



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA



“Diseño y aplicación de una carta control para procesos de flujos múltiples, que se llevan a cabo en los Laboratorios Farmacéuticos Zaragoza”

T E S I S

Para obtener el título de:

Química Farmacéutica Bióloga.

P R E S E N T A

Maria Guadalupe Salguero Enriquez.

Director de tesis: M. en C. José Luis Trejo Miranda.

Asesor de tesis: M. en F. María Martha Ugalde Hernández.

México D.F. Agosto del 2013.

Tabla de contenido.

I.	Introducción.....	I
II.	Marco teórico	1
1.	Breve historia.....	1
1.1.	Calidad.....	1
1.2.	Inspección de productos.....	1
1.3.	Control de procesos.....	2
2.	Calidad.....	3
2.1.	Definición	3
2.2.	Función de la calidad	3
2.3.	Calidad y productividad	3
2.4.	Calidad y costos	4
2.5.	Calidad y tiempos de ciclo.....	4
2.6.	Calidad y valor	4
2.7.	Costo de una mala calidad	5
3.	Producción.....	6
3.1	Tipos de procesos	6
3.2	Producción continua	7
3.3	Producción discreta.....	7
3.4	Procesos de producción simple y de producción múltiple.....	8
3.5	Procesos de flujos únicos.....	9
3.6	Procesos de flujos múltiples.....	9
4.	Control estadístico de la calidad.....	11
4.1	Estadística y control de procesos	11
4.2	Control Ingenieril de procesos (CIP).....	12
4.3	Formas de evaluar la calidad	13
5.	Diagramas o Cartas de control.....	14
5.1.1	Principios Básicos.....	15
5.1.2.	Límites de control	16
5.1.3.	Funciones de los diagramas de control.....	17
5.1.4	Fuentes de variación	18
5.1.5	Formación de subgrupos racionales	23
5.1.6	Selección de los subgrupos.....	23

5.2	Gráficos de control para variables.....	24
5.2.1	Cartas control para \bar{x} y R.	25
5.2.2	Cartas control para \bar{x} y S	26
5.2.3	Interpretación de las cartas de control y causas de inestabilidad.	29
5.3	Gráficos de control por atributos.	33
5.4	Cartas individuales	34
5.4.1.	Establecimiento de los límites de control.	35
5.4.2	Desventajas de la carta de individuales.	36
5.4.3	Carta de rangos móviles.	36
5.5	Cartas de control grupales.	36
5.5.1	Límites de control	38
5.5.2	Interpretación de las gráficas de control grupal	40
6.	Normatividad	41
III.	Planteamiento del problema	43
IV.	Objetivo General.....	44
V.	Hipótesis	45
VI.	Materiales y método.....	46
VII.	Resultados y Análisis de resultados.....	48
VIII.	Conclusiones.....	67
IX.	Sugerencias.....	68
A N E X O S		69
Anexo A.	Valores para calcular los límites de las cartas de control grupal.	70
Anexo B.	Guía para el control de un proceso de flujos múltiples mediante la carta de control grupal $\bar{x} - R$	73
Anexo C.	Formato: “Registro de datos para el control de proceso de flujos múltiples”.....	82
Anexo D.	Formato: “Carta de control grupal.”	84
Anexo E.	Formato: “Carta de control Spaghetti.”	87
Anexo F.	Formatos de Registro de datos para el control de proceso de flujos múltiples de tabletas de Paracetamol.	90
Anexo G.	Formatos de Registro de datos para el control de proceso de flujos múltiples de tabletas de Ibuprofeno.	106
X.	Referencias.	122

Índice de Tablas.

Tabla 1. Valores de ARL y probabilidad de estar bajo control de cartas de control grupal con respecto al número de flujos.....	39
Tabla 2. Normas ISO para gráficos de control.	41
Tabla 3. Dimensiones de los punzones de la tableteadora RIVA de los Laboratorios Farmacéuticos Zaragoza.	66
Tabla 4. Valores de A_2^* , correctos para el uso de cartas de control grupal tipo Shewhart.	71
Tabla 5. Valores de D_4^* , correctos para el uso de cartas de control grupal tipo Shewhart.	71
Tabla 6. Valores de D_3^* , correctos para el uso de cartas de control grupal tipo Shewhart.	72

Índice de figuras.

Figura 1. Costo de la mala calidad.....	5
Figura 2. Representación gráfica de un proceso.....	6
Figura 3. Representación gráfica de un proceso de flujo único.....	9
Figura 4. Representación gráfica de un proceso de flujos múltiples.	9
Figura 5. Representación de un gráfico de control, en donde se muestra la línea central, el límite inferior control y el límite superior control.	15
Figura 6. Gráficos de control (a) gráfico bajo control. (b) gráfico fuera de control.....	16
Figura 7. Distribución de un proceso cuando solo presenta causas comunes de variación.	22
Figura 8. Efectos de las causas asignables sobre la distribución del proceso.	23
Figura 9. Diagrama de flujo en el que se describe la metodología seguida en el proyecto.	47
Figura 10. Dispositivo colector de muestras.....	48
Figura 11. Carta de control grupal $\bar{x} - R$ para el lote 1 de tabletas de Paracetamol.....	50
Figura 12. Carta de control grupal del lote 1 de tabletas de Paracetamol (posterior).....	52
Figura 13. Carta de control grupal $\bar{x} - R$ del lote 2 de tabletas de Paracetamol.	53
Figura 14. Carta de control grupal $\bar{x} - R$ del lote 3 de tabletas de Paracetamol.....	53
Figura 15. Carta de control grupal $\bar{x} - R$ del lote 1 de tabletas de Ibuprofeno.....	56
Figura 16. Carta de control grupal $\bar{x} - R$ del lote 2 de tabletas de Ibuprofeno.....	57
Figura 17. Carta de control grupal $\bar{x} - R$ del lote 3 de tabletas de Ibuprofeno.....	58
Figura 18. Carta de control Spaghetti del lote 1 de tabletas de Paracetamol.....	60
Figura 19. Carta de control Spaghetti del lote 2 de tabletas de Paracetamol.....	61
Figura 20. Carta de control Spaghetti del lote 3 de tabletas de Paracetamol.....	62
Figura 21. Carta de control Spaghetti del lote 1 de tabletas de Ibuprofeno.....	63
Figura 22. Carta de control Spaghetti del lote 2 de tabletas de Ibuprofeno.....	64
Figura 23. Carta de control Spaghetti del lote 3 de tabletas de Ibuprofeno.....	64

I. Introducción.

Para mejorar la calidad se debe enfatizar en las acciones de prevención, más que en la corrección de los problemas de calidad.¹ Los métodos estadísticos juegan un papel determinante en el mejoramiento de calidad, proporcionando los medios para llevar a cabo el muestreo, pruebas y evaluación de un producto; así mismo, la información obtenida en datos se utiliza para controlar y mejorar los procesos de manufactura. La estadística es el lenguaje con el que los ingenieros o profesionales involucrados en el desarrollo, manufactura, compras, administración y otros componentes funcionales del negocio se comunican acerca de la calidad.²

Las máquinas han evolucionado a la par del avance tecnológico, en la antigüedad estas eran capaces de producir una salida, hoy en día cada máquina es capaz de producir más de una salida, a este tipo de producción se le dio el nombre de “Procesos de flujos múltiples”, el problema radica en que el control estadístico no se modificó, se siguió utilizando un control que solo considera una salida por máquina, lo cual es válido siempre y cuando se demuestre que la variación entre los múltiples flujos es mínima. Esto solo ocurre en un proceso óptimo.

Las cartas de control grupales, son las cartas idóneas para controlar el proceso de producción de flujos múltiples, a las cuales se realiza un tratamiento de los datos, obteniendo una carta de \bar{x} de rangos móviles.

En los “Laboratorios Farmacéuticos Zaragoza” se cuenta con una tableteadora Riva modelo Piccola de 10 punzones, en la cual el proceso de compresión que se lleva a cabo es a través de flujos múltiples y desafortunadamente la metodología que se aplica para controlar el proceso de compresión es mediante cartas de control tipo Shewhart para procesos de flujos únicos.

En la industria Químico Farmacéutica, se requieren profesionales capacitados para llevar a cabo la fabricación de medicamentos y su control, y así dar cumplimiento a la Norma Oficial Mexicana-059 “Buenas prácticas de fabricación para establecimientos de la industria química farmacéutica dedicados a la fabricación de medicamentos”, la cual establece en el apartado 9.5.1.11 que debe existir un control de procesos que garantice la calidad de los productos.

Por lo anterior, es de suma importancia que en la carrera de Química Farmacéutico Biológica se capacite a los futuros profesionales en la implementación de cartas de control para procesos de

flujos múltiples, y de esta manera cuenten con las bases necesarias para enfrentarse a un mercado laboral, el cual cuenta con una gran variedad de procesos de flujos múltiples.

En la presente investigación se implementaron las cartas de control grupal para monitorear el estado del proceso en la fabricación de tabletas de Paracetamol y de Ibuprofeno, utilizando la tableteadora RIVA "Piccola" de 10 estaciones. Con base en los resultados obtenidos mediante las cartas de control grupales, se decidió elaborar cartas de control tipo Spaghetti para conocer con mayor detalle el comportamiento de los múltiples flujos, y de esta manera tomar una mejor decisión sobre el proceso de fabricación.

II. Marco teórico.

1. Breve historia.

1.1. Calidad.

Para alcanzar las metas de producción en la segunda guerra mundial, la industria estadounidense se tuvo que reestructurar y elevar su productividad y, al mismo tiempo, apegarse a estrictas normas de calidad. Esto se logró en especial a través de la aplicación en gran escala de métodos estadísticos, siguiendo el trabajo precursor de un grupo de científicos industriales en los laboratorios Bell. Dos miembros destacados de este grupo fueron Walter A. Shewhart, quien desarrolló los métodos y conceptos del control estadístico de procesos (CEP), y Harold E. Dodge, quien estableció las bases de las técnicas de muestreo estadístico. Sus ideas y métodos desempeñaron un papel importante en la transformación de la industria estadounidense durante la década de 1940.

Después de la guerra se pidió a varios estadounidenses que ayudarían a que Japón reconstruyera su devastada infraestructura industrial. Se distinguieron dos de ellos, W. Edwards Deming y Joseph M. Juran, por su eficacia y sus influyentes doctrinas. Los dos atestiguaron el impacto de los nuevos conceptos de Walter Shewhart. En la década de 1950 enseñaron a los japoneses los conceptos de control de procesos y mejoras en los mismos. Los japoneses aprendieron con rapidez las herramientas cuantitativas básicas para identificar y darse cuenta de las oportunidades de mejora, así como controlar sus procesos.

Por el contrario la industria estadounidense no tuvo necesidad de mejoras en la calidad después de la segunda guerra mundial. Había un mercado infinito para sus bienes, y la táctica fue aumentar la productividad sin asegurar una gran calidad.³

1.2. Inspección de productos.

En la Europa medieval, la mayoría de las familias y los grupos sociales producían sus propios bienes: ropa, utensilios y demás artículos caseros. La única ropa para venta era tejida por campesinos que pagaban sus impuestos en especie a sus señores feudales. Se identificaba la propiedad de los barones o monasterios con marcas en la tela; esas marcas también eran una

identificación de calidad. Como ningún señor feudal aceptaba el pago en bienes defectuosos, los productos se inspeccionaban cuidadosamente antes de grabarles la marca.

Las marcas de fábrica que hay en la moderna industria textil, como garantía de calidad, se originaron en Inglaterra. Primero sus productos encontraron aceptación general en negocios de mayoreo y después, a partir del final del siglo XIX, entre los consumidores. Durante algún tiempo, los fabricantes siguieron confiando en las inspecciones de sus productos dentro de la planta, por parte de técnicos y mercaderes, pero finalmente los progresos tecnológicos introdujeron máquinas y procesos que aseguraron el mantenimiento de ciertas normas, independientes de los inspectores y su sapiencia. La estadística industrial desempeña un papel importante en la industria textil. De hecho, fue la primera gran industria en analizar estadísticamente sus datos.

A principios del siglo XX, los investigadores de los laboratorios Bell en New Jersey inventaron métodos estadísticos de muestreo que permitieran tener una alternativa eficaz a la inspección del 100%. Sus técnicas, llamadas inspección de muestreo, condujeron finalmente al famoso sistema MIL-STD-105, de procedimientos de muestreo, que se usan en la defensa y en la industria en todas las áreas. Esas técnicas implementan pruebas estadísticas de hipótesis para determinar si un lote de producción o de manufactura cumple con los niveles de calidad aceptable. Esas técnicas de muestreo se enfocan hacia el producto y no hacia el proceso de fabricación.³

1.3. Control de procesos.

En 1924, Walter Shewhart documentó un nuevo método de control estadístico de procesos en un memorándum a su jefe. Este documento con fecha del 16 de mayo, incluye un esquema de una técnica diseñada para seguir los niveles de calidad de un proceso a través del tiempo. Shewhart llamó a este esquema "*gráfica de control*". La técnica fue desarrollada y Shewhart publicó su metodología dos años después. Se dio cuenta de que cualquier proceso de manufactura se puede controlar aplicando conceptos técnicos básicos. Las gráficas de control son una aplicación directa de los circuitos de retroalimentación en el control de los procesos de trabajo. Una buena implementación de las gráficas requiere que la administración se concentre en el proceso, enfatizando el control y las mejoras del proceso. Cuando un proceso fabrica un producto que cumple con los requisitos del cliente y se emplea un sistema de controles de proceso, ya no es necesaria la inspección del producto. Si no hay inspección fuera de la línea de producción se pueden tener entregas más ágiles, menos pruebas y en consecuencia, menores costos.³

2. Calidad.

2.1. Definición.

El concepto de calidad se aplica a cualquier área y se puede resumir como la satisfacción y lealtad del cliente³, en el área farmacéutica se define como, *“el cumplimiento de especificaciones establecidas para garantizar la aptitud de uso”*.⁴

2.2. Función de la calidad.

La función de la calidad es todo un conjunto de actividades mediante las cuales se logra la satisfacción y lealtad del cliente, sin importar donde se realicen las acciones.

Los conceptos de calidad ahora se están aplicando a la entrada de pedidos, la administración de inventarios, los recursos humanos y el desarrollo de nuevos productos, incluso se han escrito libros que aplican los conceptos de calidad a las actividades personales, tanto en el trabajo como fuera de él.

Bajo este concepto ampliado de calidad, todos los puestos engloban tres papeles para el trabajador: el cliente que recibe los bienes físicos, el procesador que convierte esos factores en productos y el proveedor que entrega los productos resultantes al cliente.

A este concepto se le llama el triple papel.¹

2.3. Calidad y productividad.

La productividad es el cociente de producto vendible dividido entre los recursos utilizados incluyendo mano de obra, materia prima y capital. Cualquiera de estos (o del total) puede ser el denominador en la razón de la productividad. Mc Cracken y Kaynak (1996) comentan definiciones alternativas de productividad y sus relaciones con la calidad (una conclusión clave: cuando la calidad aumenta, la productividad aumenta).

Una forma común de expresar la productividad, es a través de la mano de obra. Cuando la calidad mejora, al identificar y eliminar las causas de los errores durante el proceso disminuyendo así el reprocesamiento, el resultado será que la misma cantidad de mano de obra, producirá más. Por eso, la mejora en la calidad resulta directamente en un aumento de la productividad.¹

2.4. Calidad y costos.

Cuando la calidad del diseño (características) aumenta, por lo general los costos también. Cuando la calidad del cumplimiento aumenta, la reducción en reprocesamiento, quejas, desechos y otras deficiencias dan como resultado una importante disminución en los costos.

Una estrategia ideal exige usar los ahorros de dicha reducción de deficiencias para pagar cualquier aumento de las características, sin aumentar el precio de venta, lo que redundaría en una mayor satisfacción del cliente y en un aumento de los ingresos por ventas.¹

2.5. Calidad y tiempos de ciclo.

Tanto en el sector manufacturero como en el de los servicios, el tiempo de ciclo para complementar las actividades requeridas por los clientes es ahora un parámetro clave. En la industria de servicio, los clientes consideran el tiempo de ciclo para ofrecer una transacción como un parámetro de calidad. Ellos simplemente demandan una respuesta rápida. Así, cuando un esfuerzo de mejora de calidad reduce el reprocesamiento, las operaciones redundantes y otras deficiencias, ocurre simultáneamente una reducción en el tiempo de ciclo.¹

2.6. Calidad y valor.

El valor es la calidad dividida entre el precio. La realidad es que los clientes no separan la calidad del precio; consideran ambos parámetros simultáneamente. Las mejoras en la calidad que se pueden ofrecer a los clientes sin un aumento en el precio resultan en un mejor “valor”. Como los clientes comparan fuentes de suministro, las organizaciones deben evaluar el valor, que proporcionan en relación con la competencia. La publicidad ha trivializado la palabra *valor*, pero el concepto en sí mismo es acertado porque es el valor lo que los clientes demandan.

La calidad, la productividad, los costos, el tiempo de ciclo y el valor están interrelacionados. Las actividades de calidad deben intentar detectar los problemas de calidad lo suficientemente pronto para permitir la acción sin requerir un compromiso en el costo, el horario de la calidad. El énfasis debe estar en la prevención más que solo en la corrección de los problemas de calidad.¹

2.7. Costo de una mala calidad.

Durante la década de los cincuenta, surgió el concepto de “costo de la calidad”. El *costo de la mala calidad* es la pérdida anual monetaria de los productos y los procesos que no logran sus objetivos de calidad.

El costo de la mala calidad no se limita sólo a esta, sino que es esencialmente el costo del incumplimiento aunado al mal desempeño de los procesos.

Las empresas estiman el costo de la mala calidad por diferentes razones:

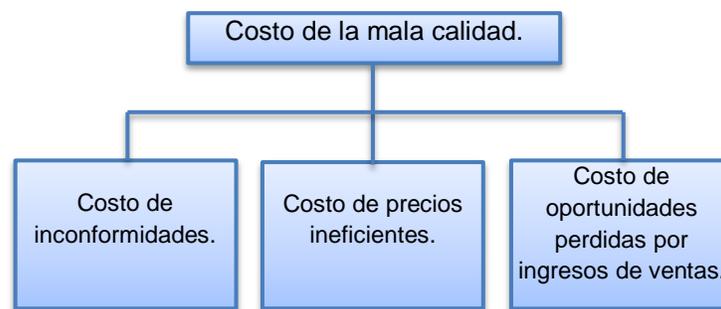


Figura 1. Costo de la mala calidad.

En la *figura 1*, se muestran los componentes principales del costo de la mala calidad. Obsérvese que este esquema refleja no sólo el costo de las inconformidades, sino también las ineficiencias de los procesos y el impacto de la calidad en los ingresos por ventas.

3. Producción.

En un sentido amplio, la producción consiste en la transformación de determinados elementos con objeto de obtener productos terminados o resultados, *figura 2.*²

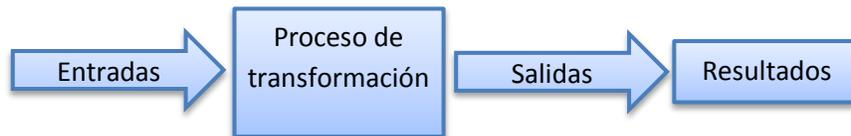


Figura 2. Representación gráfica de un proceso.

Hasta los primeros años de la década de 1950, la mayor parte de las operaciones de manufactura era efectuada con maquinaria tradicional, que carecían de flexibilidad y necesitaban de mano de obra capacitada. Cada vez que se fabricaba un producto diferente había que cambiar las herramientas y re-arreglar el movimiento de los materiales.

El desarrollo de nuevos productos y de piezas con formas complicadas, requirió muchas pruebas por parte del operador para establecer los parámetros de procesamiento adecuados en la máquina. Además en el factor humano, era difícil y tardado fabricar piezas que fueran exactamente iguales.

En general, estas circunstancias ocasionaban que los métodos de proceso fueran ineficaces y los costos de mano de obra, una parte significativa del costo de los productos general de producción. La urgencia de reducir esta última parte del costo de los productos se volvió cada vez más evidente, así como la necesidad de mejorar la eficiencia y flexibilidad de las operaciones de manufactura, en particular debido a la continua competencia interna y global.⁵

3.1 Tipos de procesos.

No es fácil establecer una clasificación única de los procesos de producción, ya que existen numerosos ejemplos intermedios, pero se puede establecer una característica principal: por su ritmo; puede ser una producción continua o una producción discreta.⁵

3.2 Producción continua.

La producción continua se da en aquellos procesos en los que la conversión de materias primas en productos terminados se realiza como un flujo ininterrumpido en el tiempo. Se trata de procesos en los que las interrupciones son muy costosas, ya que cada etapa exige determinadas características técnicas que si no son cumplidas por detenerse la producción provocan grandes pérdidas. También pueden incluirse dentro de la producción continua aquellos procesos repetitivos de producción en masa de bienes iguales o producción en serie o por lotes, como es la producción de automóviles, electrodomésticos, calzado, etc. En estos casos la producción es continua siempre que se encuentre en funcionamiento la cadena de producción, sin embargo, las interrupciones no afectan al flujo de producción en curso y su costo no es más que el correspondiente al tiempo de detención. La producción por lotes o series tiene la ventaja de que el aprovechamiento de las economías de la producción continua, aunque y debido a que se trata de productos de una demanda más reducida, no interesa mantener la línea de producción durante todo el intervalo temporal y sí alternarla en la producción de varios bienes de similares características.⁵

3.3 Producción discreta.

La producción discreta es la forma de producir bienes no tipificados, como pueden ser las obras públicas, la construcción de buques, los talleres de reparaciones, los grandes motores para buques o centrales de energía, etc. Las interrupciones no plantean tantos problemas técnicos y los mismos equipos o talleres pueden ser utilizados en varias operaciones de modo sucesivo.

La producción por encargo o pedido es una forma típica de producción discreta y se da en productos muy específicos donde el cliente expone las características deseadas del producto, o bien se trata de productos con un costo tan elevado que sólo son producidos cuando un pedido se concreta.

Los procesos continuos permiten obtener más producción en menor tiempo, permiten aprovechar mejor los stocks de materias primas y reducir los stocks intermedios de productos en fabricación. Con ello, consiguen costos unitarios de fabricación más reducidos; sin embargo, suelen exigir una inversión mayor dado que utilizan equipos altamente especializados.⁵

3.4 Procesos de producción simple y de producción múltiple.

Algunos de los procesos de trabajo mecánico se desarrollaron desde el año 4000 a.C. Sin embargo, no fue hasta el inicio de la Revolución Industrial, en la década de 1750 (también conocida como Primera Revolución Industrial) cuando se empezó a introducir la automatización en la producción de bienes. Las máquinas herramienta comenzaron a desarrollarse a finales del siglo XIX. Las técnicas de producción en masa y las máquinas de transferencia se desarrollaron en la década de 1920. Estas máquinas tenían mecanismos automáticos fijos y se diseñaron para fabricar productos específicos.

La productividad también se convirtió en una mayor preocupación. En general, definida como “producción total por empleado por hora”, mide básicamente la eficiencia operativa. Por lo tanto, una operación eficiente optimiza el uso de todos los recursos, tales como materiales, energía capital, mano de obra, maquinaria y tecnología actualizada. Con los rápidos avances en ciencia y tecnología de la manufactura, la eficiencia de las operaciones de manufactura empezó a mejorar y, como resultado, el porcentaje de la mano de obra en el costo total empezó a declinar.

En el mejoramiento de la productividad, los elementos importantes han sido la mecanización, la automatización y el control del equipo y los sistemas de manufactura.

La mecanización controla una máquina o un proceso mediante diversos dispositivos mecánicos hidráulicos y eléctricos. Alcanzó su auge en la década de 1940. El siguiente paso en la mejora de la eficiencia de las operaciones de manufactura fue la automatización. A mediados de la década de 1940, la industria automotriz en Estados Unidos propuso la palabra automatización para indicar el manejo y procesos automáticos de las partes entre las máquinas de producción. Aunque no existe una definición precisa, por lo general la automatización significa la metodología y el sistema de operación de una máquina o proceso por medios altamente autómatas, que significa “de accionamiento propio”.

La cantidad de producción es crucial para determinar el tipo de maquinaria y nivel de automatización requerido para elaborar productos de manera más económica.⁵

3.5 Procesos de flujos únicos.

En los procesos de flujos únicos, se obtiene un solo producto de características homogéneas en los que una máquina tiene solo un módulo, y este es capaz de producir una única salida, *figura 3*.



Figura 3. Representación gráfica de un proceso de flujo único.

3.6 Procesos de flujos múltiples.

La fortaleza competitiva de una empresa depende de su productividad, es decir, la eficiencia con que los insumos se transforman en productos.⁵

Una empresa mejora su productividad haciendo más con menos, incrementando sus productos o reduciendo sus insumos.⁵

En los procesos de flujos múltiples (MSP, por sus siglas en inglés), una máquina tiene varios módulos, y cada módulo es capaz de producir una salida, *figura 4*.⁶



Figura 4. Representación gráfica de un proceso de flujos múltiples.

En las actividades industriales o de servicios, la aparición de procesos de flujos múltiples es bastante común.⁷

En muchas actividades industriales, incluida la producción de alimentos, plásticos cosméticos y productos farmacéuticos.⁷

Antes de la segunda guerra mundial, el método aceptado para controlar un proceso de flujos múltiples (MSP) era elaborar un gráfico de control tipo Shewhart medias-rangos $\bar{x} - R$ para cada flujo, lo cual significaría que se tienen que realizar dos gráficos para cada flujo.⁸

No se necesita ser un experto para ver que, incluso el más ávido ingeniero de calidad, al tener un número grande de flujos por área de producción, el analizar y tomar decisiones acerca del proceso, podría convertirse en una ardua tarea.⁸

Otra técnica posible para controlar este tipo de procesos, es utilizar un gráfico único. Para utilizar esta técnica se debe considerar que los valores de todos y cada uno de los flujos estén un cien por ciento correlacionados, si esto no es así, el uso de este gráfico será un error.⁹

La tercer técnica para controlar un proceso de flujos múltiples (MSP) es una carta de control grupal propuesta por primera vez en 1950 por Boyd, en este método se grafican el valor máximo y el mínimo de cada muestra y se indica el flujo del que proviene el valor.⁶

4. Control estadístico de la calidad.

4.1 Estadística y control de procesos.

El CEP (control estadístico de procesos) ha tenido una larga historia de aplicaciones exitosas en la fabricación de piezas separadas. En los procesos continuos, como los que se encuentran en las industrias químicas y de procesamiento con frecuencia se usa otro enfoque para reducir la variabilidad. Este enfoque se basa en la compensación y regulación del proceso, en la que se ajusta una variable manipulable del proceso a fin de mantener la salida del proceso en el objetivo (o, de manera equivalente, a fin de minimizar la variabilidad de la salida alrededor del objetivo). Estos esquemas de compensación o regulación del proceso se conocen generalmente como control ingenieril de procesos (CIP), control estocástico o control de retroalimentación o alimentación a futuro, dependiendo de la naturaleza de los ajustes.

El CEP siempre se aplica en una situación en que se supone que es posible situar el proceso en un estado de control estadístico. Por “control estadístico” se entiende que solo se observa una variación aleatoria alrededor del objetivo del proceso. Por otra parte, en el CEP se supone asimismo que una vez que el proceso se encuentra en estado bajo control, tenderá a mantenerse en él por un periodo de tiempo relativamente largo sin necesidad de hacer ajustes continuos sobre la marcha. Ahora bien, si se eliminan causas asignables tales como las variaciones debidas a los operadores y las variaciones debidas a las materias primas, con frecuencia es posible conseguir este estado de control. Sin embargo, en algunos escenarios industriales, a pesar de nuestros esfuerzos, el proceso puede seguir teniendo una tendencia a desviarse o apartarse del objetivo. Esto puede ocurrir como consecuencia de fenómenos tales como la variación continua en los materiales de entrada, los efectos de algunas variables como la temperatura, o causas desconocidas que impactan en el proceso. En la regulación del proceso a través del CIP, se supone que existe otra variable que puede ajustarse para compensar la desviación en la salida del proceso, y una serie de ajustes regulares de esta variable manipulable mantendrá la salida del proceso cerca del objetivo deseado.

La estadística es un conjunto de técnicas útiles para tomar decisiones acerca de un proceso o población (conjunto de unidades con cierto atributo en común),³ con base en el análisis de la información contenida en una muestra de esa población.²

Los métodos estadísticos juegan un papel determinante en el mejoramiento de calidad proporcionan los medios principales para llevar con el muestreo, prueba y evaluación de un producto; así mismo, la información contenida en datos se usa para controlar y mejorar los procesos de manufactura. Además, la estadística es el lenguaje en el que los ingenieros de desarrollo, manufactura, compras, administración y otros componentes funcionales del negocio se comunican acerca de la calidad.²

4.2 Control Ingenieril de procesos (CIP).

Existen dos enfoques basados en la estadística. El primero de ellos es el monitoreo estadístico del proceso mediante cartas control, o control estadístico de procesos (CEP). El centro de atención en el CEP es la identificación de causas asignables a fin de poder eliminarlas, lo cual lleva al mejoramiento continuo del proceso o reducción de la variabilidad. El segundo enfoque que se basa en el ajuste del proceso utilizando información acerca de su nivel actual o de su desviación de un objetivo deseado. A este enfoque se le conoce como el ajuste de retroalimentación, y es una forma del control ingenieril de procesos. El ajuste de retroalimentación regula el proceso para explicar las fuentes de variabilidad que no pueden eliminarse con el enfoque del CEP.

La reducción de la variabilidad es una parte importante del mejoramiento del desempeño de los procesos en todas las industrias. El control estadístico de procesos es una herramienta efectiva para reducir la variabilidad a través de la habilidad de carta de control para detectar causas asignables. Cuando las causas asignables se eliminan, la variabilidad del proceso se reduce y el desempeño del proceso se mejora.

Existe un gran interés en combinar o ingresar estas dos estrategias en un esfuerzo para proporcionar un procedimiento mejorado es decir, un mejoramiento del CIP que permitiría detectar los trastornos del tipo causa asignable.

Es natural cuestionar la necesidad de integrar el CIP y el CEP. Históricamente, estas técnicas se han desarrollado en ambientes un tanto diferentes. El CEP con frecuencia es parte el empeño estratégico de una organización para mejorar la calidad, y por lo general es una actividad muy notoria de arriba y hacia abajo, impulsada por la administración, con énfasis en las personas, los métodos y los procedimientos. El CIP, por otra parte, es de naturaleza más táctica, y su origen se sitúa en la organización de la ingeniería del proceso, y su centro de atención principal está en el

proceso. El marco estadístico del CEP es similar al de la prueba de hipótesis mientras que el marco estadístico del CIP es la eliminación de parámetros, es decir, estimar cuánta perturbación que saca al proceso del objetivo, está presente en el sistema para después hacer un ajuste a fin de cancelar su efecto. Lo que comparten estos dos procedimientos es un objetivo en común, la reducción de la variabilidad. En el CIP se supone que existe un modelo dinámico específico que relaciona la entrada y la salida del proceso. Si ese modelo es correcto entonces las reglas de ajuste del proceso del CIP minimizarán la variación en torno del objetivo de la salida. Sin embargo, cuando ocurren ciertos tipos de perturbaciones externas o causas asignables que están fuera del marco de este modelo dinámico, entonces las reglas de compensación no explicarán por completo este trastorno. Como resultado, la variabilidad se incrementará. Al aplicar el CEP en una forma específica, es posible detectar estas causas asignables, y el procedimiento CIP/CEP combinado será más efectivo que el CIP solo.¹⁰

4.3 Formas de evaluar la calidad.

La calidad puede evaluarse en dos formas. La primera consiste en medir las **variables**, es decir, las características del producto o servicio que son susceptibles a ser *medidas*, como peso, longitud, volumen o tiempo. La ventaja de medir alguna característica de la calidad es que si un producto o servicio no satisface sus especificaciones de calidad, el inspector sabe cuál es el monto de la discrepancia. La desventaja es que esas mediciones suelen requerir el uso de equipo especial, capacitación y adiestramiento de los empleados, procedimientos rigurosos, tiempo y esfuerzo.

La segunda forma de evaluar la calidad, consiste en medir los **atributos**, es decir, las características del producto o servicio que es posible contar rápidamente para saber si la calidad es aceptable. Este método permite a los inspectores tomar una simple decisión de “sí” o “no”, acerca de si un producto o servicio cumple con las especificaciones. Los atributos se usan con frecuencia cuando las especificaciones de calidad son complicadas y la medición por medio de variables resulta difícil o costosa. La ventaja de los recuentos de atributos es que para su realización se requieren menos esfuerzos y recursos que en el caso de la medición de variables. La desventaja es que, aun cuando los recuentos de atributos bastan para revelar la calidad de rendimiento ha cambiado, no son de mucha utilidad, para conocer la magnitud del cambio.¹¹

5. Diagramas o Cartas de control.

Un gráfico de control, es un gráfico en el que se representa el comportamiento de un proceso a lo largo del tiempo.

El objetivo principal de los gráficos de control es detectar lo antes posible cambios en el proceso que puedan dar lugar a la producción de unidades defectuosas, y ello se consigue minimizando el tiempo que transcurre desde que se produce un desajuste hasta que se detecta, en general el CEP ayuda a la detección de causas asignables para tomar acciones en función de su naturaleza.

Se entiende que un gráfico de control da “falsas alarmas” cuando las observaciones de un proceso en estado de control llevadas al gráfico son interpretadas erróneamente como señales de causas asignables. Para que esto no ocurra con frecuencia, se toman los límites tales que la probabilidad de falsa alarma sea del orden de un 3%, es decir; se ha de estar muy seguro para aceptar que el proceso ha cambiado.

El tiempo medio en que se producen los desajustes en el proceso, determinará la frecuencia del muestreo: cuanto más estable es un proceso, menos inversión (tiempo y dinero) debe dedicarse a controlarlo. Puesto que se ha de minimizar el tiempo de detección de un cambio en el proceso, la frecuencia de muestreo ha de ser superior a la del tiempo esperado entre cambios.

Por otra parte, además del tiempo medio entre desajustes, es importante estimar los costos de producir fuera de control en este tiempo, de tomar datos del proceso y de ajustarlo y, en función de ellos, realizar una política de control lo más óptima posible.¹²

Un control de este tipo no se puede alcanzar en un solo día. No se puede lograr en la producción de un elemento del cual se producen unas cuantas piezas. Sin embargo se puede lograr científicamente en una producción continua masiva.¹³

El CEP es una técnica que ha de ser utilizada cerca del proceso y, por lo tanto, es recomendable que sean los operarios los que la utilicen. Para ello, los gráficos de control han de ser sencillos de construir e interpretar.

En cuanto a la actualización de los límites de control en los gráficos, hemos decir que no deben cambiar mientras no se tenga evidencia de que el sistema de causas comunes haya cambiado o de que cambie el procedimiento de toma de datos.¹²

5.1.1 Principios Básicos.

Un diagrama de control es la representación gráfica de una característica de calidad, medida o calculada a partir de una muestra, en función del tiempo, *figura 5*. La gráfica tiene una línea central que representa el valor medio de las características de calidad, correspondiente al estado bajo control (es decir solo hay causas aleatorias), y de dos líneas horizontales, denominadas límite superior de control (LSC) y límite inferior de control (LIC), *figura 5*. Se seleccionan estos límites de manera que si el proceso está bajo control casi la totalidad de los puntos muestrales se halle entre ellos.

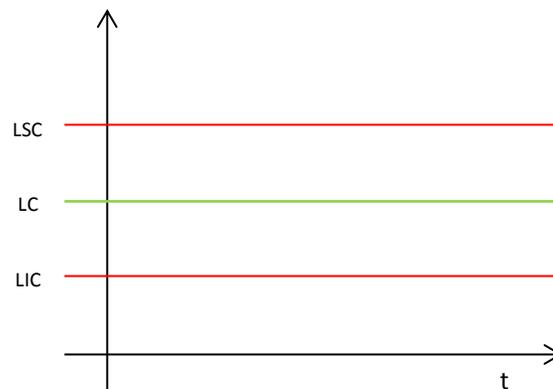


Figura 5. Representación de un gráfico de control, en donde se muestra la línea central, el límite inferior control y el límite superior control.

Cuando los puntos se encuentran entre los límites superior e inferior, se considera al proceso bajo control, *figura 6 (a)* y no es necesario tomar ninguna acción. Sin embargo, si un punto se encuentra fuera de los límites, *figura 6 (b)*, se interpreta como una evidencia de que el proceso está fuera de control, y son necesarias acciones de investigación y corrección, a fin de encontrar y eliminar la o las causas atribuibles a este comportamiento. Incluso si todos los puntos se hallan entre los límites de control, pero se comportan de manera sistemática o no aleatoria, esto es un indicativo de que el proceso está fuera de control.¹⁰ Se acostumbra unir los puntos muestrales en

el diagrama de control mediante segmentos rectilíneos, con objeto de visualizar mejor la evolución de la secuencia de los puntos en el tiempo.

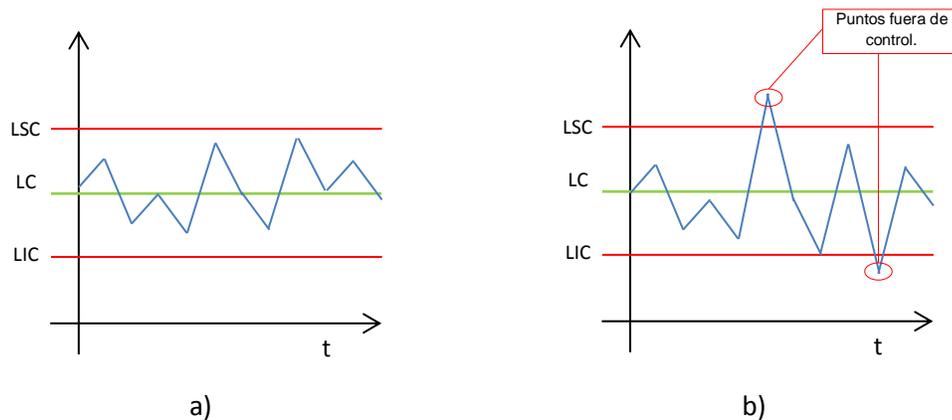


Figura 6. Gráficos de control (a) gráfico bajo control. (b) gráfico fuera de control.

5.1.2. Límites de control.

Los límites de una carta de control no son las especificaciones, tolerancias o deseos para el proceso. Por el contrario éstos se calculan a partir de la variación del estadístico (datos) que se presentan en la carta. De esta forma, la clave está en establecer los límites para cubrir cierto porcentaje de la variación natural del proceso, pero se debe tener cuidado que tal porcentaje sea el adecuado, ya que si es demasiado alto (99.999999%) los límites serán muy amplios y será más difícil detectar los cambios en el proceso; mientras que si el porcentaje es pequeño, los límites serán demasiado estrechos, con lo que se incrementará el error tipo I (decir que hubo un cambio, cuando en realidad no lo hubo).¹⁰

Para calcular los límites de control se debe proceder de forma que, bajo condiciones de control estadístico, los datos que se grafican en la carta tengan alta probabilidad de caer dentro de tales límites. Por lo que una forma de proceder es encontrar la distribución de probabilidad de la variable, estimar sus parámetros y ubicar los límites de forma que un alto porcentaje (99.73%) de la distribución este dentro de ellos. Esta forma de proceder. Se conoce como límites de probabilidad.

Una forma más sencilla y usual se obtiene a partir de la relación entre la media μ_w y desviación estándar σ_w , y bajo condiciones de control estadístico, se tiene que entre $\mu_w - 3\sigma_w$ y $\mu_w + 3\sigma_w$ se encuentra el 99.73% de los posibles valores de w .

En el caso de que no se tiene una distribución normal, pero se tiene una distribución unimodal y con forma no muy distinta a la normal, entonces se aplica la regla empírica o la extensión del teorema de Chebyshev. Bajo estas condiciones un modelo general para una carta de control es el siguiente.

Sea w el estadístico que se va a graficar en la carta y supongamos que su media es μ_w y su desviación estándar σ_w , entonces el límite de control inferior (LCI), la línea central y el límite de control superior (LCS) están dados por:

$$LIC = \mu_w - 3\sigma_w$$

$$LC = \mu_w$$

$$LSC = \mu_w + 3\sigma_w$$

Con estos límites y bajo condiciones de control estadístico se tendrá alta probabilidad de que los valores de w estén dentro de ellos. En particular, si w tiene una distribución normal, tal probabilidad será de 0.9973, con lo que se espera que bajo condiciones de control sólo 27 puntos de 10 000 caigan fuera de los límites. Este tipo de cartas control fueron originalmente propuestas por el doctor Walter A. Shewhart, por lo que se les conoce como cartas de tipo Shewhart. La forma de estimar la media y la desviación estándar de w a partir de las observaciones del proceso dependerá del tipo estadístico que sea w ; ya sea un promedio, un rango o un porcentaje.¹¹

5.1.3. Funciones de los diagramas de control.

Los diagramas de control han tenido un largo historial de uso en las industrias de Estados Unidos, así como en muchas industrias de otros países. Hay por lo menos cinco razones para ello.

1.- Es una técnica probada para mejorar la productividad: Un exitoso programa de diagramas de control reducirá el rechazo y la relaboración, que son los principales “asesinos” de la productividad en cualquier operación. Reduciendo el rechazo y la relaboración, la productividad

aumenta, los costos disminuyen y la capacidad de producción (medida por la cantidad de artículos conformes por un periodo de tiempo) aumenta.

2.- Son eficaces para evitar defectos: El diagrama de control ayuda a mantener el proceso bajo control, lo que es congruente con la filosofía “hacerlo bien desde el principio”. Siempre es más costoso separar los artículos buenos de los malos después de su fabricación, que hacerlo correctamente desde el principio. Si no hay un control de proceso eficiente, se paga a la gente por fabricar con defectos.

3.- Evitan ajustes innecesarios al proceso: Un diagrama puede distinguir entre el ruido de fondo y una variación anormal; ningún otro dispositivo, ni siquiera un operario humano, es tan eficiente. Si los operarios del proceso hacen sus ajustes con base en pruebas no relacionadas con un programa de diagrama de control, tomarán demasiado en cuenta el ruido de fondo y harán ajustes innecesarios. Estos últimos pueden provocar realmente un deterioro del funcionamiento del proceso.

4.- Proporcionan información para el análisis: A menudo los puntos en el diagrama de control contiene información diagnóstica para un operario o ingeniero con experiencia. Esta información permite implementar un cambio en el proceso que mejore su rendimiento.

5.- Proporcionan información acerca de la capacidad del proceso: La gráfica de control ofrece información sobre el valor de parámetros importantes del proceso y de su estabilidad en el tiempo. Esto permite estimar la capacidad del proceso. Dicha información es de gran utilidad para los diseñadores de productos y procesos.

Los diagramas de control se encuentran entre los medios de control administrativo más importantes y tienen tanta importancia como los controles de costos y de materiales.¹⁰

5.1.4 Fuentes de variación.

5.1.4.1 Causas comunes de variación.

Una de las realidades de la manufactura es que nunca pueden fabricarse dos objetos exactamente iguales. De hecho, el concepto de la variación es una ley de la naturaleza porque no hay dos elementos naturales en cualquier categoría que sean exactamente iguales. La variación puede ser muy grande, y fácilmente notable, como la altura de los seres humanos; o bien, la

variación puede ser muy pequeña, como el peso de las plumas con punta de fibra, o las formas de los copos de nieve. Cuando las variaciones son muy pequeñas, parecerá que los elementos son idénticos; sin embargo, como instrumentos de precisión se detectarán diferencias. Si dos elementos parecen tener la misma medida, eso se debe a los límites de los instrumentos de medición. A medida que los instrumentos de medición se vuelven más precisos, continúa existiendo la variación y solo cambia el incremento de la misma. Antes de controlar la variación es necesario poder medirla.

Hay tres categorías de variación en la producción de partes o piezas.

1. *Variación dentro de la pieza.* Esta clase de variación se ilustra en la rugosidad superficial de una pieza, cuando una parte de ella es más áspera que otra, o bien la impresión en un lado de la página es mejor que en el lado opuesto.
2. *Variación entre piezas.* Esta clase de variación se presenta entre piezas producidas al mismo tiempo. Por ejemplo, la intensidad luminosa de cuatro lámparas consecutivas, producidas en la misma máquina, podrá ser diferente.
3. *Variación de tiempo en tiempo.* Esta clase de variación se ilustra con la diferencia en un producto o servicio obtenido en diferentes horas del día. Así, un servicio efectuado temprano por la mañana será diferente de uno efectuado más tarde en ese mismo día, o bien, a medida que se desgasta la herramienta de corte, cambiarán sus características de corte.
4. Las categorías de variación para otros tipos de procesos, como por ejemplo un proceso químico continuo, o una auditoría de impuestos fiscales, no serán exactamente iguales y sin embargo el concepto será parecido.

La variación está presente en todo proceso debido a una combinación de equipo, materiales, ambiente y mano de obra o personal. La primera fuente de variación es el *equipo*. Esta causa comprende desgaste de herramientas, vibración de la máquina, posicionamiento del soporte de la pieza, y fluctuaciones hidráulicas y eléctricas. Cuando se juntan todas estas variaciones se define una cierta capacidad de precisión dentro de la cual el equipo funciona.

Aun las máquinas supuestamente idénticas tienen diferentes capacidades, y eso se vuelve una consideración muy importante cuando se programa la producción de partes críticas.

La segunda fuente de variación es el material. Como hay variaciones en el producto terminado, también debe existir en la materia prima (que es el producto terminado de alguien más). Cabe esperar que características de calidad, como resistencia a la tensión, ductilidad, espesor, porosidad y contenido de humedad contribuyan a la variación general del producto final.

Una tercera causa es el ambiente. La temperatura, iluminación, radiación, descarga electrostática, tamaño de partícula, presión y humedad pueden contribuir a las variaciones en el producto. Para controlar esta causa, algunas veces los productos se fabrican en cuartos con condiciones ambientales controladas. Los experimentos que se hacen en el espacio exterior son para aprender más acerca del efecto del ambiente sobre la variación de los productos.

Una cuarta fuente es la mano de obra ó personal. Esa fuente de variación comprende el método con el que el operador efectúa la medición, el bienestar físico y emocional del operador también pueden contribuir a la variación. Cuando un operador no comprende las variaciones de equipos y materiales, por falta de entrenamiento o adiestramiento, puede causar frecuentes ajustes de máquinas y con ello complicar la variabilidad. A medida que los equipos se han automatizado cada vez más, ha disminuido el efecto del operador sobre la variación. Esas cuatro fuentes juntas causan la variación real.

También hay una variación citada, que se debe a la actividad de inspección. Un equipo defectuoso de inspección, la aplicación incorrecta de una norma de calidad, o demasiada presión en un micrómetro pueden ser la causa de un informe incorrecto sobre la variación. En general, la variación debida a la inspección debería ser la décima parte de las otras cuatro fuentes de variación. Debe observarse que tres de esas fuentes están presentes en la actividad de inspección: un inspector, el equipo de inspección y el ambiente.

Mientras esas fuentes de variación fluctúen en una forma natural o esperada se produce un patrón estable de muchas causas aleatorias de variación, las causas son inevitables, y difíciles de detectar o identificar.

5.1.4.2 Causas asignables de variación.

Las causas de variación que son de gran magnitud y en consecuencia fácilmente identificables, se clasifican como causas asignables. Cuando solo hay causas aleatorias en un proceso, se considera que el proceso está bajo control estadístico, es un estado estable y predecible.

Sin embargo, cuando también está presente una causa de variación asignable, la variación será excesiva y se dice que el proceso está fuera de control, o que sale de la variación natural esperada.¹⁴

En cualquier procedimiento de manufactura, se realizan mediciones para verificarlo, representando gráficamente los resultados, por medio de un diagrama de dispersión; los datos formarán un patrón que suele describirse como una distribución. Tal distribución se caracteriza por su media, su expansión y su forma.

La **media** es la suma de las observaciones dividida entre el número total de observaciones:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

Donde:

x_i = Observación de una característica de calidad

n = Número total de observaciones

\bar{x} = Media

La **expansión** es una medida de la dispersión de las observaciones en torno a la media. Dos medidas que se usan comúnmente en la práctica son el rango y la desviación estándar. El rango es la diferencia entre la observación más grande contenida en una muestra y la más pequeña. La desviación estándar es la raíz cuadrada de la varianza de una distribución. Una estimación de la desviación estándar de una población, basada en una muestra, se obtiene mediante:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

Donde:

σ = Desviación estandar de una muestra.

n = Número total de observaciones en la muestra.

\bar{x} = Media

x_i = Observación de una característica de calidad.

Si el rango o la desviación estándar tienen valores relativamente pequeños, eso implica que las observaciones están agrupadas cerca de la media.

Dos **formas** comunes en las distribuciones de datos de un proceso son la simétrica y la asimétrica o sesgada. Una distribución simétrica presenta el mismo número de observaciones ubicadas encima y por debajo de la media.

Si la variabilidad del proceso proviene únicamente de causas comunes de variación *figura 7*, la suposición típica es que se trata de una distribución simétrica, donde la mayoría de las observaciones se localizan cerca del centro.¹⁵

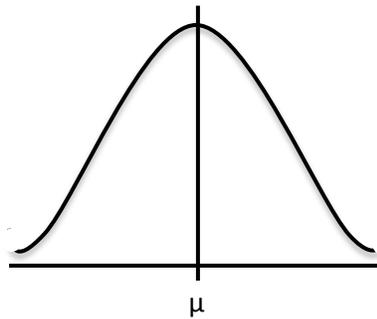


Figura 7. Distribución de un proceso cuando solo presenta causas comunes de variación.

Se dice que un proceso se encuentra bajo control estadístico cuando la localización de la media, expansión o forma de distribución no cambia con respecto al tiempo. En la *figura 8 (a)* se observa un aumento en la media del proceso; en la *figura 8 (b)* se observa un aumento de la variabilidad del proceso, lo cual modifica la expansión de la distribución y en la *figura 8 (c)* la distribución es asimétrica con respecto a la media. Una vez que el proceso está bajo control, se usan procedimientos de control estadístico de proceso (CEP) para detectar el momento en que aparecen causas asignables, de modo que éstas se eliminen.¹⁶

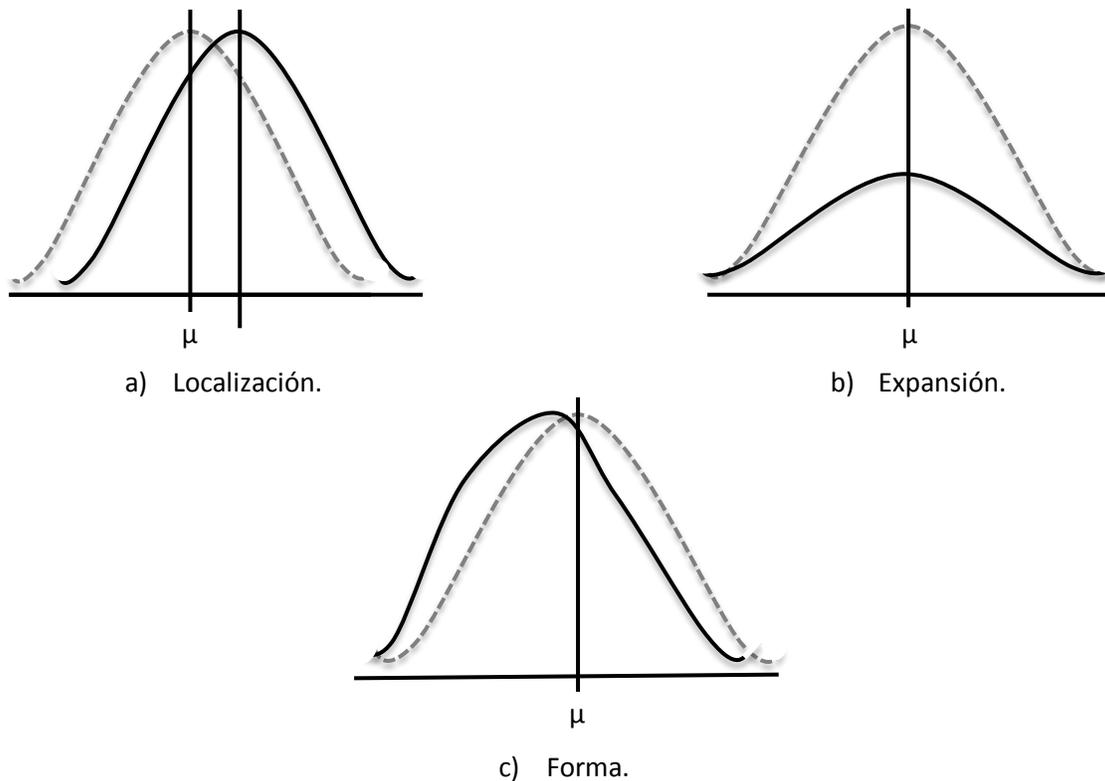


Figura 8. Efectos de las causas asignables sobre la distribución del proceso.

5.1.5 Formación de subgrupos racionales

El objetivo final no sólo consiste en detectar los problemas, sino también en encontrarlos y ese descubrimiento, como es natural, requiere una clasificación. El ingeniero que tiene éxito para hacer la división inicial de sus datos en subgrupos racionales basados en hipótesis racionales, tendrá mejores resultados de quien no lo ha conseguido.¹⁶

5.1.6 Selección de los subgrupos.

La gráfica de control suministra una prueba estadística para determinar si la variación entre subgrupos es congruente con la variación promedio dentro de los subgrupos. Si se desea determinar si un grupo de mediciones tiene o no homogeneidad estadística, los subgrupos se deberán seleccionar en forma que parezca dar la máxima probabilidad de que las mediciones en cada subgrupo sean iguales así, como que los subgrupos difieran entre sí.

La base para la formación de subgrupos requiere un estudio cuidadoso con el objetivo de obtener el máximo de información útil de cualquier gráfica de control. La base racional para la formación de subgrupos, es el orden de producción.

La razón por la cual el orden cronológico es una buena base para la formación de subgrupos es que su empleo, con el tiempo, permite escribir las causas asignables de variación que son intermitentes. Pero puede haber otras causas asignables que no se descubren con sólo tomar los subgrupos en el orden de producción.¹⁷

5.2 Gráficos de control para variables.

Los datos variables son aquellos que se miden con base a una escala continua.¹⁸

Muchas características de la calidad pueden expresarse en términos de una medición numérica. A una característica particular medible de la calidad, tal como una dimensión, peso o volumen se le llama variable. Las cartas de control son de uso generalizado.

Cuando se trata con una característica de la calidad que es variable, por lo general es necesario monitorear tanto el valor medio de la característica de calidad como su variabilidad. El control del promedio del proceso, o nivel de calidad medio, suele hacerse una carta de control de medias, o carta \bar{x} . La variabilidad de un proceso puede monitorearse con una carta de control para la desviación estándar, llamada carta S , o bien una carta de control para el rango, llamada carta R . La carta R se usa con mayor frecuencia. Generalmente, se llevan cartas, \bar{x} y R separadas para cada característica de la calidad de interés.¹⁰

5.2.1 Cartas control para \bar{x} y R .

El primer paso, para elaborar gráficas \bar{x} y R consiste en recopilar los datos. Por lo general, se toma alrededor de 25 a 30 muestras. Casi siempre se utilizan tamaños de muestras entre 3 y 10, siendo 5 el más común. El número de muestras se indica con k , y n señala el tamaño de la muestra. Para cada muestra i , se calcula la media (expresada como \bar{x}_i y el rango R_i). Estos valores se trazan en sus gráficas de control respectivas. A continuación se calcula la *media general* y el *rango promedio*. Estos valores especifican las líneas centrales para las gráficas \bar{x} y R , respectivamente. La media general (que se expresa $\bar{\bar{x}}$) es el promedio de las muestras \bar{x}_i :

$$\bar{\bar{x}} = \frac{\sum_{i=1}^k \bar{x}_i}{k}$$

El rango promedio (\bar{R}) se calcula de manera similar utilizando la fórmula:

$$\bar{R} = \frac{\sum_{i=1}^k R_i}{k}$$

El rango promedio y la media promedio se utilizan para calcular los límites de control superior e inferior (LSC y LIC) para las gráficas R y \bar{x} . Los límites de control se calculan con facilidad utilizando las siguientes fórmulas.⁷

$$\begin{aligned} LSC_R &= D_4 \bar{R} & LSC_{\bar{x}} &= \bar{\bar{x}} + A_2 \bar{R} \\ LIC_R &= D_3 \bar{R} & LIC_{\bar{x}} &= \bar{\bar{x}} - A_2 \bar{R} \end{aligned}$$

Donde las constantes D_3 , D_4 y A_2 dependen del tamaño de la muestra.

Los límites de control representan el rango en que se espera se ubiquen todos los puntos, si el proceso está bajo control estadístico. Si cualquiera de los puntos cae fuera de los límites de control o si se observa algún patrón fuera de lo común, es posible que alguna causa especial haya afectado el proceso y éste se debe estudiar para determinar la causa. Si están presentes causas especiales, éstas no son representativas del estado real del control estadístico, y los cálculos de la línea central y los límites de control presentarán un sesgo. Es preciso eliminar los puntos de los datos correspondientes y calcular nuevos valores para $\bar{\bar{x}}$, \bar{R} y los límites de control.

Al determinar si un proceso está bajo control estadístico, siempre se analiza primero la gráfica R . Debido a que los límites de control en la gráfica \bar{x} dependen del rango promedio, las causas especiales en la gráfica R pueden producir patrones fuera de lo común en la gráfica \bar{x} , aun cuando el centrado del proceso esté bajo control. Una vez que se establece el control estadístico para la gráfica R , se puede centrar la atención en la gráfica \bar{x} .¹⁸

5.2.2 Cartas control para \bar{x} y S .

Aun cuando es muy común la utilización de las cartas \bar{x} y R , en ocasiones es deseable estimar la desviación estándar del proceso directamente en el uso de las cartas de control para \bar{x} y S , donde S es la desviación estándar muestral. En general, las cartas \bar{x} y S son preferibles cuando:

- El tamaño de la muestra n es moderadamente grande, por ejemplo $n > 10$ o 12 (recuerde que el gráfico del rango para estimar σ , pierde eficiencia estadística para muestras de moderadas a grandes).
- El tamaño de la muestra n es variable.

El establecer y realizar cartas de control \bar{x} y S requiere aproximadamente la misma secuencia de pasos que para la elaboración de las cartas \bar{x} y R , excepto porque debe calcularse el promedio muestral \bar{x} y la desviación estándar muestral S de cada muestra.

Si σ^2 es la varianza desconocida de la distribución de probabilidad, entonces un estimador insesgado de σ^2 es la varianza muestral:

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}$$

Sin embargo, la desviación estándar muestral S no es un estimador insesgado de σ . Considérese el caso en que un valor estándar está dado por σ . Puesto que $E(S) = c_4\sigma$, entonces en la línea central de la carta es $c_4\sigma$. Los límites de control tres sigma para S son entonces:

$$LSC = c_4\sigma + 3\sigma\sqrt{1 - c_4^2}$$

$$LIC = c_4\sigma - 3\sigma\sqrt{1 - c_4^2}$$

Se acostumbra definir las dos constantes:

$$B_5 = c_4 - 3\sqrt{1 - c_4^2}$$

$$B_6 = c_4 + 3\sqrt{1 - c_4^2}$$

Cuando no hay un valor estándar dado para σ , entonces debe estimarse analizando datos históricos. Suponer que se cuenta con m muestras preliminares, cada una de tamaño n , y sea S_i la desviación estándar de la i - ésima muestra. El promedio de las m desviaciones estándar es:

$$\bar{S} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m S_i$$

El estadístico S/c_4 es un estimador insesgado de σ . Por lo tanto, los parámetros de la carta S son:

$$LSC = \bar{S} + 3\frac{\bar{S}}{c_4}\sqrt{1 - c_4^2}$$

$$LC = \bar{S}$$

$$LIC = \bar{S} - 3\frac{\bar{S}}{c_4}\sqrt{1 - c_4^2}$$

Generalmente se definen las constantes:

$$B_3 = 1 - \frac{3}{c_4} \sqrt{1 - c_4^2}$$

$$B_4 = 1 + \frac{3}{c_4} \sqrt{1 - c_4^2}$$

Por consiguiente, los parámetros de la carta S pueden escribirse como:

$$LSC = B_4 \bar{S}$$

$$LC = \bar{S}$$

$$LIC = B_3 \bar{S}$$

Obsérvese que $B_4 = B_6/c_4$ y $B_3 = B_5/c_4$.

Cuando se usa \bar{S}/c_4 para estimar σ , los límites de control de la carta \bar{x} correspondiente pueden definirse como:

$$LSC = \bar{\bar{x}} + \frac{3\bar{S}}{c_4\sqrt{n}}$$

$$LC = \bar{\bar{x}}$$

$$LIC = \bar{\bar{x}} - \frac{3\bar{S}}{c_4\sqrt{n}}$$

Sea la constante $A_3 = 3/(c_4\sqrt{n})$. Entonces los parámetros de la carta \bar{x} se vuelven:¹⁰

$$LSC = \bar{\bar{x}} + A_3 \bar{S}$$

$$LC = \bar{\bar{x}}$$

$$LIC = \bar{\bar{x}} - A_3 \bar{S}$$

5.2.3 Interpretación de las cartas de control y causas de inestabilidad.

Una señal de que se ha detectado una causa especial se manifiesta cuando un punto cae fuera de los límites de control o cuando los puntos graficados en la carta siguen un comportamiento no aleatorio (por ejemplo una tendencia a aumentar, un movimiento cíclico, etcétera). En otras palabras, la carta indica que es un proceso estable (bajo control estadístico) cuando sus puntos caen dentro de los límites de control y fluctúan o varían aleatoriamente (con una apariencia errática, sin un orden) a lo ancho de carta, con mayor frecuencia caen cerca de la línea central. Para facilitar la identificación de patrones lo primero que se hace es dividir la carta de control en seis zonas o bandas iguales, cada una con una amplitud similar a la desviación estándar del estadístico w que se gráfica.

En una carta de control se pueden observar diferentes patrones del comportamiento de los puntos los cuales indicarán que el proceso está funcionando con causas asignables de variación. Esto ayudará a identificar cuando un proceso es inestable y el tipo de causas que ocasionan la correspondiente inestabilidad. De entrada se puede decir que un proceso muy inestable es sinónimo de un proceso con pobre estandarización, donde probablemente haya cambios continuos o mucha variación atribuible a materiales, mediciones, diferencias en las condiciones de operación de la maquinaria y desajustes, distintos criterios y capacitación de operarios, etcétera.

Patrón 1. Desplazamientos o cambios en el nivel del proceso.

Este patrón ocurre cuando uno o más puntos salen de los límites de control o cuando hay una tendencia larga y clara a que los puntos consecutivos caigan de un solo lado de la línea central. Estos cambios especiales se pueden deber a:

- Nuevos operarios, máquinas, materiales o métodos.
- Cambios en los métodos de inspección.
- Una mayor o menor atención de los operarios.
- Que el proceso ha mejorado o empeorado.

Cuando este patrón ocurre en las cartas \bar{x} , p , np , u o c , se dice que hubo un cambio en el nivel de promedio del proceso; por ejemplo en las cartas por atributos eso significa que el nivel promedio de disconformidades incrementó o disminuyó; mientras que en la carta \bar{x} un cambio de

nivel significa que el centrado del proceso tuvo cambios. En la carta *R* y *S* un cambio de nivel significa que la variabilidad aumentó o disminuyó, aunque por falta de simetría de la distribución de *R* y *S*, este patrón del lado inferior de estas cartas se debe ver con más reservas y esperar a acumular más puntos por debajo de la línea central para declarar que hay un cambio significativo (disminución de la variabilidad).

Los criterios usuales para ver si este patrón se ha presentado son:

- Un punto fuera de los límites de control.
- Una tendencia clara y larga a que los puntos consecutivos caigan de un solo lado de la línea central. Algunas pruebas concretas para este patrón, son:
 - Ocho o más puntos consecutivos de un mismo lado de la línea central.
 - Al menos 10 de 11 puntos consecutivos caen en un mismo lado de la línea central.
 - Por lo menos 12 de 14 puntos consecutivos caen en un mismo lado de la línea central.

Patrón 2. Tendencias en el nivel del proceso.

Este patrón consiste en una tendencia a incrementarse (o disminuirse) los valores de los puntos en la carta. Una tendencia ascendente o descendente bien definida y larga se puede deber a alguna de las siguientes causas especiales:

- El deterioro o desajuste gradual del equipo de producción.
- Desgaste de las herramientas de corte.
- Acumulación de productos de desperdicios en las tuberías.
- Cambios graduales en las condiciones del medio ambiente.

Estas causas se reflejan prácticamente en todas las cartas excepto en las R y S . Las tendencias en estas cartas son raras, pero cuando se dan, puede deberse a la mejora o decrecimiento de la habilidad de un operario; fatiga del operario (la tendencia se representaría en cada turno), y al cambio gradual en la homogeneidad de la materia prima. Para determinar si hay una tendencia en el proceso se tienen los siguientes criterios:

- Seis o más puntos ascendentes (o descendentes). Un movimiento demasiado largo de puntos hacia arriba (o abajo) de la carta de control, aunque no todos los puntos en ascenso o descenso.
- En ocasiones pueden presentarse aparentes tendencias ocasionadas por variaciones naturales y del muestreo del proceso, por eso debe ser una larga tendencia para considerarla algo especial, hay que estar alerta para ver si efectivamente está ocurriendo algo especial en el proceso.

Patrón 3. Ciclos recurrentes (periodicidad).

Otro movimiento no aleatorio que pueden presentar los puntos en las cartas es un comportamiento cíclico de los puntos. Por ejemplo, se da un flujo de puntos consecutivos que tienden a crecer y luego se presenta un flujo similar pero de manera descendente y esto se repite en ciclos.

Cuando un comportamiento cíclico se presenta en la carta \bar{x} , entonces las posibles causas son:

- Cambios periódicos en el ambiente.
- Diferencias en los dispositivos de medición de prueba que se utilizan en cierto orden.
- Rotación regular de máquinas u operarios.
- Efecto sistemático producido por dos máquinas, operarios o materiales que se usan alternadamente.

Si el comportamiento cíclico se presenta en la carta R o S , entonces algunas de las posibles causas son mantenimiento preventivo programado, o fatiga de trabajadores. Las cartas p , np , c y u , se ven afectadas por las mismas causas que las cartas para medias y rangos.

Patrón 4. Mucha variabilidad.

Una señal de que en el proceso existe una causa especial de mucha variación, se manifiesta mediante la alta proporción de puntos cerca de los límites de control, a ambos lados de la línea central, y pocos o ningún punto en la parte central de la carta. En estos casos se dice que hay mucha variabilidad y algunas causas a las que se deben son:

- Sobrecontrol o ajuste innecesarios en el proceso.
- Diferencias sistemáticas en la calidad del material o en los métodos de prueba.
- Control de dos o más procesos en la misma carta con diferentes promedios.

Mientras las cartas R y S se pueden ver afectadas por la mezcla de materiales de calidad bastante diferentes, diversos trabajadores utilizando la misma carta R (uno más hábil que el otro), y datos de procesos operando bajo distintas condiciones graficados en la misma carta. El criterio para detectar alta proporción de puntos cerca o fuera de los límites es el siguiente:

- Ocho puntos consecutivos a ambos lados de la línea central.

Patrón 5. Falta de variabilidad (estatificación).

Una señal de que existe algo especial en el proceso que es que prácticamente todos los puntos se concentren en la parte central de la carta, es decir, que los puntos reflejen poca variabilidad o estatificación. Algunas causas a las que se debe este patrón son:

- Error en el cálculo de los límites de control.
- Agrupamiento en una misma muestra de datos provenientes de universos con medidas bastante diferentes, que al combinarse se compensan unos con otros.
- Alteración intencional de datos.
- Carta de control inapropiada para el estadístico graficado.

Para detectar la falta de variabilidad se tienen los siguientes criterios.

- Quince puntos consecutivos, arriba o debajo de la línea central. Cuando algunos de los patrones anteriores se presentan en una carta es señal de que en el proceso hay una situación especial (proceso inestable o fuera de control estadístico), que causa que los puntos no estén variando aleatoriamente dentro de la carta.

Lo que significa que no se puede seguir produciendo con él, sino que el proceso trabaja con variaciones debidas a alguna causa específica (material heterogéneo, cambios de operadores, diferencias significativas entre máquinas, desgaste o calentamiento de equipo, etcétera).

Por tanto en caso de presentarse algunos de los patrones anteriores es necesario tener como práctica buscar de inmediato las causas para conocer mejor el proceso (saber qué lo afecta) y tomar las medidas correctivas y preventivas apropiadas.

Es frecuente encontrar empresas en las cuales la aplicación e interpretación de las cartas de control es muy deficiente y cuando en la carta se presenta alguno de los patrones anteriores, no se hace nada, en cuyo caso las cartas pierden mucho su potencial. Frases como las siguientes: “El proceso dio un brinco tal día, pero ya regreso a su nivel normal”, “de tal a tal día hubo una tendencia, pero las cosas regresaron a la normalidad”, “el proceso tiene un comportamiento cíclico, pero se está cumpliendo con especificaciones”, implican que las cartas de control se usan como bitácora de proceso, en todos los caso anteriores se desperdió una oportunidad (una señal estadística) para conocer y mejorar la estandarización del proceso.

Que el proceso sea inestable es señal de que un factor específico de variación está presente y se debe investigar cuál es para prevenir su ocurrencia. El uso e interpretación adecuada de las cartas de control las convierte en una herramienta poderosa para entender y mejorar los procesos.¹¹

5.3 Gráficos de control por atributos.

Cuando las características de calidad no se pueden representar en forma conveniente con números, cada artículo o producto estudiado o inspeccionado suele clasificarse como conforme o disconforme con las especificaciones para tal característica de calidad.

Las características de este tipo se llaman atributos. Los términos “no defectuoso” o “defectuoso” se utilizan con frecuencia para identificar estas dos clasificaciones de un producto, pero la terminología de “conforme” y “disconforme” se ha extendido mucho.

Los diagramas de control por atributos constituyen la herramienta esencial utilizada para controlar las características de calidad cualitativas, esto es, características no cuantificables numéricamente.

5.4 Cartas individuales.

La carta de individuales es un diagrama para variables del tipo continuo, pero en lugar de aplicarse a procesos semi-masivos o masivos como en el caso de la carta $\bar{x} - R$, se aplica a procesos lentos, en los cuales para obtener una medición de muestra de la producción se requieren periodos relativamente largos. Ejemplo de estos tipos de procesos son:

- Procesos químicos que trabajan por lotes.
- Industria de bebidas alcohólicas, en las que pueden pasar de 1 hasta más de 100 horas para obtener los resultados de los procesos de fermentaciones y destilación.
- Procesos en las que las mediciones cercanas solo difieren por el error de medición.

Por ejemplo, temperaturas; en procesos, humedad relativa en el medio ambiente, etcétera.

Algunas variables administrativas cuyas mediciones se obtienen cada día, cada semana o más. Por ejemplo. Mediciones de productividad, de desperdicio, de consumo de agua, electricidad, consumibles, etcétera.

En estos casos la mejor alternativa es usar una carta de individuales, donde cada medición particular de la variable que se quiere analizar se registra en una carta.

Para determinar los límites de control se procede a realización de las estimaciones de la media y la desviación estándar del estadístico w que se gráfica, que en este caso es directamente la medición individual de la variable X . Por ello los límites de control se obtienen con la expresión $\mu_x \pm 3\sigma_x$. Donde μ_x y σ_x son la media y la desviación estándar del proceso, respectivamente. Es decir, los límites de control en este caso coinciden por definición con los límites reales.

En un estudio inicial, estos parámetros se estiman de la siguiente manera:

$$\mu_x = \bar{x}$$

$$\sigma_x = \frac{\bar{R}}{d_2}$$

Donde \bar{x} es la media de las mediciones de los subgrupos, y \bar{R} es la media de los rangos móviles de orden 2 (rango promedios entre dos observaciones sucesivas en el proceso), al dividir el rango promedio entre la constante d_2 se obtiene una estimación de la desviación estándar del proceso,

σ . De lo anterior se concluye que los límites de control para una carta de individuales están dados por:

$$\bar{x} \pm 3 \left(\frac{\bar{R}}{d_2} \right)$$

Cuando el límite de control superior está dentro de la especificación. Por lo que si en un proceso se controlara (erróneamente) con la especificación superior como límite de control superior, podría haber algún lote que no se encontrara dentro de los límites de control, por lo que no se detectaría el desajuste. Lo cual, aunado a otros cambios y desajustes que podrían ir apareciendo en el proceso de fabricación, traería como consecuencia un deterioro importante de la eficacia del proceso y reaccionar demasiado tarde en forma correctiva; en lugar de hacerlo más oportunamente y en forma preventiva, o cuando se inició el cambio (y no después que lleva horas o días en el proceso). Ya que si se usarán los límites de especificación, se estaría incrementando el error de tipo 2, de no reaccionar cuando se debió hacerlo.

Por lo contrario si los límites de control estuvieran fuera de la especificación y se reaccionara con base en esta, entonces, cuando un dato estuviera fuera de especificaciones, se estaría buscando un hecho especial, cuando en realidad pudo deberse a la variación natural o común del proceso. Con lo que se estaría incrementando el error tipo 1.¹¹

5.4.1. Establecimiento de los límites de control.

Los límites que se calculan en un estudio inicial son provisionales y si se detectan en el estudio inicial puntos fuera de los límites de control, entonces es usual investigar la situación especial que causó que los puntos estén fuera de los límites. Una vez que se ha identificado la causa, y cómo los puntos fuera influyen en los límites calculados, entonces se excluyen los datos que representan los puntos fuera y se recalculan los límites de control sin influencia de estas situaciones especiales, con lo que se obtienen los límites que se analizará el proceso de allí en adelante.¹¹

5.4.2 Desventajas de la carta de individuales.

Una de las desventajas de la carta de individuales es su menor potencia o sensibilidad para detectar cambios en el proceso, comparado con la carta de medias. Sin embargo, bien utilizadas e interpretada en muchos de los procesos no masivos, es una buena alternativa para detectar cambios.

Otra desventaja es que si la distribución de la característica de calidad analizada con la carta de individuales se desvía mucho de la distribución normal, entonces los criterios de interpretación de la carta se pueden ver afectados seriamente.¹¹

5.4.3 Carta de rangos móviles.

La carta de rangos móviles se ha usado como complemento a la carta de individuales donde se grafica el rango móvil de orden 2 para detectar cambios en la dispersión del proceso; sin embargo, estudios han demostrado que la carta de medias es lo suficientemente robusta para detectar cambios tanto en la media como en la dispersión del proceso.

Los límites de esta carta están dados por:

$$LSC = 0$$

$$LC = \bar{R}$$

$$LIC = 3.267 * \bar{R}.^{(11)}$$

5.5 Cartas de control grupales.

Las cartas de control grupales o GCC (por sus siglas en inglés), son cartas de control usadas en los procesos de flujos múltiples en donde se utiliza una sola carta para todos los flujos a fin de reducir el número de gráficos necesarios para el control de procesos.⁶

Este gráfico fue introducido por Boyd en 1950, quién propuso un procedimiento capaz de separar las causas que provoca un deslizamiento de todos los flujos, de los que afectan sólo uno o unos pocos flujos y pertenece al grupo de gráficos de \bar{x} y de R.⁶ Está técnica fue tomada más tarde por diversos autores, tales como (Nelson, 1986), (Mortell e Runger, 1995), (Runger, *et al.*, 1996) y (Montgomery, 2001).¹⁹

La carta grupal permite el monitoreo de procesos de flujos múltiples la cual tiene dos objetivos:

- 1) Señalar cuando la producción de todos los flujos se desvían de la meta establecida común.
- 2) Señalar cuando la producción de un flujo presenta valores extremos, indicando la diferencia del resto de las salidas.

A la técnica que utiliza la carta de control grupal (GCC) para cumplir el primero de estos propósitos; se le denomina *esquema de control individual*, mientras la técnica dirigida al segundo aspecto de control se la llama *esquema de control de corridas*

En el *esquema de control individual* se utiliza una carta \bar{x} y una carta R, construido sobre la base de muestras de amplitud n extraídas de cada flujo.

El sistema de hipótesis que se requiere controlar. Es el siguiente:

H_0 : Todos los flujos están controlados.

H_1 : Todos los flujos están fuera de control.

En la carta \bar{x} se reporta, por cada tiempo observado, el valor mayor y menor de las medias muestrales considerando el flujo s del que provienen, mientras la carta R se reporta el valor mayor.

Si estos valores extremos se encuentran dentro de los límites de control, con mayor razón el resto de los valores estarán dentro de los límites. Por el contrario cuando el promedio máximo o mínimo se exceden de los límites de la carta respectiva, se señalara que el proceso está fuera de control.

El esquema de control de corrida se realiza siempre utilizando la carta de control construida por el esquema de control individual. La condición consiste en asociar cada punto graficado con el número de flujo al que corresponde ($j=1, 2, \dots, s$) en la carta de control, a modo de señalar una irregularidad en uno o pocos flujos: si el valor máximo (o mínimo) aparece sistemáticamente por más de un tiempo sucesivo, es motivo para considerar que el flujo es sistemáticamente diferente (que esta fuera de control).¹⁹

El criterio de decisión para el esquema de control de corrida, está basado en la longitud de la secuencia de la máxima (o mínima) consecutiva. Es útil examinar los números de los flujos en la carta. En general si un flujo produce consistentemente el valor mayor o el valor menor en varias ocasiones consecutivas, puede constituir evidencia de que este flujo es diferente de los demás.¹⁰

Esta técnica se puede aplicar a máquinas, instrumentos de prueba, operadores, siempre que se cumplan los tres criterios siguientes:

- 1) Cada corriente o flujo tiene el mismo valor objetivo
- 2) La misma variación y
- 3) Las variaciones sean tan cercanas a las normales como se requiere en las graficas $\bar{x} - R$ convencionales.²⁰

5.5.1 Límites de control.

Los límites de las cartas de control grupales propuestos por Boyd, se calculan utilizando los límites convencionales para las cartas tipo Shewhart:

$$LSC = \bar{\bar{x}} + A_2\bar{R}$$

$$LIC = \bar{\bar{x}} - A_2\bar{R}$$

Para la carta \bar{x} , y

$$LSC = D_4 + \bar{R}$$

$$LIC = D_4 - \bar{R}$$

Para la carta R.¹⁰

Tabla 1. Valores de ARL y probabilidad de estar bajo control de cartas de control grupal con respecto al número de flujos.

K	P (dentro de control)	ARL
1	0.99730	370.4
2	0.99461	185.4
3	0.99192	123.8
4	0.98924	93.0
5	0.98651	74.5
6	0.98391	62.1
7	0.98125	53.3
8	0.97860	46.7
9	0.97596	41.6
10	0.97333	37.5
15	0.96026	25.2
20	0.94736	19.0

*En donde k representa el número de flujos, P representa la probabilidad de que el proceso se encuentre bajo control estadístico y ARL es la longitud promedio de corrida.

Aunque Grismaw, propone que los límites 3σ para una carta Shewhart suponen que el número de flujos es 1 ($k=1$), lo que significa que se tiene un ARL de 370.4, pero ya que las cartas grupales son el resumen de varios flujos, el ARL disminuirá conforme aumenten el número de flujos, como se muestra en la *tabla 1*, por lo que propone realizar un ajuste en las constantes A, B y D, tomando en cuenta el número de flujos y el tamaño de muestra, ajustando así la carta de control grupal a un ARL más parecido a 370.4.⁸

Los nuevos límites se calcularían de la siguiente forma:

$$LSC = \bar{\bar{x}} + A_2^* \bar{R}$$

$$LIC = \bar{\bar{x}} - A_2^* \bar{R}$$

Para la carta \bar{x} , y

$$LSC = D_4^* + \bar{R}$$

$$LIC = D_3^* - \bar{R}$$

Para la carta R.¹⁹

Los valores de A_2^* , D_3^* y D_4^* se encuentran en el *anexo A*.

Cuando la carta de control grupal se emplea para controlar el proceso, en la carta \bar{x} sólo se grafican la mayor y la menor de las medias observadas en cada tiempo. Si estas medias se localizan dentro de los límites de control, entonces todas las demás medias también estarán dentro de los límites. De manera similar en la carta de rangos R sólo se graficará el rango. Cada punto graficado en la carta se identifica con el número de flujo que lo produjo.

El proceso está fuera de control si un punto excede un límite de tres sigma.¹⁰

5.5.2 Interpretación de las gráficas de control grupal.

La interpretación de la carta de control grupal es muy similar a la carta de control $\bar{x} - R$.²¹

Las señales de fuera de control se manifiestan de dos maneras:

- Si un punto que cae fuera de los límites de control establecidos, es una indicación de que al menos un flujo está fuera de control. Cada punto lleva el número de la secuencia con que se asocia, por lo cual es fácil identificar por cual flujo se debe empezar la investigación de causas asignables.
- En segundo lugar si un determinado flujo aparece constantemente como el valor más grande o más pequeño en el gráfico de control grupal, entonces esto es una indicación de que esta salida puede estar fuera de control.⁸

6. Normatividad.

6.1 Nacional.

La Secretaría de Salud a través de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SSA1-2006, Buenas prácticas de fabricación para establecimientos de la industria químico farmacéutica dedicados a la fabricación de medicamentos (modifica a la NOM-059-SSA1-1993, publicada el 31 de julio de 1998) establece los requisitos mínimos necesarios para el proceso de los medicamentos comercializados en el país, con el objeto de proporcionar medicamentos de calidad al consumidor. El cumplimiento de esta Norma Oficial Mexicana debe demostrarse y documentarse.

La Norma contempla en el numeral 9.0 el control de la fabricación y en el 9.5.11 establece que debe existir un control de procesos que garantice la calidad de los productos.

6.2 Internacional.

La International Standardization Organization (ISO), es la entidad internacional encargada de favorecer la normalización en el mundo. Con sede en Ginebra, es una federación de organismos que emiten normas.

La ISO, emitió diferentes normas para la aplicación de las cartas de control, las cuales se deben considerar al implementar estas cartas, para el control en el proceso de manufactura *tabla 2*.

Tabla 2. Normas ISO para gráficos de control.

Número de la norma	Nombre de la norma
ISO 7870	Gráficos de control. Guía e introducción general. ²²
ISO 7873	Gráficos de control para promedio aritmético con límites de advertencia. ²³
ISO 7966:1993	Gráficos de control de aceptación. ²⁴
ISO 8258	Gráficos de control de Shewhart. ²⁵

La conferencia internacional de armonización de técnicas y requisitos para el registro de fármacos para uso humano (ICH) en la comunidad Europea, emite sugerencias por medio de guías aprobadas por éste, para que los miembros de la comunidad homogeneicen sus requerimientos mejorando así su calidad y eficacia.

La guía Q 8 2R, “Desarrollo farmacéutico”, en la cual menciona que desde el desarrollo de los productos farmacéutico debe existir un control para garantizar la calidad.²⁶

“La gestión de riesgos de la calidad Q 9”, en el apartado 1.9 sugiere el uso de herramientas estadísticas para tomar mejores decisiones, así como también proporciona un listado de las principales herramientas estadísticas, tales como las cartas control.²⁷

En el apartado 1.5.2 de la guía “Sistemas de calidad farmacéutica Q 10”, sugiere que se debe garantizar la calidad de los productos, utilizando sistemas eficaces de seguimiento y control de procesos. En el *apartado b* de la sección 3.2.1 “Rendimiento del proceso y sistema de monitoreo de la calidad del producto” sugiere el uso de herramientas estadísticas par un mejor monitoreo del proceso.²⁸

III. Planteamiento del problema.

La innovación tecnológica ha modificado la forma de producción. En los inicios de la industria química farmacéutica la producción en serie se realizaba con maquinaria, la cual era capaz de producir una salida por máquina, para este tipo de producción se desarrolló un control estadístico, basado en que sólo se producía una salida única por máquina, por lo que las variaciones asignables eran producidas por la matriz única de la máquina.

Con el avance tecnológico se implementaron máquinas, las cuales tenían la capacidad de producir más de una salida por máquina, se nombró a este tipo de producción “Procesos de flujos múltiples”, pero el control estadístico no se modificó, se siguió utilizando un control que solo considera una salida por máquina, lo cual es válido siempre y cuando se demuestre que la variación entre los múltiples flujos es mínima. Esto solo ocurre en un proceso óptimo.

Las cartas de control grupales, son las cartas idóneas para controlar el proceso de producción de flujos múltiples, en los cuales se realiza un tratamiento previo de los datos, obteniendo una carta de \bar{x} de rangos móviles.

En los “Laboratorios Farmacéuticos Zaragoza” se cuenta con una tableteadora Riva modelo Piccola de 10 punzones, en la cual el proceso de compresión que se lleva a cabo es a través de flujos múltiples y desafortunadamente la metodología que se aplica para controlar el proceso de compresión es mediante cartas de control tipo Shewhart para procesos de flujos únicos.

En la industria Química Farmacéutica, se requieren profesionales capacitados para llevar a cabo la fabricación de medicamentos y su control, y así dar cumplimiento a la Norma Oficial Mexicana-059 “Buenas prácticas de fabricación para establecimientos de la industria química farmacéutica dedicados a la fabricación de medicamentos”, la cual establece en el apartado 9.5.1.11 que debe existir un control de procesos que garantice la calidad de los productos.

Por lo anterior, es de suma importancia que en la carrera de Química Farmacéutico Biológica se capacite a los futuros profesionales en la implementación de cartas de control para procesos de flujos múltiples, y de esta manera cuenten con las bases necesarias para enfrentarse a un mercado laboral, el cual cuenta con una gran variedad de procesos de flujos múltiples.

IV. Objetivo General.

Diseñar e implementar un modelo de gráficos de control, para monitorear el estado de un proceso de flujos múltiples.

Objetivos específicos.

- Diseñar un dispositivo adecuado, mediante el cual se puedan coleccionar las muestras de cada uno de los flujos de la tableteadora RIVA modelo “Piccola.”
- Diseñar el formato de registro para los datos del control de procesos de flujos múltiples.
- Diseñar el formato de una carta de control grupal, para controlar un proceso de hasta 10 flujos.
- Elaborar una guía para el control de un proceso de flujos múltiples, mediante la carta de control grupal.
- Implementar la carta de control grupal para el proceso de fabricación de tabletas de Ibuprofeno y Paracetamol, con la tableteadora RIVA modelo “Piccola” de 10 estaciones.

V. Hipótesis.

Si se controla estadísticamente un proceso de flujos múltiples mediante cartas de control grupal, tomando muestras de cada flujo, entonces se identificarán el o los flujos que provocan variación en el proceso.

VI. Materiales y método.

Material y método.

- Tableteadora RIVA de 10 estaciones modelo Piccola.
- Balanza analítica OHAUS 02339955.
- Orden Maestra de Producción de tabletas de Paracetamol OMP-0134-11-01.
- Orden Maestra de Producción de tabletas de Ibuprofeno OMP-153-13-01.
- Carta de control grupal $\bar{x} - R$.
- Carta de control spaghetti \bar{x} .
- Dispositivo para colector de muestras por separación de flujos.

Método.

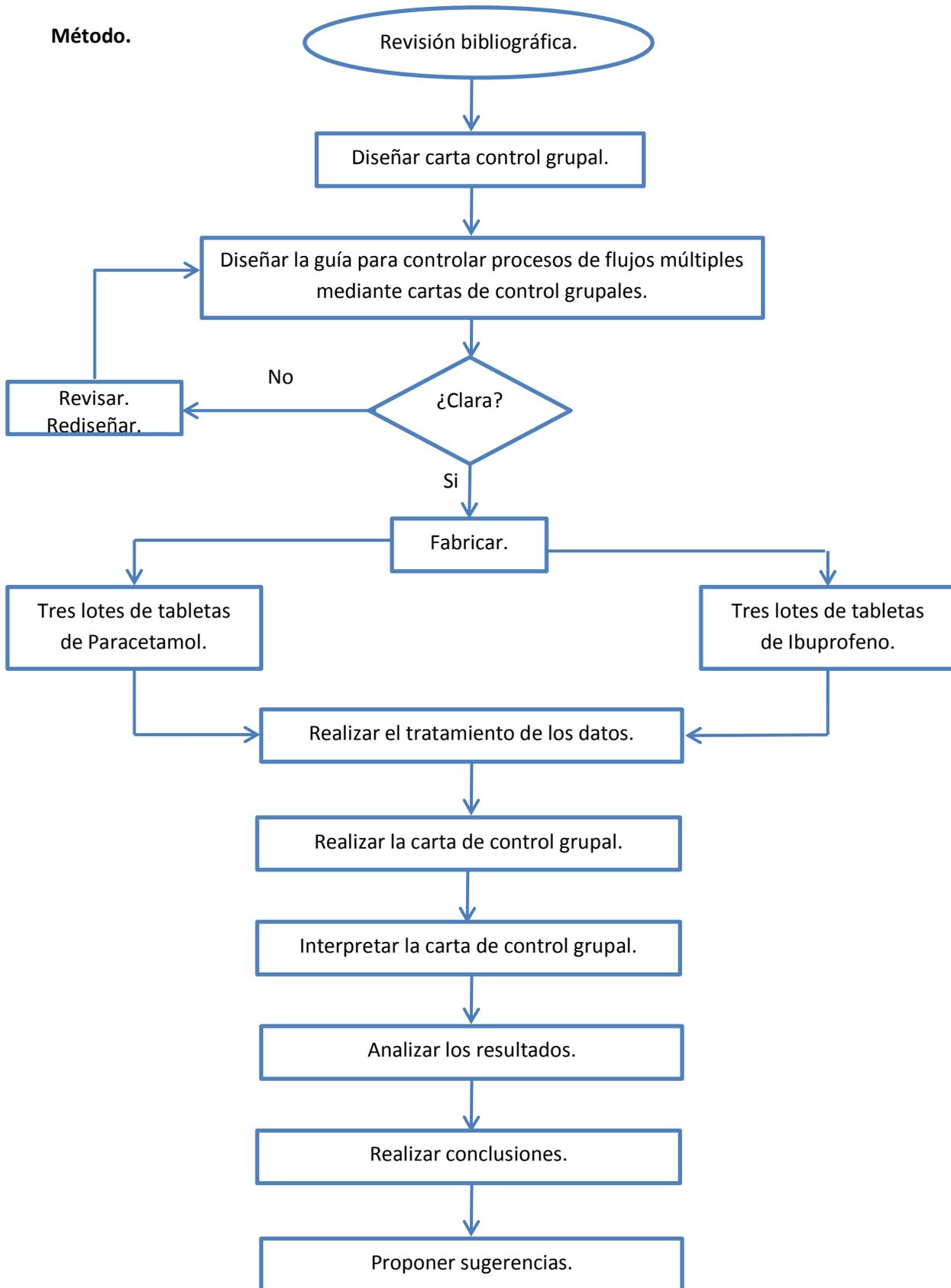


Figura 9. Diagrama de flujo en el que se describe la metodología seguida en el proyecto.

VII. Resultados y Análisis de resultados.

Al controlar un proceso de flujos múltiples, el principal problema a resolver es la toma de muestras. A medida que aumentan el número de flujos, el tomar una muestra por cada subgrupo se dificulta cada vez más.

Para la tableteadora RIVA modelo "Piccola" de diez estaciones que se encuentra en los Laboratorios Farmacéuticos Zaragoza se diseñó un dispositivo, *figura 10* mediante el cual se realizó la toma de muestras por cada flujo.

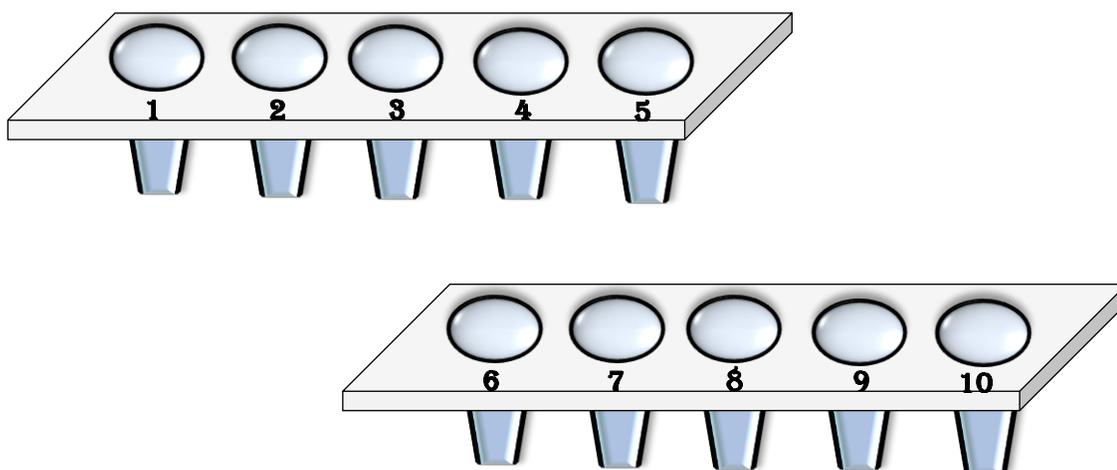


Figura 10. Dispositivo colector de muestras.

Este dispositivo es manual, lo que significa que la correcta toma de muestra, depende del adiestramiento y la habilidad del operador.

Durante la fabricación de los lotes de tabletas para este estudio, se aseguró que el operador realizara la toma de muestra, de tal forma que se garantizó que la muestra tomada corresponda al flujo indicado en el dispositivo.

Se fabricaron seis lotes: tres lotes de tabletas de Paracetamol de acuerdo a la orden maestra de producción OMP-0134-11-01y tres lotes fueron de tabletas de Ibuprofeno de acuerdo a la orden maestra de producción OMP-0153-13-01.

Previo al proceso de fabricación se identificaron bolsas con el formato de la “Etiqueta para la identificación de la toma de muestras”, colocando el número de subgrupo y el flujo de cada muestra, estas bolsas se colocaron en el dispositivo colector de muestras y se sostienen con una liga.

Una vez realizados los ajustes de peso y dureza de forma manual en la tableteadora RIVA, se inició el proceso de tableteado, colectando las muestras para el control de procesos, conformadas por 20 subgrupos de 5 tabletas por cada flujo.

Para realizar la toma de muestras, se colocó el dispositivo colector *figura 10*, cuidando que coincidiera el flujo con la numeración del dispositivo, cada vuelta completa de la tableteadora genera una tableta por flujo, por lo que se repitió este procedimiento en cinco ocasiones, obteniendo así las 5 tabletas por cada flujo; este procedimiento se repitió hasta completar la toma de muestra de los 20 subgrupos. Al término del muestreo por subgrupo se cambian las bolsas.

Se pesó cada tableta y se escribieron los pesos en el “Formato de registro de datos para el control de procesos de flujos múltiples”, *anexo C*.

Se realizó el tratamiento previo de los datos como se indica en la “Guía para el control de un proceso de flujos múltiples mediante la carta de control grupal” *anexo B*, y se elaboraron las cartas de control grupal de cada lote fabricado.

Para que un proceso se encuentre bajo control estadístico, solo deben existir causas comunes de variación.

La primera opción para controlar el proceso sería realizar una carta de control tipo Shewhart para cada flujo, esta no es la opción más práctica ya que por cada flujo se requieren dos cartas (medias y de rangos), si la tableteadora RIVA tiene diez estaciones se tendrían que analizar 20 cartas por cada lote de fabricación, no se necesita ser muy perspicaz para darse cuenta que son demasiadas cartas para analizar por una sola persona. A nivel industrial la mayoría de las máquinas para fabricar tabletas constan de por lo menos cuarenta y cinco estaciones, lo que significaría analizar por cada máquina noventa cartas, y si a este escenario agregamos que una persona encargada de calidad tiene más de un proceso a su cargo, se concluye que no es la mejor técnica para controlar un proceso de flujos múltiples.

La segunda técnica sugerida por la bibliografía, es considerar todos los flujos como uno solo y controlarlo por medio de una carta tipo Shewhart, es una buena opción, siempre y cuando la variabilidad entre todos y cada uno de los flujos sea mínima. Al registrar los datos y calcular las medias de cada subgrupo es evidente que este no es el caso, motivo por el cual se decidió controlar el proceso mediante las cartas de control grupales.

Las cartas de control grupales, son el resumen del proceso, en el gráfico de medias se trazan dos líneas, la primera corresponde a los valores máximos y la segunda a los valores mínimos; además del gráfico de rangos.

Para los Laboratorios Farmacéuticos Zaragoza se diseñó un formato de carta de control grupal, el cual consta de una parte frontal y un anverso como se puede observar en él *anexo B*.

En la parte frontal se encuentran los datos generales del formato, del proceso y los datos que se van a graficar, mientras que la parte posterior está destinada para realizar los cálculos.

Este tipo de cartas requieren de un número grande de datos ya que se colectan 100 por flujo y al ser 10 flujos el total de los datos requeridos fueron 1000, en este caso fue necesario elaborar lotes de tres mil tabletas cada uno, de los cuales se colectaron muestras de mil tabletas por cada lote producido, por el volumen de datos, además es necesario realizar un tratamiento previo de estos, por lo cual se diseñó el "Formato de registro de datos para el control de procesos de flujos múltiples" para 20 muestras, *anexo C*.

los subgrupos 14 y 15 fueron originados por el flujo 2, la raíz del resto de los subgrupos fue aleatoria.

Por lo anterior se dice que este proceso de producción no se encontraba bajo control estadístico y existen causas especiales de variación.

Para calcular la línea central, y los límites de control superior e inferior, se utilizaron las fórmulas que se encuentran en la parte posterior de la carta de control grupal, y se realizaron los cálculos correspondientes *figura 12* en el área destinada para estos.

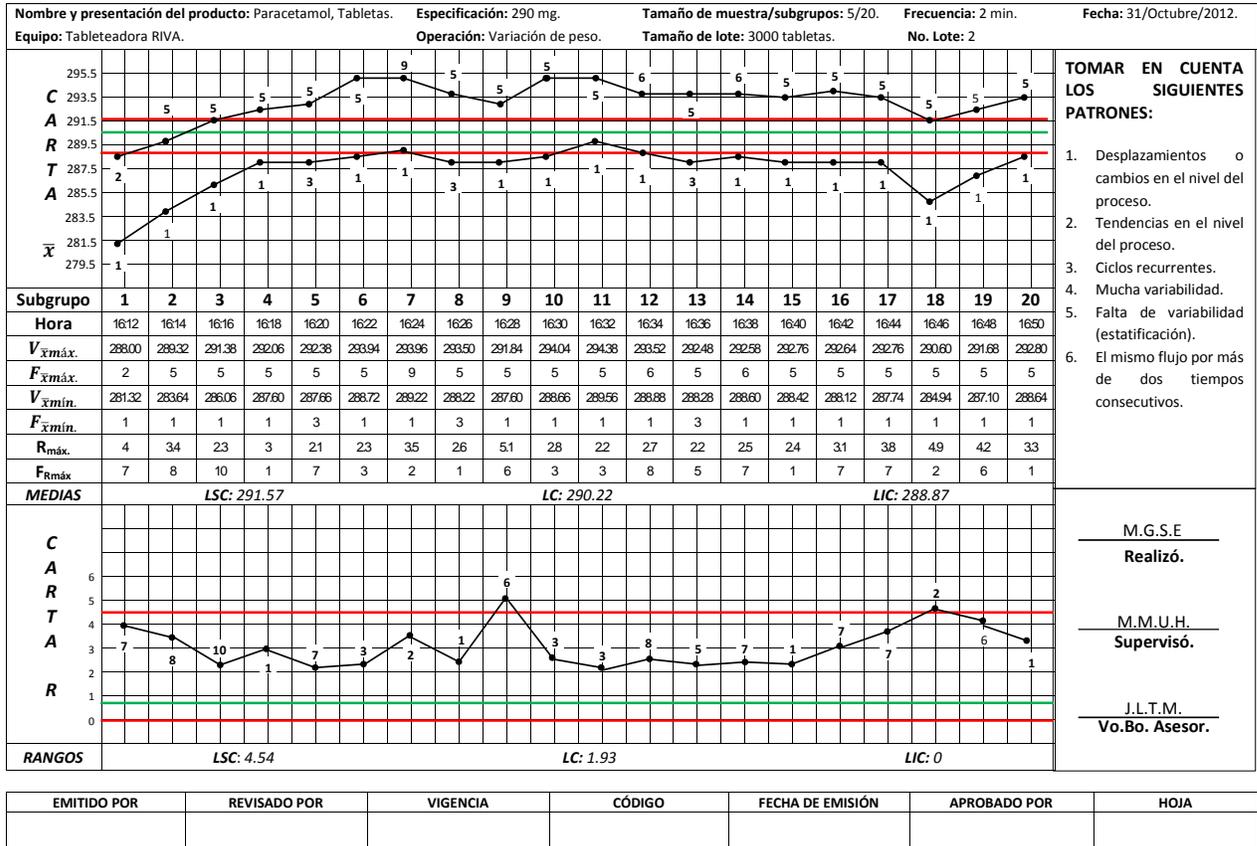
Fórmulas		
	Medias	Rangos
Línea Central (LC)	$\bar{\bar{x}}$	$\bar{\bar{R}}$
Límite Superior de Control (LSC)	$\bar{\bar{x}} + A_2^* \bar{\bar{R}}$	$D_4^* \bar{\bar{R}}$
Límite Inferior de Control (LIC)	$\bar{\bar{x}} - A_2^* \bar{\bar{R}}$	$D_3^* \bar{\bar{R}}$
Los valores de las constantes A_2^*, D_3^*, D_4^* para un proceso de 10 flujos con un tamaño de muestra igual a 5 son: $A_2^* = 0.7, D_3^* = 0$ y $D_4^* = 2.353$.		
Cálculos		
Medias		
$\bar{\bar{x}} = \frac{289.25+289.90+289.22+290.02+291.42+289.68+291.12+288.82+290.85+290.01+290.50+290.98+290.62+289.36+289.70+289.66+289.70+289.80+289.73+289.72}{20}$		
$\bar{\bar{x}} = 290$		
$LSC = 290 + (0.7)(2.10)$		
$LSC = 291.47$		
$LIC = 290 - (0.7)(2.10)$		
$LIC = 288.53$		
Rangos		
$\bar{\bar{R}} = \frac{3.07+2.22+1.88+1.79+1.80+2.81+2.02+2.27+1.37+1.88+1.42+1.67+2.66+1.68+2.36+2.03+1.85+2.26+2.87+2.66}{20}$		
$\bar{\bar{R}} = 2.10$		
$LSC = (2.353)(2.10)$		
$LSC = 4.94$		
$LIC = (2.10)(0)$		
$LIC = 0$		
<ul style="list-style-type: none"> Gutiérrez, Pulido H. "Control estadístico de calidad y seis sigma". Mc Graw Hill Internacional, México, 2004. Menezes N. S., Olivera S. A., Saccone C. D., y J. Tessoro J., "Statistical control of multiple-stream processes: A Shewhart control chart for each stream," Quality Engineering, vol. 20, pp. 185-194, 2008. 		

Figura 12. Carta de control grupal del lote 1 de tabletas de Paracetamol (posterior).

Para los seis lotes se realizaron los cálculos de la línea central y los límites superior e inferior de la misma forma.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
 FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA
 LABORATORIOS FARMACÉUTICOS ZARAGOZA
CARTA DE CONTROL GRUPAL $\bar{x} - R$



TOMAR EN CUENTA LOS SIGUIENTES PATRONES:

- Desplazamientos o cambios en el nivel del proceso.
- Tendencias en el nivel del proceso.
- Ciclos recurrentes.
- Mucha variabilidad.
- Falta de variabilidad (estatificación).
- El mismo flujo por más de dos tiempos consecutivos.

M.G.S.E
Realizó.

M.M.U.H.
Supervisó.

J.L.T.M.
Vo.Bo. Asesor.

Figura 13. Carta de control grupal $\bar{x} - R$ del lote 2 de tabletas de Paracetamol.

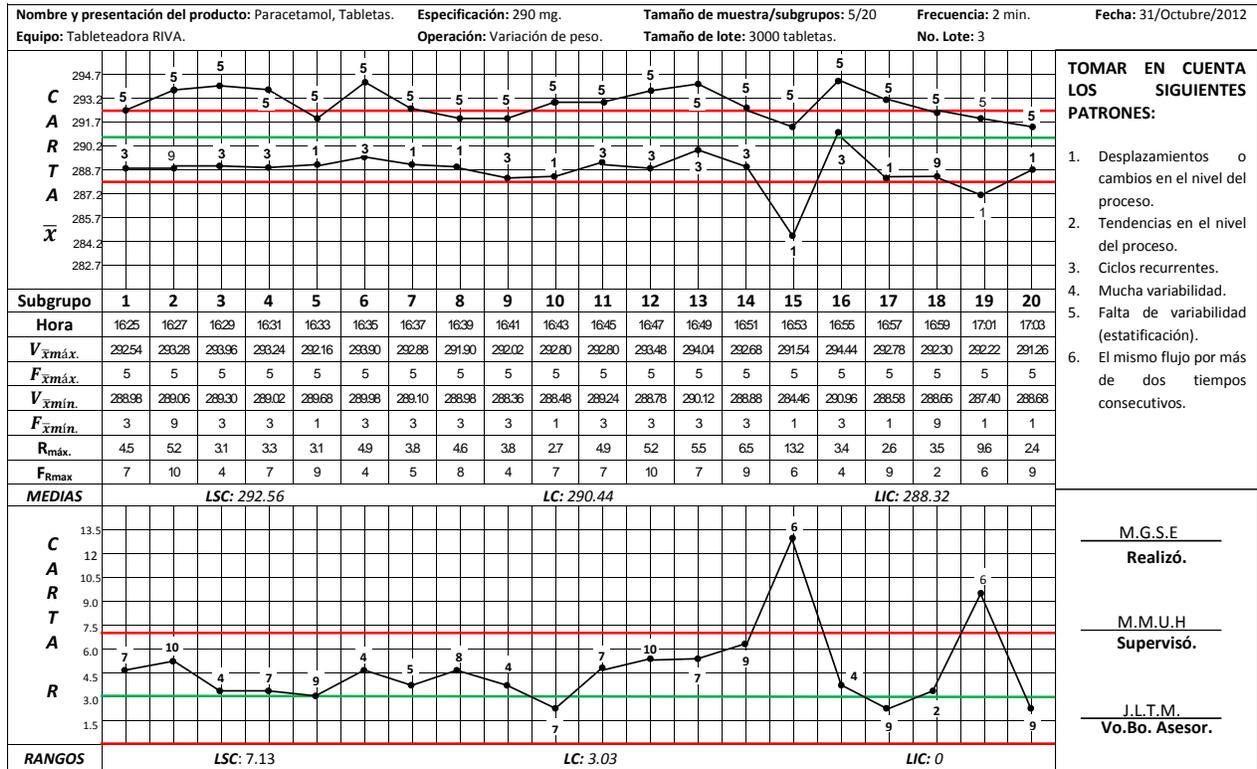
Para el lote 2 de tabletas de Paracetamol, en el gráfico de medias figura 13, el 80% de los valores máximos fueron generados por el flujo cinco, mientras que el flujo uno representa el 90% de los valores mínimos. En la línea máxima, cuatro de los subgrupos se encuentran en el área de tres sigma, mientras los subgrupos 7 y 11 de la línea de los valores mínimos son los únicos que se encuentran en esta misma área. Para el gráfico de rangos, figura 13, los subgrupos 9 y 18 están fuera de los límites de control, y el flujo número tres origina consecutivamente el flujo máximo de los subgrupos 10 y 11, mientras que en los subgrupos 16 y 17 el flujo responsable es el flujo 7. Por lo que se concluye que el proceso estuvo fuera de control estadístico.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA
LABORATORIOS FARMACÉUTICOS ZARAGOZA



CARTA DE CONTROL GRUPAL $\bar{x} - R$



- TOMAR EN CUENTA LOS SIGUIENTES PATRONES:**
- Desplazamientos o cambios en el nivel del proceso.
 - Tendencias en el nivel del proceso.
 - Ciclos recurrentes.
 - Mucha variabilidad.
 - Falta de variabilidad (estaticación).
 - El mismo flujo por más de dos tiempos consecutivos.

M.G.S.E
Realizó.

M.M.U.H
Supervisó.

J.L.T.M.
Vo.Bo. Asesor.

EMITIDO POR	REVISADO POR	VIGENCIA	CÓDIGO	FECHA DE EMISIÓN	APROBADO POR	HOJA

Figura 14. Carta de control grupal $\bar{x} - R$ del lote 3 de tabletas de Paracetamol.

Para el lote tres de Paracetamol, se observó que en el gráfico de medias *figura 14*, la línea que representa los valores máximos tiene como único punto dentro de los límites de control, al punto que corresponde al subgrupo ocho; en la línea que representa a los valores mínimos solo los puntos correspondientes a los subgrupos 7 y 13 se encuentran dentro de los límites de control. Los flujos que generaron los valores máximos y mínimos fueron nuevamente el flujo 5 y el 3 con una recurrencia del 100% y 60% respectivamente.

En el gráfico de rangos *figura 14*, los subgrupos 15 y 19 están fuera del área tres sigma y los subgrupos 10 y 11 fueron generados por el flujo 7, al interpretar la carta $\bar{x} - R$, se observa que existen causas especiales de variación lo que significa que el procesos no se encontraba bajo control estadístico.

En los gráficos de medias de las cartas de control grupal, de los tres lotes de Paracetamol, se encontró que el flujo número cinco, generó por lo menos un ochenta por ciento de los valores máximos, mientras que el flujo que produjo por lo menos el 60% de los valores mínimos es el flujo 1, lo que significa que para este producto, se debería iniciar por revisar estos flujos, ya que esta carta se fundamenta en que todos los flujos tienen la misma probabilidad de generar los valores máximos y mínimos, al no ser así y tener en altos porcentajes los flujos 5 y 1, da la pauta para decir que **por lo menos** estos flujos son los que están generando una alta variabilidad en este proceso.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
 FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA
 LABORATORIOS FARMACÉUTICOS ZARAGOZA
CARTA DE CONTROL GRUPAL $\bar{x} - R$

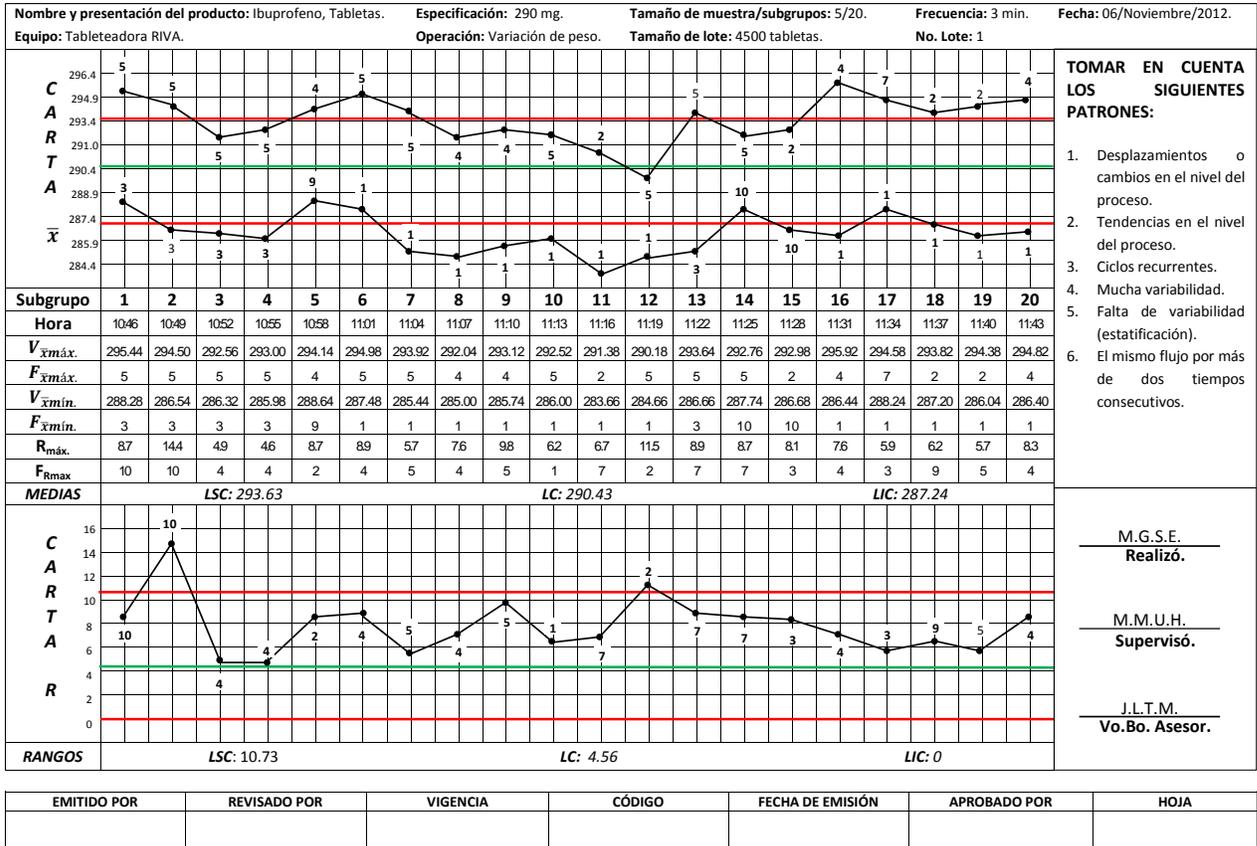


Figura 15. Carta de control grupal $\bar{x} - R$ del lote 1 de tabletas de Ibuprofeno.

Por otra parte, en el lote número 1 de tabletas de Ibuprofeno, se observó en la carta de medias, figura 15 que el 50% de los valores máximos los produjo el flujo 5, del 50% restante los originaron los flujos 4, 2 y 7. Mientras que en los valores mínimos, el flujo 1 predominó en un 60%, el 40% restante está conformado por los flujos 3, 10 y 9. En el gráfico de rangos, figura 15 tiene dos puntos fuera de los límites, por lo tanto se dice que el proceso no estuvo bajo control.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA
LABORATORIOS FARMACÉUTICOS ZARAGOZA



CARTA DE CONTROL GRUPAL $\bar{x} - R$

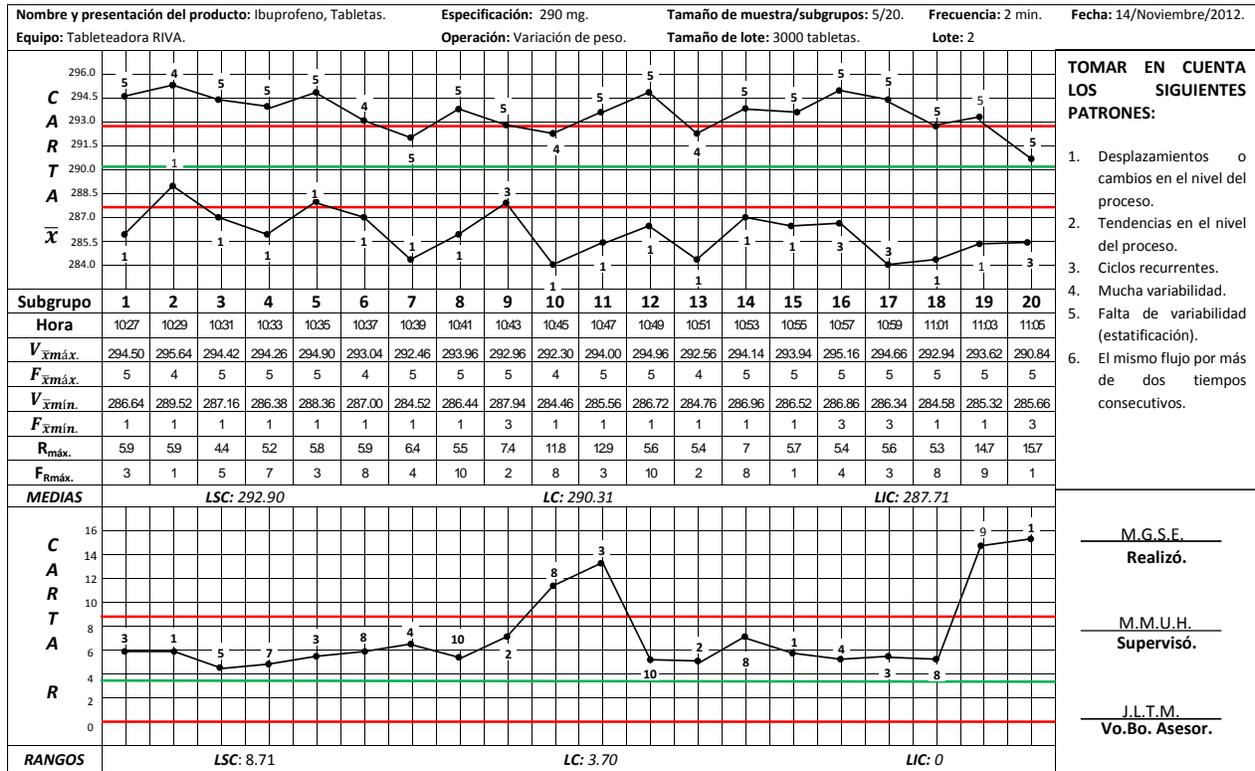


Figura 16. Carta de control grupal $\bar{x} - R$ del lote 2 de tabletas de Ibuprofeno.

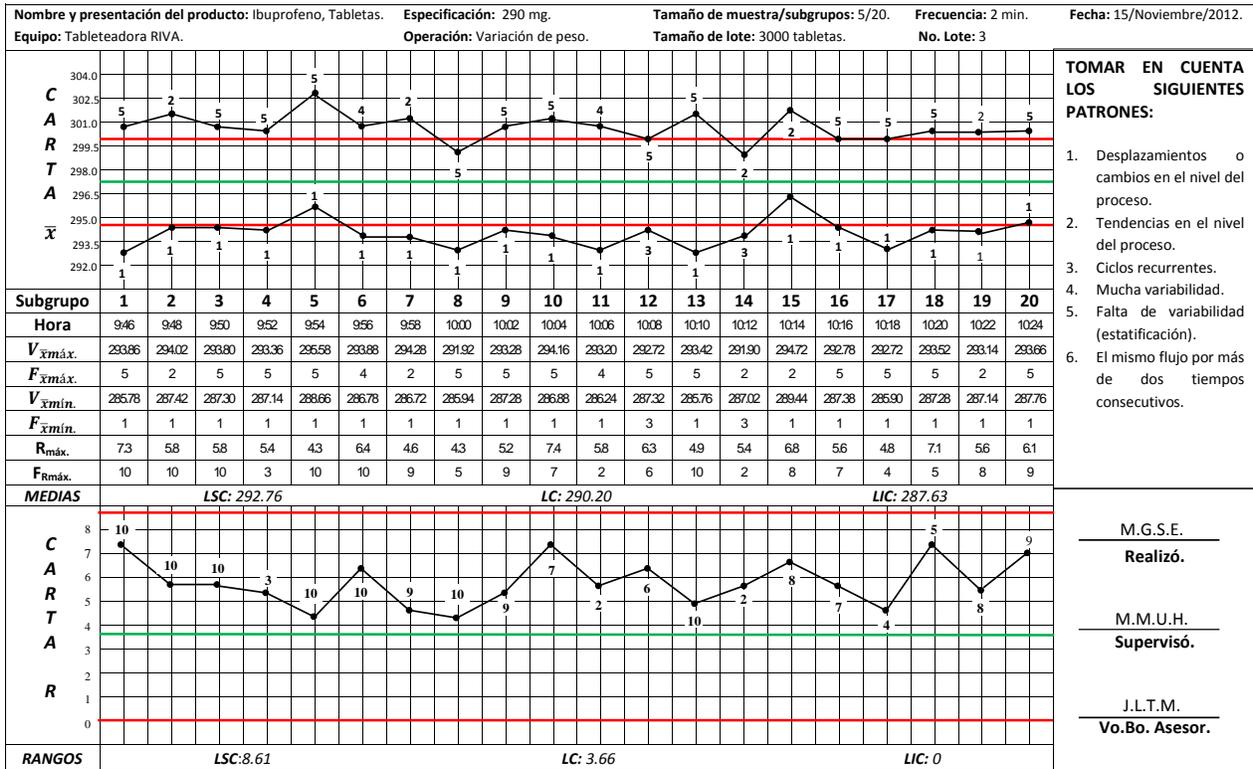
Para el segundo lote de Ibuprofeno, la carta de medias muestra *figura 16*, que la línea representante de los valores máximos tiene una incidencia del 80% del flujo 5, al igual que el flujo 1 en la línea de los valores mínimos, solo el 25 % de los subgrupos de la línea de los máximos se encuentra dentro del límite superior de control, mientras que tan solo el 15 % de los subgrupos de la línea de los valores mínimos se encuentra dentro del área tres sigma. En el gráfico de rangos, *figura 16* cuatro subgrupos se encuentran fuera de los límites de control. Este proceso no estuvo bajo control estadístico.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
 FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA
 LABORATORIOS FARMACÉUTICOS ZARAGOZA



CARTA DE CONTROL GRUPAL $\bar{x} - R$



- TOMAR EN CUENTA LOS SIGUIENTES PATRONES:**
1. Desplazamientos o cambios en el nivel del proceso.
 2. Tendencias en el nivel del proceso.
 3. Ciclos recurrentes.
 4. Mucha variabilidad.
 5. Falta de variabilidad (estaticación).
 6. El mismo flujo por más de dos tiempos consecutivos.

M.G.S.E.
Realizó.

M.M.U.H.
Supervisó.

J.L.T.M.
Vo.Bo. Asesor.

EMITIDO POR	REVISADO POR	VIGENCIA	CÓDIGO	FECHA DE EMISIÓN	APROBADO POR	HOJA

Figura 17. Carta de control grupal $\bar{x} - R$ del lote 3 de tabletas de ibuprofeno.

El tercer lote de Ibuprofeno, mostró en la carta de medias, figura 17 que el 65% de los valores máximos producidos fueron a partir del flujo 5 y el flujo 1 produjo el 90% de los valores mínimos. En ambas líneas solo el 15% de los subgrupos estuvo dentro de los límites de control.

En los tres lotes de tabletas de ibuprofeno, nuevamente se observa que el flujo 5 es el que origina el mayor porcentaje de los valores máximos, así como el flujo 1 es la fuente del mayor porcentaje de valores mínimos.

Al tener como resultado en los dos productos fabricados, los flujos 5 y 1 son los flujos que por lo menos son diferentes, motivo por el cual estos son los que primero se deben revisar.

La carta de control grupal proporciona la evidencia de que por lo menos estos dos flujos son los causantes de que el proceso está fuera de control, y se dice *por lo menos* ya que tenemos el resumen de todo el proceso, pero si existieran flujos muy próximos a los flujos extremos, no se sabría que otros flujos se deberían modificar.

Por lo anterior, se propone complementar la técnica de cartas de control grupal con cartas Spaghetti, estas cartas se basan en el mismo fundamento de las cartas de control tipo Shewhart y ya que se tiene toda la información del proceso, porque para elaborar las cartas de control grupal se recolectaron las muestras necesarias para elaborar una carta por cada flujo.

El objetivo de complementar ambas técnicas es conocer no solo los flujos más extremos, sino ver el comportamiento de cada flujo, y proporcionar la evidencia científica para tomar la mejor decisión acerca del proceso.

Las cartas de control tipo Spaghetti, son funcionales en casos en los que no existe un número excesivo de flujos, si no fuese este el caso, seguramente no se podrían observar claramente el comportamiento de cada uno de los flujos.

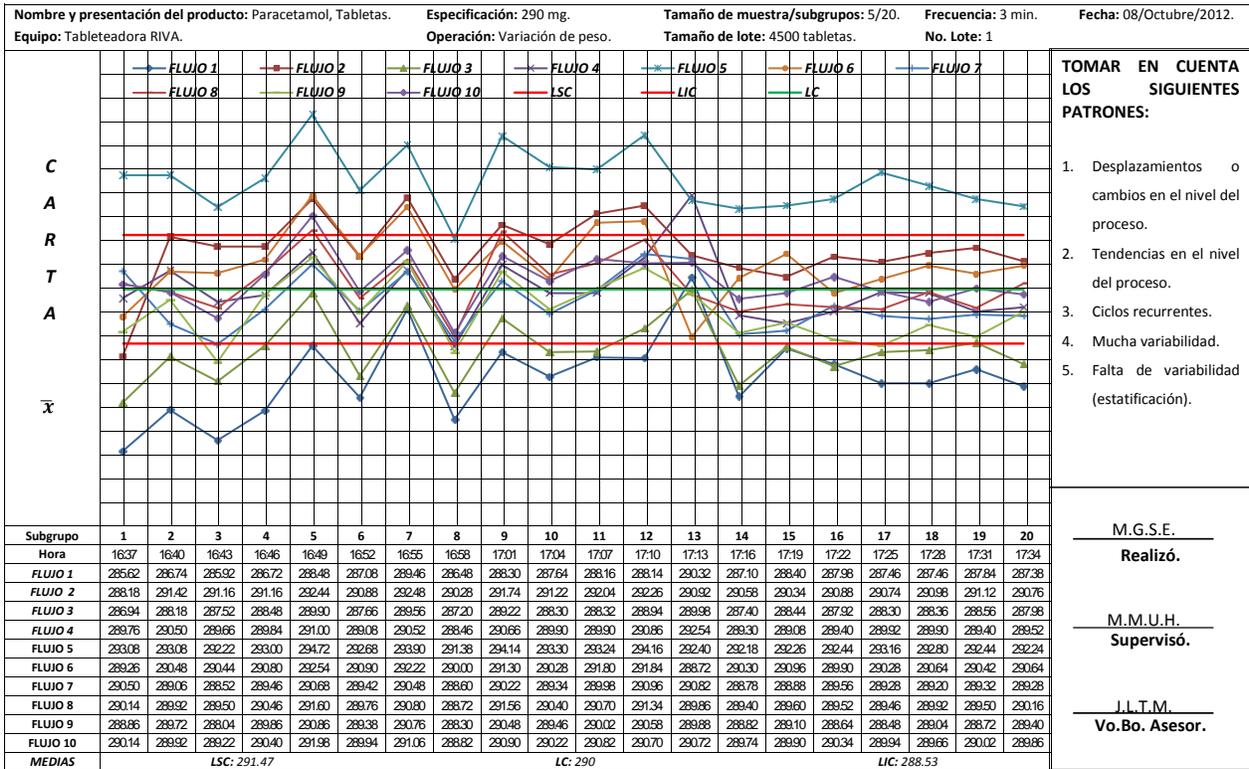
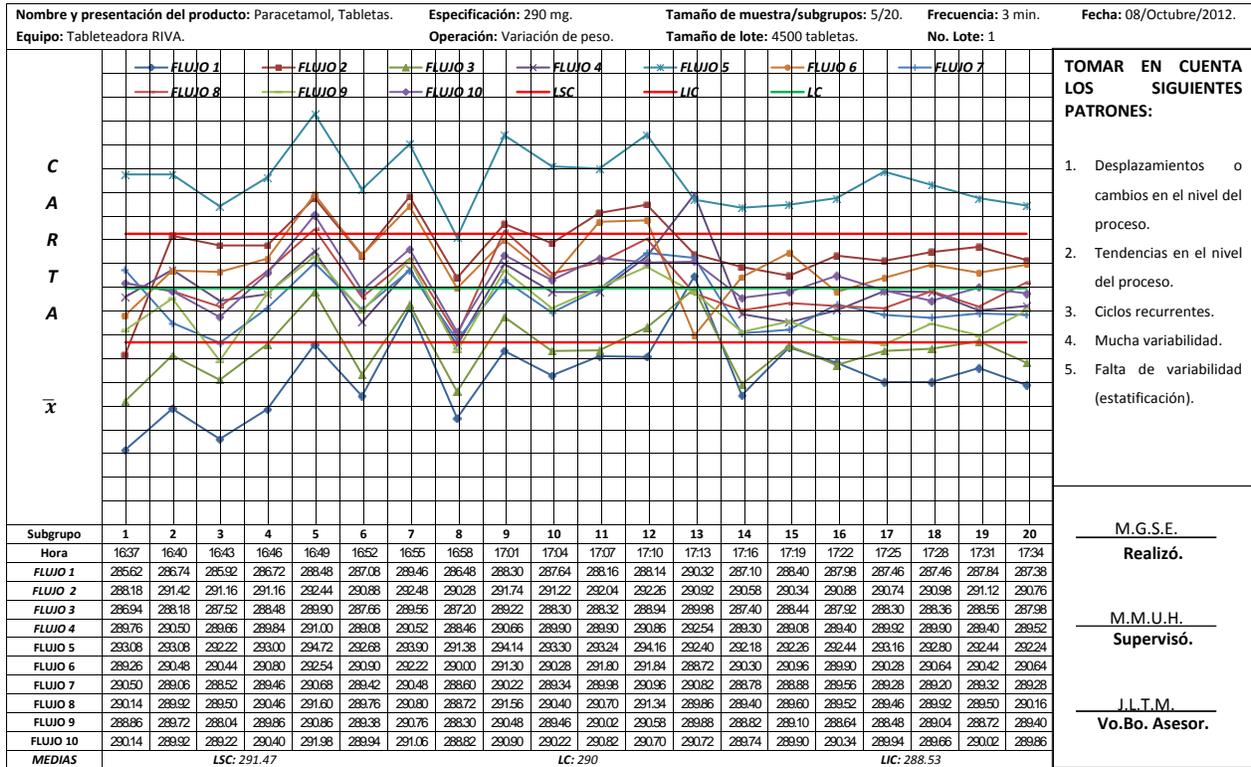


Figura 18. Carta de control Spaghetti del lote 1 de tabletas de Paracetamol.

En el gráfico de Spaghetti del lote 1 de tabletas de Paracetamol *figura 18*, se describe el comportamiento de cada flujo, obteniendo así una visión completa durante todo el tiempo del proceso.

El flujo 5, es la línea más externa, este flujo está casi descrito en su totalidad en la carta de control grupal, los flujos 2 y 6 también deberían ser modificados ya que tiene 4 y 5 subgrupos fuera del límite superior de control, por lo anterior tan solo es para los flujos que presentan valores máximos, mientras que en los valores mínimos, el flujo 1 es el que evidentemente debe ser modificado, pero además el flujo tres, tiene solo el 75% de sus subgrupos dentro del área tres sigma, lo que significa que también se deberían realizar acciones correctivas para este flujo.

Los flujos antes mencionados son los que presentan un gran número de subgrupos fuera del área de control estadístico, aunque no son los únicos.



TOMAR EN CUENTA LOS SIGUIENTES PATRONES:

1. Desplazamientos o cambios en el nivel del proceso.
2. Tendencias en el nivel del proceso.
3. Ciclos recurrentes.
4. Mucha variabilidad.
5. Falta de variabilidad (estafización).

M.G.S.E.
Realizó.

M.M.U.H.
Supervisó.

J.L.T.M.
Vo.Bo. Asesor.

EMITIDO POR	REVISADO POR	VIGENCIA	CÓDIGO	FECHA DE EMISIÓN	APROBADO POR	HOJA

Figura 19. Carta de control Spaghetti del lote 2 de tabletas de Paracetamol

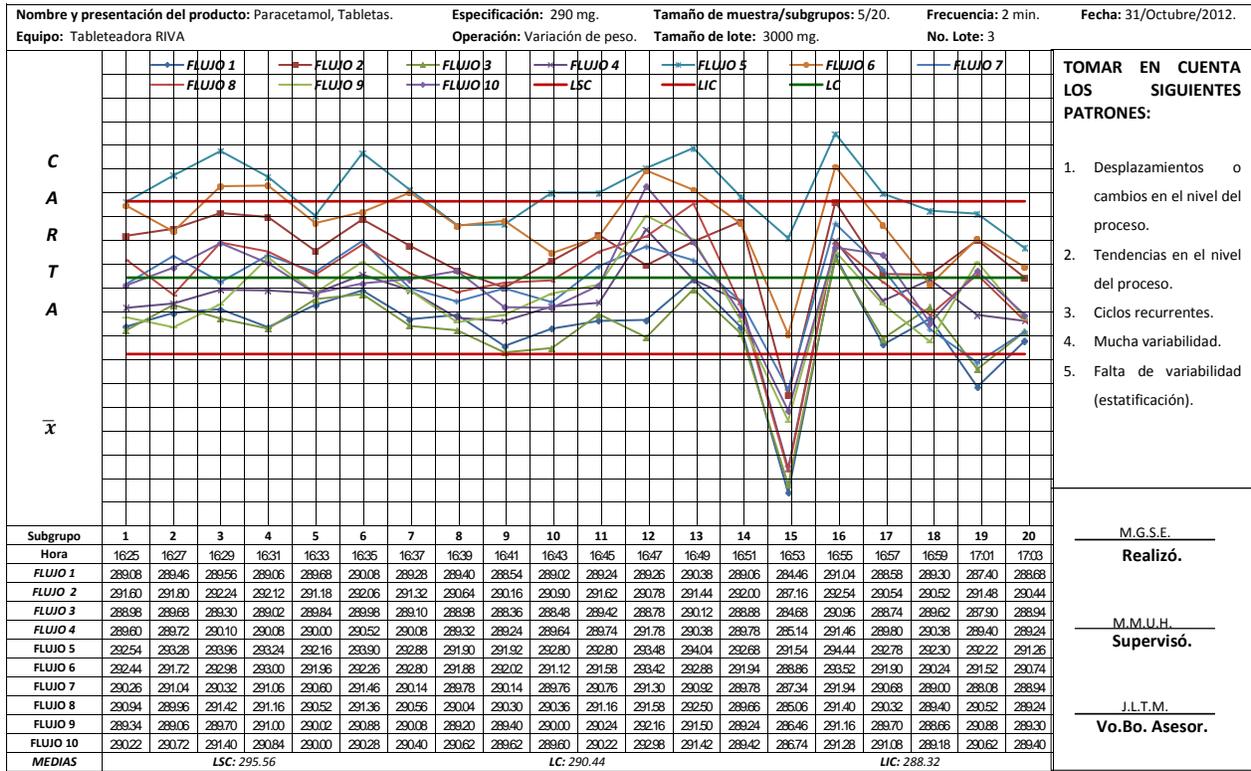
Como se observa en la carta de control del lote 2 de tabletas de Paracetamol *figura 19*, el proceso se encuentra fuera de control estadístico, los diez flujos en más de una ocasión se encuentra fuera de los límites inferior y superior de control.

Durante este proceso de fabricación pudieron existir al menos dos paros de máquina, que se pueden observar en el subgrupo 9 y 18; además de la alta variabilidad durante todo el proceso de fabricación.

Si en base a este gráfico se tuviera que tomar una decisión acerca del proceso, se determinaría que todos los flujos se deben rectificar.



CARTA DE CONTROL SPAGHETTI \bar{x}



EMITIDO POR	REVISADO POR	VIGENCIA	CÓDIGO	FECHA DE EMISIÓN	APROBADO POR	HOJA

Figura 20. Carta de control Spaghetti del lote 3 de tabletas de Paracetamol.

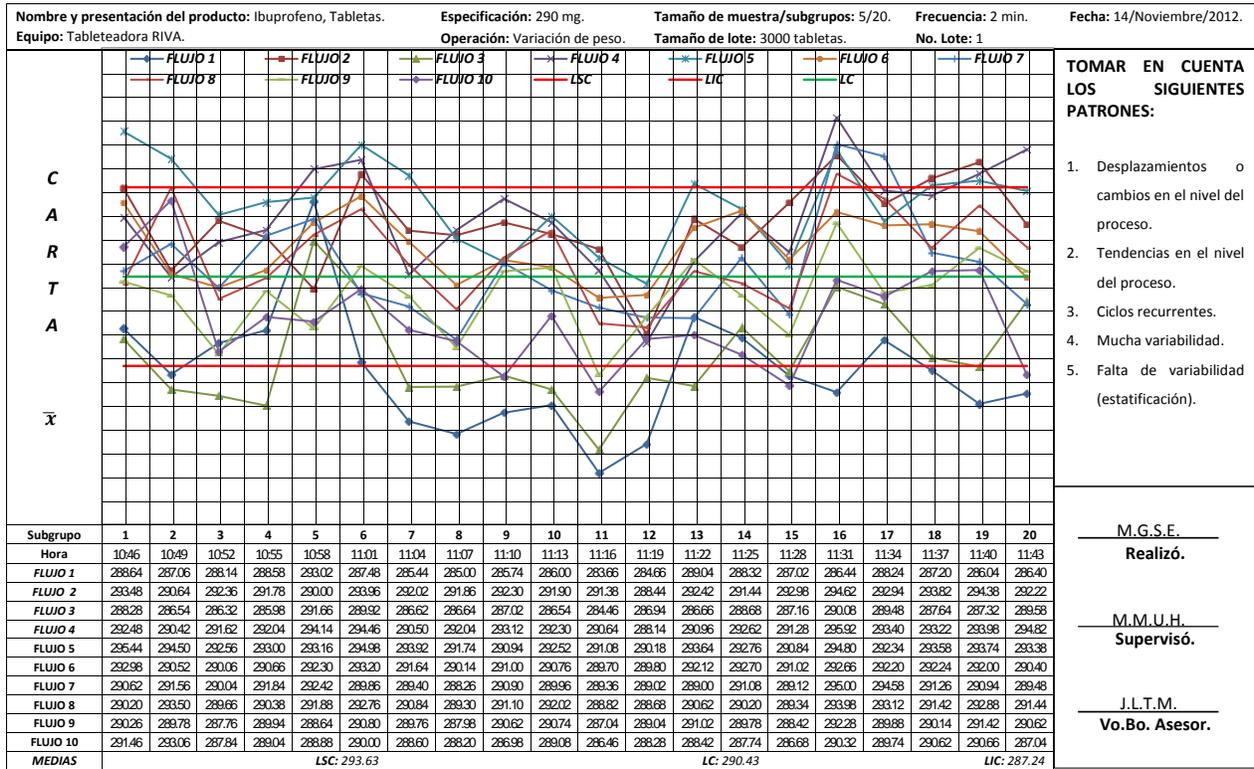
Como se puede observar en la carta de control de Spaghetti del lote 3 de Paracetamol figura 20, la línea más externa al límite superior, corresponde al flujo 5 que tiene un 40% de subgrupos fuera del límite superior; el flujo 6 tiene el 30% de sus subgrupos fuera del límite superior.

Aunque en el flujo 2 no se observa ningún punto fuera del límite superior de control, el subgrupo 13 se encuentra casi en el límite, por lo que se recomienda que este flujo al igual que los flujos 5 y 6 sean rectificadas.

El flujo 3 es el que se encuentra más cerca del límite inferior de control, además de que tiene un 10% de sus subgrupos fuera del área tres sigma, seguido por el flujo 1 el cual tiene el mismo porcentaje, pero se encuentra más alejado del límite inferior de control, por lo anterior se recomienda que estos flujos también sean rectificadas.



CARTA DE CONTROL SPAGHETTI \bar{x}



EMITIDO POR	REVISADO POR	VIGENCIA	CÓDIGO	FECHA DE EMISIÓN	APROBADO POR	HOJA

Figura 21. Carta de control Spaghetti del lote 1 de tabletas de Ibuprofeno.

La carta de control Spaghetti del lote 1 de tabletas de Ibuprofeno *figura 21*, describe el comportamiento de cada flujo a lo largo de todo el tiempo del proceso.

Como se observa existe una alta variabilidad entre los flujos, y se observa que los flujos 5, 4 y 2 son los que presentan un mayor número de subgrupos fuera del límite superior de control, mientras que 1, 3 y 10, son los flujos más externos a el límite inferior de control, por esta razón se recomienda que estos flujos se rectifiquen.



CARTA DE CONTROL SPAGHETTI \bar{x}

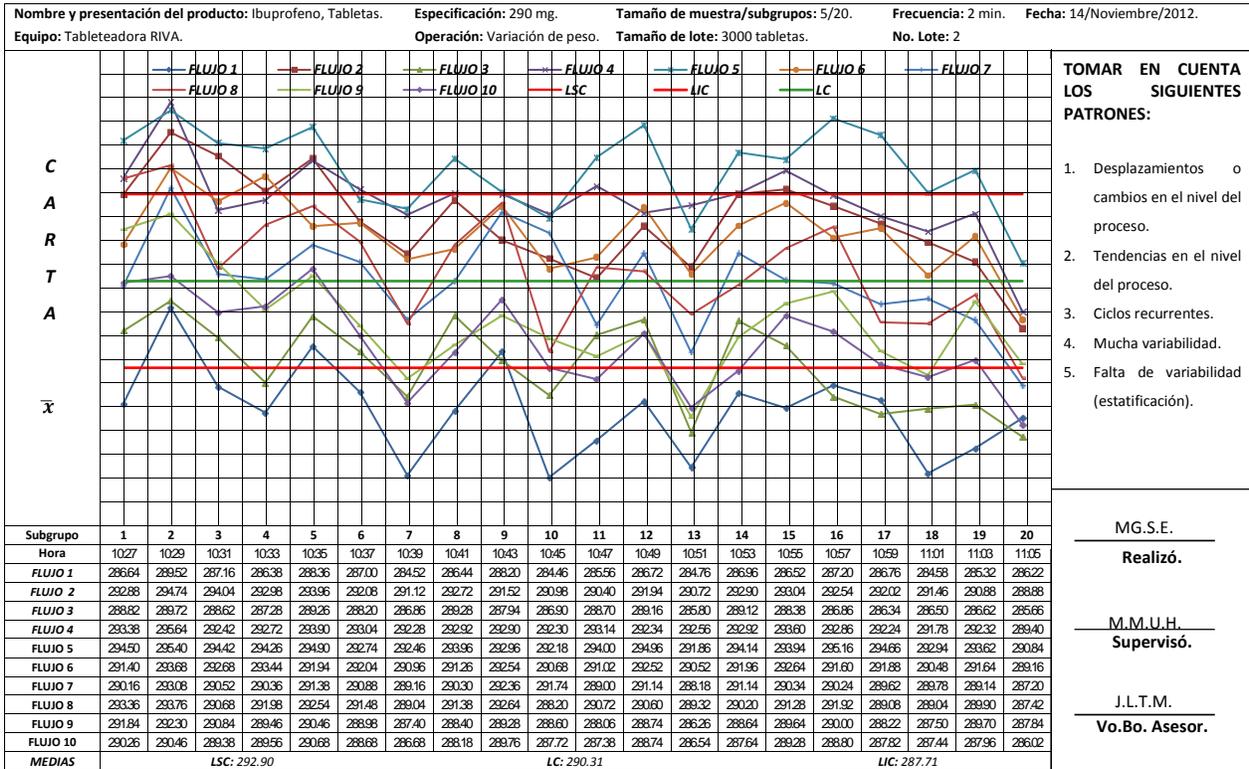


Figura 22. Carta de control Spaghetti del lote 2 de tabletas de Ibuprofeno.

La carta Spaghetti del lote 2 de tabletas de Ibuprofeno figura 22, se puede observar que la línea más externa corresponde al flujo 5, aunque no es la única, ya que los flujos 4, 2 y 6 también presentan subgrupos fuera del área tres sigma, pero en menor cantidad.

Los flujos 1, 3 y 10 presentan un gran número de puntos fuera del límite inferior de control.

Es por esto que se dice que este proceso no se encontró bajo control estadístico.

Lo que significa que los flujos 5,1, 4, 2, 6, 3 y 10 son los primeros que se deben rectificar.

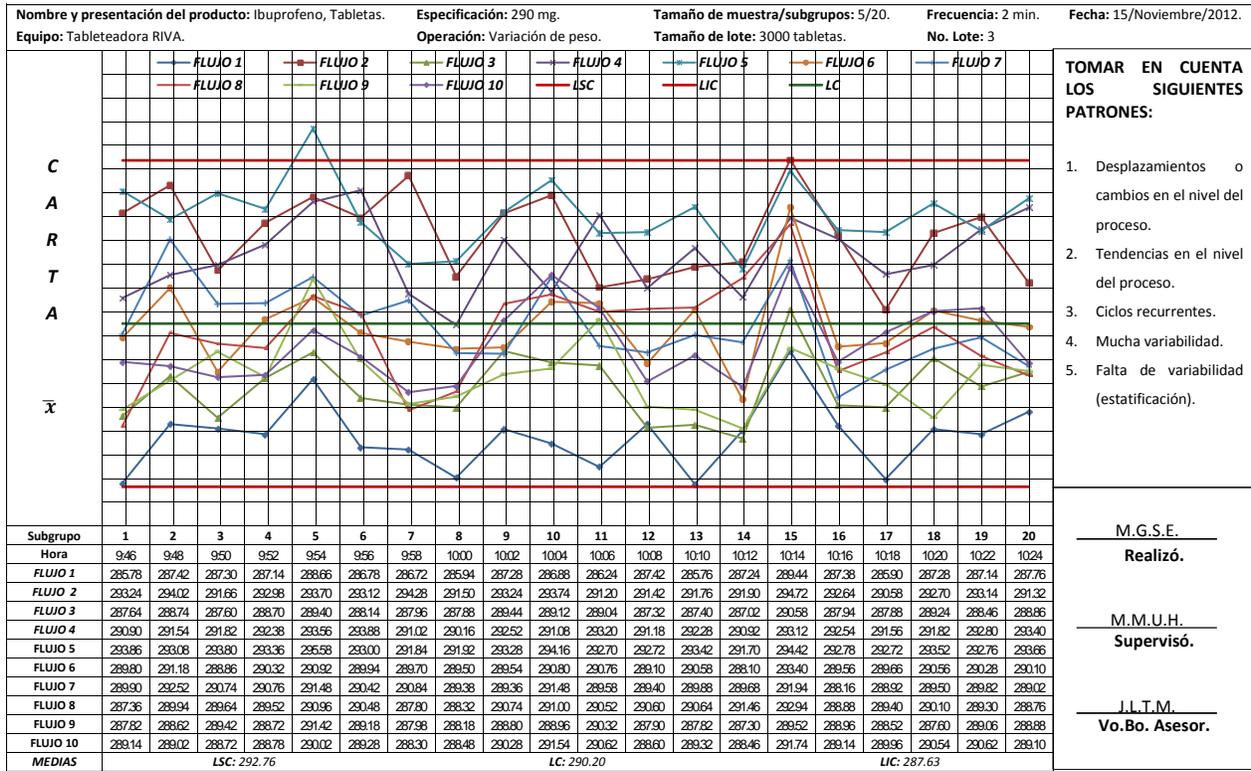


Figura 23. Carta de control Spaghetti del lote 3 de tabletas de Ibuprofeno.

Como se observa en la carta de control Spaghetti del lote 3 de tabletas de Ibuprofeno, figura 23, solo los flujos 5 y 2 tienen puntos fuera del límite superior de control, mientras que no existe ningún punto fuera del límite inferior de control, pero la línea más externa es la que corresponde al flujo 1 seguida por el flujo 3.

En este caso los flujos para los que hay evidencia para rectificarlos son los flujos 5 y 2, aunque si se quiere prever situaciones de riesgo también se recomendaría rectificar los flujos 1 y 3.

Al realizar las gráficas de control tipo Spaghetti de los seis lotes fabricados (tres de Paracetamol y tres de Ibuprofeno), se observa que hay mucha variación entre los flujos, al ser un proceso de tableteado, la variación se puede atribuir principalmente a los punzones, cada flujo cuenta con un punzón inferior, un punzón superior y una matriz, que en teoría no debería existir diferencia en cuanto a las dimensiones independientemente del flujo al que pertenezcan.

Debido a la gran variación se decidió realizar la medición de cada punzón, encontrando que los punzones en cuanto a sus dimensiones son muy diferentes, *tabla 3*.

Tabla 3. Dimensiones de los punzones de la tableteadora RIVA de los Laboratorios Farmacéuticos Zaragoza.

Flujo	Punzón superior (cm)	Punzón inferior (cm)
1	13.40	13.35
2	13.40	13.20
3	13.40	13.30
4	13.30	13.40
5	13.30	13.30
6	13.30	13.35
7	13.30	13.40
8	13.35	13.30
9	13.40	13.30
10	13.35	13.30

VIII. Conclusiones.

Se desarrollaron los formatos y la guía para implementar la carta de control grupal dirigida a los estudiantes de la carrera de Q.F.B. que desarrollan prácticas en los Laboratorios Farmacéuticos Zaragoza, y deseen controlar procesos de flujos múltiples.

Se diseñó un dispositivo para realizar la toma de muestras de cada flujo se evaluó el funcionamiento de las cartas de control grupal aplicándola a los procesos de fabricación de tabletas de Ibuprofeno y Paracetamol que actualmente se realizan en los Laboratorios Farmacéuticos Zaragoza y se detectó que los flujos 1 y 5 (punzones) de la tableteadora Riva “Piccola” presentan problemas de manera que el proceso de fabricación no se encuentra bajo control estadístico.

Complementariamente, se elaboró la carta de control tipo Spaghetti al proceso anterior y se observó que la totalidad de los flujos no se encuentran bajo control estadístico, de manera que podemos decir que el proceso de fabricación de tabletas de paracetamol e ibuprofeno se lleva a cabo en presencia de causas especiales de variación.

IX. Sugerencias.

- Rectificar la totalidad de los punzones y volver a realizar el proceso de fabricación e implementar las cartas de control grupal y spaghetti para controlar el proceso.
- Realizar este control por lo menos una vez cada año, para demostrar que no existe diferencia entre los flujos, y si la hubiera tener evidencia para decir cuales se deben modificar.

ANEXOS.

Anexo A. Valores para calcular los límites de las cartas de control grupal.

Anexo A. Valores para calcular los límites para las cartas de control grupal.

Tabla 4. Valores de A_2^* , correctos para el uso de cartas de control grupal tipo Shewhart.

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20
2	1.88	2.009	2.081	2.131	2.169	2.199	2.225	2.247	2.266	2.283	2.348	2.393
3	1.023	1.093	1.132	1.159	1.18	1.197	1.21	1.222	1.233	1.242	1.277	1.302
4	0.729	0.778	0.806	0.826	0.84	0.852	0.862	0.87	0.878	0.885	0.91	0.927
5	0.577	0.616	0.638	0.654	0.665	0.675	0.682	0.689	0.695	0.7	0.72	0.734
6	0.483	0.516	0.535	0.548	0.557	0.565	0.572	0.578	0.582	0.587	0.603	0.615
7	0.419	0.448	0.464	0.475	0.484	0.49	0.496	0.501	0.505	0.509	0.524	0.534
8	0.373	0.398	0.412	0.422	0.43	0.436	0.441	0.445	0.449	0.452	0.465	0.474
9	0.337	0.36	0.373	0.382	0.388	0.394	0.398	0.402	0.406	0.409	0.42	0.428
10	0.308	0.329	0.341	0.349	0.356	0.361	0.365	0.368	0.371	0.374	0.385	0.392
15	0.223	0.238	0.247	0.253	0.257	0.261	0.264	0.266	0.269	0.271	0.279	0.284
20	0.18	0.192	0.199	0.204	0.207	0.21	0.213	0.215	0.216	0.218	0.224	0.229
25	0.153	0.163	0.169	0.173	0.176	0.179	0.181	0.182	0.184	0.185	0.191	0.194

Tabla 5. Valores de D_4^* , correctos para el uso de cartas de control grupal tipo Shewhart.

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20
2	0.267	3.426	3.51	3.571	3.616	3.653	3.684	3.711	3.734	3.754	3.832	3.886
3	2.575	2.681	2.741	2.783	2.815	2.84	2.862	2.88	2.896	2.91	2.964	3.002
4	2.82	2.37	2.149	2.453	2.479	2.5	2.517	2.532	2.545	2.557	2.601	2.631
5	2.115	2.19	2.333	2.263	2.285	2.303	2.318	2.331	2.343	2.353	2.391	2.418
6	2.004	2.073	2.111	1.138	2.158	2.174	2.188	2.12	2.21	2.219	2.253	2.277
7	1.924	1.987	2.023	2.047	2.066	2.081	2.093	2.104	2.114	2.122	2.154	2.176
8	1.864	1.923	1.956	1.979	1.997	2.011	2.022	2.032	2.041	2.049	2.079	2.099
9	1.816	1.872	1.903	1.925	1.941	1.955	1.966	1.975	1.983	1.991	2.019	2.038
10	1.777	1.83	1.86	1.88	1.896	1.908	1.919	1.928	1.936	1.943	1.97	1.988
15	1.653	1.697	1.722	1.739	1.752	1.763	1.772	1.779	1.786	1.792	1.814	1.83
20	1.585	1.2626	1.648	1.663	1.675	1.685	1.693	1.7	1.706	1.711	1.731	1.745
25	1.541	1.578	1.599	1.613	1.624	1.633	1.64	1.646	1.652	1.657	1.675	1.688

Anexo A. Valores para calcular los límites para las cartas de control grupal.

Tabla 6. Valores de D_3^* , correctos para el uso de cartas de control grupal tipo Shewhart.

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20
7	0.076	0.013	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0.136	0.077	0.044	0.021	0.003	0	0	0	0	0	0	0
9	0.184	0.128	0.097	0.075	0.059	0.045	0.034	0.025	0.017	0.009	0	0
10	0.223	0.17	0.14	0.12	0.104	0.092	0.081	0.072	0.064	0.057	0.03	0.012
15	0.347	0.303	0.278	0.261	0.248	0.237	0.228	0.221	0.214	0.208	0.186	0.17
20	0.415	0.374	0.352	0.337	0.325	0.315	0.307	0.3	0.294	0.289	0.269	0.255
25	0.459	0.422	0.401	0.387	0.376	0.367	0.36	0.354	0.348	0.343	0.325	0.312

Anexo B. Guía para el control de un proceso de flujos múltiples mediante la carta de control grupal $\bar{x} - R$.

Anexo B. Guía para el control de un proceso de flujos múltiples mediante la carta de control grupal $\bar{x} - R$.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA
LABORATORIOS FARMACÉUTICOS ZARAGOZA



GUÍA PARA EL CONTROL DE UN PROCESO DE FLUJOS MÚLTIPLES MEDIANTE LA CARTA DE CONTROL GRUPAL $\bar{x} - R$.	Código:	Sustituye:	Página: 1 de 8.
Área: Producción.	Inicio de vigencia:	Próxima revisión:	

GUÍA PARA EL CONTROL DE UN PROCESO DE FLUJOS MÚLTIPLES MEDIANTE LA CARTA DE CONTROL GRUPAL $\bar{x} - R$.

I. Consideraciones para establecer el proceso a controlar

- a) La orden y el procedimiento de producción indica el proceso que se llevará a cabo, así como el tamaño del lote de producción. Para realizar el control estadístico de procesos de flujos múltiples, mediante la carta de control grupal, (entendiendo por proceso de flujos múltiples un proceso por el cual se tiene más de un flujo o salida por máquina), es importante decir, que los siguientes parámetros: el tamaño de muestra y el número de subgrupos será de 5 y 20 respectivamente.
- b) El tiempo de producción es determinado de acuerdo al tamaño de lote y la velocidad de producción, por ejemplo en tabletas, la tableteadora RIVA produce una tableta por segundo a una velocidad de 2; entonces, si se tuviera un lote de 4500 tabletas esto sería igual a 4500 segundos, por lo tanto, el tiempo de producción sería de 75 minutos.
- c) La frecuencia de muestreo es determinada de acuerdo al tiempo de producción y número de subgrupos, por ejemplo, si se requiere formar 20 subgrupos y se tiene un tiempo de producción de 75 minutos, el tiempo de producción deberá ser dividido entre el número de subgrupos, es decir la frecuencia de muestreo será de 3.75 minutos, por lo tanto cada 3.75 minutos se deberá tomar una muestra hasta completar los 20 subgrupos.
- d) La operación es aquella variable que se controla en un proceso de salida. Por ejemplo, en tabletas dentro de las variables que son controladas están: variación de peso, dureza, diámetro y friabilidad.
- e) La especificación será el valor deseado para una medición que corresponde con al valor deseado y la tolerancia para esa característica de calidad.

II. Descripción del formato “Registro de datos para el control de proceso de flujos múltiples”

Debido a que se requieren cien datos por cada flujo o salida y en el entendido que un proceso de flujos múltiples tiene por lo menos dos salidas, se requiere un formato para mínimo doscientos datos, por lo cual el registro de datos se deberá realizar en este formato.

El formato “Registro de datos para el control de proceso de flujos múltiples” tiene cuatro hojas. Cada hoja consta de cuatro secciones *ver figura 1*.

1. Datos generales
2. Tabulación. Diseñada hasta para diez flujos, veinte muestras y cinco unidades máximo por muestra o subgrupo. Seguidas por dos filas la primera llamada “Promedios” y la segunda “Rangos”.

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:

Anexo B. Guía para el control de un proceso de flujos múltiples mediante la carta de control grupal $\bar{x} - R$.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA
LABORATORIOS FARMACÉUTICOS ZARAGOZA



GUÍA PARA EL CONTROL DE UN PROCESO DE FLUJOS MÚLTIPLES MEDIANTE LA CARTA DE CONTROL GRUPAL $\bar{x} - R$.	Código:	Sustituye:	Página: 2 de 8.
Área: Producción.	Inicio de vigencia:	Próxima revisión:	

3. La última columna de la tabulación está conformada por ocho celdas para cada muestra.

- \bar{x} .
- \bar{R}
- $V_{\bar{x}máx}$
- $F_{\bar{x}má}$,
- $V_{\bar{x}mín}$
- $F_{\bar{x}mín}$
- $R_{máx}$.
- $F_{Rmáx}$.

4. Datos del proceso.

III. Instrucciones para el llenado del formato "Registro de datos para el control de proceso de flujos múltiples"

1. Escribir en la sección de datos del proceso (al final de cada hoja), los datos requeridos:
 - Producto.
 - No. Lote.
 - Grupo.
 - Semestre.
 - Prueba.
 - Realizó.
 - Supervisó.
 - Fecha.
 - Observaciones.
2. Registrar de manera ordenada, los valores de la variable establecida en las cinco celdas que correspondan al número de muestra y al número de flujo.
3. Calcular el promedio de los flujos y escribirlo en la fila "**Promedios**" (esta fila se encuentra sombreada) de cada una de las muestras.
4. Identificar y marcar los datos que corresponden al máximo y mínimo de cada flujo (cinco datos).
5. Calcular el rango de cada flujo y escribirlo en la fila "**Rangos**" (esta fila esta sombreada).
6. Calcular el promedio de los datos de cada una de las muestras y escribirlo en la celda " \bar{x} ".
7. Calcular el " \bar{R} " de cada muestra y escribir el resultado en la celda correspondiente.
8. Ubicar el valor máximo de la fila de promedios.
9. Escribir en la fila $V_{\bar{x}máx}$ el valor máximo de la fila de promedios.
10. Escribir en la fila $F_{\bar{x}máx}$ el flujo al que corresponde el valor máximo de la fila de los promedios.
11. Ubicar el valor mínimo de la fila de promedios.
12. Escribir en la fila $V_{\bar{x}mín}$ el valor mínimo de la fila de promedios.

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:

Anexo B. Guía para el control de un proceso de flujos múltiples mediante la carta de control grupal $\bar{x} - R$.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA
LABORATORIOS FARMACÉUTICOS ZARAGOZA



GUÍA PARA EL CONTROL DE UN PROCESO DE FLUJOS MÚLTIPLES MEDIANTE LA CARTA DE CONTROL GRUPAL $\bar{x} - R$.	Código:	Sustituye:	Página: 3 de 8.
Área: Producción.	Inicio de vigencia:	Próxima revisión:	

13. Escribir en la fila $F_{\bar{x}min}$ el flujo al que corresponde el valor mínimo de la fila de los promedios.
14. Ubicar el valor máximo de la fila de rangos.
15. Escribir en la fila $R_{\bar{x}max}$ el valor máximo de la fila de rangos.
16. Escribir en la fila F_{max} el flujo al que corresponde el valor máximo de la fila de los rangos.
17. Repetir del inciso 9 hasta el 17 para cada muestra, hasta completar la totalidad de las muestras tomadas durante el proceso de producción.

IV. Descripción de la “Carta de control grupal $\bar{x} - R$ ”.

La “Carta de control grupal $\bar{x} - R$ ” se encuentra dividida en diez secciones *ver figura 2 y 3*.

1. Datos generales.
2. Datos del proceso.
 - Nombre y presentación del producto.
 - Especificación.
 - Tamaño de muestra/ subgrupo.
 - Frecuencia.
 - Fecha.
 - Equipo de fabricación.
 - Operación.
 - Tamaño de lote.
 - No. Lote.
3. Carta \bar{x} .
4. Carta R .
5. Datos del formato.
6. Consideraciones que se deberán tomar en cuenta al interpretar la carta de control grupal.
7. Responsables del control de proceso.
 - Elaboró.
 - Supervisó
 - Vo.Bo.
8. La sección ocho consta de las siguientes filas:
 - **Subgrupo.**
 - **Hora**
 - $V_{\bar{x}max}$
 - $F_{\bar{x}má}$

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:

Anexo B. Guía para el control de un proceso de flujos múltiples mediante la carta de control grupal $\bar{x} - R$.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA
LABORATORIOS FARMACÉUTICOS ZARAGOZA



GUÍA PARA EL CONTROL DE UN PROCESO DE FLUJOS MÚLTIPLES MEDIANTE LA CARTA DE CONTROL GRUPAL $\bar{x} - R$.	Código:	Sustituye:	Página: 4 de 8.
Área: Producción.	Inicio de vigencia:	Próxima revisión:	

- $V_{\bar{x}mín}$
- $F_{\bar{x}mín}$
- $R_{max.}$
- $F_{Rmax.}$
- **Medias.**
- **Rangos.**

9. Fórmulas.
10. Cálculos.

V. Instrucciones para llenar la “Carta de control grupal $\bar{x} - R$ ”.

1. Escribir los datos del proceso solicitados en la sección 2 (ver figura 2).
2. Escribir la hora en la que se tomó cada subgrupo (sección 8).
3. Escribir en la fila correspondiente los datos requeridos de la sección ocho (ver figura 1), con base a los calculados en el formato “Registro de datos para el control de proceso de flujos múltiples”

VI. Instrucciones para calcular los límites de control

Los cálculos de los límites de control se realizaran en la sección 10 de la “Carta de control grupal $\bar{x} - R$ ”, de acuerdo con los datos obtenidos en el formato “Registro de datos para el control de proceso de flujos múltiples”.

1. Calcular el promedio de promedios con base a la fórmula 1 y escribir el resultado en la celda “LC” de la fila “**MEDIAS**” ubicada en la sección ocho.

$$\bar{\bar{x}} = \frac{\sum_{i=1}^k \bar{x}}{k} \dots \dots \dots (1)$$

k= número de muestras.

La gran media “ $\bar{\bar{x}}$ ” será la línea central en la carta \bar{x} .

2. Calcular el promedio de los rangos promedio “ $\bar{\bar{R}}$ ” de acuerdo con la siguiente fórmula 2 y escribir el resultado en la celda “LC” de la fila “**RANGOS**” ubicada en la sección ocho.

$$\bar{\bar{R}} = \frac{\sum_{i=1}^k \bar{R}}{k} \dots \dots \dots (2)$$

k= número de muestras.

El $\bar{\bar{R}}$ será la línea central en la carta R.

3. Calcular los límites para la carta \bar{x} , con base a las formulas 3 y 4

$$LSC = \bar{\bar{x}} + A_2^* \bar{\bar{R}} \dots \dots \dots (3)$$

$$LIC = \bar{\bar{x}} - A_2^* \bar{\bar{R}} \dots \dots \dots (4)$$

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:

Anexo B. Guía para el control de un proceso de flujos múltiples mediante la carta de control grupal $\bar{x} - R$.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA
LABORATORIOS FARMACÉUTICOS ZARAGOZA



GUÍA PARA EL CONTROL DE UN PROCESO DE FLUJOS MÚLTIPLES MEDIANTE LA CARTA DE CONTROL GRUPAL $\bar{x} - R$.	Código:	Sustituye:	Página: 5 de 8.
Área: Producción.	Inicio de vigencia:	Próxima revisión:	

4. Escribir los valores obtenidos en las celdas correspondientes de la fila **"MEDIAS"** (sección 8).
5. Calcular los límites para la carta **R**, con base a las formulas 5 y 6.

$$LSC = D_4^* \bar{R} \dots \dots \dots (5)$$

$$LIC = D_3^* \bar{R} \dots \dots \dots (6)$$

6. Escribir los valores obtenidos en las celdas correspondientes de la fila **"RANGOS"** (sección 8).

VII. Instrucciones para elaborar las cartas \bar{x} y R.

1. Seleccionar el valor máximo y el valor mínimo para cada carta, para elegir la escala más apropiada.
2. Trazar la línea central **"LC"** en color verde para cada gráfico, con respecto a la escala que se está utilizando. La línea deberá abarcar desde el subgrupo 1 hasta el 20.
3. Trazar los límites superior e inferior, con líneas de color rojo. Esta línea deberá iniciar en el subgrupo 1 y terminar en el subgrupo 20.

"CARTA \bar{x} "

4. Graficar en la sección 3, los valores de la fila $V_{\bar{x}máx}$.
5. Colocar el flujo al que corresponde cada punto graficado de $V_{\bar{x}máx}$, este valor se tomará de la fila $F_{\bar{x}máx}$.
6. Graficar, en la misma gráfica (sección 3) los valores de la fila $V_{\bar{x}mín}$.
7. Indicar de que flujo o salida proviene, cada valor de $V_{\bar{x}mín}$, esta información se encuentra en la fila $F_{\bar{x}mín}$.

"CARTA R"

8. Trazar los puntos de la fila $R_{máx}$, en la sección 4 de la carta de control grupal, colocando el flujo del que proviene cada punto. Esta información se encuentra en la fila $F_{Rmáx}$.

VIII. Interpretación de la "Carta de control grupal $\bar{x} - R$ ".

1. Para interpretar la carta de control grupal se deberán tomar en cuenta los patrones de comportamiento que se mencionan en la sección 6 de esta carta.

IX. Instrucciones para llenar los responsables del control de proceso (sección 7).

1. Escribir en la línea **"Realizó"** las iniciales del nombre del alumno responsable de calidad.
2. Escribir en la línea **"Supervisó"** las iniciales del nombre del alumno que superviso.
3. Escribir en la línea **"Vo.Bo."** las iniciales del nombre del asesor

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:

Anexo B. Guía para el control de un proceso de flujos múltiples mediante la carta de control grupal $\bar{x} - R$.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA
LABORATORIOS FARMACÉUTICOS ZARAGOZA



GUÍA PARA EL CONTROL DE UN PROCESO DE FLUJOS MÚLTIPLES MEDIANTE LA CARTA DE CONTROL GRUPAL $\bar{x} - R$.	Código:	Sustituye:	Página: 6 de 8.
Área: Producción.	Inicio de vigencia:	Próxima revisión:	

Figura 1.

SECCIÓN 1

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA LABORATORIOS FARMACÉUTICOS ZARAGOZA											
REGISTRO DE DATOS PARA EL CONTROL DEL PROCESO DE FLUJOS MÚLTIPLES											
	FLUJO 1	FLUJO 2	FLUJO 3	FLUJO 4	FLUJO 5	FLUJO 6	FLUJO 7	FLUJO 8	FLUJO 9	FLUJO 10	
MUESTRA 1											$\bar{x} =$
											$R =$
											$V_{\text{máx.}} =$
											$F_{\text{máx.}} =$
											$V_{\text{mín.}} =$
											$F_{\text{mín.}} =$
Promedios											$R_{\text{máx.}} =$
Rangos											$F_{\text{máx.}} =$
MUESTRA 2											$\bar{x} =$
											$R =$
											$V_{\text{máx.}} =$
											$F_{\text{máx.}} =$
											$V_{\text{mín.}} =$
											$F_{\text{mín.}} =$
Promedios											$R_{\text{máx.}} =$
Rangos											$F_{\text{máx.}} =$
MUESTRA 3											$\bar{x} =$
											$R =$
											$V_{\text{máx.}} =$
											$F_{\text{máx.}} =$
											$V_{\text{mín.}} =$
											$F_{\text{mín.}} =$
Promedios											$R_{\text{máx.}} =$
Rangos											$F_{\text{máx.}} =$
MUESTRA 4											$\bar{x} =$
											$R =$
											$V_{\text{máx.}} =$
											$F_{\text{máx.}} =$
											$V_{\text{mín.}} =$
											$F_{\text{mín.}} =$
Promedios											$R_{\text{máx.}} =$
Rangos											$F_{\text{máx.}} =$
MUESTRA 5											$\bar{x} =$
											$R =$
											$V_{\text{máx.}} =$
											$F_{\text{máx.}} =$
											$V_{\text{mín.}} =$
											$F_{\text{mín.}} =$
Promedios											$R_{\text{máx.}} =$
Rangos											$F_{\text{máx.}} =$

Producto:	No. Lote:	Grupo:	Semestre:
Prueba:	Realizó:	Supervisó:	Fecha:
Observaciones:			

S
E
C
C
I
Ó
N
2

S
E
C
C
I
Ó
N
3

SECCIÓN 4

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:

Anexo B. Guía para el control de un proceso de flujos múltiples mediante la carta de control grupal $\bar{x} - R$.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA
LABORATORIOS FARMACÉUTICOS ZARAGOZA



GUÍA PARA EL CONTROL DE UN PROCESO DE FLUJOS MÚLTIPLES MEDIANTE LA CARTA DE CONTROL GRUPAL $\bar{x} - R$.	Código:	Sustituye:	Página: 7 de 8.
Área: Producción.	Inicio de vigencia:	Próxima revisión:	

Figura 2.

SECCIÓN 1

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA
LABORATORIOS FARMACÉUTICOS ZARAGOZA
CARTA DE CONTROL GRUPAL $\bar{x} - R$

Nombre y presentación del producto:	Especificación:	Tamaño de muestra/subgrupos:	Frecuencia:	Fecha:
Equipo:	Operación:	Tamaño de lote:	No. Lote:	

SECCIÓN 2

CARTA

\bar{x}

Subgrupo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Hora																				
$V_{\bar{x}máx.}$																				
$F_{\bar{x}máx.}$																				
$V_{\bar{x}mín.}$																				
$F_{\bar{x}mín.}$																				
R																				
F_{Rmax}																				
MEDIAS	LSC:					LC:					LIC:									

SECCIÓN 3

SECCIÓN 4

SECCIÓN 5

SECCIÓN 6

SECCIÓN 7

CARTA

R

RANGOS	LSC:					LC:					LIC:				
--------	------	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	------	--	--	--	--

EMITIDO POR:

REVISADO POR:

VIGENCIA:

CÓDIGO:

FECHA DE EMISIÓN:

APROBADO POR:

HOJA:

SECCIÓN 5

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:

80

Anexo C. Formato: “Registro de datos para el control de proceso de flujos múltiples.”

Anexo C. Registro de datos para el control del proceso de flujos múltiples.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
 FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA
 LABORATORIOS FARMACEUTICOS ZARAGOZA



REGISTRO DE DATOS PARA EL CONTROL DEL PROCESO DE FLUJOS MÚLTIPLES

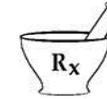
	FLUJO 1	FLUJO 2	FLUJO 3	FLUJO 4	FLUJO 5	FLUJO 6	FLUJO 7	FLUJO 8	FLUJO 9	FLUJO 10	
MUESTRA 1											$\bar{x} =$
											$\bar{R} =$
											$V_{\bar{x}máx.} =$
											$F_{\bar{x}máx.} =$
											$V_{\bar{x}mín.} =$
Promedios											$F_{\bar{x}mín.} =$
Rangos											$R_{max} = F_{max} =$
MUESTRA 2											$\bar{x} =$
											$\bar{R} =$
											$V_{\bar{x}máx.} =$
											$F_{\bar{x}máx.} =$
											$V_{\bar{x}mín.} =$
Promedios											$F_{\bar{x}mín.} =$
Rangos											$R_{max} = F_{max} =$
MUESTRA 3											$\bar{x} =$
											$\bar{R} =$
											$V_{\bar{x}máx.} =$
											$F_{\bar{x}máx.} =$
											$V_{\bar{x}mín.} =$
Promedios											$F_{\bar{x}mín.} =$
Rangos											$R_{max} = F_{max} =$
MUESTRA n...											$\bar{x} =$
											$\bar{R} =$
											$V_{\bar{x}máx.} =$
											$F_{\bar{x}máx.} =$
											$V_{\bar{x}mín.} =$
Promedios											$F_{\bar{x}mín.} =$
Rangos											$R_{max} = F_{max} =$
MUESTRA 20											$\bar{x} =$
											$\bar{R} =$
											$V_{\bar{x}máx.} =$
											$F_{\bar{x}máx.} =$
											$V_{\bar{x}mín.} =$
Promedios											$F_{\bar{x}mín.} =$
Rangos											$R_{max} = F_{max} =$

Producto:	No. Lote:	Grupo:	Semestre:
Prueba:	Realizó:	Supervisó:	Fecha:
Observaciones:			

Anexo D. Formato: "Carta de control grupal."



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
 FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA
 LABORATORIOS FARMACÉUTICOS ZARAGOZA



CARTA DE CONTROL GRUPAL $\bar{x} - R$

Nombre y presentación del producto:		Especificación:		Tamaño de muestra/subgrupos:		Frecuencia:		Fecha:															
Equipo:		Operación:		Tamaño de lote:		No. Lote:																	
G R Á F I C O \bar{x}																					TOMAR EN CUENTA LOS SIGUIENTES PATRONES: 1. Desplazamientos o cambios en el nivel del proceso. 2. Tendencias en el nivel del proceso. 3. Ciclos recurrentes. 4. Mucha variabilidad. 5. Falta de variabilidad (estratificación). 6. El mismo flujo por más de dos tiempos consecutivos.		
	Subgrupo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19		20	
	Hora																						
	$V_{\bar{x}máx.}$																						
	$F_{\bar{x}máx.}$																						
	$V_{\bar{x}mín.}$																						
	$F_{\bar{x}mín.}$																						
	$R_{máx.}$																						
	$F_{Rmáx.}$																						
	MEDIAS	<i>LSC:</i>					<i>LC:</i>					<i>LIC:</i>											
G R Á F I C O R																						<hr/> <p style="text-align: center;">Realizó.</p> <hr/> <p style="text-align: center;">Supervisó.</p> <hr/> <p style="text-align: center;">Vo.Bo. Asesor.</p>	
	RANGOS	<i>LSC:</i>					<i>LC:</i>					<i>LIC:</i>											

EMITIDO POR	REVISADO POR	VIGENCIA	CÓDIGO	FECHA DE EMISIÓN	APROBADO POR	HOJA

Fórmulas		
	<i>Medias</i>	<i>Rangos</i>
Línea Central (LC)	$\bar{\bar{x}}$	$\bar{\bar{R}}$
Límite Superior de Control (LSC)	$\bar{\bar{x}} + A_2^* \bar{\bar{R}}$	$D_4^* \bar{\bar{R}}$
Límite Inferior de Control (LIC)	$\bar{\bar{x}} - A_2^* \bar{\bar{R}}$	$D_3^* \bar{\bar{R}}$
Los valores de las constantes A_2^*, D_3^*, D_4^* para un proceso de 10 flujos con un tamaño de muestra igual a 5 son: $A_2^* = 0.7, D_3^* = 0$ y $D_4^* = 2.353$.		
Cálculos		

Anexo E. Formato: “Carta de control Spaghetti.”



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
 FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA
 LABORATORIOS FARMACÉUTICOS ZARAGOZA



CARTA DE CONTROL SPAGUETTI \bar{x}

Nombre y presentación del producto:	Especificación:	Tamaño de muestra/subgrupos:	Frecuencia:	Fecha:																		
Equipo:	Operación:	Tamaño de lote:	No. Lote:																			
C A R T A \bar{x}																			TOMAR EN CUENTA LOS SIGUIENTES PATRONES: 1. Desplazamientos o cambios en el nivel del proceso. 2. Tendencias en el nivel del proceso. 3. Ciclos recurrentes. 4. Mucha variabilidad. 5. Falta de variabilidad (estratificación).			
	Subgrupo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	_____ Realizó. _____ Supervisó. _____ Vo.Bo. Asesor.
	Hora																					
	FLUJO 1																					
	FLUJO 2																					
	FLUJO 3																					
	FLUJO 4																					
	FLUJO 5																					
	FLUJO 6																					
	FLUJO 7																					
	FLUJO 8																					
	FLUJO 9																					
	FLUJO 10																					
	MEDIAS	LSC:					LC:					LIC:										

EMITIDO POR	REVISADO POR	VIGENCIA	CÓDIGO	FECHA DE EMISIÓN	APROBADO POR	HOJA

Fórmulas		
	<i>Medias</i>	<i>Rangos</i>
Línea Central (LC)	$\bar{\bar{x}}$	$\bar{\bar{R}}$
Límite Superior de Control (LSC)	$\bar{\bar{x}} + A_2^* \bar{\bar{R}}$	$D_4^* \bar{\bar{R}}$
Límite Inferior de Control (LIC)	$\bar{\bar{x}} - A_2^* \bar{\bar{R}}$	$D_3^* \bar{\bar{R}}$
Los valores de las constantes A_2^*, D_3^*, D_4^* para un proceso de 10 flujos con un tamaño de muestra igual a 5 son: $A_2^* = 0.7, D_3^* = 0$ y $D_4^* = 2.353$.		
Cálculos		

***Anexo F.* Formatos de Registro de datos para el control de
proceso de flujos múltiples de tabletas de
Paracetamol.**

Lote 1

Anexo F. Formatos de registro de datos para el control de procesos de flujos múltiples de Paracetamol.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
 FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA
 LABORATORIOS FARMACEUTICOS ZARAGOZA
REGISTRO DE DATOS PARA EL CONTROL DEL PROCESO DE FLUJOS MÚLTIPLES



	FLUJO 1	FLUJO 2	FLUJO 3	FLUJO 4	FLUJO 5	FLUJO 6	FLUJO 7	FLUJO 8	FLUJO 9	FLUJO 10	
MUESTRA 1	284.3	287.5	286.8	289.2	293.7	291.7	290.7	292.8	288.9	290.8	$\bar{x} = 289.25$
	283.8	288.6	286.7	288.8	292.5	290.8	290.4	288.4	288.8	289.4	$\bar{R} = 3.07$
	285.7	288.5	288.1	289.4	293.5	283.2	289.5	289.2	288.7	290.9	$V_{\bar{x}m\acute{a}x.} = 293.08$
	289.1	288.9	285.6	291.1	292.5	289.6	290.4	290.1	288.2	289.7	$F_{\bar{x}m\acute{a}x.} = 5$
	285.2	287.4	287.5	290.3	293.2	291	291.5	290.2	289.7	289.9	$V_{\bar{x}m\acute{i}n.} = 285.62$
Promedios	285.62	288.18	286.94	289.76	293.08	289.26	290.5	290.14	288.86	290.14	$F_{\bar{x}m\acute{i}n.} = 1$
Rangos	5.3	1.5	2.5	2.3	1.2	8.5	2	4.4	1.5	1.5	$R_{max} = 8.5$ $F_{max} = 6$
MUESTRA 2	285.2	291	287.5	292.6	292.7	290.7	289.1	289.7	290	289	$\bar{x} = 289.9$
	290.2	292.1	288.4	289.5	293.2	289.9	289.7	288.6	289.5	289.4	$\bar{R} = 2.22$
	286	291.9	288.2	290.2	292.2	289.9	288.7	291.2	289.5	291.2	$V_{\bar{x}m\acute{a}x.} = 293.08$
	285.8	291.1	287.4	290.8	292.9	290	288.6	290.5	289.4	290.1	$F_{\bar{x}m\acute{a}x.} = 5$
	286.5	291	289.4	289.4	294.4	291.9	289.2	289.6	290.2	289.9	$V_{\bar{x}m\acute{i}n.} = 286.74$
Promedios	286.74	291.42	288.18	290.5	293.08	290.48	289.06	289.92	289.72	289.92	$F_{\bar{x}m\acute{i}n.} = 1$
Rangos	5	1.1	2	3.2	2.2	2	1.1	2.6	0.8	2.2	$R_{max} = 5$ $F_{max} = 1$
MUESTRA 3	285.9	292.2	287.2	287.9	292.6	290.2	289.3	290.1	287.9	289.8	$\bar{x} = 289.22$
	284.7	290.8	287.6	289.8	292.1	291.2	288	290	287.8	288.4	$\bar{R} = 1.88$
	286.6	290	287.8	289.6	291.4	290.2	287.3	288.5	288.9	289.3	$V_{\bar{x}m\acute{a}x.} = 292.22$
	285.6	292.5	286.8	289.9	292.3	290.4	290.2	289.6	288.1	289.4	$F_{\bar{x}m\acute{a}x.} = 5$
	286.8	290.3	288.2	291.1	292.7	290.2	287.8	289.3	287.5	289.2	$V_{\bar{x}m\acute{i}n.} = 285.92$
Promedios	285.92	291.16	287.52	289.66	292.22	290.44	288.52	289.5	288.04	289.22	$F_{\bar{x}m\acute{i}n.} = 1$
Rangos	2.1	2.5	1.4	3.2	1.3	1	2.9	1.6	1.4	1.4	$R_{max} = 3.2$ $F_{max} = 4$
MUESTRA 4	286.7	292.1	289.2	289.2	293.2	290.8	290.3	289.5	289.7	289.4	$\bar{x} = 290.02$
	287.1	291	290.1	290.1	292.9	290	289.1	289.4	290.2	291.1	$\bar{R} = 1.79$
	286.3	291.4	288.2	290.5	293.2	291.7	289.4	290.1	289.5	290.7	$V_{\bar{x}m\acute{a}x.} = 293.00$
	287.4	291.4	287.9	290.1	292.9	291.4	289.1	289.6	290.1	290	$F_{\bar{x}m\acute{a}x.} = 5$
	286.1	289.9	287	289.3	292.8	290.1	289.4	293.7	289.8	290.8	$V_{\bar{x}m\acute{i}n.} = 286.72$
Promedios	286.72	291.16	288.48	289.84	293	290.8	289.46	290.46	289.86	290.4	$F_{\bar{x}m\acute{i}n.} = 1$
Rangos	1.3	2.2	3.1	1.3	0.4	1.7	1.2	4.3	0.7	1.7	$R_{max} = 4.3$ $F_{max} = 8$
MUESTRA 5	288.4	292.1	289.4	291.2	294.4	291.3	290.6	291.1	290.4	292.8	$\bar{x} = 289.42$
	287.9	293.4	291	291.7	294.4	293.7	289.8	292.1	290.8	291.2	$\bar{R} = 1.80$
	288.7	292	288.6	291.4	295.1	292.8	290.2	291.1	291.6	292.3	$V_{\bar{x}m\acute{a}x.} = 294.72$
	288.3	292.5	290.4	290.3	295.5	292.2	289.5	291.3	290.7	291.7	$F_{\bar{x}m\acute{a}x.} = 5$
	289.1	292.2	290.1	290.4	294.2	292.7	293.3	292.4	290.8	291.9	$V_{\bar{x}m\acute{i}n.} = 288.48$
Promedios	288.48	292.44	289.9	291	294.72	292.54	290.68	291.6	290.86	291.98	$F_{\bar{x}m\acute{i}n.} = 1$
Rangos	1.2	1.4	2.4	1.4	1.3	2.4	3.8	1.3	1.2	1.6	$R_{max} = 3.8$ $F_{max} = 7$

Producto: Paracetamol, Tabletas	No. Lote: 1	Grupo:	Semestre: 2013-1
Prueba: Variación de peso	Realizó: M.G.S.E.	Supervisó: M.M.U.H.	Fecha: 08/Octubre/2012
Observaciones: Peso mg			

Anexo F. Formatos de registro de datos para el control de procesos de flujos múltiples de Paracetamol.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA
LABORATORIOS FARMACEUTICOS ZARAGOZA
REGISTRO DE DATOS PARA EL CONTROL DEL PROCESO DE FLUJOS MÚLTIPLES



	FLUJO 1	FLUJO 2	FLUJO 3	FLUJO 4	FLUJO 5	FLUJO 6	FLUJO 7	FLUJO 8	FLUJO 9	FLUJO 10	
MUESTRA 6	286.8	291.2	286.8	289.8	293.1	290.5	288.7	289.7	288.8	291.1	$\bar{x} = 289.68$
	287.6	291.1	288.3	288.4	291.5	294.5	289.4	290.3	287.9	288.4	$\bar{R} = 2.81$
	286.1	290.7	289.8	289.3	290.9	290.1	288.8	288.5	288.8	290.1	$V_{\bar{x}máx.} = 292.68$
	286.6	290.1	286.6	288.8	294.3	290.1	289.4	290.3	288.6	290.7	$F_{\bar{x}máx.} = 5$
	288.3	291.3	286.8	289.1	293.6	289.3	290.8	290	292.8	289.4	$V_{\bar{x}mín.} = 287.08$
Promedios	287.08	290.88	287.66	289.08	292.68	290.9	289.42	289.76	289.38	289.94	$F_{\bar{x}mín.} = 1$
Rangos	2.2	1.2	3.2	1.4	3.4	5.2	2.1	1.8	4.9	2.7	$R_{max} = 5.2$ $F_{max} = 6$
MUESTRA 7	288.4	291	290.1	290.7	294	292.5	291.6	291.5	290.4	290.1	$\bar{x} = 281.12$
	289.4	294.4	290.2	290.2	295.2	291.8	289.4	290.1	292	291.4	$\bar{R} = 2.02$
	288.8	292.9	288.6	290.4	293.4	291.7	289.5	291.5	290.8	291	$V_{\bar{x}máx.} = 293.90$
	291.6	292.4	289.1	291.3	293.7	292.8	290.4	290.8	291	291.7	$F_{\bar{x}máx.} = 5$
	289.1	291.7	289.8	290	293.2	292.3	291.5	290.1	289.6	291.1	$V_{\bar{x}mín.} = 289.46$
Promedios	289.46	292.48	289.56	290.52	293.9	292.22	290.48	290.8	290.76	291.06	$F_{\bar{x}mín.} = 1$
Rangos	3.2	3.4	1.6	1.3	2	1.1	2.2	1.4	2.4	1.6	$R_{max} = 3.4$ $F_{max} = 2$
MUESTRA 8	286.8	291.1	286.9	289	292.8	291	288.8	287.8	287.2	289.6	$\bar{x} = 290.85$
	286.5	290.3	286.6	289	290.7	290.9	289.3	288.9	288.5	289.9	$\bar{R} = 2.27$
	287	290.3	288	288.2	290.4	290	289.1	288.4	288.8	287.3	$V_{\bar{x}máx.} = 291.38$
	287	290.2	287.4	287.3	289.9	289.7	287.2	290	290.2	288.4	$F_{\bar{x}máx.} = 5$
	285.1	289.5	287.1	288.8	293.1	288.4	288.6	288.5	286.8	288.9	$V_{\bar{x}mín.} = 286.48$
Promedios	286.48	290.28	287.2	288.46	291.38	290	288.6	288.72	288.3	288.82	$F_{\bar{x}mín.} = 1$
Rangos	1.9	1.6	1.4	1.7	3.2	2.6	2.1	2.2	3.4	2.6	$R_{max} = 2.1$ $F_{max} = 5$
MUESTRA 9	287.7	292.3	289.5	290.1	295.3	291.6	289.8	291.7	290.3	291	$\bar{x} = 288.82$
	288.2	291.5	289.2	291.1	293.4	290.9	290.7	292	290.8	291.1	$\bar{R} = 1.37$
	288.2	291.6	288.9	290.7	293.2	290.9	290.6	290.7	289.4	290.1	$V_{\bar{x}máx.} = 294.14$
	288.7	291.9	289.5	289.8	294.5	292.1	289.7	292	290.4	290.5	$F_{\bar{x}máx.} = 5$
	288.7	291.4	289	291.6	294.3	291	290.3	291.4	291.5	291.8	$V_{\bar{x}mín.} = 288.30$
Promedios	288.3	291.74	289.22	290.66	294.14	291.3	290.22	291.56	290.48	290.9	$F_{\bar{x}mín.} = 1$
Rangos	1	0.9	0.6	1.8	2.1	1.2	1	1.3	2.1	1.7	$R_{max} = 2.1$ $F_{max} = 5$
MUESTRA 10	288	291.5	288.8	289.2	292.3	290.5	289.8	290.8	288.7	289.1	$\bar{x} = 291.01$
	287.6	292.4	289.2	291.2	293.9	291.6	288.8	290.8	288.8	290.2	$\bar{R} = 1.88$
	287.8	290.8	287.6	289.5	293.2	291.1	288.4	290.1	289.5	291.2	$V_{\bar{x}máx.} = 293.3$
	287.7	290.7	288.1	290.2	293.6	290.5	289.4	289.4	290.3	291.2	$F_{\bar{x}máx.} = 5$
	287.1	290.7	287.8	289.4	293.5	287.7	290.3	290.9	290	289.4	$V_{\bar{x}mín.} = 287.54$
Promedios	287.64	291.22	288.3	289.9	293.3	290.28	289.34	290.4	289.46	290.22	$F_{\bar{x}mín.} = 1$
Rangos	0.9	1.7	1.6	2	1.6	3.9	1.9	1.5	1.6	2.1	$R_{max} = 3.9$ $F_{max} = 6$

Producto: Paracetamol, Tabletas	No. Lote: 1	Grupo:	Semestre: 2013-1
Prueba: Variación de peso	Realizó: M.G.S.E.	Supervisó: M.M.U.H.	Fecha: 08/Octubre/2012
Observaciones: Peso mg			

Anexo F. Formatos de registro de datos para el control de procesos de flujos múltiples de Paracetamol.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA
LABORATORIOS FARMACEUTICOS ZARAGOZA



REGISTRO DE DATOS PARA EL CONTROL DEL PROCESO DE FLUJOS MÚLTIPLES

	FLUJO 1	FLUJO 2	FLUJO 3	FLUJO 4	FLUJO 5	FLUJO 6	FLUJO 7	FLUJO 8	FLUJO 9	FLUJO 10	
MUESTRA 11	288.1	291.2	287.9	289.9	293.5	291.6	290.3	290.5	290.6	291.5	$\bar{x} = 290.50$
	287.8	291.9	288.8	289.6	292.2	293.2	289.8	290.6	289.6	290.8	$\bar{R} = 1.42$
	288.5	292.9	287.7	289.4	293.6	292.5	289.6	290.8	290.2	290.1	$V_{\bar{x}máx.} = 293.24$
	288.5	292.7	289.2	289.5	293.9	290.4	290.2	290.3	289.7	291.3	$F_{\bar{x}máx.} = 5$
	287.9	291.5	288	291.1	293	291.3	290	291.3	290	290.4	$V_{\bar{x}mín.} = 288.16$
Promedios	288.16	292.04	288.32	289.9	293.24	291.8	289.98	290.7	290.02	290.82	$F_{\bar{x}mín.} = 1$
Rangos	0.7	1.7	1.5	1.7	1.7	2.8	0.7	1	1	1.4	$R_{max} = 2.8 \quad F_{max} = 6$
MUESTRA 12	287.8	292.1	288.6	291.8	294.3	292.5	289.4	291.7	290.8	289.9	$\bar{x} = 290.98$
	287.4	292.4	290.1	290.1	294.2	291.7	290.9	291.2	291.2	291.2	$\bar{R} = 1.67$
	288.3	292.2	289.2	290.4	293.8	291.1	291.1	292	290.2	291.8	$V_{\bar{x}máx.} = 294.16$
	289.3	292.4	288.4	290.8	293.5	291.8	290.2	291.1	290.7	290.2	$F_{\bar{x}máx.} = 5$
	287.9	292.2	288.4	291.2	295	292.1	293.2	290.7	290	290.4	$V_{\bar{x}mín.} = 288.14$
Promedios	288.14	292.26	288.94	290.86	294.16	291.84	290.96	291.34	290.58	290.7	$F_{\bar{x}mín.} = 1$
Rangos	1.9	0.3	1.7	1.7	1.5	1.4	3.8	1.3	1.2	1.9	$R_{max} = 3.8 \quad F_{max} = 7$
MUESTRA 13	292.2	291	290	291	293.9	287.3	291	290	290.2	291.7	$\bar{x} = 290.62$
	288.3	292.4	289	293.8	291.5	291.4	291.2	289.3	289.3	289.5	$\bar{R} = 2.66$
	291.8	289.8	290.1	291.3	290.5	288.6	291	289.1	289.7	291.9	$V_{\bar{x}máx.} = 295.54$
	288	289.1	290.5	293.9	294.1	287.6	289.6	290.8	289.7	290.4	$F_{\bar{x}máx.} = 4$
	291.3	292.3	290.3	292.7	292	288.7	291.3	290.1	290.5	290.1	$V_{\bar{x}mín.} = 288.72$
Promedios	290.32	290.92	289.98	292.54	292.4	288.72	290.82	289.86	289.88	290.72	$F_{\bar{x}mín.} = 6$
Rangos	4.2	3.3	1.5	2.9	3.6	4.1	1.7	1.7	1.2	2.4	$R_{max} = 4.2 \quad F_{max} = 1$
MUESTRA 14	288	290.7	287.2	290	292.6	291.1	288.6	289	289.1	290	$\bar{x} = 288.72$
	286.8	290.4	287.4	289.5	292.3	290.2	288.5	289.3	289.9	288.6	$\bar{R} = 1.68$
	287.5	289.2	286.8	288.5	291.8	289.8	289.2	288.8	288.6	290.4	$V_{\bar{x}máx.} = 292.18$
	286.1	290.2	287.4	288.9	292.1	291	288.5	290.5	287.8	290.4	$F_{\bar{x}máx.} = 5$
	287.1	292.4	288.2	289.6	292.1	289.4	289.1	289.4	288.7	289.3	$V_{\bar{x}mín.} = 287.10$
Promedios	287.1	290.58	287.4	289.3	292.18	290.3	288.78	289.4	288.82	289.74	$F_{\bar{x}mín.} = 1$
Rangos	1.9	3.2	1.4	1.5	0.8	1.7	0.7	1.7	2.1	1.8	$R_{max} = 3.2 \quad F_{max} = 2$
MUESTRA 15	286.7	292.1	287.2	288.4	292.2	290.8	288.6	289.9	289	288.8	$\bar{x} = 289.7$
	288.2	287.2	288.4	289	292	290.8	289.2	289.5	289.8	289.7	$\bar{R} = 2.36$
	288.6	291.2	288.3	288.9	293.8	292.2	288.7	290.2	289.8	290.7	$V_{\bar{x}máx.} = 292.26$
	288.1	290.6	289.1	290.2	292.1	289.8	289.2	288.4	287.9	290.2	$F_{\bar{x}máx.} = 5$
	290.4	290.6	289.2	288.9	291.2	291.2	288.7	290	289	290.1	$V_{\bar{x}mín.} = 288.40$
Promedios	288.4	290.34	288.44	289.08	292.26	290.96	288.88	289.6	289.1	289.9	$F_{\bar{x}mín.} = 1$
Rangos	3.7	4.9	2	1.8	2.6	2.4	0.6	1.8	1.9	1.9	$R_{max} = 4.9 \quad F_{max} = 2$

Producto: Paracetamol, Tabletas	No. Lote: 1	Grupo:	Semestre: 2013-1
Prueba: Variación de peso	Realizó: M.G.S.E.	Supervisó: M.M.U.H.	Fecha: 08/Octubre/2012
Observaciones: Peso mg			

Anexo F. Formatos de registro de datos para el control de procesos de flujos múltiples de Paracetamol.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA
LABORATORIOS FARMACEUTICOS ZARAGOZA



REGISTRO DE DATOS PARA EL CONTROL DEL PROCESO DE FLUJOS MÚLTIPLES

	FLUJO 1	FLUJO 2	FLUJO 3	FLUJO 4	FLUJO 5	FLUJO 6	FLUJO 7	FLUJO 8	FLUJO 9	FLUJO 10	
MUESTRA 16	288.2	291.8	287.7	289.4	292.5	290.8	290	290.2	289.1	290.4	$\bar{x} = 289.66$
	287.9	291	286.8	289.8	292.8	290.8	289.4	289.7	288.1	290.3	$\bar{R} = 2.03$
	286.9	290.4	287.6	287.4	292.8	290.4	290.1	289.3	289.5	290.4	$V_{\bar{x}m\acute{a}x.} = 292.44$
	288.1	291	287.9	289.7	293.4	290.4	289	288.6	288.2	290.4	$F_{\bar{x}m\acute{a}x.} = 5$
	288.8	290.2	289.6	290.7	290.7	287.1	289.3	289.8	288.3	290.2	$V_{\bar{x}m\acute{i}n.} = 287.92$
Promedios	287.98	290.88	287.92	289.4	292.44	289.9	289.56	289.52	288.64	290.34	$F_{\bar{x}m\acute{i}n.} = 3$
Rangos	1.9	1.6	2.8	3.3	2.7	3.7	1.1	1.6	1.4	0.2	$R_{max} = 3.7 \quad F_{max} = 6$
MUESTRA 17	287.5	291.7	288.6	289.4	293.6	289.3	290.7	289.9	287.5	289.9	$\bar{x} = 289.70$
	288.1	290.2	288.4	290.1	293.3	291.1	287.6	289.8	289	291	$\bar{R} = 1.85$
	287	290.8	288.6	290.4	294	289.9	289.8	289.3	288.5	290	$V_{\bar{x}m\acute{a}x.} = 293.16$
	288.8	290.1	287.7	289.2	291.9	290.6	289.5	289.7	289.2	289.2	$F_{\bar{x}m\acute{a}x.} = 5$
	285.9	290.9	288.2	290.5	293	290.5	288.8	288.6	288.2	289.6	$V_{\bar{x}m\acute{i}n.} = 287.46$
Promedios	287.46	290.74	288.3	289.92	293.16	290.28	289.28	289.46	288.48	289.94	$F_{\bar{x}m\acute{i}n.} = 1$
Rangos	2.9	1.6	0.9	1.3	2.1	1.8	3.1	1.3	1.7	1.8	$R_{max} = 3.1 \quad F_{max} = 7$
MUESTRA 18	288.8	289.6	288.7	289.2	292.4	291.2	290.6	289.4	288	289.6	$\bar{x} = 289.8$
	287.9	292.1	288.3	291.6	293.8	288.9	289	289.5	288.8	289.6	$\bar{R} = 2.26$
	287.3	290.6	289	290	293.8	291.8	289.3	291.1	290.4	290.1	$V_{\bar{x}m\acute{a}x.} = 292.80$
	287.2	291	288.3	289.5	291.2	291.2	288.5	290.2	288.1	288.6	$F_{\bar{x}m\acute{a}x.} = 5$
	286.1	291.6	287.5	289.2	292.8	290.1	288.6	289.4	289.9	290.4	$V_{\bar{x}m\acute{i}n.} = 287.46$
Promedios	287.46	290.98	288.36	289.9	292.8	290.64	289.2	289.92	289.04	289.66	$F_{\bar{x}m\acute{i}n.} = 1$
Rangos	2.7	2.5	1.5	2.4	2.6	2.9	2.1	1.7	2.4	1.8	$R_{max} = 2.9 \quad F_{max} = 6$
MUESTRA 19	287.8	291	289.1	290.5	292.4	292.4	287.7	290.4	288.1	288	$\bar{x} = 289.73$
	287.1	290.5	289	289.6	291.4	289.6	290.1	289.6	287.1	289.4	$\bar{R} = 2.87$
	288	291.3	288.6	289.2	290.7	290.9	292.5	288.2	288.2	291	$V_{\bar{x}m\acute{a}x.} = 292.44$
	288.2	290.6	288.7	288.8	292.2	290.2	288	288.2	290.4	291.3	$F_{\bar{x}m\acute{a}x.} = 5$
	288.1	292.2	287.4	288.9	295.5	289	288.3	291.1	289.8	290.4	$V_{\bar{x}m\acute{i}n.} = 287.84$
Promedios	287.84	291.12	288.56	289.4	292.44	290.42	289.32	289.5	288.72	290.02	$F_{\bar{x}m\acute{i}n.} = 1$
Rangos	1.1	1.7	1.7	1.7	4.8	3.4	4.8	2.9	3.3	3.3	$R_{max} = 4.8 \quad F_{max} = 7$
MUESTRA 20	287.9	290.5	288.4	290.9	291.5	291	289.9	289.8	288.2	289.7	$\bar{x} = 289.72$
	287.5	289.6	288.3	288.3	292.2	292.5	289.3	290	288.6	289.7	$\bar{R} = 2.06$
	287.6	291	289.5	288.7	291.5	290	288.5	290.2	289.6	290.3	$V_{\bar{x}m\acute{a}x.} = 292.24$
	287.7	291.5	286.3	288.8	293.5	290.2	289.5	290.7	290.1	289	$F_{\bar{x}m\acute{a}x.} = 5$
	286.2	291.2	287.4	290.9	292.5	289.5	289.2	290.1	290.5	290.6	$V_{\bar{x}m\acute{i}n.} = 287.38$
Promedios	287.38	290.76	287.98	289.52	292.24	290.64	289.28	290.16	289.4	289.86	$F_{\bar{x}m\acute{i}n.} = 1$
Rangos	1.7	1.9	3.2	2.6	2	3	1.4	0.9	2.3	1.6	$R_{max} = 3.2 \quad F_{max} = 3$

Producto: Paracetamol, Tabletas	No. Lote: 1	Grupo:	Semestre: 2013-1
Prueba: Variación de peso	Realizó: M.G.S.E.	Supervisó: M.M.U.H.	Fecha: 08/Octubre/2012
Observaciones: Peso mg			

Lote 2

Anexo F. Formatos de registro de datos para el control de procesos de flujos múltiples de Paracetamol.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA
LABORATORIOS FARMACEUTICOS ZARAGOZA



REGISTRO DE DATOS PARA EL CONTROL DEL PROCESO DE FLUJOS MÚLTIPLES

	FLUJO 1	FLUJO 2	FLUJO 3	FLUJO 4	FLUJO 5	FLUJO 6	FLUJO 7	FLUJO 8	FLUJO 9	FLUJO 10	
MUESTRA 1	281.3	288.5	284.7	285.2	286.9	287.8	286.9	286.6	286.4	286.5	$\bar{x} = 285.7$
	283	287.4	281.9	285.5	286.2	288	285.2	285.4	285	286	$\bar{R} = 2.44$
	280.4	288.8	283.9	286.7	287.6	287.8	285.4	287.6	284.5	286.5	$V_{\bar{x}máx.} = 288$
	281.9	286.9	284.6	284.4	288.1	288.2	288.8	285.4	284.1	285.5	$F_{\bar{x}máx.} = 2$
	280	288.4	282.4	287	288.6	286	284.8	285.8	284.4	286.1	$V_{\bar{x}mín.} = 281.32$
Promedios	281.32	288	283.5	285.76	287.48	287.56	286.22	286.16	284.88	286.12	$F_{\bar{x}mín.} = 1$
Rangos	3	1.9	2.8	2.6	2.4	2.2	4	2.2	2.3	1	$R_{max} = 4 \quad F_{max} = 7$
MUESTRA 2	283	289.9	285.2	285.9	289.2	288.4	287.8	289.7	285.3	286.6	$\bar{x} = 287.2$
	283.5	288.2	285.9	288.4	289.3	289.6	288	287.7	286.7	286.7	$\bar{R} = 1.78$
	283.6	287.9	285.6	286.9	288.5	289.1	287.5	287.4	286.5	286.9	$V_{\bar{x}máx.} = 289.32$
	283.9	288.9	286.4	286.6	290.1	289	287.4	286.3	286.2	288.1	$F_{\bar{x}máx.} = 5$
	284.2	289.7	285.2	287.4	289.5	287.8	287.7	287	287.1	286.4	$V_{\bar{x}mín.} = 283.64$
Promedios	283.64	288.92	285.66	287.04	289.32	288.78	287.68	287.62	286.36	286.94	$F_{\bar{x}mín.} = 1$
Rangos	1.2	2	1.2	2.5	1.6	1.8	0.6	3.4	1.8	1.7	$R_{max} = 3.4 \quad F_{max} = 8$
MUESTRA 3	285	291.6	287.5	288.7	291.1	290.9	289.8	289.5	288.1	290.4	$\bar{x} = 289.29$
	286.5	291.2	287	289.6	291.6	291.2	289.4	289.9	288.8	290.9	$\bar{R} = 1.22$
	286	290.3	287	289.1	291.7	291.4	289.8	289.6	289	288.6	$V_{\bar{x}máx.} = 291.38$
	287	290.2	286.7	289.1	291.5	290.8	289.5	289.9	288.4	290.4	$F_{\bar{x}máx.} = 5$
	285.8	290.8	286.5	288.7	291	290	288.7	289.6	289.1	289.4	$V_{\bar{x}mín.} = 286.06$
Promedios	286.06	290.82	286.94	289.04	291.38	290.86	289.44	289.7	288.68	289.94	$F_{\bar{x}mín.} = 1$
Rangos	2	1.4	1	0.9	0.7	1.4	1.1	0.4	1	2.3	$R_{max} = 2.3 \quad F_{max} = 10$
MUESTRA 4	287.3	290	287.8	290.5	291.4	291.2	289.1	290.2	289.8	289.6	$\bar{x} = 289.83$
	289.6	290.9	287.2	289.3	291.9	291.3	289.2	290.4	289.3	288.6	$\bar{R} = 1.59$
	286.6	290.3	288	289.2	292.2	290.8	289	290.4	291.8	289.5	$V_{\bar{x}máx.} = 292.06$
	287.2	290.2	288.1	289.9	292.2	292.3	288.8	290.7	291.6	289.7	$F_{\bar{x}máx.} = 5$
	287.3	290.8	288.8	289	292.6	291.8	290.1	289.4	289.8	288.8	$V_{\bar{x}mín.} = 287.06$
Promedios	287.6	290.44	287.98	289.58	292.06	291.48	289.24	290.22	290.46	289.24	$F_{\bar{x}mín.} = 1$
Rangos	3	0.9	1.6	1.5	1.2	1.5	1.3	1.3	2.5	1.1	$R_{max} = 3 \quad F_{max} = 1$
MUESTRA 5	288.3	291.9	287.5	289.4	292.3	291.2	291.1	291.7	290.3	290	$\bar{x} = 290.12$
	288.7	291.1	288.2	288.9	292.5	291.8	289.1	290.2	290.4	289.3	$\bar{R} = 1.41$
	287.9	291.3	286.8	289.6	291.9	291.4	290	291	289.2	291.3	$V_{\bar{x}máx.} = 292.38$
	288	291.7	287.9	289.3	292.6	291.1	289.4	291.1	290.3	289.8	$F_{\bar{x}máx.} = 5$
	287.2	292.6	287.9	290.4	292.6	291.2	289	290.3	289.7	289.7	$V_{\bar{x}mín.} = 287.66$
Promedios	288.02	291.72	287.66	289.52	292.38	291.34	289.72	290.86	289.98	290.02	$F_{\bar{x}mín.} = 3$
Rangos	1.5	1.5	1.4	1.5	0.7	0.7	2.1	1.5	1.2	2	$R_{max} = 2.1 \quad F_{max} = 7$

Producto: Paracetamol, Tabletas	No. Lote: 2	Grupo:	Semestre: 2013-1
Prueba: Variación de peso	Realizó: M.G.S.E.	Supervisó: M.M.U.H	Fecha: 31/Octubre/2012
Observaciones: Peso mg.			

Anexo F. Formatos de registro de datos para el control de procesos de flujos múltiples de Paracetamol.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA
LABORATORIOS FARMACEUTICOS ZARAGOZA



REGISTRO DE DATOS PARA EL CONTROL DEL PROCESO DE FLUJOS MÚLTIPLES

	FLUJO 1	FLUJO 2	FLUJO 3	FLUJO 4	FLUJO 5	FLUJO 6	FLUJO 7	FLUJO 8	FLUJO 9	FLUJO 10	
MUESTRA 6	289.2	292.3	290.7	290.6	293.6	292.5	290.8	292.4	291.5	291.6	$\bar{x} = 291.46$
	288.6	292	290	291	293.7	293.2	291	292.6	291.4	291.7	$\bar{R} = 1.39$
	288.1	291.1	289.1	290.6	293.9	292.5	291.6	292.6	290.3	290.9	$V_{\bar{x}máx.} = 293.94$
	288	293.2	290	291.6	294.1	292.8	292	291.6	291.4	292	$F_{\bar{x}máx.} = 5$
	289.7	291.7	288.4	290.6	294.4	293.6	291.5	291.5	291.8	292	$V_{\bar{x}mín.} = 288.72$
Promedios	288.72	292.06	289.64	290.88	293.94	292.92	291.38	292.14	291.28	291.64	$F_{\bar{x}mín.} = 1$
Rangos	1.7	2.1	2.3	1	0.8	1.1	1.2	1.1	1.5	1.1	$R_{max} = 2.3 \quad F_{max} = 3$
MUESTRA 7	287.8	294.9	289.1	291.3	293.2	293.4	292.4	292.7	294.2	291.2	$\bar{x} = 289.1$
	288.7	293.2	291.2	292	293.7	292.6	291.1	294	293.6	292.6	$\bar{R} = 1.76$
	289.1	292.2	290.2	291.6	292.9	292.8	292.3	293.3	293.8	292	$V_{\bar{x}máx.} = 293.96$
	290.5	291.4	289.9	290.9	293.7	293.6	292	292.5	294.2	292.3	$F_{\bar{x}máx.} = 9$
	290	293.2	289.5	290.8	294.1	293.6	292	291.4	294	292.2	$V_{\bar{x}mín.} = 289.22$
Promedios	289.22	292.98	289.98	291.32	293.52	293.2	291.96	292.78	293.96	292.06	$F_{\bar{x}mín.} = 1$
Rangos	2.7	3.5	2.1	1.2	1.2	1	1.3	2.6	0.6	1.4	$R_{max} = 3.5 \quad F_{max} = 2$
MUESTRA 8	288	291.4	287.9	290.4	294.3	292.6	292.4	292.8	291.9	290.9	$\bar{x} = 291.03$
	288.2	291	288.3	290.7	293.2	292	290.8	292.3	291.4	291	$\bar{R} = 1.59$
	288.7	291.1	288.7	290.7	293.2	292.8	290.4	292	292.4	291.4	$V_{\bar{x}máx.} = 293.5$
	287.8	291	288.8	291.6	292.7	291.8	290	291.6	291.5	292	$F_{\bar{x}máx.} = 5$
	290.4	289.9	287.4	290.3	294.1	292	290	291.8	293	290.7	$V_{\bar{x}mín.} = 288.22$
Promedios	288.62	290.88	288.22	290.74	293.5	292.24	290.72	292.1	292.04	291.2	$F_{\bar{x}mín.} = 3$
Rangos	2.6	1.5	1.4	1.3	1.6	1	2.4	1.2	1.6	1.3	$R_{max} = 2.6 \quad F_{max} = 1$
MUESTRA 9	287.4	291.4	287.2	289.3	293.1	290.1	290.5	291.6	292.3	291.5	$\bar{x} = 290.16$
	286.4	291.6	287.4	290.4	289.9	294.3	291.7	291.2	291.6	291.2	$\bar{R} = 3.2$
	288.6	290.6	289.4	289	292.8	289.2	290.8	292.1	288.9	290.8	$V_{\bar{x}máx.} = 291.84$
	287.4	291.1	285.7	289.5	290.6	292	286.9	289	289.9	289	$F_{\bar{x}máx.} = 5$
	288.2	290.7	289.1	288.4	292.8	292	289.2	289.5	293.1	291.7	$V_{\bar{x}mín.} = 287.60$
Promedios	287.6	291.08	287.76	289.32	291.84	291.52	289.82	290.68	291.16	290.84	$F_{\bar{x}mín.} = 1$
Rangos	2.2	1	3.7	2	3.2	5.1	4.8	3.1	4.2	2.7	$R_{max} = 5.1 \quad F_{max} = 6$
MUESTRA 10	289.3	291.8	289.8	290.4	292.6	293.2	290.2	292.7	292.3	293.4	$\bar{x} = 291.65$
	289.8	292.7	287.7	291	295	293.1	290.5	291.2	293.4	291.1	$\bar{R} = 2.08$
	288.6	293.3	290.5	291.6	294.6	292.1	291.4	293	293.7	291.7	$V_{\bar{x}máx.} = 294.04$
	287.4	292.7	289.4	290.1	293.9	292.9	291.8	292.7	291.5	292.7	$F_{\bar{x}máx.} = 5$
	288.2	292.2	288.5	292.1	294.1	293.9	290.3	291.3	293	292.1	$V_{\bar{x}mín.} = 288.66$
Promedios	288.66	292.54	289.18	291.04	294.04	293.04	290.84	292.18	292.78	292.2	$F_{\bar{x}mín.} = 1$
Rangos	2.4	1.5	2.8	2	2.4	1.8	1.6	1.8	2.2	2.3	$R_{max} = 2.8 \quad F_{max} = 3$

Producto: Paracetamol, Tabletas	No. Lote: 2	Grupo:	Semestre: 2013-1
Prueba: Variación de peso	Realizó: M.G.S.E.	Supervisó: M.M.U.H	Fecha: 31/Octubre/2012
Observaciones: Peso mg.			

Anexo F. Formatos de registro de datos para el control de procesos de flujos múltiples de Paracetamol.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA
LABORATORIOS FARMACEUTICOS ZARAGOZA



REGISTRO DE DATOS PARA EL CONTROL DEL PROCESO DE FLUJOS MÚLTIPLES

	FLUJO 1	FLUJO 2	FLUJO 3	FLUJO 4	FLUJO 5	FLUJO 6	FLUJO 7	FLUJO 8	FLUJO 9	FLUJO 10	
MUESTRA 11	289.1	293.3	289.5	292.4	293.9	293.4	291.3	292.7	292.3	293.2	$\bar{x} = 292.33$
	290.3	292.2	289.8	291.8	294.4	292.6	293.1	292.5	294.2	292.7	$\bar{R} = 1.64$
	289.9	292.4	289.7	292.4	294.3	294.2	292.9	292	293.4	292.6	$V_{\bar{x}máx.} = 294.38$
	289.3	293	290.2	293.1	295.6	293.9	291.3	293.1	293.3	291.8	$F_{\bar{x}máx.} = 5$
	289.2	292.8	291.7	291.9	293.7	294.7	292.2	292.2	293.4	291.4	$V_{\bar{x}mín.} = 289.56$
Promedios	289.56	292.74	290.18	292.32	294.38	293.76	292.16	292.5	293.32	292.34	$F_{\bar{x}mín.} = 1$
Rangos	1.2	1.1	2.2	1.3	1.9	2.1	1.8	1.1	1.9	1.8	$R_{max} = 2.2 \quad F_{max} = 3$
MUESTRA 12	289	292.2	290	292.2	292.6	293.5	291.2	292.6	292.8	290.9	$\bar{x} = 291.63$
	289.2	292.9	291.3	291.9	292.8	293.1	290.5	291.2	291.7	292.6	$\bar{R} = 1.61$
	288.6	294.3	289.9	290.8	292.3	294	290.5	292.6	292	291.8	$V_{\bar{x}máx.} = 293.52$
	288.8	292.8	289.6	291.6	293.6	294.5	290.7	291.8	292	291.5	$F_{\bar{x}máx.} = 6$
	288.8	293.6	289.6	290.8	293.8	292.5	290.1	289.9	293	291.3	$V_{\bar{x}mín.} = 288.88$
Promedios	288.88	293.16	290.08	291.46	293.02	293.52	290.6	291.62	292.3	291.62	$F_{\bar{x}mín.} = 1$
Rangos	0.6	2.1	1.7	1.4	1.5	2	1.1	2.7	1.3	1.7	$R_{max} = 2.7 \quad F_{max} = 8$
MUESTRA 13	287.5	291.1	288.3	290	293.4	292	291.4	292	291.8	290.6	$\bar{x} = 290.67$
	288.5	290.8	288	290	293.6	291.3	290.8	292.2	291.3	290.3	$\bar{R} = 1.32$
	288.1	291.1	287.7	290.4	291.8	291.8	290.2	290.9	291.3	292.3	$V_{\bar{x}máx.} = 292.48$
	288.8	291.7	288.8	289.8	291.4	290.7	290.5	291.2	291.1	290.5	$F_{\bar{x}máx.} = 5$
	288.6	290.7	288.6	290.1	292.2	292.5	291	291.8	291.6	291.6	$V_{\bar{x}mín.} = 288.28$
Promedios	288.3	291.08	288.28	290.06	292.48	291.66	290.78	291.62	291.42	291.06	$F_{\bar{x}mín.} = 3$
Rangos	1.3	1	1.1	0.6	2.2	1.8	1.2	1.3	0.7	2	$R_{max} = 2.2 \quad F_{max} = 5$
MUESTRA 14	288.6	291	288.6	291.9	292.7	291.6	289.6	290.7	289.6	289.5	$\bar{x} = 290.61$
	288	292	290.5	291.1	293.5	292.5	290.4	289.4	290.3	290.7	$\bar{R} = 1.71$
	288.6	291.3	288.2	291.1	292.4	293.5	291.1	289.1	290.6	291.2	$V_{\bar{x}máx.} = 295.58$
	288.7	291.3	288.1	290	291.6	291.9	292.1	289	290.4	290.6	$F_{\bar{x}máx.} = 6$
	289.1	291.4	288.5	291.1	292.3	293.4	290.4	290	290.2	291	$V_{\bar{x}mín.} = 288.60$
Promedios	288.6	291.4	288.78	291.04	292.5	292.58	290.72	289.64	290.22	290.6	$F_{\bar{x}mín.} = 1$
Rangos	1.1	1	2.4	1.9	1.9	1.9	2.5	1.7	1	1.7	$R_{max} = 2.5 \quad F_{max} = 7$
MUESTRA 15	289.8	290.4	288.3	289.6	291.8	292.1	289.9	291.9	290.8	290.5	$\bar{x} = 290.81$
	287.8	292.2	288.7	291.3	293.8	291.9	290.2	291.7	291.8	291	$\bar{R} = 1.73$
	287.4	292.3	288.6	290.4	291.7	292.6	290.3	292.3	291.8	291.1	$V_{\bar{x}máx.} = 292.76$
	289.4	292.2	287.6	289.6	292.6	293.2	290.8	291.3	292.2	290.6	$F_{\bar{x}máx.} = 5$
	287.7	290.8	289.3	290.4	293.9	291.4	289.6	290.8	290.9	292	$V_{\bar{x}mín.} = 288.42$
Promedios	288.42	291.58	288.5	290.26	292.76	292.24	290.16	291.6	291.5	291.04	$F_{\bar{x}mín.} = 1$
Rangos	2.4	1.9	1.7	1.7	2.2	1.8	1.2	1.5	1.4	1.5	$R_{max} = 2.4 \quad F_{max} = 1$

Producto: Paracetamol, Tabletas	No. Lote: 2	Grupo:	Semestre: 2013-1
Prueba: Variación de peso	Realizó: M.G.S.E.	Supervisó: M.M.U.H	Fecha: 31/Octubre/2012
Observaciones: Peso mg.			

Anexo F. Formatos de registro de datos para el control de procesos de flujos múltiples de Paracetamol.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA
LABORATORIOS FARMACEUTICOS ZARAGOZA



REGISTRO DE DATOS PARA EL CONTROL DEL PROCESO DE FLUJOS MÚLTIPLES

	FLUJO 1	FLUJO 2	FLUJO 3	FLUJO 4	FLUJO 5	FLUJO 6	FLUJO 7	FLUJO 8	FLUJO 9	FLUJO 10	
MUESTRA 16	289	291.4	290.2	289.6	293.7	292	291.7	291	291	290	$\bar{x} = 290.68$
	287.6	290.5	289.1	290.4	292.5	291.3	291.9	290.3	290.7	291.1	$\bar{R} = 1.63$
	288.8	290.1	289.4	291.4	291.2	291.9	293.6	290.5	290.7	291	$V_{\bar{x}m\acute{a}x.} = 292.64$
	286.9	290.9	289.4	290.2	293.2	291.3	290.5	289.8	290.1	290.9	$F_{\bar{x}m\acute{a}x.} = 5$
	288.3	291.4	289.5	291	292.6	291.8	291.1	290.2	291.4	289.9	$V_{\bar{x}m\acute{i}n.} = 288.12$
Promedios	288.12	290.86	289.52	290.52	292.64	291.66	291.76	290.36	290.78	290.58	$F_{\bar{x}m\acute{i}n.} = 1$
Rangos	2.1	1.3	1.1	1.8	2.5	0.7	3.1	1.2	1.3	1.2	$R_{max}=3.1 \quad F_{max}=7$
MUESTRA 17	287.5	291.8	287.7	290.2	292.8	291.3	288.5	290.2	290.9	290.9	$\bar{x} = 290.53$
	288.4	292.6	287.7	289.7	292.1	290.9	291.6	290.4	292.3	290.5	$\bar{R} = 1.75$
	286.4	290.2	287.8	290.1	293.4	292.5	292.3	290.9	291.3	289.7	$V_{\bar{x}m\acute{a}x.} = 292.76$
	288	291.6	288.8	290.2	293.4	291.7	290.5	290.1	291	290.4	$F_{\bar{x}m\acute{a}x.} = 5$
	288.4	291.4	289	289.2	292.1	292.7	291	291.3	291.9	291	$V_{\bar{x}m\acute{i}n.} = 287.74$
Promedios	287.74	291.52	288.2	289.88	292.76	291.82	290.78	290.58	291.48	290.5	$F_{\bar{x}m\acute{i}n.} = 1$
Rangos	2	2.4	1.3	1	1.3	1.8	3.8	1.2	1.4	1.3	$R_{max}=3.8 \quad F_{max}=7$
MUESTRA 18	284.2	288.8	284.5	286.7	291	288.4	288.1	285.8	289.2	288.3	$\bar{x} = 288.38$
	283	291.2	285.4	288.3	288.8	287.2	290.8	289.5	289.4	287.1	$\bar{R} = 4.06$
	287.3	290.6	285.1	286.5	291	289.6	290.2	289.4	290.7	291	$V_{\bar{x}m\acute{a}x.} = 290.60$
	283.9	287.4	288.8	289.8	289.9	290.5	288.4	288.1	287	291.4	$F_{\bar{x}m\acute{a}x.} = 5$
	286.3	286.3	288	288.9	292.3	291.3	287.1	290.1	286.8	289.6	$V_{\bar{x}m\acute{i}n.} = 284.94$
Promedios	284.94	288.86	286.36	288.04	290.6	289.4	288.92	288.58	288.62	289.48	$F_{\bar{x}m\acute{i}n.} = 1$
Rangos	4.3	4.9	4.3	3.3	3.5	4.1	3.7	4.3	3.9	4.3	$R_{max}=4.9 \quad F_{max}=2$
MUESTRA 19	288.1	290.2	285.9	288.9	292.6	289	288.9	287.5	289.4	288.8	$\bar{x} = 289.4$
	285.7	290.6	288.2	289.6	291.8	293.2	290.6	289.4	288.1	290.2	$\bar{R} = 2.06$
	287.1	291.3	287.9	289.2	290.5	290.5	288.6	291.7	290.6	290	$V_{\bar{x}m\acute{a}x.} = 291.68$
	286.2	290.2	288.2	290.3	291.4	290.4	290.6	289.8	288.6	288.5	$F_{\bar{x}m\acute{a}x.} = 5$
	288.4	289.6	287.3	289	292.1	291.5	287.4	288.4	289.6	288.5	$V_{\bar{x}m\acute{i}n.} = 287.10$
Promedios	287.1	290.38	287.5	289.4	291.68	290.92	289.22	289.36	289.26	289.2	$F_{\bar{x}m\acute{i}n.} = 1$
Rangos	2.7	1.7	2.3	1.4	2.1	4.2	3.2	4.2	2.5	1.7	$R_{max}=4.2 \quad F_{max}=6$
MUESTRA 20	288.4	291.6	289.3	291	293	293.2	291.9	290.3	291	291	$\bar{x} = 290.86$
	289.7	291.2	287.3	289.7	294.1	291.4	290.9	291.8	291.5	290.7	$\bar{R} = 1.99$
	288.2	291.9	290.6	290.8	292.8	292	290.8	291.7	290.9	290.9	$V_{\bar{x}m\acute{a}x.} = 292.80$
	290.1	292.1	288.4	289.9	291.1	292.4	290.1	292.1	290.5	290.6	$F_{\bar{x}m\acute{a}x.} = 5$
	286.8	291.2	288.6	290	293	291.8	290.2	292.5	290.2	291.6	$V_{\bar{x}m\acute{i}n.} = 288.64$
Promedios	288.64	291.6	288.84	290.28	292.8	292.16	290.78	291.68	290.82	290.96	$F_{\bar{x}m\acute{i}n.} = 1$
Rangos	3.3	0.9	3.3	1.3	3	1.8	1.8	2.2	1.3	1	$R_{max}=3.3 \quad F_{max}=1$

Producto: Paracetamol, Tabletas	No. Lote: 2	Grupo:	Semestre: 2013-1
Prueba: Variación de peso	Realizó: M.G.S.E.	Supervisó: M.M.U.H	Fecha: 31/Octubre/2012
Observaciones: Peso mg.			

Lote 3

Anexo F. Formatos de registro de datos para el control de procesos de flujos múltiples de Paracetamol.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA
LABORATORIOS FARMACEUTICOS ZARAGOZA



REGISTRO DE DATOS PARA EL CONTROL DEL PROCESO DE FLUJOS MÚLTIPLES

	FLUJO 1	FLUJO 2	FLUJO 3	FLUJO 4	FLUJO 5	FLUJO 6	FLUJO 7	FLUJO 8	FLUJO 9	FLUJO 10	
MUESTRA 1	288.7	291.6	288.2	291.5	292.2	292.2	290.2	290.3	287.8	290.6	$\bar{x} = 290.5$
	287.9	290.9	288.5	289.8	293.8	292.6	290	292.4	291.7	291.2	$\bar{R} = 3.0$
	289.2	290.9	288.6	288.8	293.1	291.1	293.3	289.6	289.8	290.3	$V_{\bar{x}máx.} = 292.54$
	290.5	291.3	289.7	288	292	294.7	288.8	290.7	288.8	288.9	$F_{\bar{x}máx.} = 5$
	289.1	293.3	289.9	289.9	291.6	291.6	289	291.7	288.6	290.1	$V_{\bar{x}mín.} = 288.98$
Promedios	289.08	291.6	288.98	289.6	292.54	292.44	290.26	290.94	289.34	290.22	$F_{\bar{x}mín.} = 3$
Rangos	2.6	2.4	1.7	3.5	2.2	3.6	4.5	2.8	3.9	2.3	$R_{max} = 4.5 \quad F_{max} = 7$
MUESTRA 2	288.4	292	293	288.1	292.2	292.3	291.5	290.1	288.6	294	$\bar{x} = 290.64$
	289.9	289.9	289.4	292.3	293.2	291.4	290.3	290.6	288.9	288.9	$\bar{R} = 3.0$
	288.8	290.8	288.3	288.5	292.8	290.9	290.2	290.9	288.2	288.8	$V_{\bar{x}máx.} = 293.28$
	291.1	293.2	288.2	289.6	293.5	292	291.3	288.6	289.4	290.9	$F_{\bar{x}máx.} = 5$
	289.1	293.1	289.5	290.1	294.7	292	291.9	289.6	290.2	291	$V_{\bar{x}mín.} = 289.06$
Promedios	289.46	291.8	289.68	289.72	293.28	291.72	291.04	289.96	289.06	290.72	$F_{\bar{x}mín.} = 9$
Rangos	2.7	3.3	4.8	4.2	2.5	1.4	1.7	2.3	2	5.2	$R_{max} = 5.2 \quad F_{max} = 10$
MUESTRA 3	289.6	291.9	290.2	289	292.6	292.4	291.1	292.7	289.9	291	$\bar{x} = 291.1$
	289.1	290.9	288.8	290.4	293.3	294.1	289.6	292.5	289.4	291.3	$\bar{R} = 2.1$
	290.5	293.6	288.9	290.4	293.5	292.4	289.1	290.7	290.1	290	$V_{\bar{x}máx.} = 293.96$
	289.6	293.5	288.6	290.2	294.7	293.4	291	291.5	288.9	292.4	$F_{\bar{x}máx.} = 5$
	289	291.3	290	290.5	295.7	292.6	290.8	289.7	290.2	292.3	$V_{\bar{x}mín.} = 289.30$
Promedios	289.56	292.24	289.3	290.1	293.96	292.98	290.32	291.42	289.7	291.4	$F_{\bar{x}mín.} = 3$
Rangos	1.5	2.7	1.6	1.5	3.1	1.7	2	3	1.3	2.4	$R_{max} = 3.1 \quad F_{max} = 4$
MUESTRA 4	290.1	293	289.3	289.1	292.9	294.1	290.1	290.5	290.4	291.1	$\bar{x} = 291.05$
	288.1	291.2	289	290.5	292.9	292.6	291.3	290.9	291.9	290.2	$\bar{R} = 1.8$
	288.5	292.2	288.8	290.8	293.7	292.3	293.1	291.1	291.3	289.9	$V_{\bar{x}máx.} = 293.24$
	290.6	292.3	288.8	290.6	293.1	292.3	289.8	292	289.9	291.9	$F_{\bar{x}máx.} = 5$
	288	291.9	289.2	289.4	293.6	293.7	291	291.3	291.5	291.1	$V_{\bar{x}mín.} = 289.02$
Promedios	289.06	292.12	289.02	290.08	293.24	293	291.06	291.16	291	290.84	$F_{\bar{x}mín.} = 3$
Rangos	2.6	1.8	0.5	1.7	0.8	1.8	3.3	1.5	2	2	$R_{max} = 3.3 \quad F_{max} = 7$
MUESTRA 5	289.6	291.4	289.9	290.6	291.9	291.1	290.4	290.7	288.9	290	$\bar{x} = 290.60$
	289.2	290.3	288.6	290	293.8	292.2	290	289.5	289	289.7	$\bar{R} = 2.0$
	289.1	290.9	291.7	289.7	291.6	293	290.9	289.8	290.4	290	$V_{\bar{x}máx.} = 292.16$
	290.4	291.8	289.1	290.1	291.3	291.9	291.9	290.8	289.8	290.5	$F_{\bar{x}máx.} = 5$
	290.1	291.5	289.9	289.6	292.2	291.6	289.8	291.8	292	289.8	$V_{\bar{x}mín.} = 289.68$
Promedios	289.68	291.18	289.84	290	292.16	291.96	290.6	290.52	290.02	290	$F_{\bar{x}mín.} = 1$
Rangos	1.3	1.5	3.1	1	2.5	1.9	2.1	2.3	3.1	0.8	$R_{max} = 3.1 \quad F_{max} = 9$

Producto: Paracetamol, Tabletas.	No. Lote: 3	Grupo:	Semestre: 2013-1
Prueba: Variación de peso.	Realizó: M.G.S.E.	Supervisó: M.M.U.H.	Fecha: 31/Octubre/2012
Observaciones: Peso en mg.			

Anexo F. Formatos de registro de datos para el control de procesos de flujos múltiples de Paracetamol.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA
LABORATORIOS FARMACEUTICOS ZARAGOZA



REGISTRO DE DATOS PARA EL CONTROL DEL PROCESO DE FLUJOS MÚLTIPLES

	FLUJO 1	FLUJO 2	FLUJO 3	FLUJO 4	FLUJO 5	FLUJO 6	FLUJO 7	FLUJO 8	FLUJO 9	FLUJO 10	
MUESTRA 6	290.6	294.5	289.7	288.8	292.4	293.2	291.5	291.8	292.1	290.2	\bar{x} = 291.28
	291.1	291.4	290	293.7	293.6	292.4	292	292.5	291.1	289.6	\bar{R} = 2.4
	289.6	292.7	289.7	290	295.2	292.5	292	290.8	289.7	291	$V_{\bar{x}máx.}$ = 293.90
	289.7	290.2	290.3	289.2	294.1	291.6	292.1	290.7	290.5	290.1	$F_{\bar{x}máx.}$ = 5
	289.4	291.5	290.2	290.9	294.2	291.6	289.7	291	291	290.5	$V_{\bar{x}mín.}$ = 289.98
Promedios	290.08	292.06	289.98	290.52	293.9	292.26	291.46	291.36	290.88	290.28	$F_{\bar{x}mín.}$ = 3
Rangos	1.7	4.3	0.6	4.9	2.8	1.6	2.4	1.8	2.4	1.4	R_{max} = 4.9 F_{max} = 4
MUESTRA 7	288.2	290.6	288.6	291	292.8	292.3	290.3	292	291.1	290	\bar{x} = 290.66
	289.7	291.6	288.5	288.6	292.3	292.9	288.7	290.1	289.6	290.9	\bar{R} = 2.2
	288.2	291.6	291.1	290.9	295.3	292.7	289.9	291.2	290	290.2	$V_{\bar{x}máx.}$ = 292.88
	289.4	291.9	288.7	288.8	292.5	293.1	292	289.8	289.2	290.6	$F_{\bar{x}máx.}$ = 5
	290.9	290.9	288.6	291.1	291.5	293	289.8	289.7	290.5	290.3	$V_{\bar{x}mín.}$ = 289.10
Promedios	289.28	291.32	289.1	290.08	292.88	292.8	290.14	290.56	290.08	290.4	$F_{\bar{x}mín.}$ = 3
Rangos	2.7	1.3	2.6	2.5	3.8	0.8	3.3	2.3	1.9	0.9	R_{max} = 3.8 F_{max} = 5
MUESTRA 8	291	290.3	288.9	288.8	292.4	292	289.5	293.1	290	292.5	\bar{x} = 290.18
	288	290.5	289.3	288.8	290.8	291.7	289.1	289.6	289.6	290.5	\bar{R} = 2.4
	290.3	290.1	289.9	289	292.4	292.2	288.9	289.8	288.3	291	$V_{\bar{x}máx.}$ = 291.90
	288.9	290.9	288.8	289.6	291.1	292	291.8	289.2	289.6	289.2	$F_{\bar{x}máx.}$ = 5
	288.8	291.4	288	290.8	292.8	291.5	289.6	288.5	288.5	289.9	$V_{\bar{x}mín.}$ = 288.98
Promedios	289.4	290.64	288.98	289.32	291.9	291.88	289.78	290.04	289.2	290.62	$F_{\bar{x}mín.}$ = 3
Rangos	3	1.3	1.9	2.4	2	0.7	2.9	4.6	1.7	3.3	R_{max} = 4.6 F_{max} = 8
MUESTRA 9	289.8	290.5	287.8	291.3	291.5	292.2	290.4	291.5	289.6	290.5	\bar{x} = 289.97
	287.5	290.2	288.4	289.5	290.9	293	290.1	290.5	288.4	289.8	\bar{R} = 2.1
	289.2	289.7	287.8	289.8	293.3	292.6	289.8	289.2	290.3	289.6	$V_{\bar{x}máx.}$ = 292.02
	286.9	290.3	289.5	287.5	291.7	291.1	290.2	290.1	290.8	288.6	$F_{\bar{x}máx.}$ = 5
	289.3	290.1	288.3	288.1	292.2	291.2	290.2	290.2	287.9	289.6	$V_{\bar{x}mín.}$ = 288.36
Promedios	288.54	290.16	288.36	289.24	291.92	292.02	290.14	290.3	289.4	289.62	$F_{\bar{x}mín.}$ = 3
Rangos	2.9	0.8	1.7	3.8	2.4	1.9	0.6	2.3	2.9	1.9	R_{max} = 3.8 F_{max} = 4
MUESTRA 10	289.5	290.3	289.5	291.2	293.5	292.3	289.3	290.5	290	289.8	\bar{x} = 290.17
	288.9	291.2	287.8	290.1	292.8	290.9	290.3	291.4	289.8	288.8	\bar{R} = 1.8
	288.2	291.5	288.2	288.6	292.5	291	291.4	289.5	290.3	289.9	$V_{\bar{x}máx.}$ = 292.80
	290.3	290.9	288.4	289.6	293.1	290.4	288.7	290.1	290.4	290.1	$F_{\bar{x}máx.}$ = 5
	288.2	290.6	288.5	288.7	292.1	291	289.1	290.3	289.5	289.4	$V_{\bar{x}mín.}$ = 288.48
Promedios	289.02	290.9	288.48	289.64	292.8	291.12	289.76	290.36	290	289.6	$F_{\bar{x}mín.}$ = 1
Rangos	2.1	1.2	1.7	2.6	1.4	1.9	2.7	1.9	0.9	1.3	R_{max} = 2.7 F_{max} = 7

Producto: Paracetamol, Tabletas.	No. Lote: 3	Grupo:	Semestre: 2013-1
Prueba: Variación de peso.	Realizó: M.G.S.E.	Supervisó: M.M.U.H.	Fecha: 31/Octubre/2012
Observaciones: Peso en mg.			

Anexo F. Formatos de registro de datos para el control de procesos de flujos múltiples de Paracetamol.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA
LABORATORIOS FARMACEUTICOS ZARAGOZA



REGISTRO DE DATOS PARA EL CONTROL DEL PROCESO DE FLUJOS MÚLTIPLES

	FLUJO 1	FLUJO 2	FLUJO 3	FLUJO 4	FLUJO 5	FLUJO 6	FLUJO 7	FLUJO 8	FLUJO 9	FLUJO 10	
MUESTRA 11	288.9	291.1	291.2	289.3	294	292.3	290.5	291.2	289.7	292.6	\bar{x} = 290.68
	290.5	291.7	289.7	288	292.6	290.2	293.4	290.3	289.9	290	\bar{R} = 3.2
	291.2	290.4	288.8	290.8	293.4	293.4	288.5	291.8	289.9	288.9	$V_{\bar{x}máx.}$ = 292.80
	288.6	292.6	289.4	290.7	292.5	291.5	291.7	292.5	292.1	290.1	$F_{\bar{x}máx.}$ = 5
	287	292.3	288	289.9	291.5	290.5	289.7	290	289.6	289.5	$V_{\bar{x}mín.}$ = 289.24
Promedios	289.24	291.62	289.42	289.74	292.8	291.58	290.76	291.16	290.24	290.22	$F_{\bar{x}mín.}$ = 3
Rangos	4.2	2.2	3.2	2.8	2.5	3.2	4.9	2.5	2.5	3.7	R_{max} = 4.9 F_{max} = 7
MUESTRA 12	290.5	292.6	288.5	292.1	293.3	291.9	291.1	290.9	293.2	292.6	\bar{x} = 291.55
	289.8	291.6	290.9	293.2	293.3	296.8	290.7	292.8	294	293.7	\bar{R} = 3.6
	289	289.2	288.3	289.5	296.1	293.7	292.2	291.4	293.9	295.7	$V_{\bar{x}máx.}$ = 292.48
	288.2	289.2	286.8	293.3	291.8	292.9	291.1	290.8	289.8	290.5	$F_{\bar{x}máx.}$ = 5
	288.8	291.3	289.4	290.8	292.9	291.8	291.4	292	289.9	292.4	$V_{\bar{x}mín.}$ = 288.78
Promedios	289.26	290.78	288.78	291.78	293.48	293.42	291.3	291.58	292.16	292.98	$F_{\bar{x}mín.}$ = 3
Rangos	2.3	3.4	4.1	3.8	4.3	5	1.5	2	4.2	5.2	R_{max} = 5.2 F_{max} = 10
MUESTRA 13	290.3	290.6	291.4	292.2	294.7	292.3	294.3	291.6	290.8	292.9	\bar{x} = 291.56
	291.2	290.5	290.3	292.7	293.3	293.2	291.2	292.6	291	293.2	\bar{R} = 3.2
	292.5	291.3	291	289.1	293.8	293.1	289.4	293	292.4	290.4	$V_{\bar{x}máx.}$ = 294.04
	287.7	292.3	290.8	290.2	293.3	291.8	290.9	292.2	292	289.6	$F_{\bar{x}máx.}$ = 5
	290.2	292.5	287.1	287.7	295.1	294	288.8	293.1	291.3	291	$V_{\bar{x}mín.}$ = 290.12
Promedios	290.38	291.44	290.12	290.38	294.04	292.88	290.92	292.5	291.5	291.42	$F_{\bar{x}mín.}$ = 3
Rangos	4.8	2	4.3	5	1.8	2.2	5.5	1.5	1.6	3.6	R_{max} = 5.5 F_{max} = 7
MUESTRA 14	290.4	293.6	286.9	293.3	294.3	292.1	289.6	290.7	288.6	291.3	\bar{x} = 290.24
	290.5	291.3	289.4	288.6	293.3	294.4	288.8	290.2	290.5	286.9	\bar{R} = 4.0
	287.8	293.1	288.2	289.2	293.3	292.5	290.6	288.5	292.6	289.5	$V_{\bar{x}máx.}$ = 292.68
	287.4	291.8	289.7	290.2	289.9	289.9	290.9	290.2	286.1	289.2	$F_{\bar{x}máx.}$ = 5
	289.2	290.2	290.2	287.6	292.6	290.8	289	288.7	288.4	290.2	$V_{\bar{x}mín.}$ = 288.88
Promedios	289.06	292	288.88	289.78	292.68	291.94	289.78	289.66	289.24	289.42	$F_{\bar{x}mín.}$ = 3
Rangos	3.1	3.4	3.3	5.7	4.4	4.5	2.1	2.2	6.5	4.4	R_{max} = 6.5 F_{max} = 9
MUESTRA 15	281.8	285.3	289	288.9	294.2	284.3	284.6	283.7	285.6	282.4	\bar{x} = 286.74
	283.4	288	282.7	284.8	290.3	289.1	286.5	287.2	285.3	286.6	\bar{R} = 9.3
	284.3	291.4	285.4	281.8	289.1	286.9	282.7	282.3	285.7	293.3	$V_{\bar{x}máx.}$ = 291.54
	283.2	286.1	279.3	285.7	298.6	286.5	288.2	285.8	292	285.3	$F_{\bar{x}máx.}$ = 5
	289.6	285	287	284.5	285.5	297.5	294.7	286.3	283.7	286.1	$V_{\bar{x}mín.}$ = 284.46
Promedios	284.46	287.16	284.68	285.14	291.54	288.86	287.34	285.06	286.46	286.74	$F_{\bar{x}mín.}$ = 1
Rangos	7.8	6.4	9.7	7.1	13.1	13.2	12	4.9	8.3	10.9	R_{max} = 13.2 F_{max} = 6

Producto: Paracetamol, Tabletas.	No. Lote: 3	Grupo:	Semestre: 2013-1
Prueba: Variación de peso.	Realizó: M.G.S.E.	Supervisó: M.M.U.H.	Fecha: 31/Octubre/2012
Observaciones: Peso en mg.			

Anexo F. Formatos de registro de datos para el control de procesos de flujos múltiples de Paracetamol.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA
LABORATORIOS FARMACEUTICOS ZARAGOZA



REGISTRO DE DATOS PARA EL CONTROL DEL PROCESO DE FLUJOS MÚLTIPLES

	FLUJO 1	FLUJO 2	FLUJO 3	FLUJO 4	FLUJO 5	FLUJO 6	FLUJO 7	FLUJO 8	FLUJO 9	FLUJO 10			
MUESTRA 16	291.5	292.1	289.9	292.3	295.8	292.2	290.9	292.5	290.6	292.5	$\bar{x} =$	291.97	
	291.4	291.7	290.9	293.1	295.6	292.6	293.3	292	290.7	291.2	$\bar{R} =$	2.9	
	289.2	291.2	291.3	289.7	292.6	295.1	291.8	291.6	290.5	290.5	$V_{\bar{x}máx.} =$	294.44	
	292.2	294.1	289.8	290.3	294.1	293.1	293.1	290.1	291.1	290	$F_{\bar{x}máx.} =$	5	
	290.9	293.6	292.9	291.9	294.1	294.6	290.6	290.8	292.9	292.2	$V_{\bar{x}mín.} =$	290.96	
Promedios	291.04	292.54	290.96	291.46	294.44	293.52	291.94	291.4	291.16	291.28	$F_{\bar{x}mín.} =$	3	
Rangos	3	2.9	3.1	3.4	3.2	2.9	2.7	2.4	2.4	2.5	$R_{max} =$	3.4 $F_{max} =$	4
MUESTRA 17	289.3	291.2	288.2	289.7	292.8	291.3	290.6	289.8	288.5	290.2	$\bar{x} =$	291.97	
	289.1	290.6	289.1	290	292.1	292.5	290.5	289.8	290	290.6	$\bar{R} =$	1.7	
	288.2	290	289	290.5	293.6	291.3	290	290.3	291.1	291.3	$V_{\bar{x}máx.} =$	292.78	
	288.5	290.5	289	288.7	292.5	292.2	292.1	290.6	289.8	290.6	$F_{\bar{x}máx.} =$	5	
	287.8	290.4	288.4	290.1	292.9	292.2	290.2	291.1	289.1	292.7	$V_{\bar{x}mín.} =$	288.58	
Promedios	288.58	290.54	288.74	289.8	292.78	291.9	290.68	290.32	289.7	291.08	$F_{\bar{x}mín.} =$	1	
Rangos	1.5	1.2	0.9	1.8	1.5	1.2	2.1	1.3	2.6	2.5	$R_{max} =$	2.6 $F_{max} =$	9
MUESTRA 18	288.5	291.3	289.3	291.7	292.8	291.1	289.5	289.4	288.4	289.3	$\bar{x} =$	289.86	
	288.7	290.3	289.7	290.1	292.9	290.6	289.1	289.2	289.2	289.6	$\bar{R} =$	1.9	
	289.2	291.3	289.5	290.3	292.9	288.4	288.7	289.8	288.8	288.7	$V_{\bar{x}máx.} =$	292.30	
	290.2	291.6	289.4	288.9	291.3	290.5	289.6	288.9	287.3	289.4	$F_{\bar{x}máx.} =$	5	
	289.9	288.1	290.2	290.9	291.6	290.6	288.1	289.7	289.6	288.9	$V_{\bar{x}mín.} =$	288.66	
Promedios	289.3	290.52	289.62	290.38	292.3	290.24	289	289.4	288.66	289.18	$F_{\bar{x}mín.} =$	9	
Rangos	1.7	3.5	0.9	2.8	1.6	2.7	1.5	0.9	2.3	0.9	$R_{max} =$	3.5 $F_{max} =$	2
MUESTRA 19	283.3	288.1	291.8	290.6	290.3	291.1	290.5	286.9	290.3	290.8	$\bar{x} =$	290.00	
	286.2	293.3	290.7	285.7	294.1	297.4	290	295.4	285.8	289.9	$\bar{R} =$	6.4	
	287.3	292	284.6	292.2	294.1	288.6	286.5	292.6	293.3	291.6	$V_{\bar{x}máx.} =$	292.22	
	291.3	291.2	289.7	288.8	292.1	292.7	287.2	291	292.8	289.8	$F_{\bar{x}máx.} =$	5	
	288.9	292.8	282.7	289.7	290.5	287.8	286.2	286.7	292.2	291	$V_{\bar{x}mín.} =$	287.40	
Promedios	287.4	291.48	287.9	289.4	292.22	291.52	288.08	290.52	290.88	290.62	$F_{\bar{x}mín.} =$	1	
Rangos	8	5.2	9.1	6.5	3.8	9.6	4.3	8.7	7.5	1.8	$R_{max} =$	9.6 $F_{max} =$	6
MUESTRA 20	288.5	290.5	290	289.6	292.1	290.4	288.9	289.6	288.1	289.3	$\bar{x} =$	289.62	
	288.2	289.6	288.9	288.8	291.2	291.7	288.4	289.4	290.5	289.2	$\bar{R} =$	1.7	
	288.6	289.9	289.3	289.9	290.1	290.2	289.5	290.2	289.5	289.3	$V_{\bar{x}máx.} =$	291.26	
	290.1	291	288.4	288.5	290.6	290.5	288.7	287.9	288.8	289.8	$F_{\bar{x}máx.} =$	5	
	288	291.2	288.1	289.4	292.3	290.9	289.2	289.1	289.6	289.4	$V_{\bar{x}mín.} =$	288.68	
Promedios	288.68	290.44	288.94	289.24	291.26	290.74	288.94	289.24	289.3	289.4	$F_{\bar{x}mín.} =$	1	
Rangos	2.1	1.6	1.9	1.4	2.2	1.5	1.1	2.3	2.4	0.6	$R_{max} =$	2.4 $F_{max} =$	9

Producto: Paracetamol, Tabletas.	No. Lote: 3	Grupo:	Semestre: 2013-1
Prueba: Variación de peso.	Realizó: M.G.S.E.	Supervisó: M.M.U.H.	Fecha: 31/Octubre/2012
Observaciones: Peso en mg.			

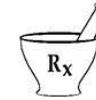
***Anexo G.* Formatos de Registro de datos para el control de
proceso de flujos múltiples de tabletas de
Ibuprofeno.**

Lote 1

Anexo G. Formatos de registro de datos para el control de procesos de flujos múltiples de Ibuprofeno.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
 FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA
 LABORATORIOS FARMACEUTICOS ZARAGOZA



REGISTRO DE DATOS PARA EL CONTROL DEL PROCESO DE FLUJOS MÚLTIPLES

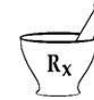
	FLUJO 1	FLUJO 2	FLUJO 3	FLUJO 4	FLUJO 5	FLUJO 6	FLUJO 7	FLUJO 8	FLUJO 9	FLUJO 10	
MUESTRA 1	292.2	291.5	287.1	290.3	295.3	292.3	290.7	288.7	290.7	291.4	$\bar{x} = 291.38$
	288.4	294.7	284.7	290.5	298.2	295.2	289.3	290.7	289.2	291.6	$\bar{R} = 5.95$
	287.3	294.6	291.5	292.5	297.3	293.6	291.7	291.8	288.2	296.1	$V_{\bar{x}máx.} = 291.44$
	285.9	292.5	287	291.9	291	295.8	289.6	289.9	295.1	290.8	$F_{\bar{x}máx.} = 5$
	289.4	294.1	291.1	297.2	295.4	288	291.8	289.9	288.1	287.4	$V_{\bar{x}mín.} = 288.28$
Promedios	288.64	293.48	288.28	292.48	295.44	292.98	290.62	290.2	290.26	291.46	$F_{\bar{x}mín.} = 3$
Rangos	6.3	3.2	6.8	6.9	7.2	7.8	2.5	3.1	7	8.7	$R_{max} = 8.7 \quad F_{max} = 10$
MUESTRA 2	286.8	290.4	287.6	289.5	296	292.7	292.3	294.4	290.9	300	$\bar{x} = 290.76$
	290.6	291.5	282.3	292.2	293.3	292	289.5	294.8	288	293.1	$\bar{R} = 6.41$
	283.2	290.8	287.4	293.6	294.5	289.1	292.9	292.6	288.5	300.2	$V_{\bar{x}máx.} = 294.5$
	287.4	295.4	285.3	288.4	293.8	287	291.2	293.9	292.2	285.8	$F_{\bar{x}máx.} = 5$
	287.3	285.1	290.1	288.4	294.9	291.8	291.9	291.8	289.3	286.2	$V_{\bar{x}mín.} = 286.54$
Promedios	287.06	290.64	286.54	290.42	294.5	290.52	291.56	293.5	289.78	293.06	$F_{\bar{x}mín.} = 3$
Rangos	7.4	10.3	7.8	5.2	2.7	5.7	3.4	3	4.2	14.4	$R_{max} = 14.4 \quad F_{max} = 10$
MUESTRA 3	286.5	292.7	287.4	293.4	290.5	289.3	291.6	292.2	289.9	287.7	$\bar{x} = 289.64$
	288.6	291.7	286.9	290.8	292	288.9	290.7	288.8	287.3	289.2	$\bar{R} = 3.23$
	288.9	292.1	285.2	288.5	292.4	289.5	290.1	290.7	288	287.2	$V_{\bar{x}máx.} = 292.56$
	289.4	293.1	286.7	293.2	293.4	291	289.1	287.4	285.8	286.8	$F_{\bar{x}máx.} = 5$
	287.3	292.2	285.4	292.2	294.5	291.6	288.7	289.2	287.8	288.3	$V_{\bar{x}mín.} = 286.32$
Promedios	288.14	292.36	286.32	291.62	292.56	290.06	290.04	289.66	287.76	287.84	$F_{\bar{x}mín.} = 3$
Rangos	2.9	1.4	2.2	4.9	4	2.7	2.9	4.8	4.1	2.4	$R_{max} = 4.9 \quad F_{max} = 4$
MUESTRA 4	288.1	289	287.5	290	292.1	293.3	291.6	290.9	291	289.8	$\bar{x} = 290.32$
	289.2	293.5	287.4	290.8	293	289.8	292.8	290.5	289.1	290.5	$\bar{R} = 3.15$
	289.1	293.3	286.3	292	294	291.3	291.3	289.2	290.3	288.4	$V_{\bar{x}máx.} = 293.00$
	288.5	292.1	283.7	292.8	292.2	289.5	294	290.6	290.5	289.2	$F_{\bar{x}máx.} = 5$
	288	291	285	294.6	293.7	289.4	289.5	290.7	288.8	287.3	$V_{\bar{x}mín.} = 285.98$
Promedios	288.58	291.78	285.98	292.04	293	290.66	291.84	290.38	289.94	289.04	$F_{\bar{x}mín.} = 3$
Rangos	1.2	4.5	3.8	4.6	1.9	3.9	4.5	1.7	2.2	3.2	$R_{max} = 4.6 \quad F_{max} = 4$
MUESTRA 5	293.7	291.7	292.3	297.3	295.5	290.6	290	292	290.2	288.8	$\bar{x} = 291.61$
	290	289.3	292.3	291	292.8	293.3	294.9	291.3	287.9	289.4	$\bar{R} = 4.94$
	290.7	289.3	292.2	293.6	291.3	292.7	293.5	290.7	290.2	286.4	$V_{\bar{x}máx.} = 294.14$
	296.4	285.5	288.5	293.8	292.3	292.4	291.6	293.4	286.1	288.5	$F_{\bar{x}máx.} = 4$
	294.3	294.2	293	295	293.9	292.5	292.1	292	288.8	291.3	$V_{\bar{x}mín.} = 288.64$
Promedios	293.02	290	291.66	294.14	293.16	292.3	292.42	291.88	288.64	288.88	$F_{\bar{x}mín.} = 9$
Rangos	6.4	8.7	4.5	6.3	4.2	2.7	4.9	2.7	4.1	4.9	$R_{max} = 8.7 \quad F_{max} = 2$

Producto: Ibuprofeno, Tabletas.	No. Lote: 1	Grupo:	Semestre: 2013-1
Prueba: Variación de peso.	Realizó: M.G.S.E.	Supervisó: M.M.U.H.	Fecha: 14/Noviembre/2012
Observaciones: Peso mg.			

Anexo G. Formatos de registro de datos para el control de procesos de flujos múltiples de Ibuprofeno.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA
LABORATORIOS FARMACEUTICOS ZARAGOZA



REGISTRO DE DATOS PARA EL CONTROL DEL PROCESO DE FLUJOS MÚLTIPLES

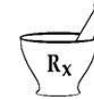
	FLUJO 1	FLUJO 2	FLUJO 3	FLUJO 4	FLUJO 5	FLUJO 6	FLUJO 7	FLUJO 8	FLUJO 9	FLUJO 10		
MUESTRA 6	285.3	292.1	292.5	290.7	296.2	293.6	289.7	295.3	294.1	290.6	\bar{x} =	291.74
	289.7	294.7	290.5	294.1	296.8	290.8	292	293.9	291.5	293.4	\bar{R} =	5.00
	286.4	293	288.7	299.6	293.7	293	289.5	292.1	290	288.2	$V_{\bar{x}máx.}$ =	294.98
	288	296.3	291.4	293.4	293.6	294.7	289.8	291.5	288.1	289.8	$F_{\bar{x}máx.}$ =	5
	288	293.7	286.5	294.5	294.6	293.9	288.3	291	290.3	288	$V_{\bar{x}mín.}$ =	287.48
Promedios	287.48	293.96	289.92	294.46	294.98	293.2	289.86	292.76	290.8	290	$F_{\bar{x}mín.}$ =	1
Rangos	4.4	4.2	6	8.9	3.2	3.9	3.7	4.3	6	5.4	R_{max} = 8.9	F_{max} = 4
MUESTRA 7	285.4	289.8	288.7	292.8	296.1	291.7	290.3	291.4	291.6	289.5	\bar{x} =	289.57
	286.4	289.8	285.2	290.9	293.8	290.3	288.6	292.7	288.5	287	\bar{R} =	3.58
	285	293.5	287.8	290.8	290.8	291	288.3	289.2	290.1	288.8	$V_{\bar{x}máx.}$ =	293.92
	285.2	291.7	285.6	289.6	292.4	292.7	291	290.4	290.3	287.3	$F_{\bar{x}máx.}$ =	5
	285.2	295.3	285.8	288.4	296.5	292.5	288.8	290.5	288.3	290.4	$V_{\bar{x}mín.}$ =	285.44
Promedios	285.44	292.02	286.62	290.5	293.92	291.64	289.4	290.84	289.76	288.6	$F_{\bar{x}mín.}$ =	1
Rangos	1.4	5.5	3.5	4.4	5.7	2.4	2.7	3.5	3.3	3.4	R_{max} = 5.7	F_{max} = 5
MUESTRA 8	286.4	292.2	284.8	288.2	290.9	289.5	288.3	286.5	286.3	289.6	\bar{x} =	289.12
	286.2	293	288.9	293.6	292.2	290.3	287.3	289.6	287.9	288.9	\bar{R} =	3.63
	282.7	293.1	286.6	291.7	290.8	290.7	287.5	289.7	288.8	286.9	$V_{\bar{x}máx.}$ =	292.04
	284.4	291.9	284.9	295.8	291.7	289.3	288.2	289.9	287.3	288.1	$F_{\bar{x}máx.}$ =	4
	285.3	289.1	288	290.9	293.1	290.9	290	290.8	289.6	287.5	$V_{\bar{x}mín.}$ =	285.00
Promedios	285	291.86	286.64	292.04	291.74	290.14	288.26	289.3	287.98	288.2	$F_{\bar{x}mín.}$ =	1
Rangos	3.7	4	4.1	7.6	2.3	1.6	2.7	4.3	3.3	2.7	R_{max} = 7.6	F_{max} = 4
MUESTRA 9	285.5	291.7	285.4	294.2	294.3	287.6	289.8	290.7	290.5	287.6	\bar{x} =	289.97
	286.8	290.8	287.7	293.3	294.5	291	290.7	291.5	288.1	285.5	\bar{R} =	4.50
	282.7	293.2	290.5	294.8	290.3	294.1	291.5	290.9	293.8	287.6	$V_{\bar{x}máx.}$ =	293.23
	286.4	292.2	284.8	292.4	290.9	293.5	292.5	290.9	290.9	288	$F_{\bar{x}máx.}$ =	4
	287.3	293.6	286.7	290.9	284.7	288.8	290	291.5	289.8	286.2	$V_{\bar{x}mín.}$ =	285.74
Promedios	285.74	292.3	287.02	293.12	290.94	291	290.9	291.1	290.62	286.98	$F_{\bar{x}mín.}$ =	1
Rangos	4.6	2.8	5.7	3.9	9.8	6.5	2.7	0.8	5.7	2.5	R_{max} = 9.8	F_{max} = 5
MUESTRA 10	285.4	291	285.1	294.7	293.6	289.6	288.4	294	289.6	288.9	\bar{x} =	290.18
	286.4	289.4	288.2	292.9	293	292.2	292.2	290.2	291.6	291.1	\bar{R} =	4.20
	283.6	294.4	287.4	289.1	291.6	291.6	289.9	291.9	291.2	288.7	$V_{\bar{x}máx.}$ =	292.52
	289.8	292.4	285.4	292.6	292.8	289.7	287.8	293.5	293	286.5	$F_{\bar{x}máx.}$ =	5
	284.8	292.3	286.6	292.2	291.6	290.7	291.5	290.5	288.3	290.2	$V_{\bar{x}mín.}$ =	286.00
Promedios	286	291.9	286.54	292.3	292.52	290.76	289.96	292.02	290.74	289.08	$F_{\bar{x}mín.}$ =	1
Rangos	6.2	5	3.1	5.6	2	2.6	4.4	3.8	4.7	4.6	R_{max} = 6.2	F_{max} = 1

Producto: Ibuprofeno, Tabletas.	No. Lote: 1	Grupo:	Semestre: 2013-1
Prueba: Variación de peso.	Realizó: M.G.S.E.	Supervisó: M.M.U.H.	Fecha: 14/Noviembre/2012
Observaciones: Peso mg.			

Anexo G. Formatos de registro de datos para el control de procesos de flujos múltiples de Ibuprofeno.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA
LABORATORIOS FARMACEUTICOS ZARAGOZA



REGISTRO DE DATOS PARA EL CONTROL DEL PROCESO DE FLUJOS MÚLTIPLES

	FLUJO 1	FLUJO 2	FLUJO 3	FLUJO 4	FLUJO 5	FLUJO 6	FLUJO 7	FLUJO 8	FLUJO 9	FLUJO 10	
MUESTRA 11	281.3	291.7	284.1	292.4	290.8	286.9	287.5	291.7	287.1	284.9	$\bar{x} = 288.26$
	284.3	290.6	285.5	290	293.4	291.8	293.7	288.8	289.8	285.3	$\bar{R} = 5.18$
	283.2	292.5	283.7	290	292.3	287.5	287.4	289.2	286.1	288.8	$V_{\bar{x}máx.} = 291.38$
	286.6	288.8	287.5	289.6	291.6	289.3	287	288.9	286.6	286.9	$F_{\bar{x}máx.} = 2$
	282.9	293.3	281.5	291.2	287.3	293	291.2	285.5	285.6	286.4	$V_{\bar{x}mín.} = 283.66$
Promedios	283.66	291.38	284.46	290.64	291.08	289.7	289.36	288.82	287.04	286.46	$F_{\bar{x}mín.} = 1$
Rangos	5.3	4.5	6	2.8	6.1	6.1	6.7	6.2	4.2	3.9	$R_{max} = 6.7 \quad F_{max} = 7$
MUESTRA 12	288.7	292	290.3	283.3	288.3	290.6	290.2	288	289.7	289.6	$\bar{x} = 288.32$
	282.7	288.4	285.3	286.3	289.6	287.9	289.7	285.9	286.4	286.3	$\bar{R} = 6.37$
	281.6	280.5	285.8	289.5	287.8	289.2	287	289	290.7	289.8	$V_{\bar{x}máx.} = 290.18$
	286.9	290.4	282.3	290.3	293	292.5	291	292.7	289.7	288.2	$F_{\bar{x}máx.} = 5$
	283.4	290.9	291	291.3	292.2	288.8	287.2	287.8	288.7	287.5	$V_{\bar{x}mín.} = 284.66$
Promedios	284.66	288.44	286.94	288.14	290.18	289.8	289.02	288.68	289.04	288.28	$F_{\bar{x}mín.} = 1$
Rangos	7.1	11.5	8.7	8	5.2	4.6	4	6.8	4.3	3.5	$R_{max} = 11.5 \quad F_{max} = 2$
MUESTRA 13	288.6	292.4	285.6	293.6	293.1	293.3	290.4	293	290.7	287.5	$\bar{x} = 290.39$
	289.6	291.7	286.6	290.8	291.1	293	289.8	290.4	290.6	288.9	$\bar{R} = 4.23$
	287	292.8	287.2	291.1	295.3	291.2	292.6	288.7	293.6	289.4	$V_{\bar{x}máx.} = 293.64$
	292.3	291.2	288.2	289.2	294.5	292.1	288.5	290.4	291.4	286.8	$F_{\bar{x}máx.} = 5$
	287.7	294	285.7	290.1	294.2	291	283.7	290.6	288.8	289.5	$V_{\bar{x}mín.} = 286.66$
Promedios	289.04	292.42	286.66	290.96	293.64	292.12	289	290.62	291.02	288.42	$F_{\bar{x}mín.} = 3$
Rangos	5.3	2.8	2.6	4.4	4.2	2.3	8.9	4.3	4.8	2.7	$R_{max} = 8.9 \quad F_{max} = 7$
MUESTRA 14	291.1	291.3	287.1	292.8	293.4	294.8	286.4	291.2	290.1	288.4	$\bar{x} = 290.53$
	288.4	295.4	286.5	296	293.2	289.6	295.1	290.5	288.3	289	$\bar{R} = 5.30$
	287.5	290.3	289.6	290.7	294.8	292.9	291.2	291.1	289.7	289.2	$V_{\bar{x}máx.} = 292.76$
	288	291.3	287.4	294.5	289.9	294.6	290.3	288	291.6	286.4	$F_{\bar{x}máx.} = 5$
	286.6	288.9	292.8	289.1	292.5	291.6	292.4	290.2	289.2	285.7	$V_{\bar{x}mín.} = 287.74$
Promedios	288.32	291.44	288.68	292.62	292.76	292.7	291.08	290.2	289.78	287.74	$F_{\bar{x}mín.} = 10$
Rangos	4.5	6.5	6.3	6.9	4.9	5.2	8.7	3.2	3.3	3.5	$R_{max} = 8.7 \quad F_{max} = 7$
MUESTRA 15	285.9	294.6	282.9	292.9	289.6	288.3	286	292.9	285.6	287.5	$\bar{x} = 289.39$
	287.7	292.3	284.9	292.9	291	290.3	290.5	286.6	290	290.3	$\bar{R} = 5.17$
	287.2	291.3	289.6	290.3	293.8	294.6	287.7	293.1	288.3	286.2	$V_{\bar{x}máx.} = 292.98$
	287.1	294.3	291	291.3	290.2	293.8	292.3	286.9	290.9	284.9	$F_{\bar{x}máx.} = 2$
	287.2	292.4	287.4	289	289.6	288.1	289.1	287.2	287.3	284.5	$V_{\bar{x}mín.} = 286.68$
Promedios	287.02	292.98	287.16	291.28	290.84	291.02	289.12	289.34	288.42	286.68	$F_{\bar{x}mín.} = 10$
Rangos	1.8	3.3	8.1	3.9	4.2	6.5	6.3	6.5	5.3	5.8	$R_{max} = 8.1 \quad F_{max} = 3$

Producto: Ibuprofeno, Tabletas.	No. Lote: 1	Grupo:	Semestre: 2013-1
Prueba: Variación de peso.	Realizó: M.G.S.E.	Supervisó: M.M.U.H.	Fecha: 14/Noviembre/2012
Observaciones: Peso mg.			

Anexo G. Formatos de registro de datos para el control de procesos de flujos múltiples de Ibuprofeno.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA
LABORATORIOS FARMACEUTICOS ZARAGOZA



REGISTRO DE DATOS PARA EL CONTROL DEL PROCESO DE FLUJOS MÚLTIPLES

	FLUJO 1	FLUJO 2	FLUJO 3	FLUJO 4	FLUJO 5	FLUJO 6	FLUJO 7	FLUJO 8	FLUJO 9	FLUJO 10		
MUESTRA 16	286.8	295.5	291	292.3	296.5	291.1	295.8	293	293.4	287.2	\bar{x} =	292.61
	286.7	290.6	289.2	295.6	293.2	292.9	296.5	296.3	291.8	288.5	\bar{R} =	4.24
	285.7	293	291.5	297.9	295.7	293.6	292.9	291.8	291.9	294.4	$V_{\bar{x}máx.}$ =	295.92
	286.1	297.5	289.4	293.9	293.7	291.1	294.9	297	292.2	291.2	$F_{\bar{x}máx.}$ =	4
	286.9	296.5	289.3	299.9	294.9	294.6	294.9	291.8	292.1	290.3	$V_{\bar{x}mín.}$ =	286.44
Promedios	286.44	294.62	290.08	295.92	294.8	292.66	295	293.98	292.28	290.32	$F_{\bar{x}mín.}$ =	1
Rangos	1.2	6.9	2.3	7.6	3.3	3.5	3.6	5.2	1.6	7.2	R_{max} = 7.6	F_{max} = 4
MUESTRA 17	287.2	292.4	293.1	292.2	292.1	291.9	294.7	292.2	292.1	290.4	\bar{x} =	291.59
	288.8	291.9	289	292.7	294.4	291.8	294.7	292.6	289.7	286.1	\bar{R} =	3.65
	288.6	293	287.9	295.7	291.2	294.7	294.7	294	289.5	291.1	$V_{\bar{x}máx.}$ =	294.24
	287.7	294	290.2	294.6	291.3	291.2	292.9	293.9	291.8	291.7	$F_{\bar{x}máx.}$ =	7
	288.9	293.4	287.2	291.8	292.7	291.4	295.9	292.9	286.3	289.4	$V_{\bar{x}mín.}$ =	288.24
Promedios	288.24	292.94	289.48	293.4	292.34	292.2	294.58	293.12	289.88	289.74	$F_{\bar{x}mín.}$ =	1
Rangos	1.7	2.1	5.9	3.9	3.2	3.5	3	1.8	5.8	5.6	R_{max} = 5.7	F_{max} = 3
MUESTRA 18	287.2	294.2	287.1	294.2	293.6	295.3	292.1	290.5	290.9	289.9	\bar{x} =	291.11
	286.8	294	286.2	292	292.5	293	290.7	293.1	289	289.9	\bar{R} =	3.50
	289.5	294.2	289.6	292.4	295.7	291.6	293.2	292.1	288	290.1	$V_{\bar{x}máx.}$ =	293.82
	285.6	293.2	288.8	294.7	293.3	291.3	291.5	290.1	288.6	291.4	$F_{\bar{x}máx.}$ =	2
	286.9	293.5	286.5	292.8	292.8	290	288.8	291.3	294.2	291.8	$V_{\bar{x}mín.}$ =	287.20
Promedios	287.2	293.82	287.64	293.22	293.58	292.24	291.26	291.42	290.14	290.62	$F_{\bar{x}mín.}$ =	1
Rangos	3.9	1	3.4	2.7	3.2	5.3	4.4	3	6.2	1.9	R_{max} = 6.2	F_{max} = 9
MUESTRA 19	286.7	294.9	286.1	295.7	296.5	292.1	288.8	292.5	293.1	291	\bar{x} =	291.34
	287.5	295.3	287.5	293.2	290.8	294.2	290.3	293.4	293	291.5	\bar{R} =	3.84
	283	294.4	285.4	293.4	292.7	289.3	291.8	292.6	291.3	292	$V_{\bar{x}máx.}$ =	294.38
	286.8	294.4	287.8	292.1	296.2	292.1	291.7	293.8	291.9	289.4	$F_{\bar{x}máx.}$ =	2
	286.2	292.9	289.8	295.5	292.5	292.3	292.1	292.1	287.8	289.4	$V_{\bar{x}mín.}$ =	286.04
Promedios	286.04	294.38	287.32	293.98	293.74	292	290.94	292.88	291.42	290.66	$F_{\bar{x}mín.}$ =	1
Rangos	4.5	2.4	4.4	3.6	5.7	4.9	3.3	1.7	5.3	2.6	R_{max} = 5.7	F_{max} = 5
MUESTRA 20	288	295.7	288.8	290.6	291.9	288.9	288.5	291.1	289.7	284.6	\bar{x} =	290.54
	285.2	294.2	290.4	298.9	294	292.9	289.7	293.1	291.9	290.2	\bar{R} =	5.21
	288.1	288.2	292.3	295.8	294.3	287.2	288.1	290.2	292.8	285.7	$V_{\bar{x}máx.}$ =	294.82
	285.2	288.6	287.1	294.3	291.5	292.4	291.9	288.9	288.4	287.7	$F_{\bar{x}máx.}$ =	4
	285.5	294.4	289.3	294.5	295.2	290.6	289.2	293.9	290.3	287	$V_{\bar{x}mín.}$ =	286.4
Promedios	286.4	292.22	289.58	294.82	293.38	290.4	289.48	291.44	290.62	287.04	$F_{\bar{x}mín.}$ =	1
Rangos	2.9	7.5	5.2	8.3	3.7	5.7	3.8	5	4.4	5.6	R_{max} = 8.3	F_{max} = 4

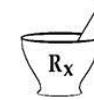
Producto: Ibuprofeno, Tabletas.	No. Lote: 1	Grupo:	Semestre: 2013-1
Prueba: Variación de peso.	Realizó: M.G.S.E.	Supervisó: M.M.U.H.	Fecha: 14/Noviembre/2012
Observaciones: Peso mg.			

Lote 2

Anexo G. Formatos de registro de datos para el control de procesos de flujos múltiples de Ibuprofeno.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
 FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA
 LABORATORIOS FARMACEUTICOS ZARAGOZA



REGISTRO DE DATOS PARA EL CONTROL DEL PROCESO DE FLUJOS MÚLTIPLES

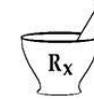
	FLUJO 1	FLUJO 2	FLUJO 3	FLUJO 4	FLUJO 5	FLUJO 6	FLUJO 7	FLUJO 8	FLUJO 9	FLUJO 10	
MUESTRA 1	287.2	293.5	289.7	294.1	294.7	292	290	293.3	291.3	290.9	$\bar{x} = 291.32$
	286.9	293	288.3	293.9	295.3	291.1	290.5	292.5	293.2	291.5	$\bar{R} = 2.8$
	287.1	291.1	292.2	292	293.1	292.5	288.7	294.2	291.2	289.9	$V_{\bar{x}m\acute{a}x.} = 294.5$
	286.5	292.9	286.3	292.3	294.8	291.2	289.3	293.9	292.4	290.3	$F_{\bar{x}m\acute{a}x.} = 5$
	285.5	293.9	287.6	294.6	294.6	290.2	292.3	292.9	291.1	288.7	$V_{\bar{x}m\acute{i}n.} = 286.64$
Promedios	286.64	292.88	288.82	293.38	294.5	291.4	290.16	293.36	291.84	290.26	$F_{\bar{x}m\acute{i}n.} = 1$
Rangos	1.7	2.8	5.9	2.6	2.2	2.3	3.6	1.7	2.1	2.8	$R_{max} = 5.9 \quad F_{max} = 3$
MUESTRA 2	290.1	295.7	290.7	296.5	296.3	295.1	292.5	295.6	291.3	290.3	$\bar{x} = 292.83$
	292.7	293.7	288.8	294	295.1	293.9	292.8	291.5	291.8	291.6	$\bar{R} = 3.3$
	286.8	295.2	290.5	294.7	293.5	293.5	295.5	293.5	293.4	289	$V_{\bar{x}m\acute{a}x.} = 295.64$
	288.1	292.6	289.9	296.6	296.4	292.4	292	293.9	292.5	289.2	$F_{\bar{x}m\acute{a}x.} = 4$
	289.9	296.5	288.7	296.4	295.7	293.5	292.6	294.3	292.5	292.2	$V_{\bar{x}m\acute{i}n.} = 289.52$
Promedios	289.52	294.74	289.72	295.64	295.4	293.68	293.08	293.76	292.3	290.46	$F_{\bar{x}m\acute{i}n.} = 1$
Rangos	5.9	3.9	2	2.6	2.9	2.7	3.5	4.1	2.1	3.2	$R_{max} = 5.9 \quad F_{max} = 1$
MUESTRA 3	288	296.4	289.6	294.2	293.8	292.2	290.7	289.6	289.7	291.2	$\bar{x} = 291.08$
	287.6	295.3	288.5	292.8	295.9	293.3	291.4	290.2	292.1	288.9	$\bar{R} = 2.8$
	287.6	292.9	286.9	291.6	293.2	293.2	288.9	289.6	290.8	289.2	$V_{\bar{x}m\acute{a}x.} = 294.42$
	287	292.6	289.3	292	296.8	292.9	291	292	290.7	288.1	$F_{\bar{x}m\acute{a}x.} = 5$
	285.6	293	288.8	291.5	292.4	291.8	290.6	292	290.9	289.5	$V_{\bar{x}m\acute{i}n.} = 287.16$
Promedios	287.16	294.04	288.62	292.42	294.42	292.68	290.52	290.68	290.84	289.38	$F_{\bar{x}m\acute{i}n.} = 1$
Rangos	2.4	3.8	2.7	2.7	4.4	1.5	2.5	2.4	2.4	3.1	$R_{max} = 4.4 \quad F_{max} = 5$
MUESTRA 4	286.4	294.2	287.2	290.7	293	291.8	290.5	294.9	291.6	289.5	$\bar{x} = 290.84$
	287.1	292.6	285.8	292.2	293.9	295.4	290.7	290.6	288.4	288.5	$\bar{R} = 3.9$
	285.9	291	286.6	292.8	295.8	293.7	287.5	290.8	290.6	291.1	$V_{\bar{x}m\acute{a}x.} = 294.46$
	288	293.2	286.5	295.5	295.8	293.2	290.4	291.1	288.3	290.9	$F_{\bar{x}m\acute{a}x.} = 5$
	284.5	293.9	290.3	292.4	292.8	293.1	292.7	292.5	288.4	287.8	$V_{\bar{x}m\acute{i}n.} = 286.38$
Promedios	286.38	292.98	287.28	292.72	294.26	293.44	290.36	291.98	289.46	289.56	$F_{\bar{x}m\acute{i}n.} = 1$
Rangos	3.5	3.2	4.5	4.8	3	3.6	5.2	4.3	3.3	3.3	$R_{max} = 5.2 \quad F_{max} = 7$
MUESTRA 5	287.6	294	289.9	295.9	295.1	293.3	291.5	292.9	289.4	293.3	$\bar{x} = 291.74$
	287.1	292.3	286.6	292.7	295.2	291.7	292.7	291.8	290.7	291	$\bar{R} = 3.2$
	289.6	296.2	287.3	294.5	294.9	290.6	290.3	291.8	291.2	289.6	$V_{\bar{x}m\acute{a}x.} = 294.90$
	288.7	292.3	290.1	293.9	296	293.3	291	292.6	290.3	291.6	$F_{\bar{x}m\acute{a}x.} = 5$
	288.8	295	292.4	292.5	293.3	290.8	291.4	293.6	290.7	287.9	$V_{\bar{x}m\acute{i}n.} = 288.36$
Promedios	288.36	293.96	289.26	293.9	294.9	291.94	291.38	292.54	290.46	290.68	$F_{\bar{x}m\acute{i}n.} = 1$
Rangos	2.5	3.9	5.8	3.4	2.7	2.7	2.4	1.8	1.8	5.4	$R_{max} = 5.8 \quad F_{max} = 3$

Producto: Ibuprofeno, Tabletas.	No. Lote: 2	Grupo:	Semestre: 2013-1
Prueba: Variación de peso.	Realizó: M.G.S.E.	Supervisó: M.M.U.H.	Fecha: 14/Noviembre/2012
Observaciones: Peso mg.			

Anexo G. Formatos de registro de datos para el control de procesos de flujos múltiples de Ibuprofeno.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA
LABORATORIOS FARMACEUTICOS ZARAGOZA



REGISTRO DE DATOS PARA EL CONTROL DEL PROCESO DE FLUJOS MÚLTIPLES

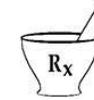
	FLUJO 1	FLUJO 2	FLUJO 3	FLUJO 4	FLUJO 5	FLUJO 6	FLUJO 7	FLUJO 8	FLUJO 9	FLUJO 10	
MUESTRA 6	285.3	292.4	288.5	289.8	292.9	292	290.9	293.4	289.1	288.6	\bar{x} = 290.51
	287.6	290.7	288.4	295.3	293.6	293.4	291	291.2	288.1	289.6	\bar{R} = 3.4
	288.9	292.9	286.7	294.8	295	291.6	290.3	293.7	288.8	289.3	$V_{\bar{x}máx.}$ = 293.04
	285.4	292.5	289.2	292.1	291.2	290.1	290.9	287.8	287.6	288.8	$F_{\bar{x}máx.}$ = 2
	287.8	291.9	288.2	293.2	291	293.1	291.3	291.3	291.3	287.1	$V_{\bar{x}mín.}$ = 287.00
Promedios	287	292.08	288.2	293.04	292.74	292.04	290.88	291.48	288.98	288.68	$F_{\bar{x}mín.}$ = 1
Rangos	3.6	2.2	2.5	5.5	4	3.3	1	5.9	3.7	2.5	R_{max} = 5.9 F_{max} = 8
MUESTRA 7	283.9	291.1	285.3	289.7	291.5	291.4	287.4	291.2	287.3	286.3	\bar{x} = 289.05
	284.4	293.5	285	292.3	293.3	292	290.3	290.9	287.4	286.5	\bar{R} = 3.8
	283.6	288.3	287.3	295.6	289.6	290.5	288	288.1	286.4	287.3	$V_{\bar{x}máx.}$ = 292.46
	285.6	290.6	289.8	294.6	293.9	291.5	289.8	287.7	289.6	285.4	$F_{\bar{x}máx.}$ = 5
	285.1	292.1	286.9	289.2	294	289.4	290.3	287.3	286.3	287.9	$V_{\bar{x}mín.}$ = 284.52
Promedios	284.52	291.12	286.86	292.28	292.46	290.96	289.16	289.04	287.4	286.68	$F_{\bar{x}mín.}$ = 1
Rangos	2	5.2	4.8	6.4	4.4	2.6	2.9	3.9	3.3	2.5	R_{max} = 6.4 F_{max} = 4
MUESTRA 8	286	291.8	287.7	295.5	294.8	292.6	288.7	289.1	288.4	290	\bar{x} = 290.48
	286.9	292.3	290.6	294.1	294.3	292.2	291.4	292.9	287.5	290	\bar{R} = 3.7
	287.1	293.2	289.6	292.9	294.4	290.7	289.7	290.3	290.1	289.4	$V_{\bar{x}máx.}$ = 293.96
	285.8	295.5	290.1	291.9	291.4	288.9	289.8	293.5	287.6	287	$F_{\bar{x}máx.}$ = 5
	286.4	290.8	288.4	290.2	294.9	291.9	291.9	291.1	288.4	284.5	$V_{\bar{x}mín.}$ = 286.44
Promedios	286.44	292.72	289.28	292.92	293.96	291.26	290.3	291.38	288.4	288.18	$F_{\bar{x}mín.}$ = 1
Rangos	1.3	4.7	2.9	5.3	3.5	3.7	3.2	4.4	2.6	5.5	R_{max} = 5.5 F_{max} = 10
MUESTRA 9	287.5	286.3	287.4	292.9	292.4	292.3	291.5	291.7	290.4	291	\bar{x} = 291.01
	288.5	293	290.3	292	292	292.4	291.6	292.9	288	290.9	\bar{R} = 3.5
	288.9	293.7	287.5	294.1	292.7	294.1	292.3	292.4	289.6	286.9	$V_{\bar{x}máx.}$ = 292.96
	289.1	292.7	285.5	293.5	294.5	292.4	293	295.4	289.2	290.5	$F_{\bar{x}máx.}$ = 5
	287	291.9	289	292	293.2	291.5	293.4	290.8	289.2	289.5	$V_{\bar{x}mín.}$ = 287.94
Promedios	288.2	291.52	287.94	292.9	292.96	292.54	292.36	292.64	289.28	289.76	$F_{\bar{x}mín.}$ = 3
Rangos	2.1	7.4	4.8	2.1	2.5	2.6	1.9	4.6	2.4	4.1	R_{max} = 7.4 F_{max} = 2
MUESTRA 10	285.5	290.9	285.6	292.2	295.6	291.3	294.4	291.1	287.9	286	\bar{x} = 289.38
	284.1	291.7	286.3	292.1	291.5	289.3	291.2	292.5	287.7	288.2	\bar{R} = 5.4
	283.3	288.6	286.2	293.5	294.4	290.3	289.9	286	287.5	286	$V_{\bar{x}máx.}$ = 292.30
	286	288.5	286.1	292.6	291.3	289.4	292.9	280.7	291.1	292.2	$F_{\bar{x}máx.}$ = 4
	283.4	295.2	290.3	291.1	288.1	293.1	290.3	290.7	288.8	286.2	$V_{\bar{x}mín.}$ = 284.46
Promedios	284.46	290.98	286.9	292.3	292.18	290.68	291.74	288.2	288.6	287.72	$F_{\bar{x}mín.}$ = 1
Rangos	2.7	6.7	4.7	2.4	7.5	3.8	4.5	11.8	3.6	6.2	R_{max} = 11.8 F_{max} = 8

Producto: Ibuprofeno, Tabletas.	No. Lote: 2	Grupo:	Semestre: 2013-1
Prueba: Variación de peso.	Realizó: M.G.S.E.	Supervisó: M.M.U.H.	Fecha: 14/Noviembre/2012
Observaciones: Peso mg.			

Anexo G. Formatos de registro de datos para el control de procesos de flujos múltiples de Ibuprofeno.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA
LABORATORIOS FARMACEUTICOS ZARAGOZA



REGISTRO DE DATOS PARA EL CONTROL DEL PROCESO DE FLUJOS MÚLTIPLES

	FLUJO 1	FLUJO 2	FLUJO 3	FLUJO 4	FLUJO 5	FLUJO 6	FLUJO 7	FLUJO 8	FLUJO 9	FLUJO 10		
MUESTRA 11	285.1	291.5	287.9	292.6	294.9	292.1	291.8	290.1	288.9	285	\bar{x} =	289.80
	289.2	288.5	297.9	294.2	293.9	290.7	289.2	290.9	287.3	287.4	\bar{R} =	4.2
	283.9	289.3	285	294.1	292.7	291.2	288.9	290.4	287.1	288.3	$V_{\bar{x}máx.}$ =	294.00
	285.1	292.2	285.3	293	292.1	290.5	288	291.6	288.3	288.2	$F_{\bar{x}máx.}$ =	5
	284.5	290.5	287.4	291.8	296.4	290.6	287.1	290.6	288.7	288	$V_{\bar{x}mín.}$ =	285.56
Promedios	285.56	290.4	288.7	293.14	294	291.02	289	290.72	288.06	287.38	$F_{\bar{x}mín.}$ =	1
Rangos	5.3	3.7	12.9	2.4	4.3	1.6	4.7	1.5	1.8	3.3	R_{max} = 12.9	F_{max} = 3
MUESTRA 12	284.8	291.5	289.3	293	296.4	292.9	291	291.6	288.9	288.7	\bar{x} =	290.69
	287.4	293.5	289.4	291.3	292.6	292.4	292	292	288.1	285.9	\bar{R} =	3.0
	290.4	291.9	288.3	292.7	295.4	292.9	289	287.8	288.3	288.8	$V_{\bar{x}máx.}$ =	294.96
	285.6	291.5	289.6	291.7	296.5	291.9	291.3	290.3	289.6	291.5	$F_{\bar{x}máx.}$ =	5
	285.4	291.3	289.2	293	293.9	292.5	292.4	291.3	288.8	288.8	$V_{\bar{x}mín.}$ =	286.72
Promedios	286.72	291.94	289.16	292.34	294.96	292.52	291.14	290.6	288.74	288.74	$F_{\bar{x}mín.}$ =	1
Rangos	5.6	2.2	1.3	1.7	3.9	1	3.4	4.2	1.5	5.6	R_{max} = 5.6	F_{max} = 10
MUESTRA 13	284.1	290.6	287.6	293.7	293.2	291.6	286.8	291.4	287.2	287.4	\bar{x} =	288.65
	286.6	293.9	286.1	293.6	289.1	290.8	289.3	288	286.9	286.3	\bar{R} =	3.0
	284.1	290.7	285	292.6	291.4	289.9	289	287.8	287	287.6	$V_{\bar{x}máx.}$ =	292.56
	284.5	289.9	285.4	291.5	293.1	290.1	288.3	289.6	283.7	285.6	$F_{\bar{x}máx.}$ =	4
	284.5	288.5	284.9	291.4	292.5	290.2	287.5	289.8	286.5	285.8	$V_{\bar{x}mín.}$ =	284.76
Promedios	284.76	290.72	285.8	292.56	291.86	290.52	288.18	289.32	286.26	286.54	$F_{\bar{x}mín.}$ =	1
Rangos	2.5	5.4	2.7	2.3	4.1	1.7	2.5	3.6	3.5	2	R_{max} = 5.4	F_{max} = 2
MUESTRA 14	286.7	291.4	290.6	293.8	293.9	293	294.7	289.1	289.8	286.9	\bar{x} =	290.56
	285.9	292.4	290	291.7	294.3	291.4	291.6	293	287.1	287.7	\bar{R} =	4.1
	286.6	293.2	289.4	294.8	293.9	292.4	289.3	289.5	286.9	289.6	$V_{\bar{x}máx.}$ =	294.14
	288.2	291.9	290.5	293	294	293.4	290	286.2	287.6	288.2	$F_{\bar{x}máx.}$ =	5
	287.4	295.6	285.1	291.3	294.6	289.6	290.1	293.2	291.8	285.8	$V_{\bar{x}mín.}$ =	286.96
Promedios	286.96	292.9	289.12	292.92	294.14	291.96	291.14	290.2	288.64	287.64	$F_{\bar{x}mín.}$ =	1
Rangos	2.3	4.2	5.5	3.5	0.7	3.8	5.4	7	4.9	3.8	R_{max} = 7	F_{max} = 8
MUESTRA 15	286.3	291.2	286.1	292.8	294.2	291.9	289.3	291.5	289.8	289.9	\bar{x} =	290.87
	290	293.2	289.5	294.2	292.9	295.6	293.4	291.5	290.6	287.7	\bar{R} =	3.7
	284.9	295	286.8	294	295.7	292.2	290.7	291.1	289.4	288.8	$V_{\bar{x}máx.}$ =	293.94
	287.1	291.4	290.6	292	295.1	291.4	288.7	291.7	289.8	288.2	$F_{\bar{x}máx.}$ =	5
	284.3	294.4	288.9	295	291.8	292.1	289.6	290.6	288.6	291.8	$V_{\bar{x}mín.}$ =	286.52
Promedios	286.52	293.04	288.38	293.6	293.94	292.64	290.34	291.28	289.64	289.28	$F_{\bar{x}mín.}$ =	1
Rangos	5.7	3.8	4.5	3	3.9	4.2	4.7	1.1	2	4.1	R_{max} = 5.7	F_{max} = 1

Producto: Ibuprofeno, Tabletas.	No. Lote: 2	Grupo:	Semestre: 2013-1
Prueba: Variación de peso.	Realizó: M.G.S.E.	Supervisó: M.M.U.H.	Fecha: 14/Noviembre/2012
Observaciones: Peso mg.			

Anexo G. Formatos de registro de datos para el control de procesos de flujos múltiples de Ibuprofeno.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA
LABORATORIOS FARMACEUTICOS ZARAGOZA



REGISTRO DE DATOS PARA EL CONTROL DEL PROCESO DE FLUJOS MÚLTIPLES

	FLUJO 1	FLUJO 2	FLUJO 3	FLUJO 4	FLUJO 5	FLUJO 6	FLUJO 7	FLUJO 8	FLUJO 9	FLUJO 10	
MUESTRA 16	288	292.9	286.8	295.4	294.6	288.9	290.7	291	290.8	289.4	\bar{x} = 290.72
	286	291.2	287.7	293.4	294.7	293	289.5	291.8	289.8	288.5	\bar{R} = 2.6
	286.4	292	286.5	290.9	294.3	291.4	290.6	291.8	290.8	289.9	$V_{\bar{x}máx.}$ = 295.16
	288.5	293.4	286.1	294.6	296	293.4	290	292.3	287.9	288.5	$F_{\bar{x}máx.}$ = 5
	287.1	293.2	287.2	290	296.2	291.3	290.4	292.7	290.7	287.7	$V_{\bar{x}mín.}$ = 286.86
Promedios	287.2	292.54	286.86	292.86	295.16	291.6	290.24	291.92	290	288.8	$F_{\bar{x}mín.}$ = 3
Rangos	2.5	2.2	1.6	5.4	1.9	4.5	1.2	1.7	2.9	2.2	R_{max} = 5.4 F_{max} = 4
MUESTRA 17	289.6	290.7	286.2	291.6	296.8	291.7	290.2	287.3	288.9	288.8	\bar{x} = 289.86
	286.5	290.7	283.3	289.6	293.5	293.5	289.9	289.1	287.6	288.8	\bar{R} = 3.5
	286.7	292.8	288.1	294.1	294.4	288.9	289	289.3	287.7	288.6	$V_{\bar{x}máx.}$ = 294.66
	285.1	293.8	285.2	293.2	294.2	293.6	288.7	289.2	289	286	$F_{\bar{x}máx.}$ = 5
	285.9	292.1	288.9	292.7	294.4	291.7	290.3	290.5	287.9	286.9	$V_{\bar{x}mín.}$ = 286.34
Promedios	286.76	292.02	286.34	292.24	294.66	291.88	289.62	289.08	288.22	287.82	$F_{\bar{x}mín.}$ = 3
Rangos	4.5	3.1	5.6	4.5	3.3	4.7	1.6	3.2	1.4	2.8	R_{max} = 5.6 F_{max} = 3
MUESTRA 18	285.6	291.6	287.5	292.5	293.9	290.9	290	290.6	286.3	287.8	\bar{x} = 289.15
	284.6	292.3	285.8	293.4	293.2	291.4	290.2	291.1	287.4	286.6	\bar{R} = 3.3
	282.8	290.1	284.6	291.3	292.3	290.1	288.3	288.6	286.9	284.5	$V_{\bar{x}máx.}$ = 292.94
	285.6	292.1	287.3	289.3	291.9	291.4	290.5	289.1	290.2	289.1	$F_{\bar{x}máx.}$ = 5
	284.3	291.2	287.3	292.4	293.4	288.6	289.9	285.8	286.7	289.2	$V_{\bar{x}mín.}$ = 284.58
Promedios	284.58	291.46	286.5	291.78	292.94	290.48	289.78	289.04	287.5	287.44	$F_{\bar{x}mín.}$ = 1
Rangos	2.8	2.2	2.9	4.1	2	2.8	2.2	5.3	3.9	4.7	R_{max} = 5.3 F_{max} = 8
MUESTRA 19	285.4	293.6	288.8	290.7	293.8	293.4	291.3	291.6	289.5	287.8	\bar{x} = 289.71
	283.5	287.8	288.1	292.2	294.4	291.7	287	290.1	289.4	286.9	\bar{R} = 5.0
	286.3	290.7	286.2	293.8	293.6	289.4	291.6	289.7	297.7	287.3	$V_{\bar{x}máx.}$ = 293.62
	286.7	290.8	284.9	291.5	294.5	292.3	285.8	287.5	283	289.7	$F_{\bar{x}máx.}$ = 5
	284.7	291.5	285.1	293.4	291.8	291.4	290	290.6	288.9	288.1	$V_{\bar{x}mín.}$ = 285.32
Promedios	285.32	290.88	286.62	292.32	293.62	291.64	289.14	289.9	289.7	287.96	$F_{\bar{x}mín.}$ = 1
Rangos	3.2	5.8	3.9	3.1	2.7	4	5.8	4.1	14.7	2.8	R_{max} = 14.7 F_{max} = 9
MUESTRA 20	283.6	290.1	285.3	288.7	290.3	292.4	289.6	285.3	290.2	291	\bar{x} = 287.86
	283.9	288.7	286.3	290.5	293.6	289.4	285.9	285.4	286.7	284.8	\bar{R} = 5.9
	296.6	289	285.8	288.5	289.8	286.3	285.2	293.4	291.3	284.7	$V_{\bar{x}máx.}$ = 290.84
	280.9	288.4	287	289.5	290	288.3	288.4	286	284.4	285.6	$F_{\bar{x}máx.}$ = 5
	286.1	288.2	283.9	289.8	290.5	289.4	286.9	287	286.6	284	$V_{\bar{x}mín.}$ = 285.66
Promedios	286.22	288.88	285.66	289.4	290.84	289.16	287.2	287.42	287.84	286.02	$F_{\bar{x}mín.}$ = 3
Rangos	15.7	1.9	3.1	2	3.8	6.1	4.4	8.1	6.9	7	R_{max} = 15.7 F_{max} = 1

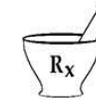
Producto: Ibuprofeno, Tabletas.	No. Lote: 2	Grupo:	Semestre: 2013-1
Prueba: Variación de peso.	Realizó: M.G.S.E.	Supervisó: M.M.U.H.	Fecha: 14/Noviembre/2012
Observaciones: Peso mg.			

Lote 3.

Anexo G. Formatos de registro de datos para el control de procesos de flujos múltiples de Ibuprofeno.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA
LABORATORIOS FARMACEUTICOS ZARAGOZA



REGISTRO DE DATOS PARA EL CONTROL DEL PROCESO DE FLUJOS MÚLTIPLES

	FLUJO 1	FLUJO 2	FLUJO 3	FLUJO 4	FLUJO 5	FLUJO 6	FLUJO 7	FLUJO 8	FLUJO 9	FLUJO 10		
MUESTRA 1	FLUJO 1	FLUJO 2	FLUJO 3	FLUJO 4	FLUJO 5	FLUJO 6	FLUJO 7	FLUJO 8	FLUJO 9	FLUJO 10	$\bar{x} =$	289.54
	286	294.9	285.6	292.2	297.4	287.7	290.9	287.8	286.8	286.5	$\bar{R} =$	4.6
	286.9	292.6	287.3	291.5	292.5	290.8	288.9	285.2	289.5	286	$V_{\bar{x}máx.} =$	29386
	283.7	293.7	290.6	291.3	292.5	290.5	292.6	287.5	289.5	293.3	$F_{\bar{x}máx.} =$	5
	289.5	293.4	287.4	289.6	293.4	287.2	288.5	288.7	286.8	291.7	$V_{\bar{x}mín.} =$	285.78
Promedios	282.8	291.6	287.3	289.9	293.5	292.8	288.6	287.6	286.5	288.2	$F_{\bar{x}mín.} =$	1
Rangos	285.78	293.24	287.64	290.9	293.86	289.8	289.9	287.36	287.82	289.14	$R_{max} = 7.3$	$F_{max} = 10$
MUESTRA 2	6.7	3.3	5	2.6	4.9	5.6	4.1	3.5	3	7.3	$\bar{x} =$	289.02
	287	294.9	289.3	292.4	293.1	291.1	292	290.5	286.7	288.3	$\bar{R} =$	3.0
	288.9	293.1	288.8	291.1	294.7	292.1	292.1	289.4	290.5	289.5	$V_{\bar{x}máx.} =$	294.02
	286.3	292.1	290.4	292.2	292.7	291	293.2	290.3	288.2	286.3	$F_{\bar{x}máx.} =$	2
	288.3	295.2	288.4	291.4	292.4	289.9	294.6	290.3	288.3	292.1	$V_{\bar{x}mín.} =$	287.42
Promedios	286.6	294.8	286.8	290.6	292.5	291.8	290.7	289.2	289.4	288.9	$F_{\bar{x}mín.} =$	1
Rangos	287.42	294.02	288.74	291.54	293.08	291.18	292.52	289.94	288.62	289.02	$R_{max} = 5.8$	$F_{max} = 10$
MUESTRA 3	2.6	3.1	3.6	1.8	2.3	2.2	3.9	1.3	3.8	5.8	$\bar{x} =$	288.72
	288.4	290.8	288.9	292.9	294.3	289.4	290.7	288.2	289.3	289.7	$\bar{R} =$	3.5
	286.9	291.6	290.3	292	294.9	289.7	288.7	291.6	287.4	287.1	$V_{\bar{x}máx.} =$	293.80
	285.6	291.4	287.6	290.6	293.5	288.8	290.5	290.2	292.1	289.8	$F_{\bar{x}máx.} =$	5
	288.6	291.1	284.5	292.9	294.2	286.1	291.7	289.6	289.2	288.5	$V_{\bar{x}mín.} =$	287.30
Promedios	287	293.4	286.7	290.7	292.1	290.3	292.1	288.6	289.1	288.5	$F_{\bar{x}mín.} =$	1
Rangos	287.3	291.66	287.6	291.82	293.8	288.86	290.74	289.64	289.42	288.72	$R_{max} = 5.8$	$F_{max} = 10$
MUESTRA 4	3	2.6	5.8	2.3	2.8	4.2	3.4	3.4	4.7	2.7	$\bar{x} =$	288.78
	286.8	292.4	289.5	291.4	291.7	290.8	290	289.4	289.7	291.2	$\bar{R} =$	3.5
	285.5	293.6	285.1	291.7	294.2	290.1	290.9	288.5	289.1	286.8	$V_{\bar{x}máx.} =$	293.36
	289.3	292	289.6	291.1	294.3	289.3	289	291.1	288.6	288.3	$F_{\bar{x}máx.} =$	5
	286.9	291.9	288.8	294.5	293.4	290	290.9	288.9	289.8	288.7	$V_{\bar{x}mín.} =$	287.14
Promedios	287.2	295	290.5	293.2	293.2	291.4	293	289.7	286.4	288.9	$F_{\bar{x}mín.} =$	1
Rangos	287.14	292.98	288.7	292.38	293.36	290.32	290.76	289.52	288.72	288.78	$R_{max} = 5.4$	$F_{max} = 3$
MUESTRA 5	3.8	3.1	5.4	3.4	2.6	2.1	4	2.6	3.4	4.4	$\bar{x} =$	290.02
	286.7	293.8	289	292.7	294.3	291.1	292.1	291.5	293.1	290.2	$\bar{R} =$	3.0
	290.3	293.2	289	292.5	294.2	289.4	293.6	289.1	290.1	290.6	$V_{\bar{x}máx.} =$	295.58
	288.7	293.3	288.1	294.1	294.3	291.2	291.6	291.9	292.8	291.7	$F_{\bar{x}máx.} =$	5
	290.1	294.9	290.3	294.7	297.1	291.3	289.6	291.3	290.2	287.4	$V_{\bar{x}mín.} =$	288.66
Promedios	287.5	293.3	290.6	293.8	298	291.6	290.5	291	290.9	290.2	$F_{\bar{x}mín.} =$	1
Rangos	288.66	293.7	289.4	293.56	295.58	290.92	291.48	290.96	291.42	290.02	$R_{max} = 4.3$	$F_{max} = 10$

Producto: Ibuprofeno, Tabletas.	No. Lote: 3	Grupo:	Semestre: 2013-1
Prueba: Variación de peso.	Realizó: M.G.S.E.	Supervisó: M.M.U.H.	Fecha: 14/Noviembre/2012
Observaciones: Peso mg.			

Anexo G. Formatos de registro de datos para el control de procesos de flujos múltiples de Ibuprofeno.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA
LABORATORIOS FARMACEUTICOS ZARAGOZA



REGISTRO DE DATOS PARA EL CONTROL DEL PROCESO DE FLUJOS MÚLTIPLES

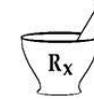
	FLUJO 1	FLUJO 2	FLUJO 3	FLUJO 4	FLUJO 5	FLUJO 6	FLUJO 7	FLUJO 8	FLUJO 9	FLUJO 10		
MUESTRA 6	286.5	293.1	288.1	294.9	293	290.6	291.8	290.9	288.3	292.4	$\bar{x} =$	289.28
	287.1	294.2	286.4	293.6	293.1	290.4	289.9	293.2	287.9	286	$\bar{R} =$	3.3
	286.8	291.8	288.1	291.5	293.5	291.2	290.1	292.2	291.5	290.9	$V_{\bar{x}máx.} =$	293.88
	286.9	291.5	289.4	295.1	292	289.7	290.6	288.4	287.8	288.4	$F_{\bar{x}máx.} =$	4
	286.6	295	288.7	294.3	293.4	287.8	289.7	287.7	290.4	288.7	$V_{\bar{x}mín.} =$	286.78
Promedios	286.78	293.12	288.14	293.88	293	289.94	290.42	290.48	289.18	289.28	$F_{\bar{x}mín.} =$	1
Rangos	0.6	3.5	3	3.6	1.5	3.4	2.1	5.5	3.7	6.4	$R_{max} = 6.4$	$F_{max} = 10$
MUESTRA 7	286.8	294.3	289.7	291.4	293.1	291	291.7	288.6	288.7	288.9	$\bar{x} =$	288.3
	286.4	292.8	287	289.6	292.2	289.9	290.5	287.4	288.3	288.7	$\bar{R} =$	3.4
	288.1	295.1	287.3	289.7	291.7	290.3	291.7	287.4	289.3	285.7	$V_{\bar{x}máx.} =$	294.28
	287.6	293.4	289.4	293.1	290.3	289.7	292.3	287.7	284.7	290.3	$F_{\bar{x}máx.} =$	2
	284.7	295.8	286.4	291.3	291.9	287.6	288	287.9	288.9	287.9	$V_{\bar{x}mín.} =$	286.72
Promedios	286.72	294.28	287.96	291.02	291.84	289.7	290.84	287.8	287.98	288.3	$F_{\bar{x}mín.} =$	1
Rangos	3.4	3	3.3	3.5	2.8	3.4	4.3	1.2	4.6	4.6	$R_{max} = 4.6$	$F_{max} = 9$
MUESTRA 8	285.5	291.4	289.8	290.3	293.1	288.3	288.3	287.6	287.5	286.8	$\bar{x} =$	288.48
	286.3	291.3	287.9	289.7	293	289	289.4	286.6	287	288.4	$\bar{R} =$	3.3
	284.2	292.3	288	289.3	288.8	292	288.5	290.9	287.6	290.8	$V_{\bar{x}máx.} =$	291.92
	286.6	289.9	286.5	290.4	292.2	290.2	291.1	287.5	288.6	288.4	$F_{\bar{x}máx.} =$	5
	287.1	292.6	287.2	291.1	292.5	288	289.6	289	290.2	288	$V_{\bar{x}mín.} =$	285.94
Promedios	285.94	291.5	287.88	290.16	291.92	289.5	289.38	288.32	288.18	288.48	$F_{\bar{x}mín.} =$	1
Rangos	2.9	2.7	3.3	1.8	4.3	4	2.8	4.3	3.2	4	$R_{max} = 4.3$	$F_{max} = 5$
MUESTRA 9	288.8	295.3	290.5	292.3	296.1	288.9	290.7	292.3	291.7	292.8	$\bar{x} =$	290.28
	286.8	293	289	293.5	294.3	289.1	289	291.3	288.3	288.8	$\bar{R} =$	3.4
	288.2	294.7	289	291.5	291.4	289.4	289.5	290.6	288.2	290.7	$V_{\bar{x}máx.} =$	293.28
	285.1	291.5	289.9	294	291.7	289.4	289.9	290	286.5	289.9	$F_{\bar{x}máx.} =$	5
	287.5	291.7	288.8	291.3	292.9	290.9	287.7	289.5	289.3	289.2	$V_{\bar{x}mín.} =$	287.28
Promedios	287.28	293.24	289.44	292.52	293.28	289.54	289.36	290.74	288.8	290.28	$F_{\bar{x}mín.} =$	1
Rangos	3.7	3.8	1.7	2.7	4.7	2	3	2.8	5.2	4	$R_{max} = 5.2$	$F_{max} = 9$
MUESTRA 10	289.9	293.8	286.6	293	293.6	288.7	291.8	291.9	286.6	292.1	$\bar{x} =$	291.54
	285.7	296.1	287.7	291	292.1	288.9	295.8	290.5	288.9	289	$\bar{R} =$	5.3
	287.4	290.5	290.4	288.9	293.5	291.9	291.9	295.1	291.9	295.2	$V_{\bar{x}máx.} =$	294.16
	285.9	293.9	290.1	290.6	296.6	293.2	288.4	288.8	287.1	288.2	$F_{\bar{x}máx.} =$	5
	285.5	294.4	290.8	291.9	295	291.3	289.5	288.7	290.3	293.2	$V_{\bar{x}mín.} =$	286.88
Promedios	286.88	293.74	289.12	291.08	294.16	290.8	291.48	291	288.96	291.54	$F_{\bar{x}mín.} =$	1
Rangos	4.4	5.6	4.2	4.1	4.5	4.5	7.4	6.4	5.3	7	$R_{max} = 7.4$	$F_{max} = 7$

Producto: Ibuprofeno, Tabletas.	No. Lote: 3	Grupo:	Semestre: 2013-1
Prueba: Variación de peso.	Realizó: M.G.S.E.	Supervisó: M.M.U.H.	Fecha: 14/Noviembre/2012
Observaciones: Peso mg.			

Anexo G. Formatos de registro de datos para el control de procesos de flujos múltiples de Ibuprofeno.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA
LABORATORIOS FARMACEUTICOS ZARAGOZA



REGISTRO DE DATOS PARA EL CONTROL DEL PROCESO DE FLUJOS MÚLTIPLES

	FLUJO 1	FLUJO 2	FLUJO 3	FLUJO 4	FLUJO 5	FLUJO 6	FLUJO 7	FLUJO 8	FLUJO 9	FLUJO 10	
MUESTRA 11	288.7	294.4	289.9	294.9	295.4	288.8	290.3	288.7	288.2	291.3	\bar{x} = 290.62
	285.2	292.6	287.2	293.3	292.8	292.5	290	291.2	289.8	291.9	\bar{R} = 3.9
	284.1	287.6	291.1	291.9	291.6	292	290.9	290.1	291.3	289.6	$V_{\bar{x}máx.}$ = 293.20
	286.8	291.1	287.9	292	290.7	290	287.7	290.4	291.4	289.5	$F_{\bar{x}máx.}$ = 4
	286.4	290.3	289.1	293.9	293	290.5	289	292.2	290.9	290.8	$V_{\bar{x}mín.}$ = 286.24
Promedios	286.24	291.2	289.04	293.2	292.7	290.76	289.58	290.52	290.32	290.62	$F_{\bar{x}mín.}$ = 1
Rangos	4.6	6.8	3.9	3	4.7	3.7	3.2	3.5	3.2	2.4	R_{max} = 6.8 F_{max} = 2
MUESTRA 12	286.8	291.1	286.4	290.1	291	290.5	290.3	291.4	288.5	286.7	\bar{x} = 288.60
	284.5	291.5	286.2	290.9	292.9	288	287.6	291.4	289	289.4	\bar{R} = 3.5
	287.7	292.5	286.5	292.2	293.2	289.3	288.7	290.2	289.3	289.7	$V_{\bar{x}máx.}$ = 292.72
	290	289.3	288.7	290.5	292.5	292	290.5	291.3	285.7	287.7	$F_{\bar{x}máx.}$ = 5
	288.1	292.7	288.8	292.2	294	285.7	289.9	288.7	287	289.5	$V_{\bar{x}mín.}$ = 287.3
Promedios	287.42	291.42	287.32	291.18	292.72	289.1	289.4	290.6	287.9	288.6	$F_{\bar{x}mín.}$ = 3
Rangos	5.5	3.4	2.6	2.1	3	6.3	2.9	2.7	3.6	3	R_{max} = 6.3 F_{max} = 6
MUESTRA 13	285.4	292.8	287.3	291.8	292.6	291	291	291.3	287.2	288.6	\bar{x} = 289.32
	285.6	289.6	288.8	291.8	293.8	291.3	289.1	290.5	288.5	291.9	\bar{R} = 2.9
	285.5	291.9	286.7	293.7	294.9	291	288.9	292.2	288.2	290.8	$V_{\bar{x}máx.}$ = 293.42
	285.6	293.6	285.7	293.4	293.5	288.6	290.9	288.5	287.6	287	$F_{\bar{x}máx.}$ = 5
	286.7	290.9	288.5	290.7	292.3	291	289.5	290.7	287.6	288.3	$V_{\bar{x}mín.}$ = 285.76
Promedios	285.76	291.76	287.4	292.28	293.42	290.58	289.88	290.64	287.82	289.32	$F_{\bar{x}mín.}$ = 1
Rangos	1.3	4	3.1	3	2.6	2.7	2.1	3.7	1.3	4.9	R_{max} = 4.9 F_{max} = 10
MUESTRA 14	286.3	295.4	287.4	290.2	289.6	288.7	287	291	284.2	290.6	\bar{x} = 288.45
	288.6	291.6	286.9	290.1	290.5	289.2	289.2	293.2	289.5	286.9	\bar{R} = 3.8
	284.5	292	287.6	289.9	293	287.4	290.7	291.7	287.4	288.7	$V_{\bar{x}máx.}$ = 291.90
	289.1	290.5	286.1	291.3	293.4	286.5	291.6	290.1	287.1	287.6	$F_{\bar{x}máx.}$ = 2
	287.7	290	287.1	293.1	292	288.7	289.9	291.3	288.3	288.5	$V_{\bar{x}mín.}$ = 287.02
Promedios	287.24	291.9	287.02	290.92	291.7	288.1	289.68	291.46	287.3	288.46	$F_{\bar{x}mín.}$ = 3
Rangos	4.6	5.4	1.5	3.2	3.8	2.7	4.6	3.1	5.3	3.7	R_{max} = 5.4 F_{max} = 2
MUESTRA 15	293	295.9	295.1	291.8	292	292.2	291.9	292.4	292.1	293.7	\bar{x} = 291.74
	287.8	295	289.8	293.6	295.5	293.1	295.1	290.1	289.5	292.1	\bar{R} = 4.7
	288.4	294.9	289.9	296.9	296.1	296.2	291.1	292.1	288.7	291.8	$V_{\bar{x}máx.}$ = 294.72
	288.9	293.5	288.8	291.8	292.6	293.1	291.2	293.2	289.5	290.9	$F_{\bar{x}máx.}$ = 2
	289.1	294.3	289.3	291.5	295.9	292.4	290.4	296.9	287.8	290.2	$V_{\bar{x}mín.}$ = 289.44
Promedios	289.44	294.72	290.58	293.12	294.42	293.4	291.94	292.94	289.52	291.74	$F_{\bar{x}mín.}$ = 1
Rangos	5.2	2.4	6.3	5.4	4.1	4	4.7	6.8	4.3	3.5	R_{max} = 6.8 F_{max} = 8

Producto: Ibuprofeno, Tabletas.	No. Lote: 3	Grupo:	Semestre: 2013-1
Prueba: Variación de peso.	Realizó: M.G.S.E.	Supervisó: M.M.U.H.	Fecha: 14/Noviembre/2012
Observaciones: Peso mg.			

Anexo G. Formatos de registro de datos para el control de procesos de flujos múltiples de Ibuprofeno.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA
LABORATORIOS FARMACEUTICOS ZARAGOZA



REGISTRO DE DATOS PARA EL CONTROL DEL PROCESO DE FLUJOS MÚLTIPLES

	FLUJO 1	FLUJO 2	FLUJO 3	FLUJO 4	FLUJO 5	FLUJO 6	FLUJO 7	FLUJO 8	FLUJO 9	FLUJO 10	
MUESTRA 16	287	293.9	287.6	293	291.2	288.8	287.9	290.1	287.8	289.6	$\bar{x} =$ 289.14
	287.9	292.7	287.3	293.9	294.9	290.2	286.7	290	288.1	288.4	$\bar{R} =$ 3.2
	288.2	292.6	290.4	291.6	291.8	292	291.9	287.7	290.8	288.2	$V_{\bar{x}máx.} =$ 292.78
	286.5	292.4	288.1	291.6	293.2	288.1	288	289.5	289	289.3	$F_{\bar{x}máx.} =$ 5
	287.3	291.6	286.3	292.6	292.8	288.7	286.3	287.1	289.1	290.2	$V_{\bar{x}mín.} =$ 287.38
Promedios	287.38	292.64	287.94	292.54	292.78	289.56	288.16	288.88	288.96	289.14	$F_{\bar{x}mín.} =$ 1
Rangos	1.7	2.3	4.1	2.3	3.7	3.9	5.6	3	3	2	$R_{max} = 5.6$ $F_{max} = 7$
MUESTRA 17	285.5	292.4	288.9	291	292.1	288.5	290.3	291.7	288	288.3	$\bar{x} =$ 289.96
	288.3	290.8	288.7	288.9	295.5	291.6	289.7	290.7	288.3	289.3	$\bar{R} =$ 3.6
	285.8	289.5	286.8	293.7	292.1	290.9	289.7	288.5	289.2	289.5	$V_{\bar{x}máx.} =$ 292.72
	286.2	289.6	287.4	292.5	292.1	290.4	288.6	288.8	288.7	290.5	$F_{\bar{x}máx.} =$ 5
	283.7	290.6	287.6	291.7	291.8	286.9	286.3	287.3	288.4	292.2	$V_{\bar{x}mín.} =$ 285.90
Promedios	285.9	290.58	287.88	291.56	292.72	289.66	288.92	289.4	288.52	289.96	$F_{\bar{x}mín.} =$ 1
Rangos	4.6	2.9	2.1	4.8	3.7	4.7	4	4.4	1.2	3.9	$R_{max} = 4.8$ $F_{max} = 4$
MUESTRA 18	287.2	295.4	289	291.7	295.4	292.9	289.7	288.2	286.6	288.2	$\bar{x} =$ 290.54
	288.2	292.3	288.6	293.2	292.6	289.2	288.5	286.8	288	288.7	$\bar{R} =$ 4.3
	288.2	293	290.2	290.2	289.8	291.4	290.3	292.6	288.2	290.8	$V_{\bar{x}máx.} =$ 293.52
	287.4	291.8	291.2	291.1	292.9	288	289.2	291.1	288.9	290.6	$F_{\bar{x}máx.} =$ 5
	285.4	291	287.2	292.9	296.9	291.3	289.8	291.8	286.3	294.4	$V_{\bar{x}mín.} =$ 287.28
Promedios	287.28	292.7	289.24	291.82	293.52	290.56	289.5	290.1	287.6	290.54	$F_{\bar{x}mín.} =$ 1
Rangos	2.8	4.4	4	3	7.1	4.9	1.8	5.8	2.6	6.2	$R_{max} = 7.1$ $F_{max} = 5$
MUESTRA 19	287.6	292.6	286.9	293.9	294.9	288.5	292.3	292.1	289.8	291.2	$\bar{x} =$ 290.62
	288	293.1	291	293.2	290.2	289.3	288.9	288.4	286.8	290.6	$\bar{R} =$ 3.5
	285.9	292.9	288.3	292.1	294.8	292.3	287.8	290.2	288.2	289.6	$V_{\bar{x}máx.} =$ 293.14
	286.2	293.8	289.4	293	290.9	289.5	289.5	286.5	291.2	291.6	$F_{\bar{x}máx.} =$ 2
	288	293.3	286.7	291.8	293	291.8	290.6	289.3	289.3	290.1	$V_{\bar{x}mín.} =$ 287.14
Promedios	287.14	293.14	288.46	292.8	292.76	290.28	289.82	289.3	289.06	290.62	$F_{\bar{x}mín.} =$ 1
Rangos	2.1	1.2	4.3	2.1	4.7	3.8	4.5	5.6	4.4	2	$R_{max} = 5.6$ $F_{max} = 8$
MUESTRA 20	289.6	291.5	286.5	294	293.1	288.9	291.2	286.2	287.5	287.6	$\bar{x} =$ 289.10
	288.8	290.9	290.5	294.9	293.3	290.9	287	290.8	288.5	290.4	$\bar{R} =$ 3.5
	286.8	293.4	288.7	293.1	294.3	289.8	288.5	287.8	289.7	288.8	$V_{\bar{x}máx.} =$ 293.66
	286.2	289.9	288.8	292.9	293.4	289.9	290.4	291.3	286.3	288.8	$F_{\bar{x}máx.} =$ 5
	287.4	290.9	289.8	292.1	294.2	291	288	287.7	292.4	289.9	$V_{\bar{x}mín.} =$ 287.76
Promedios	287.76	291.32	288.86	293.4	293.66	290.1	289.02	288.76	288.88	289.1	$F_{\bar{x}mín.} =$ 1
Rangos	3.4	3.5	4	2.8	1.2	2.1	4.2	5.1	6.1	2.8	$R_{max} = 6.1$ $F_{max} = 9$

Producto: Ibuprofeno, Tabletas.	No. Lote: 3	Grupo:	Semestre: 2013-1
Prueba: Variación de peso.	Realizó: M.G.S.E.	Supervisó: M.M.U.H.	Fecha: 14/Noviembre/2012
Observaciones: Peso mg.			

X. Referencias.

1. Gryna F., Chua, R., DeFeo J. "Método Juran Análisis y planeación de la calidad" Mc Graw-Hill Interamericana. México. 2007.
2. Arjona Cirva A., "La producción y su estructura" Ediciones Deusto. España. 1979.
3. Kenett Ron S., Zacks Shelemyahu. "Estadística industrial moderna y control de la calidad y la confiabilidad". International Thomson Editores México 2000.
4. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SSA1-2006, Buenas prácticas de fabricación para establecimientos de la industria químico farmacéutica dedicados a la fabricación de medicamentos (modifica a la NOM-059-SSA 1993, publicada el 31 de julio de 1998).
5. Serope Kalpakijian, Steven R. Schmid, Manufactura, ingeniería y tecnología, Traducción Jaime Espinoza Limón, edición 14ª, editorial Pearson, México, 2008.
6. Prapasak Jlrasettpong, Napassavong Rojanarowan, "A guideline to select control charts for multiple stream processes control" Engineering journal, Vol. 15 Issue 3. 2011.
7. Meneces N. S., Olivera S. A., Saccone C. D., y J. Tessore J., "Statistical control of multiple-stream processes: A Shewhart control chart for each stream," Quality Engineering, vol. 20, pp. 185-194, 2008.
8. Grimshaw S. D., Bryce G. R., y Meade D. J., "Control limits for group charts," Quality Engineering, vol. 12, pp. 177-184, 1999.
9. Nelson L. S., "Control chart for multiple stream processes," Journal of Quality Technology, vol. 18, pp. 255-256, 1986.
10. Montgomery, Douglas C. "Control estadístico de la calidad", 3ra edición, Limusa Willey, México, 2009.
11. Gutiérrez, Pulido H. "Control estadístico de calidad y seis sigma". Mc Graw Hill Internacional, México, 2004.
12. Verdoy ,Juan Pablo, "Manual de control estadístico de calidad teoría y aplicaciones", Castelló de la Plana : Universitat Jaume, 2006.
13. Ishikawa kauro " introduccion al control estadístico de la calidad"
14. Duncan, Acheson Jonston, "Control de calidad y estadística industrial", Alfaomega, 1989.
15. Krajewski Lee, Ritzman Larry. "Administración de operaciones. Estrategias y análisis" 5ª edición. Pearson Education. 2000.
16. Shewhart, "Control estadístico de la calidad", 1ª edición, Iberoamericana, 1985.

17. Grant Eugene L, Leavenworth, Richard S, "Control estadístico de calidad" 2da edición, compañía editorial continental, S.A. de C.V., México 1996.
18. Evans, James R, Lindsay, William M. Administración de la calidad, 7a edición Lenguaje Leciming, México, 2008.
19. Lasi G. Mongiello C., Scagliarini M. "Il controllo statistico per processi a flussi multipli: problema e soluzioni di un caso aziendale" Statistica, Vol. LXIV, No. 4, 2004.
20. Duncan, Acheson Jonston, colaboración Ignacio Aviles Espejel "Control de calidad y estadística industrial", Alfaomega, México, 1989.
21. Montgomery, Douglas C. "Control estadístico de la calidad", 3ra edición, Limusa Willey, México, 2006.
22. International Standarization Organization, "Orientación sobre las técnicas estadísticas para la Norma ISO 9001:2000", ISO, ISO/TR 10017:2003, 2003.
23. International Standarization Organization. Gráficos de control. Guía e introducción general. ISO 7870.
24. International Standarization Organization. Gráficos de control para promedio aritmético con límites de advertencia. ISO 7873
25. International Standarization Organization. Graficos para el control de aceptación. ISO 7966:1993.
26. International Standarization Organization. Gráficos de control de Shewhart. ISO 8258.
27. International Conference on Harmonisation of technical requirements for registration of pharmaceuticals for human use, Pharmaceutical Development Q 8 (R2), Current Step 4 version August 2009.
28. International Conference on Harmonisation of technical requirements for registration of pharmaceuticals for human use, Quality Risk Management Q 9, Current Step 4 version 9 November 2005.
29. International Conference on Harmonisation of technical requirements for registration of pharmaceuticals for human use, Pharmaceutical Quality System Q 10, Current Step 4 version, 4 June 2008.