben identificar los clientes, el objetivo del proyecto y el plazo para su finalización. Independientemente del tipo de problema, debe ser sistémico: parte de un proceso de estado estable existente, en el que el problema no es un evento único, sino que se ha presentado recurrentemente durante el proceso de manufactura.
- **Medir el proceso o desempeño actual:** identificar qué datos están disponibles y de qué fuente. Se desarrollará un plan para recolectar esta información. Por otro lado, se reunirán los datos y se resumirán, de manera que los datos representen el problema que se está confrontando en el proceso. Esto generalmente implica la utilización de herramientas gráficas.
- **Analizar el rendimiento actual para aislar el problema:** a través del análisis (tanto estadístico como cualitativo), se comienza a

- formular y probar la hipótesis sobre la causa raíz del problema.
- **Mejorar el problema seleccionando una solución:** con base en las causas raíces identificadas en el paso anterior, se implementará directamente la causa con una mejora. Para identificar esa mejora, se puede realizar una lluvia de ideas sobre posibles soluciones, dándole prioridad a la mejora que tenga mayor impacto, es decir, la que represente mayor solución al problema.
  - **Control del proceso mejorado o del rendimiento del producto para garantizar que se cumplan los objetivos:** una vez que la solución ha resuelto el problema, las mejoras deben estandarizarse y mantenerse a lo largo del tiempo. Los procedimientos estándares de operación pueden requerir revisión y se debe implementar un plan de control para monitorear el desempeño continuo. El equipo del proyecto transferirá las mejoras estandarizadas y el plan de control de mantenimiento a los ingenieros del proceso o de manufactura y cierra el proyecto [5].

El método DMAIC se basa principalmente en la aplicación de control estadístico de procesos, herramientas de calidad y análisis de capacidad de procesos; no es una metodología de desarrollo de productos. Se puede utilizar para ayudar a rediseñar un proceso, ya que el rediseño soluciona el problema del proceso inicial. Para ser implementado, el método requiere cuatro componentes:

- Un sistema de medición (un indicador) del proceso o del producto.
- Conjunto de herramientas estándar que respalde las tareas entregables (incluidos estadísticas, gráficos, herramientas cualitativas o técnicas, etc.).
- Capacidad para definir un factor de ajuste o varios para corregir el proceso o el producto, para que se mantenga el objetivo.

- Un esquema de control para mantener la mejora o corrección a lo largo del tiempo mediante la implementación de un plan de control con un sistema de monitoreo para auditar el desempeño contra los límites de control estadístico y planes de acción definidos de ser necesario [5].

## METODOLOGÍA DEL PROYECTO

Como parte del objetivo principal de este proyecto es incrementar el *yield* del producto de tabletas, las siguientes herramientas de la metodología DMAIC se usaron en las cinco fases:

### Definir

Se hizo un *project charter*, un documento formal, típicamente breve, que describe el proyecto en su totalidad, incluyendo cuáles son los objetivos, cómo se llevará a cabo y quiénes serán los miembros del equipo. Este documento es crucial en la planificación del proyecto, ya que se utiliza durante todo el ciclo de vida del proyecto

### Medir

Se usó una gráfica de control, una visualización gráfica de las salidas de un proceso a lo largo del tiempo. Por otro lado, también muestra cómo funciona el proceso contra los límites de control que se establecen para igualar la variación máxima y mínima en un proceso.

### Analizar

Se preparó un *fishbone diagram*, una herramienta que se usa para intercambiar ideas sobre las causas probables de que ocurra un defecto/problema en particular. Las causas de este problema se generan mediante una lluvia de ideas por parte del equipo de trabajo utilizando categorías predeterminadas (Máquina, Material, Método, Medir, Persona y Ambiental).

Se contestaron “cinco porqués”, un método simple, pero eficaz para analizar y resolver el problema preguntando cinco veces el porqué. Este enfoque se utiliza junto con los diagramas de causa y efecto, o *fishbone diagram* [6].

### Mejorar

Se preparó un plan de acción detallado con las actividades que se llevarán a cabo para la mejora definida. Este plan permitirá a un grupo documentar quién estará asignado a una tarea en particular y cuándo se espera que la complete.

### Control

Se utilizó una gráfica de control en esta fase para determinar si, luego de implementadas todas las acciones definidas, el proceso está en control. Esta gráfica se representa mediante un promedio y límites de control superior e inferior.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como parte de los principios de manufactura de Six Sigma, se utilizaron las cinco fases de la metodología DMAIC para identificar por qué no lográbamos incrementar el *yield* de tabletas y cuál era el plan de acción a seguir para incrementarlo.

### Definir

En nuestra primera fase, determinamos cuál era el problema y las posibles áreas (Granulación, Compresión y *Sugar Coating*) donde pudiera haber pérdida de producto que impactara negativamente el *yield* (tabla 1).

**Tabla 1**  
*Project charter*

Además, se estableció nuestra meta: incrementar el *yield* del producto de tabletas de un 92% a un 95% y los participantes que compondrían el análisis y mejora del proyecto. Dentro de los participantes se seleccionaron:

- Ingenieros de manufactura
- Ingenieros de equipo
- Técnicos/operadores de manufactura
- Gerente de ingeniería
- Ingeniero de servicios técnicos

### Medir

Se utilizó la capacidad histórica durante la fase de medir para conocer cómo se ha comportado el producto de tabletas a lo largo de los años. La tabla 2 muestra que este producto tuvo un promedio de 92.6% de *yield* a lo largo de los años. No obstante, se identificó un incremento en *yield* luego de 2013, que se debió a la implementación de una limpieza intermedia en el área de Compresión.

**Tabla 2**  
**Capacidad histórica**

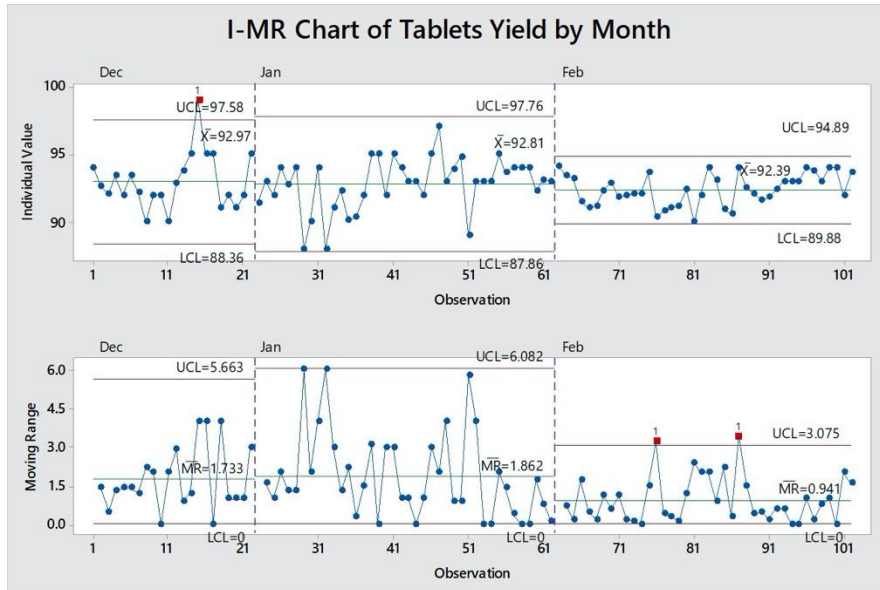
2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
88.5 %	92.1%	92.9%	92.9%	92.2%	92.8%	92.9%

"Yield" promedio desde 2014 a 2019 = 92.6%  
4.1% de mejora en el "yield" comparado con el "yield" del 2013

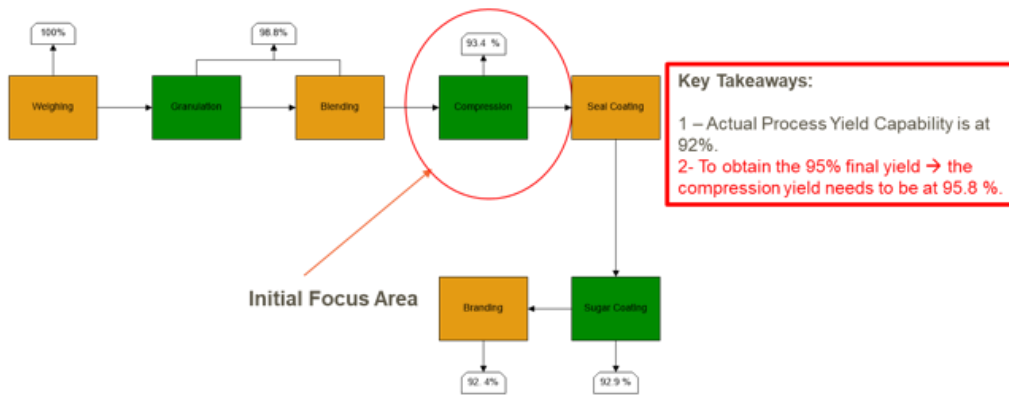
Utilizando una gráfica de control (I-MR) (figura 2), monitoreamos el promedio del *yield* y la variación que tenía a lo largo de los meses (diciembre, enero y febrero). Mediante esta gráfica, pudimos ver la variabilidad que existía en el proceso, que provocó que algunos lotes hayan hasta sobrepasado el 92% de *yield*. No obstante, también identificamos que había varios lotes por debajo de 92%.

Dada la variación identificada en la gráfica de control, se estratificaron los datos por los procesos con los que se manufactura este producto (figura 3).

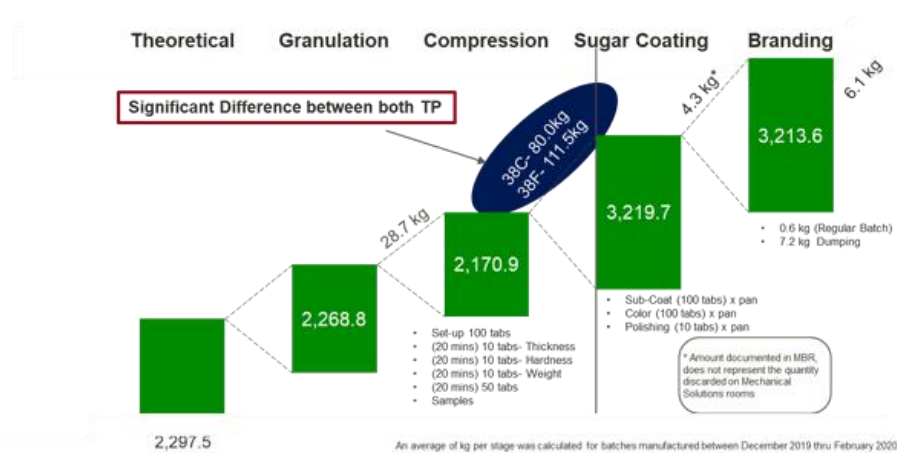
Utilizando los datos de todos los lotes manufacturados durante diciembre, enero y febrero, se analizaron los *yields* de cada proceso de manufactura (Pesaje, Granulación, "Blendeado", Compresión, Azucarado y *Branding*). Mediante un diagrama de flujo (figura 4), se identificó que el enfoque inicial debía ser en el área de Compresión, ya que es el área que, mediante la estratificación de datos, tiene la mayor cantidad de pérdida en rechazo. No obstante, se debe evaluar el área de Azucarado para garantizar la pureza en el proceso.



**Figura 2**  
Gráfica de control (I-MR)



**Figura 3**  
Diagrama de flujo de proceso



**Figura 4**  
Yield waterfall

## Analizar

Utilizando un *fishbone diagram* (figura 5) identificamos todas las posibles causas raíz que podrían impactar significativamente el *yield* de tabletas. No obstante, en cada categoría se identificó la fuente que tuviera mayor impacto en el rendimiento del producto.

En la categoría “Material”, se identificó con mayor impacto la materia prima de dióxido de silicio (sílice). Analizando el impacto que el sílice pudiera tener en nuestro proceso, identificamos que había dos clases de material distintas. Sílice A se validó para otro producto y no para tabletas, pero se podía utilizar. Este material estaba diseñado para productos cuyo proceso estuviera diseñado para granulación seca. No obstante, el producto de tabletas está diseñado para granulación húmeda. Sílice B tenía las características idóneas para procesar con granulación seca. Al utilizar el Sílice A en el producto de tabletas, se producía compactación en la granulación, por lo que generaba rechazo en el área de Compresión debido a la variabilidad del material.

En la categoría “Método”, se identificó con mayor impacto la identificación de las piezas del *feeder* (lado derecho y lado izquierdo), ya que era posible que las ensamblaran incorrectamente durante la limpieza completa. Al ser ensambladas en el lado incorrecto, la altura del *feeder* se afectaría, lo cual provocaría pérdida de granulación en el proceso de Compresión. Por otra parte, se identificó como oportunidad la presencia de sensores durante el proceso de Compresión, de manera que, cuando la compresora se esté quedando sin granulación, un sensor lo detecte con anticipación y se pueda realizar con tiempo el cambio del contenedor que supe la granulación. Esto beneficiará el proceso de Compresión para evitar variabilidad en los parámetros y, a su vez, evitar el rechazo.

En la categoría “Persona”, se identificó con mayor impacto el ensamblaje de las piezas durante la limpieza completa, la falta de calibración del equipo previo al comienzo del primer lote de

manufactura y que los operadores/técnicos de manufactura no verificaran el canal de recirculación antes de comenzar el proceso.

En la categoría “Equipo”, se identificaron varios elementos con mayor impacto:

- Transiciones del detector de metal no estandarizadas
- Columnas de compresoras atascadas
- Diseño de los contenedores de granulación
- Variabilidad en la altura de los platos del *feeder*
- Plato y base del *feeder* desgastados
- Variabilidad en diseño de los sellos del *feeder*
- Desfase en el *takeoff side glass*
- Exceso de extracción de la granulación
- Exceso de rechazo durante la etapa de calentamiento en el proceso de Azucarado

A varios de estos elementos se les aplicó la herramienta de los cinco porqués (tabla 3) para identificar su posible método de corrección.

## Mejorar

Una vez identificadas las oportunidades en el paso de Analizar, durante la fase de Mejorar se desarrolló un plan de acción (tabla 4) que el equipo de trabajo debía realizar en el tiempo proyectado.

Durante esta fase, se revisaron procedimientos, se reemplazó materia prima, se optimizó el funcionamiento de la compresora y los detectores de metales, se instalaron sensores para detectar falta de granulación, se instalaron bases vibradoras para descargar el material y se optimizó la etapa de calentamiento en el proceso de Azucarado.

## Control

Utilizando una gráfica de control (I-MR) (figura 6), monitoreamos el promedio del *yield* y su variabilidad una vez implementadas todas las acciones. El proceso se monitoreó según se completaban las acciones identificadas en el plan de acción; no obstante, al completarse todas las actividades y acciones en el mes de mayo, se monitoreó el *yield* de tabletas en los meses de junio, julio y agosto.

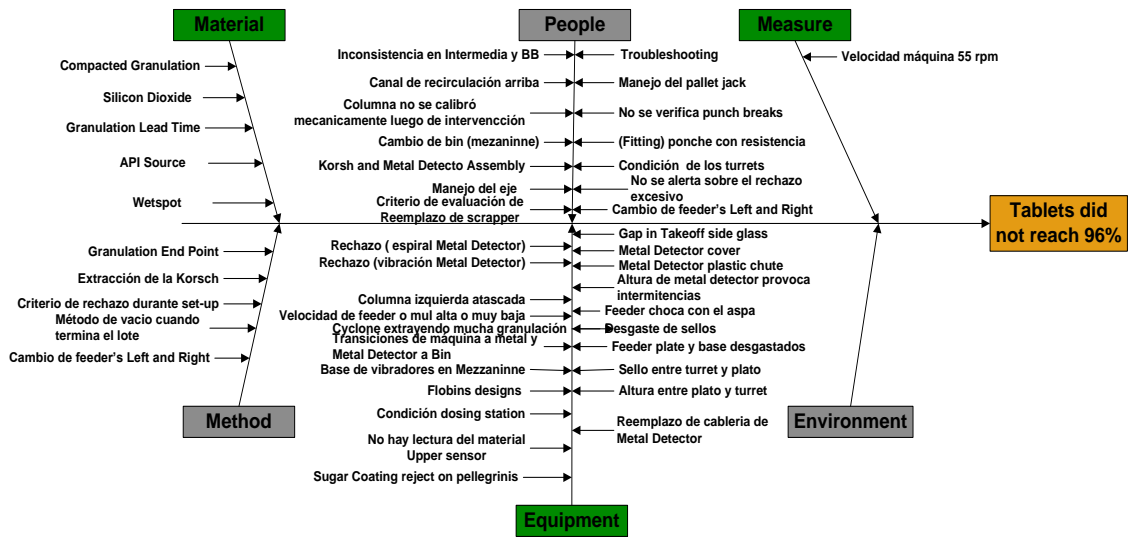


Figura 5  
Fishbone diagram

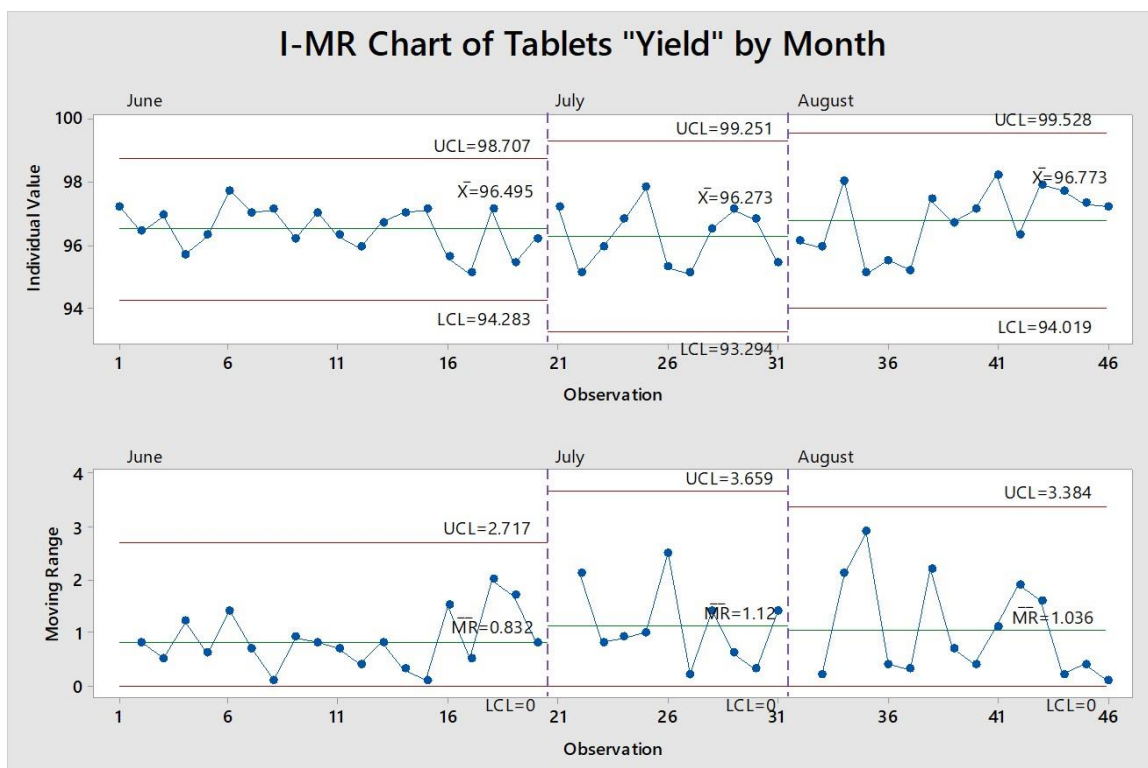
Tabla 3  
Cinco porqués

Problem Description	Why?	Why?	Why?	Why?
Tablets did not reach standard yield	Compacted Granulation	Raw Material change	Cost of Raw Material	
	Incorrect assembly	Changing parts	They are not identified	
		Procedure does not establish a chronological order of assembly and disassembly	Cleaning checklist and procedure does not have visual aids	
	Back to Back and Intermediate cleaning not successful	Depends of Manufacturing Operator Criteria		
	Clogged column	Maintenance		
		Calibration was not performed correctly		
	Metal Detector rejection	Excessive vibration	Maintenance	
		Problems with spiral	Maintenance	
		One plastic chute design for different models of Metal Detector		
		Metal Detector height		
	Extraction	Not all rooms have cyclone	Don't have additional cyclone to include in room 38F	
	Feeder speed	Not established in set-up procedure		
	Metal Transitions and Gap in takeoff side glass	One design for different models and Korsch vendor change the part design		
No upper sensor reading	Sensors were broken during the disassembly	By the handling and there were they located		
Feeder plate and base condition	Because there not visual alert for the equipment replacement			
Turret plate and base seal	Because it can be worn			



**Tabla 4**  
**Plan de acción**

#	Action	Owner	Start Date	End Date	Status
1	Instructs colleagues on actions that impact the yield	Javier De Alba	Mar 2020	Mar 2020	●
2	Include end point (level 3) visual aid on Diosna procedure	Melissa Velazco	Mar 2020	Mar 2020	●
3	Base Granulation Monitoring using alternate Silicon Dioxide B	Melissa Velazco/ Javier De Alba	Mar 2020	Mar 2020	●
4	Takeoff side glass enhancement	David Hernandez	Mar 2020	Apr 2020	●
5	Identify left and right feeder	David Hernandez	Mar 2020	Apr 2020	●
6	Install upper sensor	David Hernandez	Mar 2020	Apr 2020	●
7	Improve feeder	Javier De Alba	Mar 2020	Apr 2020	●
8	Perform Single Point Lesson for Engineering Maintenance Personnel about calibrations	Anibal Sanabia	Mar 2020	Apr 2020	●
9	Include PM for dosing station (evaluate cylinders, spring washers, cables conditions and CAMS condition and functionality)	David Hernandez	Mar 2020	Apr 2020	●
10	Optimize Intermediate and Back to Back cleaning forms	Javier De Alba	Mar 2020	Apr 2020	●
11	Optimize Set-up, Assembly and Disassembly procedures including Change Over Checklist	Javier De Alba	Mar 2020	Apr 2020	●
12	Perform enhancement to Sugar Coating Pellegrini's related with Full Air on Warm-Up process.	Rafael Feliciano	Mar 2020	May 2020	●
13	Repair and lubricate columns	David Hernandez	Mar 2020	May 2020	●
14	Change Control the use of Silicon Dioxide B as an alternate material	Vicmar Pomales	Mar 2020	May 2020	●
15	Replace feeder plate and feeder base	David Hernandez	Mar 2020	Jun 2020	●
16	Adjust feeder height	David Hernandez	Mar 2020	Jun 2020	●
17	Replace seal between turret and plate	David Hernandez	Mar 2020	Jun 2020	●
18	Metal Detector's plastic chutes and transitions replacement	David Hernandez	Mar 2020	May 2020	●
19	Machine and Metal Transitions Replacement	David Hernandez	Mar 2020	May 2020	●
20	Metal Detector CEIA Validation	Victor Burgos	Mar 2020	May 2020	●
21	Define extraction level to Compression process	David Hernandez	Mar 2020	May 2020	●



**Figura 6**  
**Gráfica de control (I-MR)**

La gráfica de control presenta un proceso estable, con poca variabilidad y con un *yield* promedio de 95%. Como parte de establecer control y sostenibilidad en el proceso, se llevó a cabo lo siguiente:

- Se establecieron mantenimientos preventivos trimestrales a las compresora y al detector de metales.
- Se estableció el programa “Operator Care”, en el que el operador evaluará mensualmente la funcionalidad del equipo, los sensores, el sistema de rechazo y el nivel de extracción de la compresora.
- Se definió el nivel de extracción de la compresora para el producto de tabletas.
- Se optimizaron procedimientos y formularios (ensamblaje del equipo y limpieza intermedia del equipo).
- Se estableció una guía de trabajo estándar en todas las compresoras.
- Se estableció una pizarra visual para documentar el *yield* del lote una vez culmine el proceso de Compresión, para alertar si el producto está en el *target* definido, y se establecieron indicadores clave de rendimiento (KPI) para mostrar el progreso.
- Se instalaron sensores superiores para detectar cuando el equipo se esté quedando sin suficiente granulación para realizar el reemplazo del contenedor por un contenedor con granulación de manera que la compresora no pierda parámetros y genere rechazo.
- Se definió la altura del plato del *feeder* y se estableció la verificación de la altura mediante un procedimiento y una lista de cotejo de limpieza parcial.
- Se estandarizaron las transiciones y los *chutes* plásticos de los detectores de metales.
- Se identificaron las piezas del *feeder* como “Izquierda” y “Derecha”, para garantizar la instalación correcta.

## CONCLUSIÓN

Durante este proyecto, se identificaron las causas raíz que causaban un impacto negativo de \$900,000 a la industria en el *yield* de tabletas. Al ser el producto de mayor demanda y alcanzar un 95% de *yield*, se obtendrá un beneficio financiero de \$1.2M para el próximo año (2021). Utilizando las herramientas de Six Sigma, pudimos dar con la causa raíz del problema (que estaba latente desde 2014) y el proceso en particular que estaba ocasionando este impacto.

Al llevar a cabo nuestro proceso con esta metodología, robustecimos nuestro proceso y garantizamos la confianza e integridad del proceso.

## REFERENCIAS

- [1] *LSS Primer*, 1<sup>st</sup> ed. Quality Council of Indiana, Indiana, 2007.
- [2] W. L. Pearn, F. K. Wang y C. H. Yen, “Measuring production yield for processes with multiple quality characteristics”, *International Journal of Production Research*, vol. 44, núm. 21, pp. 4649-4661, 1 de enero, 2006. [En línea]. doi: 10.1080/00207540600589119
- [3] R. A. Boyles, “The Taguchi capability index”, *Journal of Quality Technology*, vol. 23, núm. 1, pp. 17-26, 1991. [En línea]. doi: 10.1080/00224065.1991.11979279
- [4] S. Kotz y N. L. Johnson, “The Taguchi capability index”, *Journal of Quality Technology*, vol. 34, núm. 1, pp. 2-19, 2002. [En línea]. doi: doi.org/10.1080/00224065.2002.11980119
- [5] ASW, “Control chart”. Accedido el 14 de septiembre, 2020. [En línea]. Disponible: <https://asq.org/quality-resources/control-chart>
- [6] GoLeanSixSigma, “5 whys”. Accedido el 14 de septiembre, 2020. [En línea]. Disponible: <https://goleansixsigma.com/5-whys/>