

Reducción del Tiempo de Proceso para la Manufactura del Catéter de Bonanno

*Myrelis Aguilar Cepeda
Manufactura Competitiva
José Alberto Morales Ph.D.
Departamento de Ingeniería Industrial
Universidad Politécnica de Puerto Rico*

Abstracto — *Este proyecto fue llevado a cabo en una planta de dispositivos médicos. Su propósito fue estudiar el proceso de manufactura del catéter del producto Bonanno para encontrar oportunidades reduciendo un 15% el tiempo de manufactura. Utilizando la metodología de DMAIC se estudió el proceso actual donde se identificaron cuatro áreas para mejorar en los procesos de drenaje, curva y horno. A través de la fase de análisis y mejora se determinó que existía un requisito mayor en el proceso de drenaje versus el requisito, se identificó la falta de mantenimiento preventivo para el equipo de drenaje y se confirmó que la capacidad del horno de curva era el más bajo y que el proceso corría en lote. Se ejecutaron e implementaron acciones, resultando en una reducción en el tiempo de proceso de la manufactura del catéter de dieciséis turnos de trabajo a tres turnos (más de 50% de reducción de tiempo).*

Terminos Claves — *Bonanno, Cateter, DMAIC, Seis Sigma*

INTRODUCCIÓN

La idea de realizar un instrumento que pudiera ser de gran utilidad en el campo de la medicina que sirviera para aliviar y agilizar tratamientos que se enfocaran en el drenaje de la vía urinaria, surge por el Dr. Peter Bonanno. Para el 1970, Peter, diseñó esa maravillosa innovación, la cual le puso por nombre Bonanno Catéter y fue patentado por su creador para el 1987.

Esta maravillosa creación de la medicina moderna, fue modificado por la compañía Becton Dickinson para lograr que la visión de Peter pudiera ayudar a muchos pacientes que estuvieran envueltos en tratamientos que envuelvan como parte del mismo drenar su vejiga. Para la compañía, es su carta de presentación, ya que

brinda seguridad, mayor eficiencia, y control urinario [4] como una herramienta médica terapéutica de excelencia principalmente en los países europeos. Esta representa un método más seguro y más eficiente para el control de drenaje en la vejiga urinaria dentro de la medicina moderna.

El Bonanno Catéter es de teflón y tiene su extremo curvo. El empaque incluye una aguja larga, una manga de una salida de látex y el Bonanno Catéter (Ver Figura 1).

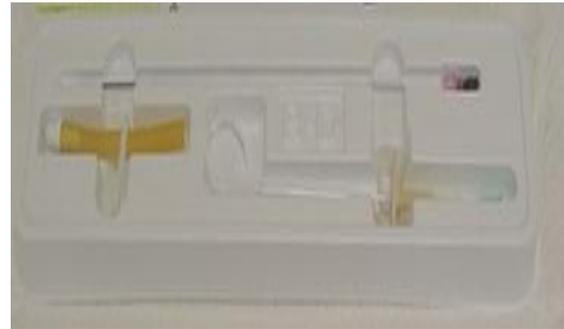


Figura 1
Bonanno Catéter Kit

La aguja larga es utilizada para lograr enderezar el catéter antes de su instalación. El mismo es enderezado con el propósito de que al momento de instalarle el equipo al paciente para empezar su tratamiento, llegue de la forma adecuada al órgano donde se desea realizar el drenaje. Una vez la forma curva del catéter, llegue al lugar deseado con ayuda de la aguja, y este se encuentre de forma segura ubicado en el órgano del paciente a ser tratado, se procede a retirar la aguja del catéter para que retome su forma curva. El propósito de la curvatura en el catéter, es obtener un buen drenaje del órgano a ser tratado.

La manga de una salida en látex que incluye el empaque, es necesaria debido a que es conectada al catéter para que sirva de acceso a la salida de los flujos extraídos de la vejiga u órgano a tratarse, hasta el lugar de desecho designado.

Finalmente, el catéter como tal incluye en un extremo la conexión para la manga de látex que es pegada con epoxi, el disco de sutura que es necesario, con el fin de evitar ser extraído por el paciente, debido a alguna molestia o desespero durante el tratamiento, y este, es fijado en la piel del paciente ya sea cocido o pegado según el médico lo crea necesario.

DECLARACIÓN DEL PROBLEMA

Los tres (3) componentes mencionados (aguja, catéter y manga de látex) se manufacturan en líneas independientes para luego ser empacados juntos en una bandeja para formar un “kit” (ver Figura 2).

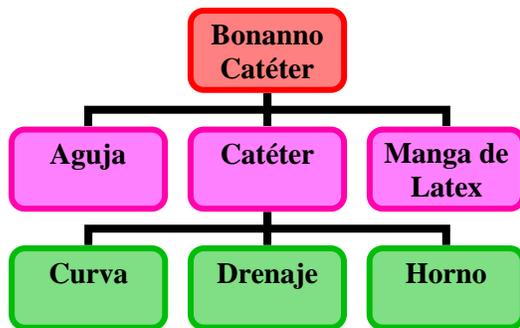


Figura 2
Proceso de Bonanno

El tiempo de manufactura de cada una de las líneas fue analizado utilizando una gráfica de Pareto (Ver Figura 3). La grafica de Pareto demostró que el proceso de manufactura de Bonanno requiere 16 turnos para completar un lote de 4,320 unidades. La línea de manufactura del catéter es la que más turnos requiere con un total de 8.5 turnos de trabajo para completar un lote de 4,320 unidades.

El propósito de este proyecto es el de reducir en un 15% el tiempo de manufactura del proceso de catéter. Esto representa una reducción en turnos del proceso de Bonanno de 16 turnos a 13.6 turnos. La metodología DMAIC [2] [3] de seis sigma fue utilizada para el estudio del proceso actual de manufactura de la línea. Esta metodología permite identificar la causa raíz y eliminar los defectos a través de un proceso organizado y estructurado.

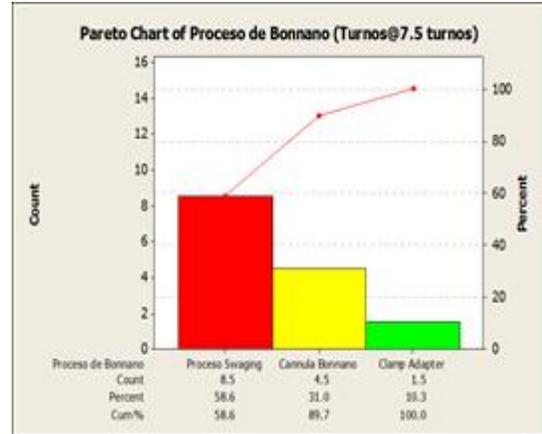


Figura 3

Gráfica de Pareto del Proceso de Bonanno

Información del Proceso

La línea de manufactura del catéter consta de tres (3) sub-procesos: Curva, Drenaje y Horno. Estos procesos no pueden ser realizados simultáneamente sino que son secuenciales.

El proceso de curva consta de cuatro (4) pasos:

- Colocar un mandril curvado y ensamblarlo en el catéter.
- Colocar la unidad ensamblada en la bandeja.
- Colocar las bandejas en el horno y presionar el cronometro de tiempo.
- Desensamblar el mandril y darle forma curvada al catéter.

El proceso de Drenaje consta de dos (2) pasos:

- Colocar el catéter en la posición correcta en el equipo de drenaje.
- Presionar el pedal y verificar que el drenaje este hecho en la curva.

El proceso de Horno consta de ocho (8) pasos:

- Ensamblar el tubo de encogimiento en el catéter.
- Mojar la punta del catéter en alcohol 70% y ensamblar el Liberador de Encogimiento.
- Colocar el catéter en la placa de horno.
- Ensamblar el mandril de curva a cada catéter.
- Colocar las placas en el horno y presionar el cronometro de tiempo
- Sacar las placas de horno y dejar enfriar.

- Realizar la prueba de largo efectivo.
- Colocar el obturador en el catéter.

Fase de Definición y Medición

Durante la fase de definición, un mapa de proceso fue desarrollado para observar el flujo del proceso y entender los pasos del mismo. Utilizando el mapa de proceso detallado se identificó el alcance del proyecto. Para identificar los posibles factores que están afectando el tiempo del proceso la herramienta del hueso de pescado y la matriz de causa y efecto fue utilizada. En la misma participaron los operadores y los ingenieros de proceso. En base a los resultados obtenidos en la matriz de causa y efecto desarrollamos el análisis de modos de fallo y efecto (“FMEA”) para poder evaluar las áreas de riesgo en base a su criticidad y su probabilidad de ocurrencia.

Este análisis identifico cuatro (4) “KPIV’s” con el riesgo más alto (ver Tabla 1).

Tabla 1
Resumen del Análisis de modos de fallo y efecto

Defecto	Imp. Cliente	10	5	3	Total
	Output	Tiempo	“Yield”	Insp. Calidad	
1	Es en lote	10	10	3	159
2	Poca capacidad de Horno	10	10	0	150
3	Req. Drenaje mayor q. output	5	10	10	130
4	Servicio Reparación es lento para drenaje	10	5	0	130

Estas variables de entrada fueron:

- El Servicio de reparación para el equipo de drenaje es lento.
- El requisito de drenaje es mayor que la producción.
- La capacidad de los hornos es baja.
- El proceso se mueve en cada etapa por lote.

Como parte de la fase de medición, se creó un plan de colección de data para medir el proceso actual. El mismo consistió en analizar los procesos

de curva, drenaje y horno utilizando estudios de tiempo. El equipo que se identificó para el proceso de colección de data fue el cronómetro. Para evaluar el método se realizó un análisis del sistema de medición (“MSA”) con dos (2) operadores. El resultado del análisis confirmo que la colección de data con el cronometro seria confiable, certero, reproducible y veraz ya que la diferencia entre operadores fue de 0.09 segundos.

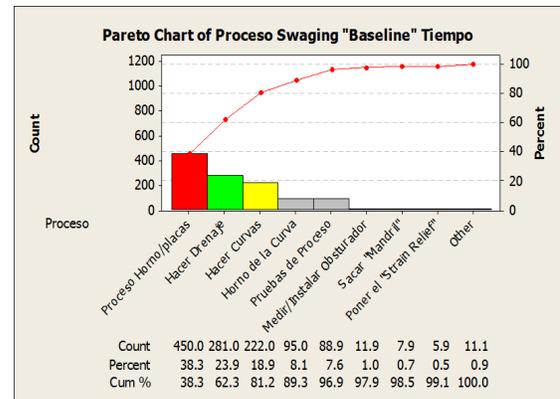


Figura 4
Línea de Base del Proceso de Catéter

Por último, en la fase de medición a través de estudios de tiempo, medimos los diferentes tiempos de los pasos principales de los procesos identificados para establecer la línea de base. Utilizado una gráfica de Pareto pudimos identificar dentro de los procesos cuales eran los pasos que más tiempo tomaban ejecutar (ver Figura 4).

Fase de Análisis y Mejora

En la fase de análisis investigamos las diferentes raíces causa de las variables identificadas.

La pregunta que nos hicimos para entender porque el servicio de reparación para el equipo de drenaje era lento fue ¿Por qué la máquina de drenaje se daña con tanta frecuencia? Al evaluar la documentación del proceso de drenaje se identificó que el mismo no tenía un mantenimiento preventivo. El mismo fue creado y activado en el sistema electrónico para mantenimientos preventivos.

La segunda variable analizada fue el requerimiento de producción del proceso de

drenaje. El enfoque del análisis fue el de encontrar si existía una diferencia mayor entre la producción de la línea de drenaje y el requisito.

Para determinar cuanta era la producción de la línea se realizó un estudio de tiempo. El proceso de drenaje fue dividido en dos (2) elementos:

- Elemento #1 - Colocar el catéter en la posición correcta en el equipo de drenaje.
- Elemento #2 - Presionar el pedal y verificar que el drenaje este hecho en la curva.

Para determinar el tamaño de muestra (N) [5] para el estudio de tiempo utilizamos la ecuación (1), donde Z es 1.64 (nivel de Confiabilidad 90%), el error es 5%, la desviación estándar fue 0.87 segundos y el promedio fue de 5.79 segundos. El valor de N fue de 22 medidas.

$$N = \left[\frac{(Z \text{ value}) (St. Dev.)}{(\text{Error}) (\text{Average})} \right]^2 \quad (1)$$

La Tabla 2 muestra los resultados del estudio de tiempo del proceso de drenaje. Los resultados obtenidos identificaron que la producción actual de la línea era de 271 unidades/persona/hora. Al comparar con el requisito establecido en el sistema pudimos observar que el requisito establecido era mayor que lo que la línea producía con una diferencia de 125 unidades/hora/persona. El sistema fue ajustado para reflejar la producción actual de la línea.

Tabla 2
Resultados Estudio de Tiempo Proceso de Drenaje

	Elemento #1	Elemento #2
Prom.	5.5966	4.04199
Des. Std.	0.769	0.573
Normal Time	6.7159	4.8179
Std. Time	7.7233	5.5406
Leveling Factor	1.2	
Personnel Allowance	6%	
Fatigue Allowance	9%	
Total Allowance	0.15%	

La tercera variable que analizamos fue la capacidad de los hornos. El enfoque del análisis se basó en determinar cuál de los dos (2) procesos que requieren horno (Curva u Horno) era el que más tiempo tomaba. Para esto se realizaron estudios de tiempo para cada proceso. Comenzamos analizando el proceso de curva. El mismo se dividió en cuatro (4) elementos:

- Elemento #1 - Colocar un mandril curvo y ensamblarlo en el catéter.
- Elemento #2 - Colocar la unidad ensamblada en la bandeja.
- Elemento #3 - Colocar las bandejas en el horno y presionar el cronómetro de tiempo.
- Elemento #4 - Desensamblar el mandril y darle forma curva al catéter.

Para determinar el tamaño de la muestra utilizamos la ecuación (1) donde Z es 1.64 (nivel de Confiabilidad 90%), el error es 5%, la desviación estándar fue 2.02 segundos y el promedio fue de 22.86 segundos. El valor de N fue de 58 medidas. La Tabla 3 muestra los resultados del estudio de tiempo para el proceso de Curva. Los resultados obtenidos identificaron que la producción actual de la línea era de 514 unidades/hora/turno.

Para el análisis del proceso del horno se dividió el proceso en tres (3) fases ya que es el proceso que más pasos requiere. La primera fase consta de dos (2) elementos:

- Elemento #1 - Ensamblar el tubo de encogimiento en el catéter.
- Elemento #2 - Mojar la punta del catéter en alcohol 70% y ensamblar el Liberador de Encogimiento.

Para determinar el tamaño de muestra (N) para el estudio de tiempo utilizamos la ecuación (1), donde Z es 1.64 (nivel de Confiabilidad 90%), el error es 5%, la desviación estándar fue 1.17 segundos y el promedio fue de 6.32 segundos. El valor de N fue de 15 medidas. La Tabla 4 muestra los resultados del estudio de tiempo del proceso de horno para la primera fase.

Tabla 3
Resultados Estudio de Tiempo Proceso de Curva

	Elemento #1	Elemento #2
Prom.	8.466	1.2959
Des. Std.	2.0213	0.3097
Normal Time	10.1592	1.5550
Std. Time	11.6831	1.7883
	Elemento #3	Elemento #4
Prom.	5.5956	22.6787
Des. Std.	0.2832	1.5934
Normal Time	6.7147	27.2144
Std. Time	7.7219	31.2966
Leveling Factor	1.2	
Personnel Allowance	6%	
Fatigue Allowance	9%	
Total Allowance	0.15%	

Tabla 4
Resultados Estudio de Tiempo Proceso de Horno 1ra Fase

	Elemento #1	Elemento #2
Prom.	5.5165	6.2272
Des. Std.	0.6400	1.1187
Normal Time	6.6918	7.4726
Std. Time	7.6956	8.5935
Leveling Factor	1.2	
Personnel Allowance	6%	
Fatigue Allowance	9%	
Total Allowance	0.15%	

Los resultados obtenidos identificaron que la producción actual de la fase era de 1,675 unidades/persona/turno.

La segunda fase del proceso del horno consta de cuatro (4) elementos:

- Elemento #1 - Colocar el catéter en la placa de horno.
- Elemento #2 - Ensamblar el mandril de curva a cada catéter.
- Elemento #3 - Colocar las placas en el horno
- Elemento #4 - Tiempo de la corrida

Para determinar el tamaño de muestra (N) para el estudio de tiempo utilizamos la ecuación (1), donde Z es 1.64 (nivel de Confiabilidad 90%), el error es 5%, la desviación estándar fue 1.55 segundos/placa y el promedio fue de 19.58 segundos/placa. El valor de N fue de 7 medidas. La Tabla 5 muestra los resultados del estudio de tiempo del proceso de horno para la segunda fase.

Basado en los resultados obtenidos y en que el tiempo del Elemento #4 es dado (7 minutos) calculamos la cantidad placas por persona por turno. El resultado fue de 53 placas/persona/turno. Si en cada placa podemos colocar cinco (5) catéter obtenemos un total de 265 unidades/turno. La capacidad del horno es de cuatro (4) placas por corrida de horno. Por lo tanto tendríamos una producción de 1,060 unidades/turno.

Tabla 5
Resultados Estudio de Tiempo Proceso de Horno 2da Fase

	Elemento #1	Elemento #2
Prom.	19.5788	17.9625
Des. Std.	1.5546	1.4409
Normal Time	23.4945	21.555
Std. Time	27.0187	24.7883
	Elemento #3	
Prom.	5.0193	
Des. Std.	0.6061	
Normal Time	6.0232	
Std. Time	6.9267	
Leveling Factor	1.2	
Personnel Allowance	6%	
Fatigue Allowance	9%	
Total Allowance	0.15%	

La tercera y última fase del proceso de horno consta de cuatro (4) elementos:

- Elemento #1 – Apagar horno y sacar las cuatro (4) placas de horno.
- Elemento #2 – Enfriamiento, realizar prueba de largo efectivo en un catéter y documentarla.
- Elemento #3 – Sacar los catéteres de la placa y los mandriles.
- Elemento #4 - Colocar el obturador en el catéter.

Para determinar el tamaño de muestra (N) para el estudio de tiempo utilizamos la ecuación (1), donde Z es 1.64 (nivel de Confiabilidad 90%), el error es 5%, la desviación estándar fue 3.23 segundos/placa y el promedio fue de 29.17 segundos/placa. El valor de N fue de 14 medidas. La Tabla 6 muestra los resultados del estudio de tiempo del proceso de horno para la tercera fase.

Tabla 6
Resultados Estudio de Tiempo Proceso de Horno 3ra Fase

	Elemento #1	Elemento #2
Prom.	23.4996	15.2710
Des. Std.	2.1039	1.1677
Normal Time	28.1995	18.3253
Std. Time	32.4294	21.0740
	Elemento #3	Elemento #4
Prom.	8.9616	28.2863
Des. Std.	1.7851	3.1717
Normal Time	10.7539	450
Std. Time	12.3670	477
Leveling Factor	1.2	
Personnel Allowance	6%	
Fatigue Allowance	9%	
Total Allowance	0.15%	

Si comparamos los resultados obtenidos en las tres fases del proceso de horno versus el proceso de curva podemos concluir que el proceso más largo es el proceso de Curva (Ver Figura 5).

La cuarta variable analizada fue entender si el proceso se mueve en cada etapa por lote. Cuando entrevistamos a los operadores de las diferentes líneas de proceso nos confirmaron que las líneas para la manufactura del catéter de Bonanno no comienzan hasta tanto el proceso anterior no haya finalizado.

Al obtener los resultados de la tercera y cuarta variable identificamos dos (2) oportunidades en el proceso para optimizar la producción y bajar el tiempo del proceso.

La primera oportunidad se basa en la consolidación de los procesos de Curva y Horno. Para poder lograr esto, se le hizo una modificación a la placa para poder dejar que el calor entrara más directamente a la zona del catéter donde tiene la curva (ver Figura 6).

De consolidar estos dos (2) procesos el flujo del proceso y los operadores se reorganizarían como muestra la Figura 7 [6]. Para determinar cuánto tiempo reduciría la mejora realizamos un estudio de tiempo con el proceso nuevo. Dividimos el nuevo proceso de Curva/Horno en tres (3) fases.

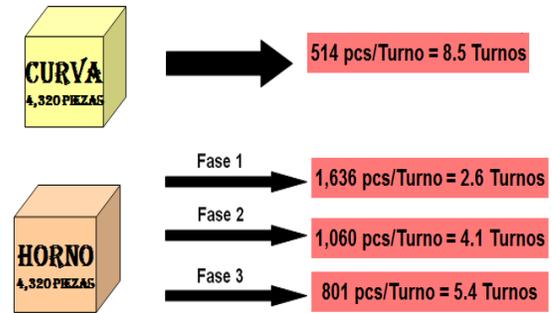


Figura 5
Comparación entre el proceso de Curva y Horno

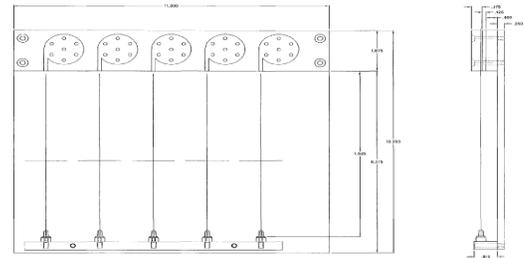


Figura 6
Placa Nueva

La primera fase se dividió en dos (2) elementos:

- Elemento #1 - Ensamblar el tubo de encogimiento en el catéter.
- Elemento #2 - Mojar la punta del catéter en alcohol 70% y ensamblar el Liberador de Encogimiento.

Utilizando la ecuación (1) determinamos que el tamaño de muestra era de 19 unidades. La Tabla 7 muestra el resultado del estudio de tiempo de la primera fase luego de la mejora.

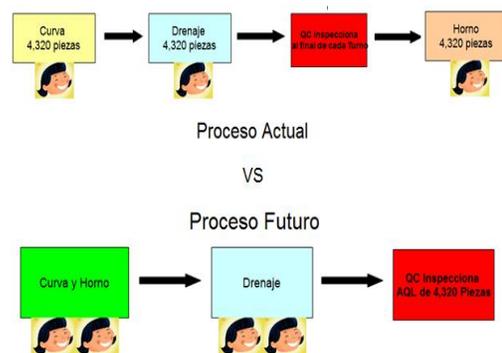


Figura 7
Comparación entre el Proceso Actual y el Futuro

Al analizar la data obtenida determinamos que la producción de la fase es de 1,858 unidades/persona/turno luego de la mejora.

Tabla 7
Resultados Estudio de Tiempo Proceso de Horno 1ra Fase después de la Mejora

	Elemento #1	Elemento #2
Prom.	5.3554	5.1764
Des. Std.	0.7218	0.4305
Normal Time	6.4265	6.2116
Std. Time	7.3905	7.1434
Leveling Factor	1.2	
Personnel Allowance	6%	
Fatigue Allowance	9%	
Total Allowance	0.15%	

La segunda fase se dividió en tres (3) elementos:

- Elemento #1 – Ensambla un mandril curvo en el catéter y colocar en placa de horno.
- Elemento #2 – Colocar las placas en el horno.
- Elemento #3 – Tiempo de Horno (420 segundos).

Utilizando la ecuación (1) determinamos que el tamaño de muestra era de 17 unidades. La Tabla 8 muestra los resultados de la Segunda Fase después de la mejora. Al analizar la data obtenida y teniendo en cuenta que el tiempo del Elemento #3 es de 420 segundos, determinamos que la producción de la fase es de 566 unidades/persona/turno.

La tercera fase se dividió en tres (3) elementos:

- Elemento #1 – Apagar el cronometro del horno, sacar las placas y dejar enfriar.
- Elemento #2 – Realizar prueba de largo efectivo en un catéter y documentarla.
- Elemento #3 – Sacar los catéteres de la placa y los mandriles y darle curva manual.

Utilizando la ecuación (1) determinamos que el tamaño de muestra era de 10 unidades. La Tabla 9 muestra los resultados de la tercera fase del proceso de horno después de la mejora.

Al analizar la data obtenida determinamos que la producción de la fase es de 787 unidades/persona/turno.

Tabla 8
Resultados Estudio de Tiempo Proceso de Horno 2da Fase después de la Mejora

	Elemento #1	Elemento #2
Prom.	11.8166	0.901
Des. Std.	0.4891	0.091
Normal Time	14.1799	1.8012
Std. Time	16.3069	0.2434
Leveling Factor	1.2	
Personnel Allowance	6%	
Fatigue Allowance	9%	
Total Allowance	0.15%	

Tabla 9
Resultados Estudio de Tiempo Proceso de Horno 3ra Fase después de la Mejora

	Elemento #1	Elemento #2
Prom.	6.1009	15.67
Des. Std.	0.2842	0.347
Normal Time	7.3211	18.804
Std. Time	8.4192	21.6246
Elemento #3		
Prom.	5.238	
Des. Std.	0.516	
Normal Time	6.2856	
Std. Time	7.2284	
Leveling Factor	1.2	
Personnel Allowance	6%	
Fatigue Allowance	9%	
Total Allowance	0.15%	

El consolidar el proceso curva con el de horno redujo el tiempo de proceso de manufactura del catéter de 16 turnos (incluyendo Drenaje) a 8 turnos de trabajo (ver Figura 8).

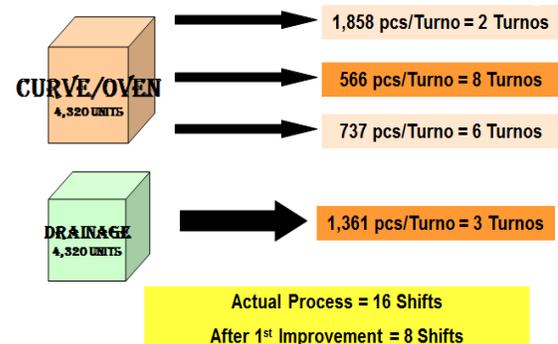


Figura 8
Resultado de la Primera Mejora

Para evaluar si el consolidar los procesos de curva y horno tenía algún impacta en la calidad del

producto se evaluó el CpK del proceso [7] para la prueba de “Pull Force”. La Figura 9 muestra que el proceso es capaz (CpK = 3.97) de cumplir con la especificación del producto y que el cambio no tuvo ningún impacto adverso en la calidad del producto.

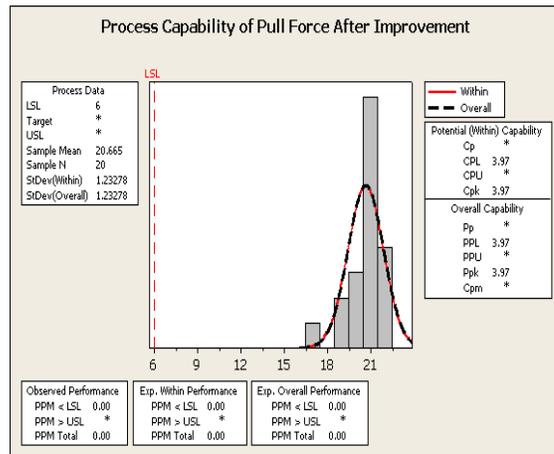


Figura 9
CpK del proceso para la prueba de “Pull Force” después de la Mejora

La segunda oportunidad de mejora identificada fue aumentar la capacidad del horno. Actualmente solo cuatro (4) placas se utilizan por corrida para un total de veinte (20) catéteres cada siete (7) minutos. Evaluamos la validación del horno y la misma permitía una capacidad de hasta ocho (8) placas por corrida para duplicar la cantidad de unidades procesadas por corrida. Dado a que esa operación era realizada por un solo recurso solo utilizaban cuatro (4) placas.

El utilizar ocho (8) placas por cada corrida duplicada la producción de la segunda fase y tercera fase del horno con la segunda mejora. El aumento en la producción fue de 566 unidades/persona/turno a 1,393 unidades/persona/turno en la segunda fase y un aumento de 737 unidades/persona/turno a 1,738 unidades/persona/turno.

El maximizar la capacidad del horno al doble redujo la cantidad total de turnos para la manufactura del catéter de ocho (8) turnos a tres (3) turnos (ver Figura 10).

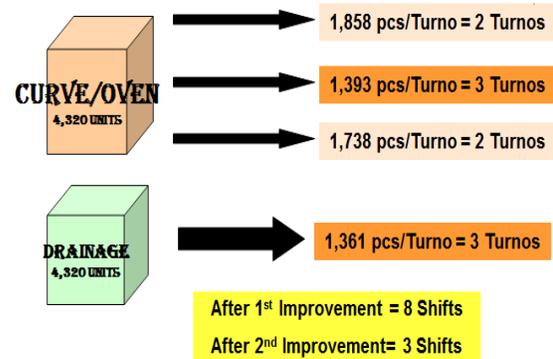


Figura 10
Resultado de la Segunda Mejora

Fase de Control

La fase de control consiste en la implementación de mecanismos para prevenir la recurrencia de los problemas y de sostener los resultados. Como parte de la fase de control se realizaron las siguientes acciones:

- Creación de mantenimiento preventivo para la máquina de drenaje.
- Ajuste del sistema electrónico para reflejar la producción actual de la línea de drenaje.
- Actualización del FMEA del proceso curva/horno.
- Validación del proceso nuevo curva/horno.
- Nuevo diseño del área de manufactura del catéter de Bonanno para implementar “Lean Continuous Flow”.
- Creación de una forma para el monitoreo y documentación del tiempo del proceso de curva/horno para utilizar en los próximos tres (3) meses.
- Actualización del diagrama de flujo y los procedimientos del proceso.
- Adiestramiento a los operadores en el nuevo proceso.

CONCLUSIÓN

Utilizar la metodología de DMAIC, te da la oportunidad de hacer todas la preguntas he ir a través de un proceso organizadamente utilizando diferentes herramientas para encontrar las soluciones a las mismas. DMAIC te permite

encontrar soluciones permanentes y mejoras reales a los procesos. Para confirmar si el tiempo del proceso actual versus el proceso nuevo de manufactura del catéter es estadísticamente menor utilizamos un “Paired T-test” [8]. La Figura 11 muestra los resultados de la prueba la cual confirma que el tiempo del proceso actual versus el nuevo es estadísticamente menor dado a que el valor del “P-Value” es menor que el alpha utilizado (95% Confiabilidad).

Paired T-Test and CI: Before Improvements, After Improvements

Paired T for Before Improvements - After Improvements

	N	Mean	StDev	SE Mean
Before Improvements	8	82.17	3.98	1.41
After Improvements	8	70.40	1.76	0.62
Difference	8	11.77	5.06	1.79

95% CI for mean difference: (7.54, 16.00)

T-Test of mean difference = 0 (vs not = 0): T-Value = 6.58 P-Value = 0.000

Figura 11
Resultado “Paired T-Test”

Al utilizar las herramientas correctas pudimos lograr una reducción total de 16 turnos a 3 turnos para reducir el tiempo de manufactura del catéter de Bonanno.

REFERENCIAS

- [1] www.articledashboard.net/Article/Cathether-Revolution/272213; March, 2011
- [2] <http://www.dmaictools.com/>; September 2011
- [3] <http://www.quality-improvement-matters.com/dmaic.html>; October 2011
- [4] <http://www.patentstorm.us/patents/4684369/description.html>; September 2011
- [5] <http://www.statisticssolutions.com/resources/dissertation-resources/sample-size-calculation-and-sample-size-justification>; October 2011
- [6] <http://www.wisegeek.com/what-is-lean-manufacturing.htm>; October 2011
- [7] <http://itl.nist.gov/div898/handbook/pmc/section1/pmc16.htm>; October 2011
- [8] <http://www.texasoft.com/winkpair.html>; October 2011