





## **DIRECTORIO**

### **Secretario de Educación Pública**

Dr. José Ángel Córdoba Villalobos

### **Subsecretario de Educación Superior**

Dr. Rodolfo Tuirán Gutiérrez

### **Coordinadora de Universidades Politécnicas**

Mtra. Sayonara Vargas Rodríguez

ORIGINAL



## **PÁGINA LEGAL**

### **Participantes**

Dr. Manuel Alejandro Lizardi Jiménez- Universidad Politécnica de Quintana Roo.

IB. Karen Dyrcee Sarmiento Marruffo - Universidad Politécnica de Quintana Roo.

IQ. Gerardo Emmanuel Castañeda Gutiérrez- Universidad Politécnica de Quintana Roo.

Mtro. Carlos Martínez Aguilera- Universidad Politécnica de Pénjamo.

Mtro. Francisco Javier Vicente Magueyal- Universidad Politécnica de Pénjamo.

Primera Edición: 2012

DR © 2012 Coordinación de Universidades Politécnicas.

Número de registro:

México, D.F.

ISBN\_\_\_\_\_

## ÍNDICE

INTRODUCCIÓN .....	1
PROGRAMA DE ESTUDIOS .....	3
FICHA TÉCNICA .....	4
DESARROLLO DE UNIDADES DE APRENDIZAJE .....	6
ELABORACIÓN DE GRÁFICOS .....	11
INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN .....	14
GLOSARIO .....	25
BIBLIOGRAFÍA .....	27

ORIGINAL

## INTRODUCCIÓN

El control estadístico de procesos (CEP) es una técnica estadística, de uso muy extendido, para asegurar que los procesos cumplen con los estándares. Todos los procesos están sujetos a ciertos grados de variabilidad, por tal motivo es necesario distinguir entre las variaciones por causas naturales y por causas imputables, desarrollando una herramienta simple pero eficaz para separarlas: el gráfico de control.

Se utiliza el control estadístico de procesos para medir el funcionamiento de un proceso. Se dice que un proceso está funcionando bajo control estadístico cuando las únicas causas de variación son causas comunes (naturales). El proceso, en primer lugar, debe controlarse estadísticamente, detectando y eliminando las causas especiales (imputables) de variación. Posteriormente se puede predecir su funcionamiento y determinar su capacidad para satisfacer las expectativas de los consumidores. El objetivo de un sistema de control de procesos es el de proporcionar una señal estadística cuando aparezcan causas de variación imputables. Una señal de este tipo puede adelantar la toma de una medida adecuada para eliminar estas causas imputables.

Las variaciones naturales afectan a todos los procesos de producción, y siempre son de esperar. Las variaciones naturales son las diferentes fuentes de variación de un proceso que está bajo control estadístico. Se comportan como un sistema constante de causas aleatorias. Aunque sus valores individuales sean todos diferentes, como grupo forman una muestra que puede describirse a través de una distribución. Cuando estas distribuciones son normales, se caracterizan por dos parámetros. Estos parámetros son:


- La media de la tendencia central
- La desviación estándar

Mientras la distribución (precisión del output) se mantenga dentro de los límites especificados, se dice que el proceso está “bajo control”, y se toleran pequeñas variaciones.

Las variaciones imputables de un proceso suelen deberse a causas específicas. Factores como el desgaste de la maquinaria, equipos mal ajustados, trabajadores fatigados o insuficientemente formados, así como nuevos lotes de materias primas, son fuentes potenciales de variaciones imputables.

Las variaciones naturales y las imputables plantean dos tareas distintas al director de operaciones. La primera es asegurar que el proceso tendrá solamente variaciones naturales, con lo cual funcionará bajo control. La segunda es, evidentemente, identificar y eliminar variaciones imputables para que el proceso pueda seguir bajo control.

El control estadístico de procesos es un medio por el cual un operario o directivo puede determinar si un proceso genera outputs que se ajustan a las especificaciones y si es probable que los siga generando. Consigue esto midiendo parámetros clave de una pequeña muestra de los outputs generadas a intervalos, mientras está en marcha el proceso.



Esta información se puede utilizar como base para realizar ajustes sobre los inputs al proceso o sobre el proceso mismo si es necesario, para evitar que se produzcan outputs que no se ajustan a las especificaciones.

La producción de artículos que se ajustan por poco a las especificaciones puede ser aceptable hoy día, pero toda variación del valor nominal que se tiene como objetivo puede provocar rechazos y reelaboraciones a lo largo de la cadena de trabajo. Las variaciones del valor nominal también pueden provocar problemas significativos a causa de la interdependencia de los componentes en los productos complejos. El CEP permite a las empresas mejorar de manera constante la actuación del proceso para reducir las variaciones en los outputs. Esta capacidad de reducir las variaciones con respecto al valor nominal puede aportar claras ventajas competitivas, y puede permitir cobrar precios más elevados por los productos.

ORIGINAL

# PROGRAMA DE ESTUDIOS

PROGRAMA DE ESTUDIO																		
DATOS GENERALES																		
NOMBRE DEL PROGRAMA EDUCATIVO:		Ingeniería en Biotecnología																
OBJETIVO DEL PROGRAMA EDUCATIVO:		Formar profesionistas líderes altamente competentes en la aplicación y gestión de procesos biotecnológicos que incluyen la propagación y escalamiento de organismos de interés industrial, así como el dominio de las técnicas analíticas para el control, evaluación y seguimiento de los procesos con una sólida formación en Ingeniería y las ciencias de la vida, para apoyar la toma de decisiones en materia de Aplicación, control y diseño de procesos biotecnológicos industriales; además de ser profesionistas responsables con su ambiente y entorno productivo y social.																
NOMBRE DE LA ASIGNATURA:		CONTROL ESTADÍSTICO DEL PROCESO																
CLAVE DE LA ASIGNATURA:		CEP-ES																
OBJETIVO DE LA ASIGNATURA:		El alumno será capaz de aplicar el control estadístico de procesos en una organización con la finalidad de identificar la variabilidad en los procesos.																
TOTAL HRS. DEL CUATRIMESTRE:		106 hrs																
FECHA DE EMISIÓN:		21 mayo de 2012																
UNIVERSIDADES PARTICIPANTES:		Universidad Politécnica de Quintana Roo, Universidad Politécnica de Morelos, Universidad Politécnica de Pénjamo.																
CONTENIDOS PARA LA FORMACIÓN			ESTRATEGIA DE APRENDIZAJE										EVALUACIÓN		OBSERVACIÓN			
UNIDADES DE APRENDIZAJE	RESULTADOS DE APRENDIZAJE	EVIDENCIAS	TÉCNICAS SUGERIDAS		ESPACIO EDUCATIVO			MOVILIDAD FORMATIVA		MATERIALES REQUERIDOS	EQUIPOS REQUERIDOS	TOTAL DE HORAS				TÉCNICA	INSTRUMENTO	
			PARA LA ENSEÑANZA (PROFESOR)	PARA EL APRENDIZAJE (ALUMNO)	AULA	LABORATORIO	OTRO	PROYECTO	PRÁCTICA			TEÓRICA		PRÁCTICA				
												Presencial	NO Presencial	Presencial	NO Presencial			
Características y fundamentos del control estadístico del proceso.	Al completar la unidad de aprendizaje el alumno será capaz de: * Identificar las características del control estadístico del proceso en una organización.	EP1. Ensayo acerca de las características del control estadístico en una organización.	Actividad focal introductoria Discusión guiada Preguntas Señalizaciones Confirmación Reformulación Repetición Cuadros Sinópticos	Elaboración de cuadros sinópticos	X	NA	NA	NA	NA	Pizarrón, Plumones, Borrador y apoyos audiovisuales. Software estadístico.	Cañón electrónico y laptop	6	3	9	3	Documental	* Rúbrica para ensayo acerca de las características del control estadístico en una organización.	El alumno investigará de las características del control estadístico del proceso en una organización para la elaboración del ensayo durante las horas teóricas y prácticas no presenciales.
	* Explicar el gráfico del control estadístico de proceso en una organización.	ED1. Exposición por equipo acerca del gráfico de control de proceso biotecnológico.	Conferencia Ejercicios en Aula	Estudio de caso												Campo	* Guía de Observación para exposición del gráfico de control de un proceso biotecnológico.	El alumno preparará su exposición durante las horas teóricas y prácticas no presenciales.
	* Realizar un gráfico de control estadístico en un proceso biotecnológico.	ECL. Cuestionario sobre un gráfico de control estadístico en un proceso biotecnológico.		Estudio de caso													Documental	* Cuestionario sobre gráfico de control estadístico en un proceso biotecnológico.
Capacidad del proceso	Al completar la unidad de aprendizaje el alumno será capaz de: * Obtener el índice de capacidad de un proceso biotecnológico.	ED1. Exposición por equipos acerca del índice de capacidad de un proceso biotecnológico.	Lectura comentada Conferencia	Resolver situaciones problemáticas	X	NA	NA	NA	NA	Pizarrón, Plumones, Borrador y apoyos audiovisuales. Software estadístico.	Cañón electrónico y laptop	4	2	6	2	Campo	* Guía de observación para exposición del índice de capacidad de un proceso biotecnológico.	El alumno preparará su exposición durante las horas teóricas y prácticas no presenciales.
Gráficos de control por variables y por atributos	Al completar la unidad de aprendizaje el alumno será capaz de: * Elaborar gráficos para promedios y rangos y para promedios y desvíos estándar.	EP1. Gráficos para promedios y rangos.	Conferencia Ejercicios en Aula	Resolver situaciones problemáticas	X	NA	NA	NA	NA	Pizarrón, Plumones, Borrador y apoyos audiovisuales. Software estadístico.	Cañón electrónico y laptop	8	4	12	4	Documental	* Lista de cotejo para gráficos de promedios y rangos.	El alumno realizará en las horas teóricas y prácticas no presenciales la elaboración de gráficos de promedios y rangos; y gráficos de conformidades y no conformidades.
	* Elaborar gráficos de conformidades y no conformidades.	EP2. Gráficos de conformidades y no conformidades.																* Lista de cotejo para gráficos de conformidades y no conformidades.
Métodos especiales del control de proceso.	Al completar la unidad de aprendizaje el alumno será capaz de: * Describir las características de los métodos del control de proceso.	ECL. Cuestionario acerca de las características de los métodos del control de un proceso biotecnológico.	Conferencia Lectura comentada	Investigaciones y demostraciones	X	NA	NA	NA	NA	Pizarrón, Plumones, Borrador y apoyos audiovisuales. Software estadístico.	Cañón electrónico y laptop	8	4	12	4	Documental	* Cuestionario para las características de los métodos del control de un proceso biotecnológico.	
Relación entre los gráficos de control y otras técnicas estadísticas.	Al completar la unidad de aprendizaje el alumno será capaz de: * Identificar las diferencias entre los gráficos de control y otras técnicas estadísticas.	ED1. Exposición por equipos acerca las diferencias entre los gráficos de control y otras técnicas estadísticas.	Estudio de caso	Resolver situaciones problemáticas	X	NA	NA	NA	NA	Pizarrón, Plumones, Borrador y apoyos audiovisuales. Software estadístico.	Cañón electrónico y laptop	4	2	6	2	Campo	* Guía de observación para exposición de los gráficos de control y otras técnicas estadísticas.	El alumno preparará su exposición durante las horas teóricas y prácticas no presenciales.



## FICHA TÉCNICA CONTROL ESTADÍSTICO DEL PROCESO

Nombre:	CONTROL ESTADÍSTICO DEL PROCESO
Clave:	CEP-ES
Justificación:	Ésta asignatura permitirá al alumno identificar los factores principales que provocan variabilidad en el proceso mediante la aplicación de técnicas adecuadas de análisis estadístico.
Objetivo:	El alumno será capaz de aplicar el control estadístico de procesos en una organización con la finalidad de identificar la variabilidad en los procesos.
Habilidades:	Honestidad, respeto a los demás, responsabilidad, igualdad, solidaridad.
Competencias genéricas a desarrollar:	Capacidades para análisis y síntesis. Para aprender a resolver problemas. Para aplicar los conocimientos en la práctica. Para trabajar en forma autónoma y en equipo.

Capacidades a desarrollar en la asignatura	Competencias a las que contribuye la asignatura
<ul style="list-style-type: none"> <li>Utilizar herramientas estadísticas para el cumplimiento de estándares de calidad de productos biotecnológicos mediante el análisis de registros</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Controlar la calidad de procesos biotecnológicos para mantener la competitividad de la empresa utilizando la política de calidad.</li> </ul>



	Unidades de aprendizaje	HORAS TEORIA		HORAS PRÁCTICA	
		presencial	No presencial	presencial	No presencial
Estimación de tiempo (horas) necesario para transmitir el aprendizaje al alumno, por Unidad de Aprendizaje:	I. Características y fundamentos del control estadístico del proceso	6	3	9	3
	II. Capacidad del proceso	4	2	6	2
	III. Gráficos de control por variables y por atributos	8	4	12	4
	IV. Métodos especiales del control de proceso.	8	4	12	4
	V. Relación entre los gráficos de control y otras técnicas estadísticas.	4	2	6	2
Total de horas por cuatrimestre:	105				
Total de horas por semana:	7				
Créditos:	7				



## DESARROLLO DE LA PRIMERA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Nombre de la asignatura:	Control estadístico del proceso.		
Nombre de la Unidad de Aprendizaje:	Características y fundamentos del control estadístico del proceso.		
Número:	1	Duración (horas) :	21
Resultado de aprendizaje:	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Identificar las características del control estadístico del proceso en una organización.</li> <li>*Explicar el gráfico del control estadístico de proceso en una organización.</li> <li>*Realizar un gráfico de control estadístico en un proceso biotecnológico.</li> </ul>		
Requerimientos (Material o equipo):	Pizarrón, Plumones, borrador, apoyos audiovisuales y software estadístico.		
<p>Actividades a desarrollar en la unidad:</p> <p>El alumno investigará de las características del control estadístico de proceso en una organización para la elaboración del ensayo durante las horas teóricas y prácticas no presenciales.</p> <p>El alumno preparará su exposición durante las horas teóricas y prácticas no presenciales.</p>			
<p>Evidencias a las que contribuye el desarrollo de la unidad:</p> <p>EP1. Ensayo acerca de las características del control estadístico en una organización.</p> <p>ED1. Exposición por equipo acerca del gráfico de control de proceso biotecnológico.</p> <p>EC1. Cuestionario sobre un gráfico de control estadístico en un proceso biotecnológico.</p>			



## DESARROLLO DE LA SEGUNDA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Nombre de la asignatura:	Control estadístico del proceso		
Nombre de la Unidad de Aprendizaje:	Capacidad del proceso		
Número:	2	Duración (horas) :	14
Resultado de aprendizaje:	*Obtener el índice de capacidad de un proceso biotecnológico.		
Requerimientos (Material o equipo):	Pizarrón, Plumones, borrador y apoyos audiovisuales, software estadístico		
Actividades a desarrollar en la unidad: El alumno preparará su exposición durante las horas teóricas y prácticas no presenciales.			
Evidencias a las que contribuye el desarrollo de la unidad: ED1. Exposición por equipos acerca del índice de capacidad de un proceso biotecnológico.			



## DESARROLLO DE LA TERCERA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Nombre de la asignatura:	Control estadístico del proceso		
Nombre de la Unidad de Aprendizaje:	Gráficos de control por variables y por atributos		
Número:	3	Duración (horas) :	28
Resultado de aprendizaje:	* Elaborar gráficos para promedios y rangos y para promedios y desvíos estándar. * Elaborar gráficos de conformidades y no conformidades.		
Requerimientos (Material o equipo):	Pizarrón, Plumones, borrador y apoyos audiovisuales, software estadístico.		
Actividades a desarrollar en la unidad: El alumno realizará en las horas teóricas y prácticas no presenciales la elaboración de gráficos de promedios y rangos; y gráficos de conformidades y no conformidades.			
Evidencias a las que contribuye el desarrollo de la unidad: EP1. Gráficos para promedios y rangos. EP2. Gráficos de conformidades y no conformidades.			



## DESARROLLO DE LA CUARTA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Nombre de la asignatura:	Control estadístico del proceso		
Nombre de la Unidad de Aprendizaje:	Métodos especiales del control de proceso.		
Número:	4	Duración (horas) :	28
Resultado de aprendizaje:	* Describir las características de los métodos del control de proceso.		
Requerimientos (Material o equipo):	Pizarrón, Plumones, borrador y apoyos audiovisuales, software estadístico.		
Actividades a desarrollar en la unidad: El alumno investigará las características de los métodos del control de proceso durante las horas no presenciales.			
Evidencias a las que contribuye el desarrollo de la unidad: EC1. Cuestionario acerca de las características de los métodos del control de un proceso biotecnológico.			



## DESARROLLO DE LA QUINTA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Nombre de la asignatura:	Control estadístico del proceso.		
Nombre de la Unidad de Aprendizaje:	Relación entre los gráficos de control y otras técnicas estadísticas.		
Número:	5	Duración (horas) :	14
Resultado de aprendizaje:	* Identificar las diferencias entre los gráficos de control y otras técnicas estadísticas.		
Requerimientos (Material o equipo):	Pizarrón, Plumones, borrador y apoyos audiovisuales, software estadístico.		
Actividades a desarrollar en la unidad:	* El alumno preparará su exposición durante las horas teóricas y prácticas no presenciales.		
Evidencias a las que contribuye el desarrollo de la unidad:	ED1. Exposición por equipos acerca las diferencias entre los gráficos de control y otras técnicas estadísticas		



# Elaboración de gráficos

ORIGINAL



Subsistema de  
Universidades  
Politécnicas

## ELABORACIÓN DE GRÁFICOS GRÁFICOS DE PROMEDIOS Y RANGOS (EP1)

Logotipo de  
la  
Universidad

ASIGNATURA: CEP-ES

FECHA: \_\_\_\_\_

UNIDAD DE APRENDIZAJE: III. Gráficos de control por variables y por atributos.

MATRICULA : \_\_\_\_\_

CUATRIMESTRE: \_\_\_\_\_

ALUMNO: \_\_\_\_\_

GRUPO: \_\_\_\_\_

### DESARROLLO

En una industria biotecnológica se lleva a cabo un proceso para la producción de biosurfactantes en 25 biorreactores de columna de burbujas a partir de *Bacillus subtilis*. Cada 4 horas se muestrea y los resultados para un día de operación son los siguientes:

NO.	06:00	10:00	14:00	18:00	22:00
1	74.6	74.6	81.6	75.4	69.8
2	74.5	85.9	65.8	63.5	95.7
3	77	113.7	57.8	69.9	74.5
4	70.7	77.9	74.5	63.7	77
5	79.4	76.4	77	72.1	70.7
6	74.6	95.7	70.7	71.6	79.4
7	85.2	78.4	79.4	69.4	74.6
8	81.6	84.6	74.6	69.8	85.2
9	67.9	97.4	85.2	83.5	81.6
10	63.7	74.5	81.6	69.7	67.9
11	72.1	77	67.9	68.4	63.7
12	71.6	70.7	63.7	70.7	72.1
13	69.4	79.4	72.1	79.4	71.6
14	69.8	74.6	71.6	74.6	69.4
15	83.5	85.2	69.4	85.2	69.8
16	83.5	81.6	69.8	81.6	83.5
17	74.9	67.9	83.5	67.9	79.3
18	73.2	63.7	74.9	63.7	76.3
19	70.7	70.7	73.2	67.5	79.8
20	79.4	79.4	70.7	85.3	70.7
21	88.6	74.6	79.4	88.6	79.4
22	70.7	85.2	74.6	70.7	74.6
23	79.4	81.6	85.2	79.4	85.2
24	70.7	67.9	81.6	74.6	81.6
25	70.7	70.7	73.2	67.5	79.8

Construya el gráfico de control de promedios y rangos indicando y discutiendo el significado de los puntos fuera de control.

\_\_\_\_\_  
Nombre y firma del Profesor





Subsistema de  
Universidades  
Politécnicas

## GRÁFICOS DE CONFORMIDADES Y NO CONFORMIDADES (EP2)

Logotipo de  
la  
Universidad

**ASIGNATURA:** CEP-ES

**FECHA:** \_\_\_\_\_

**UNIDAD DE APRENDIZAJE:** III. Gráficos de control por variables y por atributos.

**MATRICULA :** \_\_\_\_\_

**CUATRIMESTRE:** \_\_\_\_\_

**ALUMNO:** \_\_\_\_\_

**GRUPO:** \_\_\_\_\_

### DESARROLLO

No conformidades: De acuerdo con la definición proporcionada en el apartado 3.6.2 de la norma ISO 9000:2005, una no conformidad es la no satisfacción de un requisito. Por no conformidad también entenderemos la aparición de una actividad distinta a como previamente se ha planificado y/o que pueda producir un resultado adverso sobre el servicio que se presta.

Corrección de una no conformidad: De acuerdo con la definición proporcionada en el apartado 3.6.6 de la norma ISO 9000:2000, una corrección es una acción encaminada a eliminar una no conformidad detectada. Acción correctiva: De acuerdo con la definición proporcionada en el apartado 3.6.5 de la norma ISO 9000:2000, una acción correctiva es una acción llevada a cabo para eliminar la causa de una no conformidad detectada u otra situación no deseable. El objetivo de las acciones correctivas está dirigido a eliminar la/s causa/s que generaron una no conformidad y evitar la posible repetición del problema, con independencia de la solución inmediata (corrección de la no conformidad) que se haya adoptado. Acción preventiva: De acuerdo con la definición proporcionada en el apartado 3.6.4. de la norma ISO 9000:2000, una acción preventiva es una acción llevada a cabo para eliminar la causa de una no conformidad potencial u otra situación no deseable. Las acciones preventivas son básicamente acciones de mejora que se anticipan en el tiempo evitando que ocurra un problema. Pueden venir derivadas del análisis de los resultados, de las tendencias estadísticas o de la observación de una posible causa de no conformidad.

Elabora un gráfico y/o cuadro en donde manifiestes la no conformidad y sus acciones correctivas y preventivas en proceso biotecnológico.

\_\_\_\_\_  
Nombre y firma del Profesor



# Instrumentos de Evaluación



Subsistema de Universidades  
**Politécnicas**

## INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN

Logotipo de  
la  
Universidad

Contiene los siguientes instrumentos de evaluación sumativa:

* Rúbrica para ensayo de las características del control estadístico en una organización.	EP1, UA1
*Guía de observación para exposición del gráfico de control.	ED1, UA1
*Cuestionario para gráfico de control estadístico en un proceso biotecnológico.	EC1, UA1
*Guía de observación para exposición del índice de capacidad de un proceso biotecnológico.	ED1, UA2
*Lista de cotejo para gráficos de promedios y rangos.	EP1, UA3
*Lista de cotejo para gráficos de conformidades y no conformidades.	EP2, UA3
* Cuestionario acerca de las características de los métodos del control de un proceso biotecnológico.	EC1, UA4
*Guía de observación para exposición de los gráficos de control y otras técnicas estadísticas.	ED1, UA5

## RÚBRICA PARA ENSAYO DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL CONTROL ESTADÍSTICO EN UNA ORGANIZACIÓN. (EP1)



ASIGNATURA: CEP-ES

FECHA: \_\_\_\_\_

UNIDAD DE APRENDIZAJE: I. Características y fundamentos del control estadístico del proceso.

MATRICULA: \_\_\_\_\_

GRUPO: \_\_\_\_\_

ALUMNO: \_\_\_\_\_

CUATRIMESTRE: \_\_\_\_\_

Logotipo de  
la  
Universidad

Aspecto a evaluar	Competente 10	Independiente 9	Básico avanzado 8	Básico umbral 7	Insuficiente NA
Análisis de la información 30%	El ensayo distingue las condiciones que aseguran que los procesos están bajo control. El ensayo presenta las características de un control estadístico distinguiendo causas naturales e imputables.	El ensayo presenta las características de un control estadístico de proceso distinguiendo causas naturales e imputables.	El ensayo presenta algunas características del control estadístico de un proceso pero no distingue las naturales de las imputables.	El ensayo menciona superficialmente las características del control estadístico de un proceso. No identifica la diferencia entre causas naturales e imputables.	El ensayo carece de análisis.
Organización de la Información 30%	Toda la información presentada en el ensayo es pertinente (relacionada al tema de control estadístico de proceso), incluye una presentación del tema, discusión, emite juicio de valor.	La mayor parte de la información en el ensayo es pertinente. Incluye una presentación, discusión y emite juicio de valor.	La mayor parte de la información en el ensayo es pertinente. Sin embargo, no siempre es presentada de manera ordenada.	La mayor parte de la información en el ensayo es pertinente. Sin embargo la organización no tiene lógica.	El trabajo no está articulado, impide una lectura lógica. La información que presenta no es relevante; no rescata la relevancia del texto.
Redacción 30%	El ensayo carece de faltas de ortografía y no tiene errores de gramática ni redacción.	El ensayo tiene más de un error de gramática.	Demuestra cierto dominio de las reglas gramaticales, pero hay más de 5 errores que dificultan entender la redacción.	Carece del dominio de las reglas gramaticales y existen más de 10 errores de ortografía.	El ensayo tiene más de 15 errores de ortografía y problemas de redacción.
Bibliografía 10%	Incluye tres o más referencias bibliográficas. Impresas y digitales.	Incluye dos referencias bibliográficas. Impresas y digitales.	Incluye una referencia bibliográfica. Impresas.	Incluye sólo referencias digitales.	No menciona bibliografía consultada.

ASIGNATURA: CEP-ES

FECHA: \_\_\_\_\_

UNIDAD DE APRENDIZAJE: I. Características y fundamentos del control estadístico del proceso.

MATRICULA: \_\_\_\_\_

GRUPO: \_\_\_\_\_

ALUMNO: \_\_\_\_\_ CUATRIMESTRE: \_\_\_\_\_

**INSTRUCCIONES**

Revisar los documentos o actividades que se solicitan y marque en los apartados "SI" cuando la evidencia a evaluar se cumple; en caso contrario marque "NO". En la columna "OBSERVACIONES" ocúpela cuando tenga que hacer comentarios referentes a lo observado.

Valor del reactivo	Característica a cumplir (Reactivo)	CUMPLE		OBSERVACIONES
		SI	NO	
<b>CONTENIDO</b>				
40%	Dominio del contenido: los alumnos presentan conceptos de proceso, variables y atributos, tolerancias, modelo de variación, distribución de frecuencias, proceso bajo control, variabilidad inherente y variabilidad total, límites y rango.			
15%	Vocabulario técnico: los alumnos usan sin equívoco de los conceptos de proceso, variables y atributos, tolerancias, modelo de variación, distribución de frecuencias, proceso bajo control, variabilidad inherente y variabilidad total límites y rango.			
10%	Presentación lógica: los alumnos presentan la exposición en secuencia proceso-variables-atributos-modelo,-índice de capacidad del proceso- proceso bajo control.			
15%	Empleo de ejemplos del uso de gráficos de control en procesos biotecnológicos.			
<b>MATERIAL DE APOYO</b>				
10%	Acorde al contenido: imágenes de gráficos de control.			
5%	Calidad de resolución.			
5%	Visibilidad de los gráficos y manejo de colores contrastantes.			

\_\_\_\_\_  
Nombre y firma del Profesor



**CUESTIONARIO SOBRE UN GRÁFICO DE CONTROL ESTADÍSTICO EN UN PROCESO BIOTECNOLÓGICO (EC1)**

Logotipo de la Universidad

**ASIGNATURA:** CEP-ES

**FECHA:** \_\_\_\_\_

**UNIDAD DE APRENDIZAJE:** I. Características y fundamentos del control estadístico del proceso.

**MATRICULA :** \_\_\_\_\_

**CUATRIMESTRE:** \_\_\_\_\_

**ALUMNO:** \_\_\_\_\_

**GRUPO:** \_\_\_\_\_

**Instrucciones:** Resuelve las siguientes preguntas. (Valor 100% dentro del total de la evidencia).

1. ¿Qué es un proceso?
2. ¿Cuándo se dice que un proceso está bajo control estadístico?
3. ¿Qué condiciones hacen falta para que se pueda aplicar el gráfico de control?
4. ¿Qué es el índice de capacidad del proceso?
5. ¿Cuál es la diferencia entre variabilidad inherente al proceso y variabilidad total del proceso?
6. ¿Cómo se define un grupo homogéneo racional?

\_\_\_\_\_  
Nombre y firma del Profesor



Subsistema de  
Universidades  
Politécnicas

**GUÍA DE OBSERVACIÓN PARA EXPOSICIÓN  
ACERCA DEL ÍNDICE DE CAPACIDAD DE UN  
PROCESO BIOTECNOLÓGICO (ED1)**

Logotipo de  
la  
Universidad

**ASIGNATURA:** CEP-ES

**FECHA:** \_\_\_\_\_

**UNIDAD DE APRENDIZAJE:** II. Capacidad del Proceso.

**MATRICULA:** \_\_\_\_\_

**GRUPO:** \_\_\_\_\_

**ALUMNO:** \_\_\_\_\_

**CUATRIMESTRE:** \_\_\_\_\_

**INSTRUCCIONES**

Revisar los documentos o actividades que se solicitan y marque en los apartados "SI" cuando la evidencia a evaluar se cumple; en caso contrario marque "NO". En la columna "OBSERVACIONES" ocúpela cuando tenga que hacer comentarios referentes a lo observado.

Valor del reactivo	Característica a cumplir (Reactivo)	CUMPLE		OBSERVACIONES
		SI	NO	
15%	Los alumnos definen el término índice de capacidad de un proceso			
10%	Los alumnos utilizan material de apoyo acorde al contenido: índice de capacidad de un proceso biotecnológico, calidad en su visibilidad y sin faltas de ortografía.			
50%	Los alumnos dominan los contenidos: índice de capacidad de un proceso biotecnológico y explicación de los cálculos matemáticos implicados en su obtención, incluyendo los límites de tolerancia.			
20%	Los alumnos exponen las conclusiones y emiten una recomendación para facilitar el cálculo del índice de capacidad de un proceso.			
5%	Los alumnos mencionan la bibliografía consultada.			

\_\_\_\_\_  
Nombre y firma del Profesor



Subsistema de  
**Universidades  
Politécnicas**

## LISTA DE COTEJO PARA GRÁFICOS DE PROMEDIOS Y RANGOS (EP1)

Logotipo de  
la  
Universidad

**ASIGNATURA:** CEP-ES

**FECHA:** \_\_\_\_\_

**UNIDAD DE APRENDIZAJE:** III. Gráficos de control por variables y por atributos.

**MATRICULA :** \_\_\_\_\_

**CUATRIMESTRE:** \_\_\_\_\_

**ALUMNO:** \_\_\_\_\_

**GRUPO:** \_\_\_\_\_

### INSTRUCCIONES

Revisar los documentos o actividades que se solicitan y marque en los apartados "SI" cuando la evidencia a evaluar se cumple; en caso contrario marque "NO". En la columna "OBSERVACIONES" ocúpela cuando tenga que hacer comentarios referentes a lo observado.

Valor del reactivo	Característica a cumplir (Reactivo)	CUMPLE		OBSERVACIONES
		SI	NO	
10%	Calculo de la media y desviación estándar			
5%	Calculo del rango			
20%	Cálculos de frecuencias relativas			
55%	Interpretación de los modelos de variación de los gráficos de promedios y rangos; Presentación del gráfico en formato físico y electrónico.			
10%	Conclusión de los resultados obtenidos.			

\_\_\_\_\_  
Nombre y firma del Profesor





**LISTA DE COTEJO PARA GRÁFICOS DE CONFORMIDADES Y NO CONFORMIDADES (EP2)**

Logotipo de la Universidad

**ASIGNATURA:** CEP-ES

**FECHA:** \_\_\_\_\_

**UNIDAD DE APRENDIZAJE:** III. Gráficos de control por variables y por atributos.

**MATRICULA :** \_\_\_\_\_

**CUATRIMESTRE:** \_\_\_\_\_

**ALUMNO:** \_\_\_\_\_

**GRUPO:** \_\_\_\_\_

**INSTRUCCIONES**

Revisar los documentos o actividades que se solicitan y marque en los apartados "SI" cuando la evidencia a evaluar se cumple; en caso contrario marque "NO". En la columna "OBSERVACIONES" ocúpela cuando tenga que hacer comentarios referentes a lo observado.

Valor del reactivo	Característica a cumplir (Reactivo)	CUMPLE		OBSERVACIONES
		SI	NO	
5%	Agrupamiento de datos			
10%	Calculo de la media y rango			
20%	Calculo de la media central y límites			
50%	Dibujo de la gráfica e interpretación			
10%	Conclusión			
5%	Bibliografía			

\_\_\_\_\_  
Nombre y firma Profesor



**CUESTIONARIO ACERCA DE LAS CARACTERÍSTICAS  
DE LOS MÉTODOS DE CONTROL DE UN PROCESO  
BIOTECNOLÓGICO (EC1)**

Logotipo de  
la  
Universidad

**ASIGNATURA:** CEP-ES

**FECHA:** \_\_\_\_\_

**UNIDAD DE APRENDIZAJE:** IV. Métodos especiales del control de proceso.

**MATRICULA :** \_\_\_\_\_

**CUATRIMESTRE:** \_\_\_\_\_

**ALUMNO:** \_\_\_\_\_

**GRUPO:** \_\_\_\_\_

**Instrucciones:** Lee cuidadosamente los siguientes cuestionamientos y subraya la respuesta correcta.  
(Valor 100% del total de la evidencia de conocimiento)

1. Siempre que sea posible es conveniente tener un tamaño de subgrupo constante. Si esto no es posible los límites en los gráficos X y R deben ser:
  - a) Variables
  - b) Constantes
  - c) Intermitentes
2. En algunos casos la comparación de medias en procesos de control estadístico de calidad de productos biotecnológicos no es posible, lo cual implica:
  - a) Que pueden compararse sus dispersiones
  - b) Que no pueden compararse sus dispersiones
  - c) Que su dispersión es cero
3. Cuando los subgrupos formados para lotes independientes de producción de antibióticos son de diferentes tamaños se debe:
  - a) Calcular los límites como un promedio
  - b) Calcular los límites individualmente
  - c) No calcular los límites
4. En un gráfico X y R los límites externos e internos son llamados, respectivamente:
  - a) De acción y precaución
  - b) De precaución y acción
  - c) De doble precaución

5. Los límites externos parecen proporcionar solo dos tipos de indicaciones en procesos biotecnológicos: “Buscar el problema” o “No modificar el bioproceso”, mientras que los internos sugieren:
  - a) “Comience a sospechar que se avecina alguna dificultad”
  - b) “Calma, no se avizoran dificultades”
  - c) “Alerta, dificultades a la vista”
  
6. Una de las reglas del control estadístico de proceso que indica la necesidad de buscar la causa de un problema es:
  - a) Que un punto caiga fuera de los límites de control
  - b) Que dos puntos caigan dentro de los límites de control
  - c) Que una secuencia de tres puntos consecutivos se encuentre entre la línea central y un punto de control
  
7. Que opción contiene dos gráficos de control especiales:
  - a) Gráfico para las mediciones individuales y gráfico de medianas
  - b) Gráfico X y R
  - c) Gráfico de Shewart
  
8. Siempre que haya una base racional es posible:
  - a) Aplicar el análisis de gráficos de control a datos que ya se tienen disponibles y que no se obtuvieron teniendo en mente el gráfico de control
  - b) Aplicar el gráfico de control a datos sin control
  - c) Aplicar el gráfico de control a datos disponibles pero incompletos
  
9. El gráfico que mejor se adapta a una inspección volante es:
  - a) p
  - b) R
  - c) X

---

Nombre y firma del Profesor



Subsistema de  
Universidades  
Politécnicas

GUÍA DE OBSERVACIÓN PARA EXPOSICIÓN DE LOS  
GRÁFICOS DE CONTROL Y OTRAS TÉCNICAS  
ESTADÍSTICAS (ED1)

Logotipo de  
la  
Universidad

ASIGNATURA: CEP-ES

FECHA: \_\_\_\_\_

UNIDAD DE APRENDIZAJE: V. Relación entre los gráficos de control y otras técnicas estadísticas.

MATRICULA : \_\_\_\_\_

CUATRIMESTRE: \_\_\_\_\_

ALUMNO: \_\_\_\_\_

GRUPO: \_\_\_\_\_

**INSTRUCCIONES**

Revisar los documentos o actividades que se solicitan y marque en los apartados "SI" cuando la evidencia a evaluar se cumple; en caso contrario marque "NO". En la columna "OBSERVACIONES" ocúpela cuando tenga que hacer comentarios referentes a lo observado.

Valor del reactivo	Característica a cumplir (Reactivo)	CUMPLE		OBSERVACIONES
		SI	NO	
15%	Los alumnos definen el concepto de técnicas estadísticas.			
15%	Los alumnos utilizan material de apoyo acorde al contenido: gráfico de control y otras técnicas estadísticas, calidad en su visibilidad y sin faltas de ortografía.			
40%	Los alumnos dominan los contenidos: gráficos de control y otras técnicas estadísticas, comparan entre gráficos de control y otras técnicas estadísticas enfatizando sus ventajas y desventajas.			
20%	Los alumnos exponen las conclusiones			
10%	Los alumnos mencionan la bibliografía consultada.			

\_\_\_\_\_  
Nombre y firma del Profesor

## GLOSARIO

**Calidad total.** La calidad total es una alusión a la mejora continua, con el objetivo de lograr la calidad óptima en la totalidad de las áreas, es un concepto que explica como ofrecer el mayor grado de satisfacción a un cliente por medio de un bien o servicio, para lograr la calidad total se debe mejorar continuamente en la totalidad del bien o servicio, consiguiendo con ello un bien o servicio de calidad total, medido por la satisfacción total del cliente.

**Censo:** Significa abarcar todos los elementos integrantes de una población para definir las características estudiadas.

**Control estadístico del proceso:** Técnica de control de la producción normalmente industrial en función de tributos del producto o por variables que miden la desviación estadística.

**Costos de producción.** Los costos de producción (también llamados costos de operación) son los gastos necesarios para mantener un proyecto, línea de procesamiento o un equipo en funcionamiento. En una compañía estándar, la diferencia entre el ingreso (por ventas y otras entradas) y el costo de producción indica el beneficio bruto.

**Costos de producción.** Los costos de producción (también llamados costos de operación) son los gastos necesarios para mantener un proyecto, línea de procesamiento o un equipo en funcionamiento. En una compañía estándar, la diferencia entre el ingreso (por ventas y otras entradas) y el costo de producción indica el beneficio bruto.

**Dato estadístico:** es toda información de carácter cuantitativo o cualitativo que permite obtener una idea del estado del fenómeno en estudio.

**Estadístico:** Medida que resume y describe una característica de una muestra.

**Estadística inferencial.** La estadística Inferencia, es el proceso por el cual se deducen (infieren) propiedades o características de una población a partir de una muestra significativa. Uno de los aspectos principales de la inferencia es la estimación de parámetros estadísticos.

**Estadística descriptiva.** Describe, analiza y representa un grupo de datos utilizando métodos numéricos y gráficos que resumen y presentan la información contenida en ellos. Una de las ramas de la Estadística más accesible a la mayoría de la población es la Descriptiva. Esta parte se dedica única y exclusivamente al ordenamiento y tratamiento mecánico de la información para su presentación por medio de tablas y de representaciones gráficas, así como de la obtención de algunos parámetros útiles para la explicación de la información.

**Función:** Es una regla o relación que asigna a cada valor de una variable independiente "X" un valor por, correspondencia, de una variable dependiente "Y". Se escribe  $Y=f(x)$ , se lee Y es función de X.

**Gráficas de Control.** Se puede definir como representaciones graficas acotadas del comportamiento de las características representativas del desarrollo de un proceso en el tiempo. En los casos que los valores de la característica excedan los valores de las cotas se

procede a determinar las causas asignables a este comportamiento y atacarlas y de esta manera mantener el proceso en control. Son herramientas de dirección que permiten:

- Identificar en la muestra inicial del proceso las observaciones atípicas, a fin de excluirlas una vez detectadas las causas asignables y no tomarlas en consideración para estimar los parámetros del proceso.
- Detectar a tiempo anomalías en el proceso, tanto por corrimientos de la media, como incrementos en la desviación por encima de sus límites naturales, para impedir la producción de piezas fuera de especificación.

**Gráficos por variable:** cuando la característica de calidad puede ser expresada mediante una variable cuantitativa continua (longitud, volumen, masa, etc.) son conocidas por graficas  $\bar{x}$ ,  $r$  y  $\bar{x}$ ,  $s$  dependiendo si se utiliza el rango de dispersión o la desviación típica.

**Gráficos por atributos:** se utilizan para controlar el porcentaje de unidades defectuosas, o el número de defectos por unidad; dentro de los límites naturales del proceso y detectar a tiempo cualquier incremento significativo de cualquiera de ellos. Son conocidas como graficas  $p$  (proporción de unidades defectuosas en lotes) y  $c$  (cantidad de defectos por unidad).

**Muestra:** Parte de una población o subconjunto de un conjunto de elementos que resulta de la aplicación de algún proceso, generalmente selección deliberada, con el objeto de investigar las propiedades de la población o conjunto de los cuales proviene.

**Muestreo:** Proceso mediante el cual se obtiene una o más muestras representativas de un universo. El muestreo lleva implícito las siguientes ventajas: Economía en la realización de la investigación y la rapidez en la obtención de resultados.

**Muestra aleatoria:** Muestra tomada al azar. Donde todos los elementos de la población tienen la misma posibilidad de ser seleccionados.

**Población o Universo:** Es un conjunto finito o infinito de elementos que tiene características comunes.

**Parámetro:** Medida de resumen que describe una característica de un universo.

**Teoría del muestreo.** Es el estudio de la relación existente entre una población y las muestras tomadas de ella. Comprende aspectos como la representatividad de la muestra, el tamaño y los tipos y conveniencia del muestreo.

**Variable independiente:** Es aquella a la cual se le puede asignar un valor cualquiera dentro de su dominio. Es decir si queremos establecer una relación entre el peso y la edad de los niños menores de 6 años se puede decir entonces que la edad de los niños es la variable independiente y puede tomar valores entre 0 y 6.

**Variable dependiente:** Es aquella cuyo valor depende del valor asignado a la variable independiente. En el caso anterior el peso de los niños es la variable dependiente.

**Variable:** Es un símbolo, generalmente una letra, que puede tomar un conjunto de valores prefijados llamado dominio de esa variable.

## BIBLIOGRAFÍA

### Básica

Título: **Control Estadístico de Calidad**

Autor: Grant E.L., Leavenworth R.S

Año: 2007

Editorial o referencia: McGraw-Hill Interamericana

Lugar y año de la edición: México, 2007.

ISBN o registro: 0-07-024114-7

Título: **Control estadístico de calidad y seis sigma**

Autor: Gutiérrez H.

Año: 2009

Editorial o referencia: McGraw-Hill Interamericana

Lugar y año de la edición: México, 2009

ISBN o registro: 9789701069127

Título: **Introduction to Statistical Quality Control**

Autor: Montgomery D.C.

Año: 2008

Editorial o referencia: John Wiley and Sons

Lugar y año de la edición: U.S.A, 2009

ISBN o registro: 978-0470169926

### Complementaria:

Título: **Quality Control**

Autor: Besterfield D.H.

Año: 2009

Editorial o referencia: Pearson Prentice Hall

Lugar y año de la edición: U.S.A, 2009

Título: **Control estadístico de procesos en tiempo real de un sistema de endulzamiento de gas amargo.**

Autor: Lara-Hernández, C.; Melo-González, R.; Herrera-Ruíz, D.A; Valdez-Gómez, J.A.

Año: 2011.

Editorial: Metodología y resultados tecnología, ciencia, Educación, vol. 26, núm.

Lugar y año de la edición: México, 2011.

ISBN ó registro: ISSN (Versión impresa): 0186-6036



Título: **Statistical Process Control For Real-World Applications**

Autor: William A. Levinson

Año: 2010.

Editorial o referencia: CRC Press

Lugar y año de la edición: U.S.A 2010

ISBN o registro: 9781439820001

ORIGINAL