

## Gráfico de Medianas y Rangos

### Resumen

El procedimiento **Gráfico de Medianas y Rangos** crea gráficos de control para una sola variable numérica donde los datos se han recolectado en subgrupos. Crea tanto un gráfico de medianas para monitorear las medianas del subgrupo, como un gráfico R para monitorear los rangos del subgrupo. Se resaltan las señales de pérdida de control, incluyendo tanto puntos fuera de los límites de control como cualquier corrida inusual en los datos. Los gráficos pueden construirse ya sea en modo *Estudio Inicial* (Fase 1), donde los datos actuales determinan los límites de control, como en modo *Control para Estandarizar* (Fase 2), donde los límites provienen ya sea de estándares conocidos o de datos previos.

El resultado y las opciones disponibles en el procedimiento *Gráfico de Medianas y Rangos* son similares a los de los gráficos *X-Barra* y *R*. Este documento resaltaré sólo las diferencias entre los dos procedimientos. Para una discusión detallada de las opciones en común, vea la documentación de los gráficos *X-Barra* y *R*.

**StatFolio Muestra:** *medianrchart.sgp*

### Datos de Muestra:

El archivo *wafers.sf3* contiene mediciones hechas en la anchura del flujo de obleas, tomadas de Montgomery (2005). Los datos consisten en  $m = 45$  muestras de 5 obleas cada una. La tabla siguiente muestra una lista parcial de los datos del archivo.

<i>Simple (Muestra)</i>	<i>X1</i>	<i>X2</i>	<i>X3</i>	<i>X4</i>	<i>X5</i>
1	1.3235	1.4128	1.6744	1.4573	1.6914
2	1.4314	1.3592	1.6075	1.4666	1.6109
3	1.4284	1.4871	1.4932	1.4324	1.5674
4	1.5028	1.6352	1.3841	1.2831	1.5507
5	1.5604	1.2735	1.5265	1.4363	1.6441
6	1.5955	1.5451	1.3574	1.3281	1.4198
7	1.6274	1.5064	1.8366	1.4177	1.5144
8	1.419	1.4303	1.6637	1.6067	1.5519
9	1.3884	1.7277	1.5355	1.5176	1.3688
10	1.4039	1.6697	1.5089	1.4627	1.522
11	1.4158	1.7667	1.4278	1.5928	1.4181
12	1.5821	1.3355	1.5777	1.3908	1.7559

STATGRAPHICS se refiere a cada fila del archivo como un *subgrupo*. El tamaño del subgrupo  $n = 5$ .

Las primeras 25 filas del archivo se usarán en un estudio Fase 1 para establecer límites de control para el proceso.

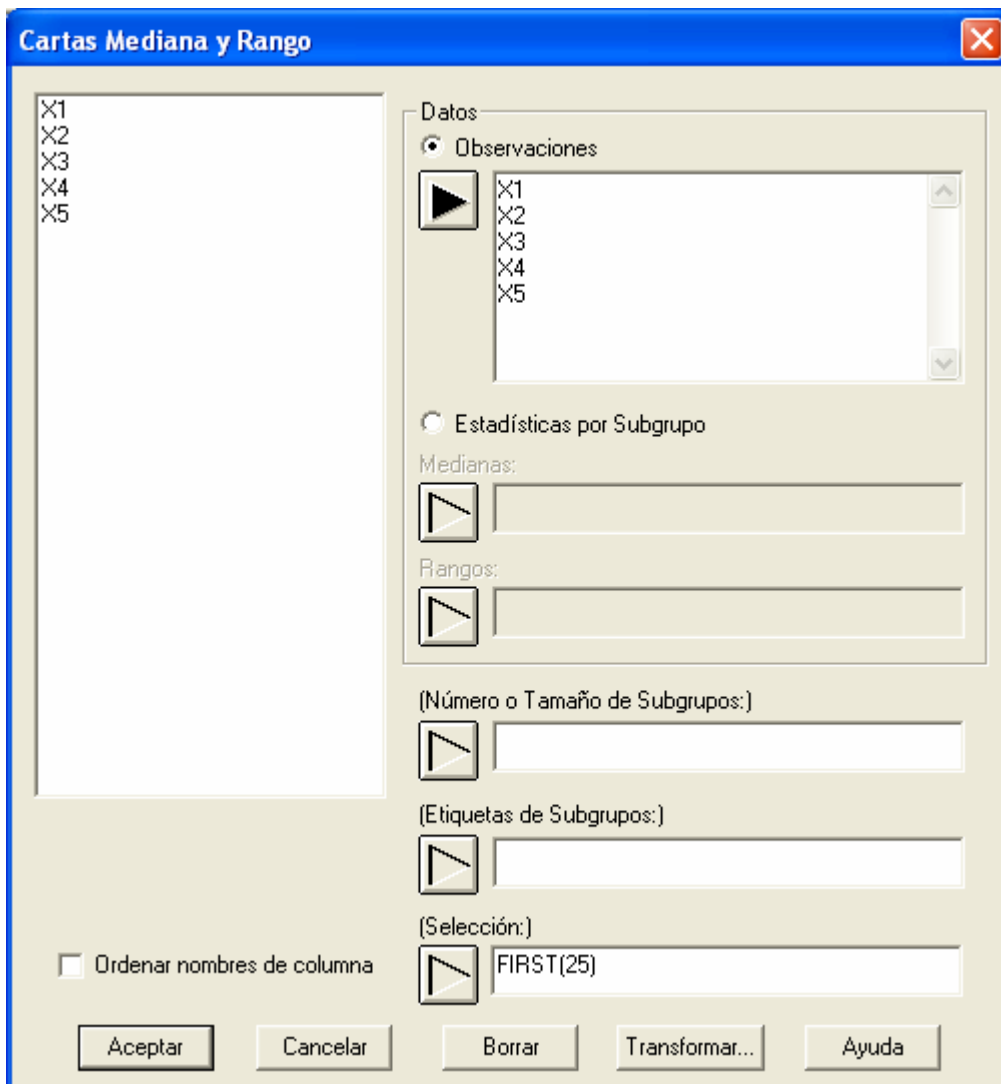
## Entrada de Datos

Al ingresar datos para este procedimiento usted puede ingresar:

1. las mediciones originales.
2. los rangos y medias de subgrupo.

### Caso #1: Ingresando Mediciones Originales

En este caso, los datos a analizar consisten en las mediciones originales tomadas en una sola variable.



- **Observaciones:** una columna numérica o más. Si se ingresa más de una columna se asume que cada fila del archivo representa un subgrupo de tamaño  $n$  igual al número de columnas ingresadas. Si sólo se ingresa una columna, entonces el campo *Número o Tamaño de Subgrupos* es usado para formar los grupos.
- **Número o Tamaño de Subgrupos:** si cada conjunto de  $n$  filas representa un grupo, ingrese el valor  $n$ . Por ejemplo, ingresar un 5 implica que los datos de las filas 1-5 forman el primer

grupo, las 6-10 forman el segundo y así sucesivamente. Si los subgrupos no son del mismo tamaño, ingrese el nombre de una columna adicional (numérica o no) que contenga identificadores de grupo. El programa escaneará esta columna y pondrá filas consecutivas con códigos idénticos en el mismo grupo.

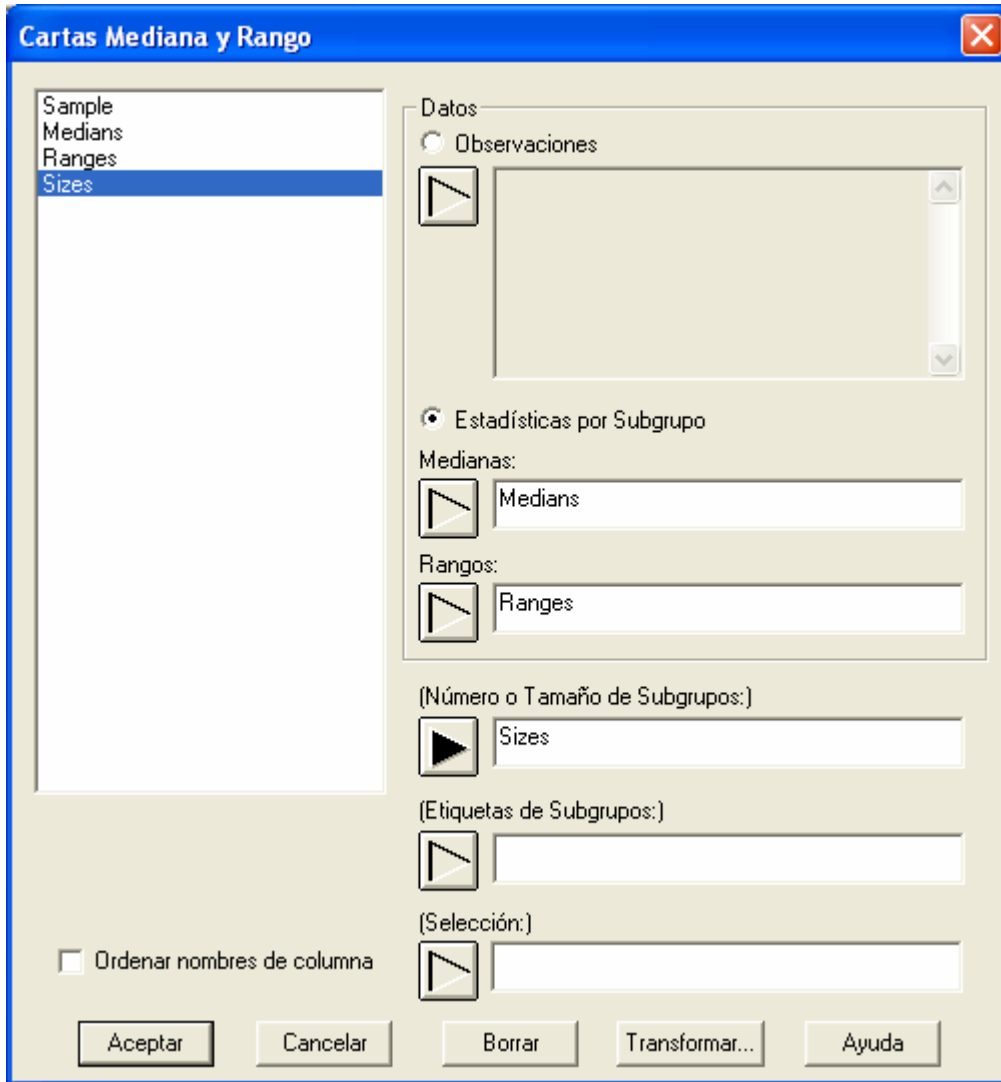
- **Etiquetas de Subgrupo:** etiquetas opcionales para cada subgrupo. Las etiquetas se aplicarán a los subgrupos secuencialmente al graficar los gráficos de control.
- **Seleccionar:** selección de subconjunto.

Note el uso del PRIMER operador al seleccionar solo las primeras  $m = 25$  filas para el análisis Fase 1.

Caso #2: Ingresar Estadísticos de Subgrupo

En este caso, los estadísticos de cada subgrupo se han calculado de otra manera e ingresados en la hoja de datos como en la tabla siguiente:

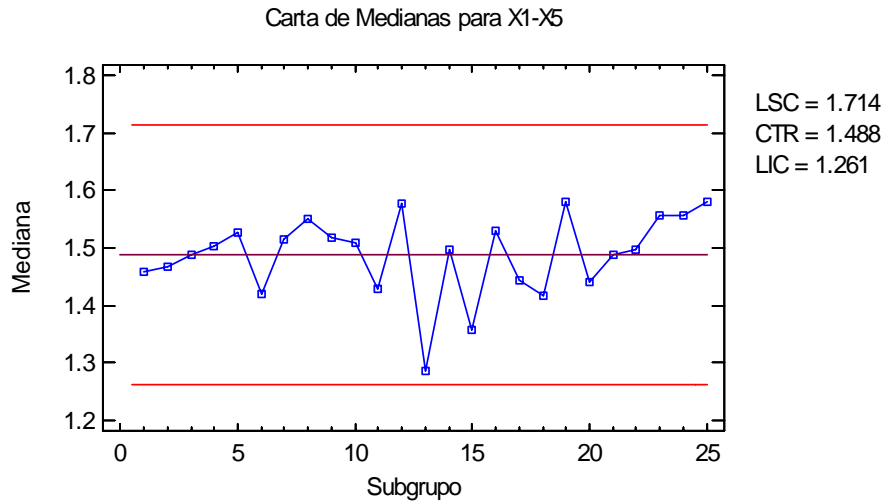
<i>Simple (Muestra)</i>	<i>Medians (Medianas)</i>	<i>Ranges (Rangos)</i>	<i>Sizes (Tamaños)</i>
1	1.4573	0.3679	5
2	1.4666	0.2517	5
3	1.4871	0.139	5
4	1.5028	0.3521	5
5	1.5265	0.3706	5
6	1.4198	0.2674	5
7	1.5144	0.4189	5
8	1.5519	0.2447	5
9	1.5176	0.3589	5
10	1.5089	0.2658	5
11	1.4278	0.3509	5
12	1.5777	0.4204	5



- **Estadísticos de Subgrupo:** los nombres de las columnas que contienen las medianas y los rangos de subgrupo.
- **Número o Tamaño de Subgrupos:** si todos los subgrupos contienen el mismo número de observaciones, ingrese el valor  $n$ . De otra manera, ingrese el nombre de una columna numérica que contenga los tamaños de subgrupo.
- **Etiquetas de Subgrupo:** etiquetas opcionales para cada subgrupo. Las etiquetas se aplicarán a los subgrupos secuencialmente al graficar los gráficos de control.
- **Seleccionar:** selección de subconjunto

## Gráfico de Medianas

Este gráfico grafica las medianas de subgrupo  $\tilde{x}_j$ .



En Modo Fase 1 (*Estudios Iniciales*), la línea central y los límites de control se determinan a partir de los datos. La línea central se localiza en el promedio de las medianas de subgrupo:

$$CL = \frac{\sum_{j=1}^m n_j \tilde{x}_j}{\sum_{j=1}^m n_j} \quad (1)$$

Los límites de control se ponen arriba y abajo de la línea central, en:

$$CL \pm kf \frac{\hat{\sigma}}{\sqrt{n}} \quad (2)$$

donde  $k$  es la sigma múltiple especificada en la pestaña *Gráficos de Control* del cuadro de diálogo *Preferencias* ( $k = 3$  excepto en casos raros),  $\hat{\sigma}$  es el estimador de la sigma del proceso,  $n$  es el tamaño de grupo, y  $f$  es la razón del error estándar de las medianas del subgrupo divididas por el error estándar de las medias de subgrupo. Si los subgrupos no son del mismo tamaño, entonces, dependiendo de las *Opciones de Análisis*,  $n$  es remplazada ya sea por:

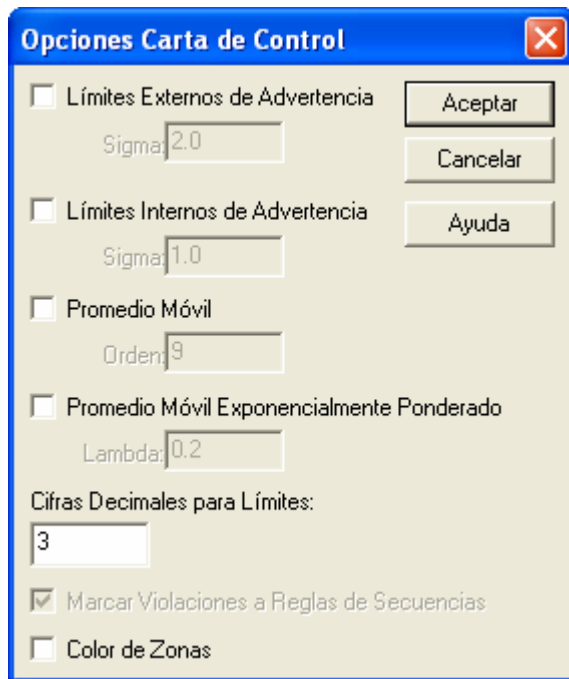
(1)  $\bar{n}$ , el tamaño promedio de los subgrupos. En este caso, los límites de control son iguales para todos los subgrupos.

(2)  $n_j$ , los tamaños de cada subgrupo. En este caso, los límites de control son funciones por paso.

El método para estimar la sigma del proceso depende también de la configuración de la pestaña *Gráficos de Control* del cuadro de diálogo *Preferencias*, como se discutirá en la sección *Resumen del Análisis*.

Cualquier punto más allá de los límites de control será marcado usando un símbolo especial. Cualquier punto excluido del análisis, usualmente por hacer clic sobre el punto en el gráfico y presionar el botón *Excluir/Incluir*, será indicado por una X. Si se indica en el cuadro de diálogo *Panel de Opciones*, también pueden marcarse secuencias inusuales de puntos. En este gráfico, no se indican señales de pérdida de control.

### Panel de Opciones

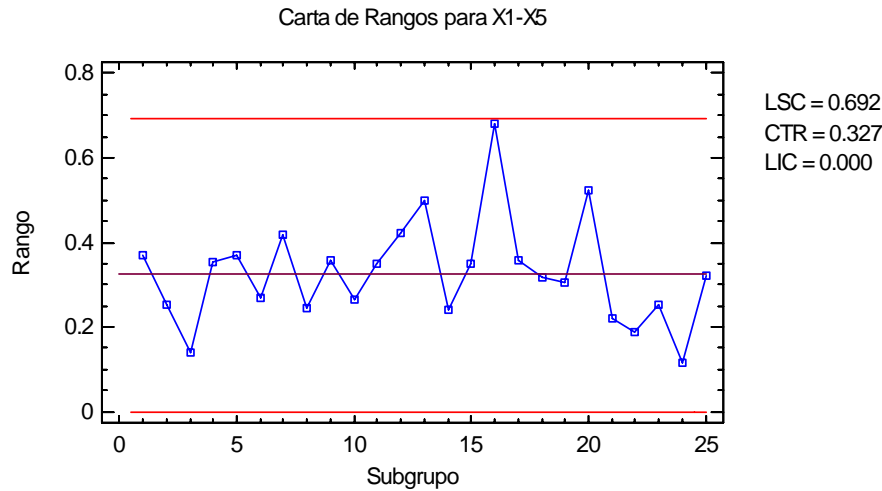


- **Límites de Advertencia Exteriores:** seleccione esta opción para agregar límites de advertencia en el múltiplo de sigma especificado, usualmente 2 sigma.
- **Límites de Advertencia Interiores:** seleccione esta opción para agregar límites de advertencia en el múltiplo de sigma especificado, usualmente 1 sigma.
- **Media Móvil:** seleccione esta opción para agregar al gráfico una media móvil más suave. Además de las medias de subgrupo, el promedio de los  $q$  puntos más recientes también se desplegará, donde  $q$  es el *orden* de la media móvil. El valor por defecto es  $q = 9$  ya que el límite de advertencia interior 1-sigma de las medias de subgrupo originales equivalen a límites de control 3-sigma para media móvil de ese orden.
- **Media Móvil Exponencialmente Ponderada:** seleccione esta opción para agregar al gráfico un EWMA más suave. Además de las medias de subgrupo, se desplegará un promedio móvil de las medias de subgrupo exponencialmente ponderado, donde  $\lambda$  es el parámetro suavizante de la EWMA. El valor por defecto es  $\lambda = 0.2$  ya que el límite de advertencia interior 1-sigma de las medias de subgrupo originales equivalen a límites de control 3-sigma para ese EWMA.
- **Decimales para Límites:** el número de decimales usados al desplegar los límites de control.

- **Zonas de Color:** selecciones esta opción para desplegar zonas verdes, amarillas y rojas..
- **Marcar Violaciones de Reglas en Corridas:** marca con un símbolo especial cualquier secuencia inusual de corridas. Las reglas aplicadas por defecto se especifican en la pestaña *Pruebas de Corrida* del cuadro de diálogo *Preferencias*.

## R Gráfico

Este gráfico grafica los rangos de subgrupo  $R_j$ .



En Modo Fase 1 (*Estudios Iniciales*), la línea central y los límites de control se determinan a partir de los datos. La línea central se localiza en:

$$CL = d_2(\bar{n})\hat{\sigma} \tag{3}$$

Si sigma es estimada a partir del rango promedio, esta es igual a  $\bar{R}$ . Los límites de control de ponen arriba y abajo de la línea central, en las siguientes ubicaciones:

$$CL \pm d_3(n)\hat{\sigma} \tag{4}$$

donde  $k$  es la sigma múltiple especificada en la pestaña *Gráficos de Control* del cuadro de diálogo *Preferencias* ( $k = 3$  excepto en casos raros),  $\hat{\sigma}$  es el estimador de la sigma del proceso y  $n$  es el tamaño de grupo. Si los subgrupos no son del mismo tamaño, *Opciones de Análisis* especifica si usar el tamaño de subgrupo promedio o los tamaños individuales.

El R gráfico de los datos muestra no presenta señales inusuales.

### Panel de Opciones

Las mismas opciones existentes para el gráfico de medianas.

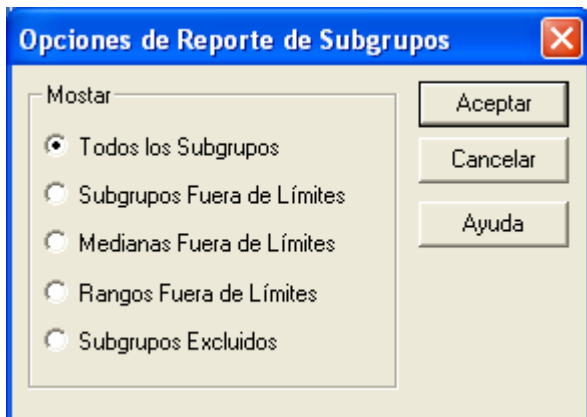
## Informe de Subgrupos

Este panel tabula los valores graficados en los gráficos de control:

<b>Reporte de Subgrupos</b>			
Todos los Subgrupos			
X = Excluida * = Fuera de Límites			
<i>Subgrupo</i>	<i>Tamaño</i>	<i>Mediana</i>	<i>Rango</i>
1	5	1.4573	0.3679
2	5	1.4666	0.2517
3	5	1.4871	0.139
4	5	1.5028	0.3521
5	5	1.5265	0.3706
6	5	1.4198	0.2674
7	5	1.5144	0.4189
8	5	1.5519	0.2447
9	5	1.5176	0.3589
10	5	1.5089	0.2658
11	5	1.4278	0.3509
12	5	1.5777	0.4204
13	5	1.2856	0.4992
14	5	1.4969	0.2422
15	5	1.3589	0.3499
16	5	1.5301	0.6823
17	5	1.4449	0.3589
18	5	1.4163	0.3153
19	5	1.5796	0.3062
20	5	1.4412	0.524
21	5	1.488	0.2185
22	5	1.4973	0.1863
23	5	1.5551	0.2533
24	5	1.5563	0.1156
25	5	1.5797	0.3224

Puntos Fuera-de-control se indican con un asterisco. Puntos excluidos de los cálculos se indican con una X.

### Panel de Opciones



- **Desplegar:** especifica las observaciones o subgrupos a desplegar en el reporte.



## Resumen del Análisis

El *Resumen del Análisis* resume los datos y los gráficos de control.

**Gráficos de Medianas y Rangos - X1-X5 (FIRST(25))**  
 Selección de la Variable: FIRST(25)  
 Número de subgrupos = 25  
 Tamaño de subgrupo = 5.0  
 0 subgrupos excluidos

Distribución: Normal  
 Transformación: ninguna

**Carta de Medianas**

Período	#1-25
LSC: +3.0 sigma	1.71362
Línea Central	1.48753
LIC: -3.0 sigma	1.26145

0 fuera de límites

**Carta de Rangos**

Período	#1-25
LSC: +3.0 sigma	0.692064
Línea Central	0.327296
LIC: -3.0 sigma	0.0

0 fuera de límites

**Estimados**

Período	#1-25
Media de proceso	1.48753
Sigma de proceso	0.140712
Rango promedio	0.327296

Sigma estimada a partir del rango medio

Se incluyen en la tabla:

- **Información de Subgrupo:** el número de subgrupos  $m$  y el tamaño promedio  $n$  de subgrupo

$$\bar{n} = \frac{\sum_{j=1}^m n_j}{m} \tag{9}$$

Si se ha excluido de los cálculos algún subgrupo u observación también se desplegará ese número.

- **Distribución:** la distribución asumida para los datos. Por defecto, se asume que los datos siguen una distribución normal. Sin embargo, puede seleccionarse una de las otras 26 distribuciones usando las *Opciones de Análisis*.
- **Transformación:** cualquier transformación que se le haya aplicado a los datos. Usando las *Opciones del Análisis*, usted puede elegir transformar los datos usando ya sea una transformación común como la raíz cuadrada u optimizar la transformación usando el método Box-Cox.
- **Gráfico de Medianas:** un resumen de la línea central y los límites de control para el gráfico de medianas, que grafica las medianas de subgrupo  $\tilde{x}_j$ . Usando *Opciones de*

*Análisis*, pueden calcularse límites separados para diferentes periodos (conjuntos de subgrupos).

- **R Gráfico:** un resumen de la línea centra y los límites de control para el gráfico R, que grafica los rango de subgrupo  $R_j$ .
- **Estimadores:** estimadores de la media del proceso  $\mu$  y de la desviación estándar del proceso  $\sigma$ . La sigma del proceso puede calcularse de tres maneras, dependiendo de las configuraciones de la pestaña *Gráficos de Control* del cuadro de diálogo *Preferencias*, accesible a través del menú *Edición*.

Las tres opciones son:

- (1) *A partir del rango promedio:* la sigma del proceso se estima a partir del promedio ponderado de los rangos de subgrupo. Este es el estimador usado en la mayoría de los libros de texto SPC.
- (2) *A partir de s acumulada sin corrección de sesgo:* la sigma del proceso se estima a partir de la varianza intragrupal acumulada como en ANOVA de una vía. En este caso,  $s^2$  es un estimador insesgado de  $\sigma^2$  pero  $s$  es un estimador sesgado de  $\sigma$ .
- (3) *A partir de s acumulada con corrección de sesgo:* la sigma del proceso se estima a partir de la varianza intragrupal acumulada y luego multiplicada por un factor que hace que el resultado sea un estimador insesgado de  $\sigma$ .

- **Rango Promedio:** el promedio de los rangos de subgrupo:

$$\bar{R} = \frac{\sum_{j=1}^m R_j}{m} \quad (10)$$

## Opciones del Análisis

- **Tipo de Estudio:** determina cómo se establecen los límites de control. Para un gráfico de *Estudio Inicial* (Fase 1), los límites se estiman a partir de los datos actuales. Para un gráfico *Control para Estandarizar* (Fase 2), los límites de control se determinan a partir de información de la sección *Control para Estandarizar* del cuadro de diálogo.
- **Normalizar:** si se selecciona, los estadísticos serán normalizados calculando Z-scores y estos se graficarán en los gráficos. La línea central de tal gráfico siempre se localiza en 0, y los límites de control siempre son  $\pm k$ .
- **Tamaño Promedio de Subgrupo:** si se selecciona, los límites control serán líneas horizontales basadas en el tamaño promedio de subgrupo. Si no, se usarán los tamaños individuales, resultando en unos límites de control funcionales si no todos los subgrupos son del mismo tamaño.
- **Usar Formato de Zona:** si se selecciona, los estadísticos se graficarán usando un gráfico de zona en vez del formato usual. Vea el ejemplo abajo.
- **Recalcular en:** los límites de control del gráfico pueden recalcularse hasta en 4 lugares sobre el eje X especificando el número de subgrupos a los que se iniciarán nuevas estimaciones. Se obtendrán estimadores separados de media y sigma usando los datos en diferentes secciones. En tales casos, los límites de control se ajustarán al inicio de cada nuevo periodo.
- **Límites de Control de Medianas:** especifica el múltiplo  $k$  a usar al determinar los límites de control inferior y superior en el gráfico de medianas. Para suprimir completamente un límite, ingrese 0.
- **Límites de Control de Rangos:** especifica el múltiplo  $k$  a usar al determinar los límites de control inferior y superior en el R gráfico. Para suprimir completamente un límite, ingrese 0.

- **Control para Estandarizar:** para realizar un análisis Fase 2, selecciones *Control para Estandarizar* como *Tipo de Estudio* y luego ingrese alguna de las siguientes:

*Especificar Parámetros:* especifica la media y sigma establecida (u otros parámetros si no se asume una distribución normal). Estos valores entonces serán usados para posicionar las líneas centrales y los límites de control en los gráficos.

*Especificar Límites de Control:* especifica la ubicación de las líneas centrales y los límites de control exactamente donde usted desee colocarlos.

- **Botón Excluir:** Use este botón para excluir de los cálculos subgrupos específicos.
- **Botón Transformar:** Use este botón para especificar una transformación o una distribución no normal.

Para ejemplos sobre el uso de transformaciones y distribuciones no normales, vea la documentación para Gráficos Individuales de Control.

## Guardar Resultados

Los siguientes resultados pueden guardarse en la hoja de datos:

1. *Medianas* – las medianas de subgrupo.
2. *Rangos* – los rangos de subgrupo.
3. *Tamaños* – los tamaños de subgrupos.
4. *Etiquetas* – las etiquetas de subgrupos.
5. *Media de Proceso* – la media estimada del proceso.
6. *Sigma de Proceso* – la desviación estándar estimada del proceso.