

LABORATORIO DE PRACTICAS DE CONTROL ESTADÍSTICO PARA LA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONOMICAS DE LA
UNIVERSIDAD DE CARTAGENA

DANIS DEL CARMEN LARA CONTRERAS
MARCO RAFAEL TACHE JIMÉNEZ

UNIVERSIDAD DE CARTAGENA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONOMICAS
ADMINISTRACIÓN INDUSTRIAL
CARTAGENA D. T. Y C.

2002

LABORATORIO DE PRACTICAS DE CONTROL ESTADÍSTICO PARA LA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONOMICAS DE LA
UNIVERSIDAD DE CARTAGENA

DANIS DEL CARMEN LARA CONTRERAS
MARCO RAFAEL TACHE JIMÉNEZ

Proyecto de grado para optar el título de
Administrador Industrial

Director

WILFREDO BERRIO BLANCO

UNIVERSIDAD DE CARTAGENA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONOMICAS
ADMINISTRACIÓN INDUSTRIAL
CARTAGENA D. T. Y C.

2002

Nota de aceptación

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

Cartagena, 7 de junio de 2002

DEDICATORIA

A DIOS por ser mi mentor y por su infinita bondad al permitirme conquistar este triunfo en mi vida.

A MI MADRE, Tulia Contreras B. por su amor, sus sacrificios para darme siempre lo mejor, por ser el modelo y la fuente que me motiva para seguir superándome día a día.

A MI PADRE, Oswaldo Lara P. por hacerme comprender los altibajos de la vida siendo el motor de inspiración en la consecución de mis metas.

A MI NOVIO, Marco Tache Jiménez por ser el apoyo y el soporte en los momentos de tribulación e incertidumbre.

A MIS FAMILIARES, especialmente a Ana y Oswaldo Lara quienes siempre me han recordado el sendero que conduce al éxito.

DANIS LARA CONTRERAS

DEDICATORIA

A DIOS por permitir ser su instrumento y bañarme con su luz.

A MIS PADRES, Maria Teresa Jiménez por ser el soporte en los momentos cruciales de mi vida y Armando Tache por su apoyo incondicional.

A MI NOVIA, Danis Lara Contreras, que ha sido mi guía, mi brújula y un celote en su convicción de superación.

A MIS FAMILIARES, En especial a mi Abuela Edith por su motivación y mi abuela Maria por su Fe.

A OLYS PEREZ, por su amor y preocupación.

MARCO RAFAEL TACHE JIMENEZ

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	18
1. GENERALIDADES DE LA UNIVERSIDAD DE CARTAGENA	23
1.1. ASPECTOS FUNDAMENTALES.	23
1.2. MISIÓN	25
1.3. VISIÓN	25
1.4. OBJETIVOS	26
1.5. PRINCIPIOS	28
1.6. ORGANIZACIÓN ADMINISTRATIVA	29
1.7. FACULTAD DE CIENCIAS ECONOMICAS	30
1.7.1. Misión	30
1.7.2. Visión	31
1.7.3. Objetivos	31
1.7.4. Servicios	31
1.7.5. Programa de administración industrial	32
1.7.6. Programa de administración de empresas	35
1.7.7. Programa de contaduría	38
1.7.8. Programa de economía	40
2. GENERALIDADES DEL PROYECTO	43

2.1.	HISTORIA DE LA ESTADÍSTICA	43
2.2.	DESARROLLO DEL CONTROL ESTADÍSTICO Y LA CALIDAD	50
2.3.	TRANSCENDENCIA DE LA ESTADÍSTICA Y EL CONTROL ESTADÍSTICO	56
2.4.	IMPORTANCIA DEL PROYECTO	58
2.5.	OBJETIVOS	61
2.5.1.	Objetivo general.	61
2.5.2.	Objetivos específicos	61
3.	ESTUDIO TÉCNICO DEL PROYECTO	63
3.1.	DETERMINACIÓN DE LAS ASIGNATURAS QUE AMERITAN LABORATORIO DE PRACTICA DE CONTROL ESTADÍSTICO	63
3.2.	TEMAS PARA EL LABORATORIO DE PRACTICA DE CONTROL ESTADÍSTICO	66
3.3.	DEMANDA ESPERADA PARA EL LABORATORIO DE PRACTICA DE CONTROL ESTADÍSTICO	68
4.	INSTRUMENTOS Y HERRAMIENTAS DEL LABORATORIO DE PRACTICA DE CONTROL ESTADÍSTICO	73
4.1.	ELEMENTOS DE SIMULACIÓN	73
4.2.	INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN	80
4.2.1.	Balanza digital	80
4.2.2.	Balanza de precisión de pesas corredizas	82
4.2.3.	Juego de pesas	83
4.2.4.	Calibrador digital (Pie de Rey)	84
4.2.5.	Calibrador manual	85

4.2.6.	Micrómetro	86
4.2.7.	Compases	87
4.2.8.	Flexometro	88
4.3.	AYUDAS DIDÁCTICAS	89
4.4.	EQUIPO DE COMPUTO	90
5.	DISEÑO Y DISTRIBUCIÓN DEL LABORATORIO	92
5.1.	IMPORTANCIA DE LA LOCALIZACIÓN DEL LABORTATORIO	92
5.2.	NECESIDADES DE LA DISTRIBUCIÓN	93
5.2.1.	Necesidades ergonómicas del laboratorio.	102
6.	MANUAL DE PRACTICA PARA EL LABORATORIO DE CONTROL ESTADÍSTICO	109
6.1.	NORMAS DE SEGURIDAD EN EL LABORATORIO DE CONTROL ESTADÍSTICO	110
6.2.	FUNCIONES DEL COORDINADOR DEL LABORATORIO	111
6.3.	PRACTICA DEL LABORATORIO	112
6.3.1.	Práctica 1	113
6.3.2.	Práctica 2	123
6.3.3.	Práctica 3	133
6.3.4.	Práctica 4	140
6.3.5.	Práctica 5	146
6.3.6.	Práctica 6	149
6.3.7.	Práctica 7	154
6.3.8.	Práctica 8	160
6.3.9.	Práctica 9	168

6.3.10.	Práctica 10	176
6.3.11.	Práctica 11	182
6.3.12.	Práctica 12	188
6.3.13.	Práctica 13	194
6.4.	TABLAS ESTADISTICAS	198
7.	ESTUDIO FINANCIERO	209
7.1.	COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN	209
7.1.1.	Muebles y enseres	209
7.1.2.	Costos de equipos y accesorios	211
7.1.3.	Costos de software, paquetes y módulos estadísticos	214
7.1.4.	Costos de instrumentos y equipos de medición	216
7.1.5.	Costos de elementos de simulación	220
7.2.	COSTOS DE FUNCIONAMIENTO	222
8.	CONCLUSIONES	223
	BIBLIOGRAFÍA	225
	ANEXOS	227

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 3-1. Numero de estudiantes matriculados	69
Tabla 3-2. Frecuencia de datos	69
Tabla 3-3. Medidas de tendencia central	70
Tabla 3-4. Métodos de evaluación.	71
Tabla 4-1. Lista de elementos de simulación.	79
Tabla 4-2. Tabla de instrumentos y equipos.	91
Tabla 6-1. Registros de datos.	121
Tabla 6-2. Frecuencia de datos.	122
Tabla 6-3. Registro de datos obtenidos.	132
Tabla 6-4. Registro de números obtenidos en cada lanzamiento.	139
Tabla 6-5. Tabla de frecuencia de datos.	140
Tabla 6-6. Registro de números obtenidos en cada lanzamiento.	145

Tabla 6-7. Tabla de frecuencia de datos.	146
Tabla 6-8. Tabla de registros de datos	152
Tabla 6-9. Tabla de frecuencia	153
Tabla 6-10. Tabla de registro de peso	159
Tabla 6-11. Tabla de frecuencia	159
Tabla 6-12. Registro de longitudes	167
Tabla 6-13. Registro de datos	173
Tabla 6-14. Registro de datos de todos los grupos	174
Tabla 6-15. Tabla de Registro de datos	181
Tabla 6-16. Tabla de Registro de datos	187
Tabla 6-17. Tabla de Registro de numero de defectos	192
Tabla 6-18. Tabla de Registro de defectos por unidad	196
Tabla 6-17. Tabla de Registro	197
Tabla 7-1. Tabla de costos de muebles y enseres.	211
Tabla 7-2. Tabla de costos de equipos y accesorios.	213
Tabla 7-3. Tabla de costos, paquetes, software y módulos.	216

Tabla 7-4. Tabla de costos de instrumentos y equipos.	220
Tabla 7-5. Tablas de costos de elementos de simulación.	221
Tabla 7-6. Tablas de costos totales de implementación.	221

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 3-1. Grafico de frecuencia.	70
Figura 4-1. Tubos plásticos	74
Figura 4-2. Juego de dados	74
Figura 4-3. Agitador de dados.	74
Figura 4-4. Agitador grande y pequeño de lona.	75
Figura 4-5. Caja Binomial	76
Figura 4-6. Bolitas plásticas.	76
Figura 4-7. Bolsas de arena.	77
Figura 4-8. Trozos de madera.	77
Figura 4-9. Tubos de PVC.	78
Figura 4-10. Retazos de tela.	78
Figura 4-11. Balanza digital	80

Figura 4-12. Balanza de precisión de pesas corredizas.	82
Figura 4-13. Juego de pesas.	83
Figura 4-14. Calibrador digital (Pie de Rey)	84
Figura 4-15. Calibrador manual.	85
Figura 4-16. Micrómetro.	86
Figura 4-17. Compases.	87
Figura 4-18. Flexometro	88
Figura 4-19. Equipo de computo.	90
Figura 5-1. Ubicación equipo de computo (Mesón principal).	94
Figura 5-2. Mesón principal.	95
Figura 5-3. Entrepañó corredizo para la ubicación del teclado.	96
Figura 5-4. Compartimiento del mesón principal.	97
Figura 5-5. Mesón secundario.	98
Figura 5-6. Compartimiento y entrepaños del mesón secundario.	98
Figura 5-7. Estante para equipos de medición.	100

Figura 5-8. Divisiones del estante.	100
Figura 5-9. Silla ergonómica de trabajo.	101
Figura 5-10. área de trabajo	103
Figura 5-11. Distribución muebles y enseres.	105
Figura 5-12. Dimensiones del laboratorio.	106
Figura 5-13. Dimensión del laboratorio en el área asignada.	107
Figura 5-14. Vista aérea simulada por computador.	108
Figura 5-15. Interior del laboratorio.	108
Figura 6-1. Diagrama de barra	117
Figura 6-2. Histograma	117
Figura 6-3. Polígono de frecuencia	117
Figura 6-4. Gráficos circulares.	118
Figura 6-5. Pictograma.	118
Figura 6-6. Ojiva o Polígono de frecuencia acumulada.	119
Figura 6-7. Ojiva porcentual o Polígono de frecuencia relativa acumulada.	119

Figura 6-8. Distribución normal.	155
Figura 6-9. Distribución normal con limite de sigmas.	164
Figura 6-10. Limites de gráficos de control.	165
Figura 6-11. Graficos np.	179

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A, Decreto 938	227
Anexo B, Decreto 939	246
Anexo C, Decreto 940	265
Anexo D, Calculo de la distribución de los datos.	284
Anexo E, Método de evaluación	287

INTRODUCCIÓN

El Laboratorio de Prácticas de Control Estadístico es un proyecto que surge por la necesidad de responder a los cambios presentados en la actualidad; tales como el surgimiento de una demanda sofisticada, la cual tiene la capacidad de exigir productos de calidad, convirtiéndose en consumidores selectivos apoyados en los conocimientos adquiridos de los bienes demandados, contribuyendo así con la formación de oferentes tecnificados, que han utilizado esas exigencias como punto de partida para incrementar su competitividad y permanencias en el ambiente laboral, requiriendo cada vez más especializaciones en campos relacionados con la calidad, el valor agregado y la competencia basados en las características de un producto.

En este proceso evolutivo debido a su alto grado de rivalidad y competencia por la consecución de los mercados, las empresas se han enfocado cada vez más en la tecnificación de sus productos y procesos con el empleo de equipos y materiales que contribuyen a una eficiente utilización de los recursos mejorando la calidad, disminuyendo los costos e incrementando la productividad en sus labores, aportando así con la transformación estructural de los mercados, por medio de organizaciones especializadas, agrupadas en bloques económicos y con alianzas estratégicas, que han permitido desarrollar el proceso de comercialización

mundial, ofreciendo mejores productos o servicios que ayuden a satisfacer la demanda de los consumidores.

Sumando esto al surgimiento de entes revisores de la calidad que formaron en los consumidores un hábito de selección al momento de adquirir un bien, concientizando a las empresas con el fin de optar por sistemas de capacitación especializada en cada área, convirtiéndose esta última en actividades fundamentales en las organizaciones, puesto que de la preparación y del conocimiento del recurso humano depende el éxito de su gestión. Edificándose como empresas exigentes al momento de seleccionar al personal, enumerando requerimientos y puntos clave para su escogencia, dotados con un perfil educacional idóneo que presente conocimientos teóricos y prácticos, entre los que se destacan conocimientos de estadística aplicados en la empresa.

A raíz de lo anterior las instituciones educativas se encuentran vinculadas a estos cambios trascendentales flexibilizando su formación, incluyendo métodos y técnicas de enseñanza para adaptarse al ambiente empresarial, mediante implementación de programas y sistemas que ayuden al desarrollo y formación de profesionales basados en los requerimientos del campo. Entre estos programas de desarrollo se encuentran estudios de informática, empleo de vocabularios técnicos, conceptos estadísticos, así como también laboratorios de prácticas que simulan el ambiente laboral dando solución a casos reales, los cuales han contribuido a un mejor nivel académico y rendimiento de los egresados en su campo laboral, motivos por el cual el Laboratorio de Prácticas de Control

Estadístico es visualizado como una alternativa de aprendizaje que aporta de manera directa en el nivel educativo de cualquier institución de educación superior y por ende el buen nivel profesional capaz de afrontar las exigencias del mercado.

En el Laboratorio de Prácticas de Control Estadístico se manejarán experiencias prácticas con conocimientos básicos de estadística así como las técnicas y métodos empleados en esta área, donde permitirá un mayor acercamiento con la problemática real laboral, aprovechando la capacidad del estudiante por medio de un procesos participativo de aprendizaje, despertando así su espíritu investigativo y deductivo, además de cultivar de forma positiva la trayectoria académica de la universidad.

Algunas universidades del país han creado Laboratorio de Prácticas de Control Estadístico en sus planteles educativos como respuesta a los cambios que se han venido presentando en el ambiente empresarial; cada una de estas instituciones educativas analizaron las necesidades que presentaban las empresas, para así lograr un equipamiento de sus laboratorios conforme a la situación actual y, a la vez, impartir conocimientos y soluciones estadísticas de la problemática actual.

Entre las instituciones de educación superior, que cuenta con laboratorios que permiten poner en práctica los conceptos teóricos se encuentran:

La Universidad Autónoma de Occidente de Cali, presenta una variedad de laboratorios que funcionan como herramientas de enseñanza, que facilitan el

proceso de aprendizaje, entre estos se pueden mencionar el Laboratorios de Procesos Industriales Continuos, el Laboratorio de Diseño de Productos, el Laboratorio de Estudio y Medición del Trabajo, el Laboratorio de Aseguramiento de Calidad, entre otros, los cuales ayudan a la institución en la formación de profesionales con excelentes especializaciones en las áreas prácticas, además de generar bienestar a la comunidad universitaria puesto que incentiva el espíritu investigativo.

La Pontificia Universidad Javeriana de Cali, entre sus recursos en la carrera de Ingeniería Industrial cuenta con variados laboratorios, que ayudan a dar soporte a las actividades académicas e investigativas de los profesores y estudiantes, entre estos se encuentra el laboratorio de control de calidad que permite aplicar los conocimientos adquiridos en la teoría de las materias de estadística y control de calidad.

El Instituto Tecnológico de Comfenalco de la ciudad de Cartagena, es otro ente educativo donde se realizó un trabajo de grado que consistía en un laboratorio de control de calidad, en el cual se escogieron las asignaturas de física, química, metrología y control estadístico de la calidad como las áreas que de acuerdo a cada campo de formación ameritan prácticas de laboratorios.

Debido al conjunto de cualidades y beneficios que acarrea contar con un laboratorio de prácticas de control estadístico en la Universidad de Cartagena la realización de este proyecto se ha convertido en una necesidad para seguir con su

plan de mejoramiento continuo y su sobresaliente trayectoria académica manteniéndose siempre a la altura de los tiempos. Permitiendo así la edificación de profesionales no sólo por sus conocimientos teóricos sino prácticos, con una visión mas amplia de la realidad empresarial capaces de satisfacer las necesidades de las compañías y, a la vez, creando una ventaja competitiva frente a otros entes de educación superior de la ciudad de Cartagena, donde se capacitan a los estudiantes en procesos específicos en los sectores de metalmecánica, de la resinas acrílicas, de mercadotecnia entre otros, manejando conceptos técnicos muy utilizados en el campo laboral trabajando de esta forma con el desarrollo de la región mediante el asesoramientos a las pequeñas y medianas empresas en cuanto al manejo de control estadístico para luego ponerlo en práctica en su empresa al supervisar, controlar y mejorar la calidad tanto de sus productos como de los procesos.

1. GENERALIDADES DE LA UNIVERSIDAD DE CARTAGENA

Durante más de 170 años, en Cartagena de Indias, se ha desarrollado la institución de educación superior, que ha trabajado diariamente para despertar entre sus miembros el interés en las ciencias y las diferentes disciplinas intelectuales, la Universidad de Cartagena como ente educativo ha formado profesionales durante muchas generaciones en la Costa Caribe colombiana proyectando sus conocimientos. La información que a continuación se suministra hace referencia a los aspectos principales de la Universidad de Cartagena¹

1.1. ASPECTOS FUNDAMENTALES

La fundación de La Universidad de Cartagena se remonta al año 1826 cuando el General Santander sancionó la Ley por la cual se establece una institución universitaria en cada provincia. Pero es el 6 de octubre de 1827 cuando Simón Bolívar expide el decreto que crea la Universidad del Magdalena e Istmo hoy Universidad de Cartagena.

¹ Pagina web www.unicartagena.edu.co

Desde su inicio la Universidad de Cartagena, presta sus servicios al Departamento, a la región Caribe y al país en sus instalaciones del Claustro de San Agustín, ubicado en el centro histórico; con el tiempo ha construido el campus de la salud, en el barrio Zaragocilla y actualmente trabaja en su sede de Ciencias e Ingenierías y Ciencias Económicas en el llamado sector Piedra de Bolívar y posee una extensión con sede propia en el municipio de Magangué (sur del Departamento de Bolívar), y ejerce su presencia en resto de la Costa Caribe colombiana a través de convenios para desarrollar estudios de postgrado en Universidades de la región. La universidad, está integrada por 25 unidades académicas así: nueve facultades con 16 programas presenciales, un programa semipresencial y dos de educación a distancia. Siete centros, así: Centro de Investigaciones, Centro de Admisiones, de Registro y Control Académico, Centro de Informática, Centro de Postgrado y Relaciones Externas, Centro de Información y Documentación, Centro de Recursos Educativos y Telecomunicaciones; Centro de Capacitación y Asesoría Académica; dos secciones: la de Publicaciones y Audiovisuales, una coordinación, dos institutos uno de Inmunología y otro de hidráulica y S.A. A nivel de postgrado la institución ofrece más de 40 programas entre doctorado, maestrías y especializaciones. En su búsqueda continua del fortalecimiento de sus actividades de investigación y de extensión, la universidad establece vínculos con instituciones y organismos de carácter nacional e internacional, con quienes firma convenios de intercambio y de apoyo mutuo. En torno al progreso de sus actividades culturales, y deportivas la universidad cuenta con la unidad administrativa de Bienestar Universitario, quien es la encargada de habilitar los espacios necesarios para el sano esparcimiento y el disfrute

1.2. MISION

La Universidad de Cartagena es un centro generador y transmisor de conocimientos culturales, científicos, tecnológicos y humanísticos. Forma profesionales de alta calidad, dentro de claros valores de justicia, ética, y tolerancia, capacitados para promover el desarrollo integral de la región y el país, y competir exitosamente en el ámbito internacional.

Como institución de educación superior de la Costa Norte de Colombia, históricamente comprometida con su desarrollo, presta un servicio cultural y cumple una función social fundamental en los siguientes principios: formación integral, espíritu reflexivo y de auto-realización.

Como institución universitaria promueve y garantiza la calidad en la producción y transmisión del conocimiento, en concordancia con el desarrollo de las ciencias, las tecnologías, las artes y la filosofía dentro de un marco de respeto y tolerancia en la pluralidad de razas, credos, edades, condiciones económicas, políticas y sociales. de la vida en comunidad.

1.3. VISION

La Universidad de Cartagena, como institución pública de la región Caribe y actor social de desarrollo, liderará procesos de investigación científica en su área

geográfica, constituyéndose en la primera institución de educación superior de la Costa de Norte colombiana; con el mayor número de proyectos de investigación generadores de nuevos conocimientos, con el fin de elevar la competitividad de nuestra región en todo los ordenes.

Orientará los procesos de docencia basados en una alta cualificación de su recurso humano, facilitando la capacitación en su saber específico y en los procesos de enseñanza-aprendizaje. Por la presencia permanente en la interpretación y aporte a las soluciones de la problemática regional y del país, se verá en el mediano plazo como la mejor opción para la comunidad académica, empresarial, y sociedad civil en general.

1.4. OBJETIVOS

Para lograr su misión, la Universidad de Cartagena cumple con los siguientes objetivos :

- Impartir educación superior como medio eficaz para la realización plena del hombre colombiano, con miras a configurar una sociedad más justa, equilibrada y autónoma, enmarcada dignamente dentro de la comunidad internacional.

- Elaborar y proponer políticas, planes, programas y proyectos orientados a resolver problemas regionales de la comunidad en su área de influencia y participar en ello.
- Establecer una política permanente de orientación docente y capacitación profesional, la cual debe fomentar el desarrollo personal, la práctica de la enseñanza y la investigación, en busca de un mejoramiento de la calidad institucional.
- Propiciar el intercambio científico, tecnológico y cultural, con el propósito de mantener una actualización permanente que garantice la adecuada orientación del desarrollo de la región Caribe y del país.
- Armonizar su acción académica, administrativa, investigativa y de extensión con otras instituciones educativas y entidades de carácter público y privado a nivel nacional e internacional.
- Garantizar el cumplimiento de los programas de formación, en sus diversos niveles y modalidades, de acuerdo con lo establecido en las normas académicas.

- Impulsar en sus programas académicos el desarrollo del hombre, con base en sólidos componentes de formación humanística, instrucción cívica y en los principios y valores de la participación ciudadana.
- Fomentar, de conformidad con las necesidades y demandas de la región y del país, nuevas áreas del saber que permitan el desarrollo cualitativo y cuantitativo de las comunidades en su zona de influencia.
- Propender por la conservación del patrimonio histórico y cultural de Cartagena. De la región Caribe y del país, mediante acciones y programas educativos tendiente a ese fin.
- Promover un ambiente sano, mediante acciones y programas de educación y cultura ecológica.
- Ofrecer un adecuado servicio de información y documentación

1.5. PRINCIPIOS

AUTONOMÍA En ejercicio de la autonomía selecciona sus directivas y se rige por sus propios estatutos de acuerdo con la constitución y la ley.

FORMACIÓN INTEGRAL Mediante una formación integral vela porque sus estudiantes desarrollen un espíritu reflexivo orientado al logro de su autorrealización, en un campo de libertad de pensamiento, de expresión, de cátedra, de pluralismo ideológico y de respeto por todas las manifestaciones culturales.

TOLERANCIA Promueve y garantiza la calidad en la producción y transmisión del conocimiento en concordancia con el desarrollo de la ciencia, las tecnologías, las artes y la filosofía, dentro de un marco de respeto sin diferencias de raza, credo, sexo, edad, condición económica, políticas o sociales.

UNIVERSALIDAD Da cabida en su claustro a todas las fuerzas sociales, con base en la apertura comunicativa hacia todos los pueblos del mundo, para adoptar las diversas manifestaciones de racionalidad humana y aprovechar los adelantos científicos y tecnológicos como factor de desarrollo regional y nacional.

1.6. ORGANIZACIÓN ADMINISTRATIVA:

De la Rectoría depende la Vice-Rectoría Administrativa, la cual tiene el comité asesor de Adquisición de Bienes y Servicios. Esta Vice-Rectoría se divide en:

División Financiera (secciones de: Contabilidad y Presupuesto; Tesorería y Pagaduría; Adquisición y Control de Bienes).

División de Recursos Humanos (secciones de: Personal; Selección y Capacitación; Prestaciones Económicas).

División de Sistemas (secciones de: Análisis y Programación; Sistemas y Procedimientos).

División de Bienestar Universitario (secciones de: Asesoría Sicológica; Deportes; Trabajo Social; Actividades Culturales).

Sección de Servicios Generales.

1.7. FACULTAD DE CIENCIAS ECONOMICAS

1.7.1. MISIÓN

La Facultad tiene la misión de formar profesionales comprometidos con el desarrollo de su comunidad, por medio de programas de Pregrado y de postgrado en Ciencias Económicas, dentro de un ambiente de excelencia y calidad, de principios de: honestidad, justicia, pluralismo ideológico, democracia, respeto mutuo y tolerancia.

La Facultad propicia el diseño y desarrollo de proyectos de investigación de carácter interdisciplinario. Además promueve la actualización profesional y

pedagógica de sus docentes que incida en el mejoramiento de los procesos académicos, de investigación y de extensión.

1.7.2. VISION

Ser reconocida internacional, nacional, regional y localmente como una Facultad de excelencia académica, con liderazgo y prestigio en la investigación, en la formación integral de sus profesionales y en la proyección social.

1.7.3. OBJETIVOS

Tiene como objetivo fundamental formar Profesionales integrales en las áreas de Economía, Administración de Empresas, Contaduría Pública y Administración Industrial y que se establezcan de acuerdo al plan de desarrollo de la facultad, con formación científica, humanística y profesional específica que le permita contribuir al desarrollo socioeconómico de la región y del país.

1.7.4. SERVICIOS

Capacitación empresarial en el área financiera, contable y administración de recursos.

Investigaciones aplicadas en temas como:

- Mercado laboral, local y regional.
- Finanzas públicas en lo concerniente a: Capacidad de endeudamiento, manejo de presupuesto, optimización del gasto público y transferencias territoriales.
- Orientaciones técnicas en la elaboración de planes de desarrollo.
- Desarrollo industrial regional: Posicionamiento y opciones en el mercado.
- Desarrollo empresarial: Desarrollo organizacional.
- Crecimiento económico, pobreza y distribución de ingresos.
- Comercio Exterior: Incentivos y promoción de las exportaciones.
- Formulación y evaluación de proyectos de investigación.

1.7.5. PROGRAMA DE ADMINISTRACIÓN INDUSTRIAL

- Perfil Ocupacional

La supervivencia de las empresas es la única garantía que puede tener el país para generar los niveles de empleo requeridos para resolver los problemas sociales que lo agobian. Para lograrla es necesario que las empresas se tornen competitivas lo cual sólo es posible si alcanzan altos niveles de productividad como consecuencia de la implementación de sistemas que aseguren la calidad en los productos y servicios que se ofrecen.

El Administrador Industrial de la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad de Cartagena está dotado de los elementos teórico prácticos y habilidades que requiere un profesional para enfrentar con éxito las demandas del sector industrial, en cuanto a la administración del recurso físico y financiero, del talento humano y de los procesos para superar los desafíos que amenazan las empresas industriales.

El Administrador Industrial puede desempeñarse con idoneidad en las siguientes áreas:

- Planeación, organización, dirección y control de plantas industriales.
- Diseño, coordinación y análisis de áreas de Calidad y Productividad, Organización y Métodos, Almacén y Materiales y Estadística Industrial.

- Diseño, coordinación e implementación de las políticas de capacitación y desarrollo, análisis de costos y operaciones industriales, seguridad industrial, mantenimiento industrial y sistemas aplicados a la organización industrial.
 - Consultoría o asesoría de empresas industriales en las áreas de Administración de Operaciones, Gerencia de la Calidad entre otros.
 - Elaboración, ejecución y evaluación de proyectos industriales y/o de tipo logístico.
 - Gestión y creación de su propia unidad productiva.
-
- Formación

El egresado del programa de Administración Industrial se caracterizará por ser un profesional idóneo, comprometido con el desarrollo industrial de la Costa Norte y del país en general, capacitado y competente para desempeñarse con eficiencia y con gran sensibilidad humana y social en el ejercicio de sus funciones específicas en el sector productivo, en las áreas de administración de los procesos productivos, estadística industrial, administración del talento humano y la optimización de procesos, mediante la aplicación de los avances científicos y

tecnológicos para la búsqueda permanente de altos niveles de productividad, consecuentes con las necesidades de nuestro entorno industrial.

- Proyección social

El programa de Administración Industrial genera relaciones con el entorno en la medida que ofrece sus servicios a la comunidad y desarrolla programas y proyectos que beneficien al sector productivo y a la sociedad en general. El programa tiene institucionalizado las siguientes actividades:

Visitas empresariales : En el desarrollo de algunas asignaturas, se programan en cada semestre, visitas a empresas de diferentes sectores económicos de la ciudad y la región; con el propósito de que los estudiantes se vayan familiarizando con el quehacer de las empresas industriales, comerciales y de servicios y lleven a la práctica los conocimientos teóricos adquiridos en las aulas.

1.7.6. PROGRAMAMA DE ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS

- Perfil ocupacional

Conforme a las necesidades del entorno empresarial de la región, el Programa ha creído conveniente y necesaria la formación de un administrador generalista con tendencias a fortalecer dicha formación para un mejor desempeño en las áreas propias de la carrera, por lo tanto, podrá laborar en cargos que tengan funciones relacionadas con:

- Planeación , organización dirección y control de todos los recursos con que cuenta o dispone la empresa.
- Evaluación de proyectos de inversión.
- Dirección y manejo de Recursos Humanos.
- Planeación y organización de las actividades Financieras de la organización.
- Coordinar la elaboración de proyectos.
- Administrar los conflictos de trabajo.
- Coordinar y orientar las políticas de capacitación, desarrollo de personal y bienestar y seguridad.
- Conducir las actividades relacionadas con los procesos de reclutamiento.

- Diseñar y ejecutar estudios de investigación de mercados.
 - Planeación y ejercicio de las actividades de mercadeo en la empresa.
 - Toma de decisiones.
-
- Formación

El factor característico de la empresa moderna es la elevada dinámica de cambio, en donde la norma es la transformación social y en donde las facultades que aceleran su desarrollo depende de las actividades de quienes la dirigen. Debido a la amplitud de la responsabilidad del Administrador, se ha puesto especial énfasis en el equilibrio formativo que le permita satisfacer eficazmente las exigencias que el medio le exige, de manera clara precisa, cumpliendo funciones de:

- Diseño y utilización eficiente de las técnicas de control y evaluación de las actividades administrativas.
- Planear y organizar la utilización de los recursos técnicos, humanos, físicos, financieros y tecnológicos

- para alcanzar objetivos propuestos.

 - Planear y ejecutar la obtención de recursos financieros cuya aplicación racional permita obtener mayor productividad.
-
- Campo de práctica

Como pre-requisito académico para recibir el título profesional de Administrador de Empresas, el estudiante debe realizar un semestre de Industria o Práctica Empresarial en el décimo semestre, en la empresa que la Universidad le asigne, de tiempo completo.

1.7.7. PROGRAMA DE CONTADURÍA PÚBLICA

- Perfil ocupacional

El Contador Público egresado de la Universidad de Cartagena estará en capacidad, de acuerdo con la normatividad legal vigente, para desempeñar los siguientes cargos:

- Jefe de Contabilidad o su equivalente, en entidades privadas y estatales.

- Visitador en asuntos técnicos contables de la Superintendencia Bancaria, las Sociedades comerciales, y afines.

- Perito en controversias de carácter técnico contable, especialmente en diligencias sobre exhibición de libros, juicios de rendición de cuentas, avalúo de intangibles patrimoniales y costos de empresas en marcha.

- Asesor técnico - contable ante las autoridades, por vía gubernativa, en todos los asuntos relacionados con aspectos tributarios, sin perjuicios de los derechos que la ley otorga a los abogados.

- Certificar y/o dictaminar sobre estados financieros y atestar documentos de carácter técnico - contable destinados a ofrecer información sobre actos de transformación y fusión de sociedades, en los procesos concordatorios y de liquidación.

- Certificar o dictaminar de empresas que realicen ofertas públicas de valores, las que tengan valores inscritos en bolsas y/o las que soliciten inscripción de sus acciones en bolsas.

- Certificar y/o dictaminar estados financieros e introducir documentos contables que deban presentar los proponentes a intervenir en licitaciones públicas, abiertas por instituciones o entidades de creación legal, cuando el

monto de la licitación sea superior al equivalente a dos mil salarios mínimos.

- Jefe de Control Interno en las entidades estatales.
- Contralor departamental y/o municipal
- Diseñador de sistemas contables
- Asesor tributario, asesor gerencial en aspectos contables y similares
- Todos los demás cargos que señale la ley
- Formación

Debe poseer una formación que le permita realizar su trabajo orientado por el medio empresarial y social en general dentro de las normas legales que rigen el ejercicio de la profesión. Así mismo, debe ser capaz de realizar o participar en investigaciones que contribuyan al desarrollo de la Ciencia contable, así como de sus aplicaciones buscando un acercamiento entre la teoría y la práctica contable.

1.7.8. PROGRAMA DE ECONOMIA

- Perfil ocupacional

Se podrá desempeñar como: director de proyectos, o asesor empresarial en el ámbito financiero y del comercio internacional

- Formación

El Economista egresado de la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad de Cartagena, estará en capacidad de:

- Aplicar las diferentes teorías de la disciplina con el fin de planear, formular y evaluar eficientemente el proceso productivo distributivo y de consumo de la Región y el país.
- Caracterizar la problemática económica a nivel local, regional y nacional, y con la explicación necesaria, sugerir acciones que conduzcan a la solución de los mismos.
- Elaborar planes programas o proyectos de desarrollo económico tanto para el sector público como para el privado.

- Elaborar evaluaciones de impacto económico a nivel macro y microeconómico generados por algunas variables de las condiciones sociales, económicas, políticas ya sean internas o externas al país.

- Analizar y sugerir soluciones a las condiciones económicas en que se desarrollan las condiciones económicas internacionales del país, especialmente en lo que respecta al comercio internacional y al movimiento de capitales.

2. GENERALIDADES DEL PROYECTO

2.1. HISTORIA DE LA ESTADISTICA

La estadística surgió en épocas muy remotas. La historia demuestra que, como todas las ciencias, no surgió de improviso, sino mediante un proceso largo de desarrollo y evolución, desde hechos de simple recolección de datos hasta la diversidad y rigurosa interpretación de los datos que se dan hoy en día. El origen de la Estadística se remonta a los comienzos de la civilización, pues ya se utilizaban representaciones gráficas y otros símbolos en pieles, rocas, palos de madera y paredes de cuevas para contar el número de personas, animales o ciertas cosas.

Su origen empieza posiblemente en la isla de Cerdeña, donde existen monumentos prehistóricos pertenecientes a los Nuragas, los primeros habitantes de la isla; estos monumentos constan de bloques de basalto superpuestos sin mortero y en cuyas paredes se encontraban grabados toscos signos que han sido interpretados con mucha verosimilitud como muescas que servían para contabilizar el ganado y la caza. Poco a poco conforme fue evolucionando la sociedad, estos hechos fueron más frecuentes y menos inciertos.

Los comienzos de la estadística pueden ser hallados en el antiguo Egipto, De acuerdo al historiador griego Heródoto, dicho registro de riqueza y población se hizo con el objetivo de preparar la construcción de las pirámides. En el mismo Egipto, Ramsés II hizo un censo de las tierras con el objeto de verificar un nuevo reparto.

En los antiguos monumentos egipcios se encontraron interesantes documentos en que demuestran la sabia organización y administración de este pueblo; cuyos faraones lograron recopilar, hacia el año 3050 antes de Cristo, prolijos datos relativos a la población y la riqueza del país. ellos continuamente hacían censos. Tal era su dedicación por llevar siempre una relación de todo que hasta tenían a la diosa Sakhmet, diosa de los libros y las cuentas.

En la Biblia se observa en uno de los libros del Pentateuco, bajo el nombre de Números, el censo que realizó Moisés después de la salida de Egipto. Textualmente dice: "El señor se dirigió a Moisés en el desierto de Sinaí y le dijo: "Haz un censo de los Levitas por orden de familia y clanes, y registra a todos los Levitas varones de un mes de edad para arriba..."². Igual tipos de datos en varios libros que conforman la Biblia. Crónicas que describe el bienestar material de las diversas tribus judías. El rey David por otra parte, ordenó a Joab, general del ejército hacer un censo de Israel con la finalidad de conocer el número de la población³.

² La Biblia, Libro de Números, Capítulo 3

³ La Biblia, Libro 2do. de Samuel, Capítulo 24

En China existían registros numéricos similares con anterioridad al año 2000 A.C. efectuando censos. Confucio, en uno de sus clásicos "Shu-King" escrito hacia el año 550 a.C., nos narra cómo el Rey Yao en el año 2238 mandó hacer una estadística agrícola, industrial y comercial.

Los griegos clásicos efectuaron censos periódicamente con fines tributarios, sociales (división de tierras) y militares (cálculo de recursos y hombres disponibles). cuya información se utilizaba hacia el año 594 A.C. La investigación histórica revela que se realizaron 69 censos para calcular los impuestos, determinar los derechos de voto y ponderar la potencia guerrera. También cabe citar entre los griegos principalmente a Sócrates, Herodoto y Aristóteles, quienes a través de sus escritos incentivaron la estadística por su importancia para el Estado.

En Roma, con su perfecta organización político, jurídica y administrativa; favoreció para el desarrollo de la Estadística. Una muestra es el Censo que se realizaba cada 5 años y que tenía por objeto no sólo saber el número de habitantes, sino también su cantidad de bienes; bajo el mandato de Servio Tulio, éstos pasaron a ser base constitucional del gobierno. También en un inicio se llevaban registros de los nacimientos y fallecimientos; pero fue bajo Antoninos que la declaración de nacimientos adquirió una verdadera institución legal que era necesaria hacerla ante el "prefecto del Erario" en el templo de Saturno y no después de 30 días de nacimiento. Durante los mil años siguientes a la caída del imperio Romano se realizaron muy pocas operaciones Estadísticas, con la notable excepción de Los

reyes carolingios Pipino el Breve y Carlomagno quienes ordenaron hacer estudios minuciosos de las relaciones de tierras pertenecientes a la Iglesia en los años 758 y 762 respectivamente. Regresando de esta forma las estadísticas a Europa, teniendo un carácter netamente financiero y administrativo.

En Inglaterra, Guillermo el Conquistador recopiló el Domesday Book o libro del Gran Catastro para el año 1086, un documento de la propiedad, extensión y valor de las tierras de Inglaterra. Esa obra fue el primer compendio estadístico de Inglaterra⁴.

La Iglesia, viendo la importancia de la estadística es que después del Concilio de Trento estableció la obligación de la inscripción de nacimientos, matrimonio y defunciones.

Durante los siglos XV, XVI, y XVII, hombres como Nicolás Copérnico, Galileo, Neper, William Harvey, Sir Francis Bacon y René Descartes, hicieron grandes operaciones al método científico, de tal forma que cuando se crearon los Estados Nacionales y surgió como fuerza el comercio internacional existía ya un método capaz de aplicarse a los datos económicos.

En los tiempos modernos tales métodos fueron resucitados por algunos reyes que necesitaban conocer las riquezas monetarias y el potencial humano de sus respectivos países. El primer empleo de los datos estadísticos para fines ajenos a

⁴ RICHARD I. Levin, Estadística para Administradores, 2da. Edición 1988. Pág. 6

la política tuvo lugar en 1691 y estuvo a cargo de Gaspar Neumann, un profesor alemán que vivía en Breslau. Este investigador se propuso destruir la antigua creencia popular de que en los años terminados en siete moría más gente que en los restantes, y para lograrlo hurgó pacientemente en los archivos parroquiales de la ciudad. Después de revisar miles de partidas de defunción pudo demostrar que en tales años no fallecían más personas que en los demás. Los procedimientos de Neumann fueron conocidos por el astrónomo inglés Halley, descubridor del cometa que lleva su nombre, quien los aplicó al estudio de la vida humana. Sus cálculos sirvieron de base para las tablas de mortalidad que hoy utilizan todas las compañías de seguros.

Durante el siglo XVII y principios del XVIII, matemáticos como Bernoulli, Francis Maseres, Lagrange y Laplace desarrollaron la teoría de probabilidades. No obstante durante cierto tiempo, la teoría de las probabilidades limitó su aplicación a los juegos de azar y hasta el siglo XVIII no comenzó a aplicarse a los grandes problemas científicos.

A mediados del siglo XVII, gracias a Vito Seckendorff, y sobre todo de German Conring al que se le atribuye como fundador de la Estadística, quien perfeccionó y mejoró notablemente la tendencia nueva, sistematizando los conocimientos y los datos.

Los progresos más recientes en el campo de la Estadística se refieren al ulterior desarrollo del cálculo de probabilidades, particularmente en la rama denominada

indeterminismo o relatividad, se ha demostrado que el determinismo fue reconocido en la Física como resultado de las investigaciones atómicas y que este principio se juzga aplicable tanto a las ciencias sociales como a las físicas.

En nuestros días, la estadística se ha convertido en un método efectivo para describir con exactitud los valores de los datos económicos, políticos, sociales, psicológicos, biológicos y físicos, sirviendo como herramienta para relacionar y analizar dichos datos. El trabajo del experto estadístico no consiste ya sólo en reunir y tabular los datos, sino sobre todo el proceso de interpretación de esa información. El desarrollo de la teoría de la probabilidad ha aumentado el alcance de las aplicaciones de la estadística. Muchos conjuntos de datos se pueden aproximar, con gran exactitud, utilizando determinadas distribuciones probabilísticas; los resultados de éstas se pueden utilizar para analizar datos estadísticos. La probabilidad es útil para comprobar la fiabilidad de las inferencias estadísticas y para predecir el tipo y la cantidad de datos necesarios en un determinado estudio estadístico.

En la actualidad se entiende por estadística como una ciencia para la toma de decisiones, que estudia las características de un conjunto de casos para hallar en ellos regularidades en el comportamiento; cuyo objetivo es recolectar, organizar, resumir, presentar y analizar datos numéricos relativos a un conjunto de objetos, individuos, grupos, series de hechos, procesos, etc. y así deducir significados precisos con previsiones para el futuro. La estadística se puede dividir así:

Estadística descriptiva o deductiva, que trata del recuento, ordenación y clasificación de los datos obtenidos por las observaciones. Se construyen tablas y se representan gráficos, se calculan parámetros estadísticos que caracterizan la distribución, etc. Para Vicente Caro Alonso la Estadística Descriptiva “Tiene por objetos la tabulación, la representación grafica y la síntesis de los datos, con el fin de describir con mayor facilidad el conjunto de la muestra”⁵.

Por tanto se puede decir que en la estadística descriptiva, se encarga de la recolección, clasificación y descripción de datos muestrales o poblacionales, para su interpretación y análisis, donde el resultados del análisis no pretenden ir más allá del conjunto de datos, cuando el objetivo del estudio es derivar las conclusiones obtenidas a un conjunto de datos más amplio.

Estadística inferencial o inductiva, que establece previsiones y conclusiones sobre una población a partir de los resultados obtenidos de una muestra. Se apoya fuertemente en el cálculo de probabilidades. Mendenhall William establece “El propósito de la estadística Inferencial es obtener o formular inferencias (predicciones, decisiones) acerca de una población con base en información contenida en una muestra”⁶

⁵ CAROT A., Vicente. Control estadístico de la calidad. México: Alfaomega grupo ed, 2001. p. 35.

⁶ MENDENHALL, William. Estadística para Administradores. México D.F: Grupo Editorial Iberoamérica, 1990. p. 5.

Estas dos ramas no son independientes; por el contrario, son complementarias y entre ambas dan la suficiente ilustración sobre una posible realidad futura, con el fin de que quien tenga poder de decisión, tome las medidas necesarias para transformar ese futuro o para mantener las condiciones existentes.

La Estadística es la ciencia que más aporta en la toma de decisiones en todos los ámbitos gerenciales y se puede tomar como un conjunto de técnicas, que partiendo de la observación de fenómenos, permiten al investigador obtener conclusiones útiles sobre ellos. Por otro lado, si no se sabe manejar con cautela puede generar resultados falaces que podrían a su vez llevar a la toma de decisiones erradas. Por consiguiente se recomienda un estudio pleno y científico de la materia a fin de que quien utilice sus servicios pueda hacerlo de manera objetiva y con resultados satisfactorios.

2.2. DESARROLLO DEL CONTROL ESTADÍSTICO Y LA CALIDAD

La Calidad como concepto y su evolución en la historia tiene como referencia más cercana los planteamientos que comenzaron a hacer a principios del siglo XX innumerables maestros y escuelas del mundo de la administración. Frederick Taylor, padre de la administración científica, origina un nuevo concepto en la producción, al descomponer el trabajo en tareas individuales, separando las tareas de inspección de las de producción, y el trabajo de planificación de la ejecución. Es así como en los años 20 la Western Electric Company crea un departamento

de inspección independiente para respaldar a las compañías operativas de la Bell Telephone. De este departamento nacen los pioneros del control estadístico y su aseguramiento hacia la calidad; entre ellos Walter Shewart quien desarrolló el Control Estadístico de Procesos (Statistical Process Control, SPC), en los laboratorios de la Bell Telephone⁷. Harold Dodge y Harold G. Romig desarrollaron conjuntamente sus conocidas tablas de muestreo para el control de Recepción⁸, y George Edward.

Walter Shewart es sin duda el más sobresaliente, se le considera el padre de los sistemas de Gestión de la Calidad actual. Crea en 1924 las Gráficas o fichas de Control, las cuales se hacen muy populares a mediados de la Segunda Guerra Mundial, con la creación y utilización de la producción en serie. Shewart también es el creador del Ciclo PHVA, que más tarde los japoneses rebautizaron como Ciclo Deming.

Durante la Segunda Guerra Mundial el Control Estadístico de la Calidad da a conocer su gran utilidad en los métodos estadísticos donde los militares estadounidenses comienzan a utilizar procedimientos estadísticos de muestreo, y establecer requisitos o normas estrictas a sus proveedores. Se crean las tablas de muestreo "MIL-STD" (Military Standard, norma militar), especialmente las MIL-STD 105 y las MIL-STD 414, que han pasado a ser tanto normas ISO como UNE. En 1944 se publica la primera revista sobre Control de Calidad, la Industrial Quality

⁷ SHEWHART A., Walter . Control económico de la calidad de productos manufacturados, 1931.

⁸ DODGE & ROMIG. Sampling Inspection Tables. Single and Double Sampling. John Wiley. 1959

Control, en 1945 el departamento de Estadística de la Universidad de Columbia desarrolló para el Ejército de EE.UU. unas tablas de Muestreo Estadístico para el Control de Recepción.

El Control Estadístico de la Calidad alcanza en la década de los años 50 una gran aceptación en los EE.UU. con métodos estadísticos aplicados al control de calidad, la cual comprendía las técnicas del Control Estadístico de Procesos (SPC) y el Control de Recepción (Tablas MIL-STD).

De forma paralela en la década de los cincuenta, los japoneses hacen suyo las ideas del Control de Calidad para mejorar la tan golpeada economía nipona de posguerra. Nace el JUSE, Unión de científicos e Ingenieros japoneses (1946), entidad independiente del gobierno y no lucrativa, que con un grupo de empresarios, gente del gobierno y académicos. se dan a la tarea de desarrollar y difundir las ideas del Control de Calidad en todo el país. Para ello, invitan al Japón en 1950 al Dr. Walter Shewart, quien no se encontraba disponible, por lo que la invitación se hace extensiva al Dr. W. Edward Deming, profesor de la Universidad de Columbia, para que dictara una serie de seminarios y conferencias por espacio de 2 meses. Deming introduce en el Japón mucho de los conceptos actuales del Control de Calidad moderno; el Control Estadístico de la Calidad y el PHVA de Shewart. En 1951, y como resultado de esta visita, los japoneses crean el Premio Deming de la calidad para motivar a las empresas al mejoramiento continuo (kaizen). Sin embargo, el exagerado énfasis en los métodos estadístico que hace Deming unido a la poca motivación de parte de la alta dirección empresarial,

hicieron que el JUSE invitara en 1954 al Dr. Joseph. M. Juran, para que diera un seminario a ejecutivos y directores de departamento y sección. Juran consigue resolver estos problemas y se inicia en el Japón una transición gradual desde el Control Estadístico de la Calidad al Control de Calidad Total.

Mientras en occidente los niveles de calidad permanecieron estacionarios hasta los años 80, en el Japón la calidad se convirtió en un asunto de estado. En 1951, Armand Feigenbaum publica "Total Quality Control", TQC, caracterizada por la utilización de programas como es cero defectos (ZD) que buscaba una autoinspección y control del operario con relación a las piezas en proceso, evitando así la aparición de defectos.

En 1957, Kaoru Ishikawa publica un libro que resalta la importancia de la Administración y las Políticas Operacionales, base de lo que se conoce hoy como "Control de Calidad en Toda la Compañía". Al mismo tiempo Ishikawa pregona la difusión en el Japón de los Círculos de Calidad. El cual consistía en un grupo de operarios de un departamento determinado reunidos con el objetivo de mejorar la calidad y productividad de un proceso o producto.

Durante los años sesenta Shigueo Shingo desarrolla Poka Yoke y los sistemas de inspección en la fuente y para 1977 plantea formalmente el Cero Control de Calidad como una estrategia para conseguir el "Cero Defecto", ZD, de Philip Crosby, lo cual -a su criterio- nunca se conseguiría con la forma en que el Control Estadístico de la Calidad enfocaba el problema.

En 1972, Yoji Akao y colaboradores desarrollan el DFC, Despliegue de la función de calidad, en el astillero de la Mitsubishi en Kobe, profundizando y centrando los conceptos del Hoshin Kanri. Se comienzan a utilizar las matrices de la casa de la calidad.

En 1970 Estados Unidos sufre la importación masiva de productos japoneses de mejor calidad y mucho más baratos. En los 80 Japón se convierte en la primera potencia económica del planeta. En esos años, Genichi Taguchi plantea la Función Taguchi de pérdida. Motorola crea sigma 6, una técnica para mejorar la calidad. En Estados Unidos, los consumidores se organizan y forman la "Comisión para la Seguridad de Productos al Consumidor", y en 1987 se crea el Premio Nacional Malcolm Baldrige. Es justamente en los años ochenta, que el mundo occidental comienza a tomar conciencia de la Gestión de la Calidad, y se inicia con la adopción de ideas y prácticas del Control de Calidad japonés para producir los cambios que se requerían en sus respectivos países, así pues se comienza en los años 80 a hablar de la Gestión de la Calidad Total (TQM) aunque esta se generalizó en la década de los 90, el TQM se puede definir como lo resume Carot A. Vicente.

Gestión de la Calidad Total (TQM), es una modalidad de la gestión de la calidad cuyo objetivo consiste en obtener un elevado y permanente nivel de competitividad de la empresa sobre la base de adquirir un compromiso total de la gerencia y de

todos los demás empleados en la obtención de una total satisfacción del cliente mediante una mejora continuada de la calidad ⁹.

En los años 80 con el auge en la globalización de la economía y la formación de grandes bloques económicos como la CEE (Comunidad Económica Europea), nacen unas series de normas acordadas por la organización internacional de normalización y adoptadas en 1987. los historiadores sostienen que estas normas se originaron a partir de las exigencias hechas en un principio a los proveedores militares quienes con la implantación de normas de calidad MIL-Q9858 impuestas por el Departamento de defensa de los EE.UU. en los años 50, mas tarde la British Standards Institutions acepta estos estándares y los amplia de manera que incluyeran la totalidad de procesos industriales denominadas BS 5750. En 1985 algunos países miembros del la organización internacional de normalización (ISO), se le encarga a través del Comité Técnico TC-176 la publicación de una serie de normas a nivel internacional sobre aseguramiento de la calidad. Para ello, se toman como modelo las normas británicas BS 5750 nacidas en 1977. En 1987 sale publicado la primera edición de la familia de la serie ISO 9000, en 1994 y 2000 su primera y segunda revisión.

En la actualidad la calidad y el control estadístico, permiten evaluar variables que determinan si los bienes o servicios cumplen o no con las especificaciones, evaluar, mejorar y lograr la estabilidad en los procesos, ayudando de esta forma a

⁹ CAROT A., Vicente. Control estadístico de la calidad. México: Alfaomega grupo ed, 2001. p. 13.

las empresas a obtener ventajas competitivas, que son útiles a la hora de enfrentarse en los mercados. Teniendo presente que el control estadístico de la calidad se divide en muestreo de aceptación y control estadístico de proceso, se puede establecer según Chase, Aquilano y Jacobs que;

El muestreo por aceptación implica inspeccionar una muestra aleatoria de bienes existentes y decidir si se acepta el lote completo con base en la calidad de la muestra aleatoria. El control estadístico del proceso, o statistical process control (SPC), implica inspeccionar una muestra aleatoria de la producción dentro de un proceso, para determinar si el proceso está produciendo ítems dentro de un rango preseleccionado.¹⁰ Las gráficas de control serán profundizadas en el capítulo 6.

2.3. TRASCENDENCIA DE LA ESTADÍSTICA Y DEL CONTROL ESTADÍSTICO DE LA CALIDAD.

A lo largo del tiempo cuando coloquialmente se habla de la palabra estadística trae a la mente la imágenes de datos numéricos presentada de forma ordenada y sistemática. Esta idea es la consecuencia del concepto popular que existe sobre el término y que cada vez está más extendido debido a la influencia de nuestro entorno, ya que hoy día es casi imposible que cualquier medio de difusión, periódico, radio, televisión, etc, no nos aborde diariamente con cualquier tipo de

¹⁰ CHASE, Richard; AQUILANO, Nicholas y JACOBS, Robert. Administración de producción y operaciones, Santa fe de Bogota. MacGraw-Hill, 2000 p. 235

información estadística sobre accidentes de tráfico, índices de crecimiento de población, turismo, tendencias políticas, impuestos, poblaciones, ingresos, deudas, créditos etc pero la Estadística es mucho más que sólo números apilados con gráficas bonitas, es una ciencia con tanta antigüedad como la escritura, y es por sí misma auxiliar de todas las demás ciencias, siendo las empresas, los mercados, la medicina, la ingeniería, los gobiernos, entre otros, los más destacados clientes de ésta. Tanto en la vida cotidiana como en el mundo empresarial, la estadística se ha convertido en un herramienta importante en la toma de decisiones, los primeros usos de la estadística como tal fueron ejecutados por el gobierno, mas tarde fue utilizada por las compañías de seguros, siguiendo los comerciantes, industriales y educadores.

Con el desarrollo de la teoría de la probabilidad ha aumentado el alcance de las aplicaciones de la estadística en la toma de decisiones o en la solución de un problema.

Hay que mencionar que así como la estadística ha evolucionado e incrementado su utilización con el transcurrir del tiempo, el control estadístico también ha sufrido un proceso de transición que se está mejorando aceleradamente con la importancia que tiene la calidad en el mundo empresarial, partiendo del punto que este se ha desarrollado en función de la satisfacción de los clientes, sean individuos particulares, empresa, corporaciones industriales, los cuales saben claramente lo que quieren, impulsando a que la calidad de los productos sea uno de los factores mas importantes en el medio, para trabajar en pos de la calidad

las empresas han utilizado técnicas y controles estadísticos como herramientas fundamentales no sólo para controlar y mejorar la calidad de los productos y procesos sino también para aumentar la productividad, disminuir el reproceso, reducir los costos e incrementar las utilidades de la compañía. Motivo por el cual se están requiriendo profesionales con altos conocimientos teórico acompañado de experiencia y conceptos prácticos de las técnicas estadística,

2.4. IMPORTANCIA DEL PROYECTO

- El desarrollo de este proyecto la Universidad aporta a los estándares de calidad exigidos por el Ministerio de Educación a los programas profesionales de pregrado de la Facultad de Ciencias Económicas (Programas de Administración, Contaduría Pública y Economía) en los Decretos 938, 939 y 940. (Artículo 4° y 11°), donde hace referencia a que estos programas deben contar con las herramientas y espacios que permitan el engranaje teórico-práctico de sus conocimientos Ver Anexo A, B y C.
- Un laboratorio de práctica de control estadístico, permite que el profesor cambie su papel de transmisor y único evaluador, quien dirige el proceso de enseñanza de acuerdo a su criterio, a un papel de planeador, diseñador y guía, que comparte las decisiones, ayudando a los estudiantes durante su aprendizaje, y conduciendo permanentemente el curso hacia los objetivos

propuestos. Además el cuerpo docente en el área de estadística podrá desenvolverse con mayor facilidad al impartir sus conocimientos, gracias a las ayudas didácticas que ofrece el Laboratorio de Prácticas de Control Estadístico, donde el profesor podrá comprobar de sus aprendices los fundamentos teóricos analizados con anterioridad e incentivar al estudiante en su proceso educativo con talleres, actividades, prácticas y nuevas metodologías de enseñanza que llene sus expectativas en el campo.

- El Laboratorio de Prácticas de Control Estadístico, contribuirá a un mejor desarrollo de las asignaturas afines, ya que permitirá crear bases sólidas al ayudar a engranar los conceptos teóricos con los casos prácticos de procesos reales, que incentivarán al estudiantado a generar un interés investigativo y deductivo, contribuyendo así a un mejoramiento constante de la calidad educativa de la universidad, lo cual es de vital importancia, debido a que las empresas exigen profesionales con habilidades adicionales y diferentes a las requeridas en el proceso educativo tradicional.
- Al contar con la existencia del Laboratorio de Prácticas de Control Estadístico la Universidad de Cartagena gozará de un cuerpo docente altamente capacitado debido a que se verán obligados a investigar y actualizarse permanentemente sobre el manejo de nuevos paquetes de software, lo que beneficiará el nivel académico de la institución.

- Con un Laboratorio de Prácticas de Control Estadístico, la universidad de Cartagena tiene la posibilidad de ofrecer a la pequeña y mediana empresa servicios de asesoría y capacitación de su recurso humano, proporcionándole los conocimientos y soportes sobre las técnicas y controles estadísticos que puedan ayudar a vigilar, controlar y mejorar la calidad de los productos y procesos en su empresa. A demás la Universidad de Cartagena podría brindar consultorías donde comunique las recomendaciones de cómo resolver un problema o trabajando activamente en una forma interdisciplinaria en la solución de un problema específico de las empresas.
- El Laboratorio de Prácticas de Control Estadístico hará parte del portafolio de servicios de la Universidad de Cartagena, convirtiéndose en una herramienta fundamental para la realización de seminarios, cursos de extensión, diplomados en las áreas de estadísticas y control de la calidad dirigidos a estudiantes, docentes, técnicos, profesionales y a la comunidad en general interesada en este servicio. Convirtiéndose así en una fuente de ingreso para la institución educativa.

En la actualidad las empresas han enfocado su interés en la estandarización de sus procesos y calidad de los productos, trayendo consigo una demanda de profesionales altamente calificados, con conocimientos prácticos capaces de evaluar, controlar y mejorar el comportamiento de la producción y las características de sus bienes o servicios; motivo por el cual se debe trabajar en el

diseño e implementación del Laboratorio de Prácticas de Control Estadístico de la Universidad de Cartagena, para así tener herramientas que permitan a la institución estar acorde con las exigencias del mercado empresarial.

2.5. OBJETIVOS

2.5.1. OBJETIVO GENERAL

- Diseñar un Laboratorio de Prácticas de Control Estadístico con las características y herramientas de enseñanza necesaria que permitan mejorar la calidad educativa en las asignaturas afines.

2.5.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Determinar las asignaturas que requieren la realización de prácticas en Laboratorio de Control Estadístico, para el desarrollo satisfactorio de su programa, de manera que se logre un adecuado engranaje teórico práctico de los temas que en estas se manejen.
- Establecer y analizar la demanda esperada para el Laboratorio de Prácticas de Control Estadísticos, determinando el promedio de estudiantes pertenecientes a las diversas asignaturas en estudio.

- Especificar los temas de las asignaturas en estudio que se deban aplicar en el Laboratorio de Prácticas de Control Estadístico.
- Determinar los requerimientos y necesidades del Laboratorio de Prácticas de Control Estadístico para la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad de Cartagena.
- Determinar los implementos, equipos y accesorios necesarios para el funcionamiento del laboratorio de prácticas de control estadístico, en base a los diseños y requerimientos establecidos anteriormente.
- Diseñar y dimensionar la estructura locativa del Laboratorio de Prácticas de Control Estadístico, teniendo en cuenta los requerimientos, establecidos y la demanda promedio esperada.
- Diseñar formatos y casos que permitan la comprobación de los conocimientos teóricos establecidos, con diversos talleres prácticos que ayuden a una mejor comprensión de las asignaturas en estudio.
- Determinar el costo de la implementación del Laboratorio de Prácticas de Control Estadístico.

3. ESTUDIO TÉCNICO DEL PROYECTO

3.1. DETERMINACION DE LA ASIGNATURAS QUE AMERITAN LABORATORIO DE PRACTICA DE CONTROL ESTADISTICO

Para determinar las asignaturas que ameritan de prácticas de laboratorios hay que tener en cuenta que la estadística ha alcanzado un alto grado de desarrollo, hasta el punto de incursionar en la todas las áreas y que esta es una ciencia auxiliar para todas las ramas del saber; por lo tanto, es difícil precisar las materias que utilicen de manera directa o indirecta esta ciencia. Para tal efecto se entrara a analizar el plan de estudio de los programas de la Facultad de Ciencias Económica de la Universidad de Cartagena y así establecer las asignatura pilares en el área de estadística, que requieran de un engranaje teórico practico de los conocimientos, de modo que ayude a mejorar la formación y el nivel académico de la institución. Analizando los planes de estudio, se halló que entre las asignaturas que más requieren de la utilización de conocimientos y técnicas estadística están:

- En el Programa de Economía

Estadística I y II.

Microeconomía I y II.

Metodología de la Investigación I y II.

Macroeconomía I, II y III.

Econometría I y II.

Mercadeo

Investigación de Mercados Internacionales

Formulación de Proyecto.

Evaluación de Proyecto.

➤ En el Programa de Administración de Empresa

Estadística I y II.

Microeconomía I y II.

Metodología de la Investigación I y II.

Administración de Sueldos y Salarios.

Mercadeo I y II.

Administración.

Investigación de Mercados

Producción I y II.

Investigación de Operaciones I y II

Planeación Estratégica

Decisiones Empresariales.

Preparación y Evaluación de Proyecto.

➤ En el Programa de Administración Industrial

Estadística I y II.

Microeconomía I y II.

Administración II, III, IV.

Planeación y Organización de la Producción.

Control de la Producción.

Metodología de la Investigación I y II.

Administración Estratégica.

Administración del Talento Humano.

Administración de sueldos y salario.

Administración de la Calidad y la Productividad.

Control Estadístico de la Calidad

Mercadeo.

Investigación de Operaciones.

Toma de Decisiones.

Preparación y Evaluación de Proyecto.

➤ En el Programa de Contaduría Pública

Estadística I y II.

Microeconomía.

Macroeconomía.

Administración I y II.

Administración de Personal.

Metodología y Técnicas de la Investigación.

Preparación y Evaluación de Proyecto.

Siendo la Estadística I, Estadística II y el Control Estadístico de la Calidad las asignaturas que ameritan prácticas en el Laboratorio de Control Estadístico, puesto que son las materias básicas en la rama y si se tiene un buen engranaje teórico práctico de los temas que en estas se manejan, sus conceptos pueden ser utilizados con mayor facilidad en las otras asignaturas como Mercados I y II, Metodología de la Investigación I y II, Investigación de Operaciones, Toma de Decisiones, Administración de la Calidad y la Productividad, Control de la Producción, microeconomía I y II, Macroeconomía, Econometría, Preparación y Evaluación de Proyectos, entre otras. Además sólo cuando nos adentramos en un mundo más específico, como es el campo de la investigación de las Ciencias empezamos a percibir que la Estadística no es algo más, sino la única herramienta en común que tienen las demás áreas que, hoy por hoy, permite dar luz, obteniendo resultados, y por tanto beneficios, en cualquier tipo de estudio. Se puede decir, desde un punto de vista más amplio, que la estadística estudia cómo debe emplearse la información y cómo dar una guía de acción en situaciones prácticas que entrañan incertidumbre.

3.2. TEMAS PARA EL LABORATORIO DE PRACTICAS DE CONTROL ESTADÍSTICO.

Después de una análisis de los programas de las diferentes asignaturas de estadísticas y Control estadístico de la calidad sumado a las sugerencias realizadas por los docentes se establecieron temas de aplicación para ser analizados y simulados en el Laboratorio de Prácticas de Control Estadístico.

Entre estos se encuentran:

- Recolección y organización de datos
- Distribución de frecuencia.
- Presentación de Datos
- Medidas de Tendencia central.
- Medidas de dispersión.
- Teoría de probabilidad.
- Distribución binomial
- Distribución de Poisson.
- Distribución t – student.
- Distribución X^2 chi - cuadrada.
- Muestreo y distribuciones muestrales.
- Estimación.
- Prueba de hipótesis.
- Teoría de Limite Central.
- Gráficos de control por variable.
- Gráficos de control por atributo.

Los temas especificados anteriormente están a consideración del docente, pues son apreciaciones de los docentes encuestados, es claro que este laboratorio es apto para el desarrollo de temas de mercadeo, control de la producción, metodología de la investigación, evaluación de proyectos y toma de decisiones.

3.3. DEMANDA ESPERADA PARA EL LABORATORIO DE PRACTICA DE CONTROL ESTADÍSTICO

Partiendo del punto que este proyecto se está realizando teniendo en cuenta la situación actual, para establecer la demanda esperada del Laboratorio de Práctica de Control Estadístico, se tomara como base los datos histórico, de los estudiantes matriculados en las asignaturas de Estadística I, Estadística II y Control Estadístico de la Calidad en los años 2000 y 2001 de la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad de Cartagena con la finalidad de realizar una eficiente labor de diseño, distribución y utilización de los recursos al momento de construir el laboratorio y que su demanda proyectada no quede subvalorada o por el contrario sobre valorada evitando así una inadecuada capacidad de diseño.

En la tabla 3-1 se muestran los datos suministrados por los directores académicos de cada programa de la Facultad de Ciencias Económica de la Universidad de Cartagena, donde se establece el numero de estudiantes matriculados en las asignaturas de Estadística I, Estadísticas II y Control Estadístico de la Calidad,

tabla que se analizaran para determinar la demanda promedio del Laboratorio de Prácticas Control Estadístico.

Tabla 3-1. Numero de estudiantes matriculados.

Programas	Asignaturas	Números de Estudiantes Matriculados			
		1er. periodo del Año 2.000	2do. Periodo del Año 2.000	1er. Periodo del Año 2.001	2do. Periodo del Año 2.001
Contaduría	Estadística I	50	54	35	40
Contaduría	Estadística II	44	49	54	38
Adm. De Empresa	Estadística I	26	35	50	31
Adm. De Empresa	Estadística II	52	25	26	46
Adm. Industrial	Estadística I	42	46	41	41
Adm. Industrial	Estadística II	49	48	42	45
Adm. Industrial	Cont. Est. Calid.	12	39	25	44
Economía	Estadística I	56	63	66	44
Economía	Estadística II	36	59	57	67

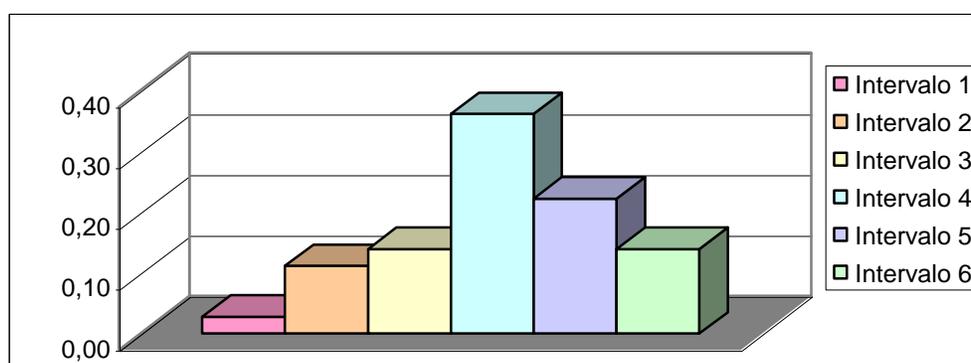
Para determinar la demanda del Laboratorio de Práctica de Control Estadístico se emplearan diferentes métodos de evaluación y técnicas estadística de manera que se obtenga un resultado exacto. Al analizar y manipular los datos de la Tabla 3-1 se realizaron los cálculos necesarios, para determinar la distribución de estos valores, estableciendo el numero de intervalos, el rango, la amplitud de los intervalo, el numero de datos por intervalo y establecer así la distribución de su frecuencia, como se puede apreciar en la tabla 3-2 ; el procedimiento matemático para calcular estos valores se pueden observar con detalle en el Anexo D.

Tabla 3-2. Frecuencia de datos.

Numero de Intervalos	Amplitud del Intervalo	No. de Datos por Intervalo	Frecuencia
Intervalo 1	12-20	1	0,03
Intervalo 2	21-29	4	0,11
Intervalo 3	30-38	5	0,14
Intervalo 4	39-47	13	0,36
Intervalo 5	48-56	8	0,22
Intervalo 6	57-67	5	0,14

Al estudiar la Tabla 3-2 y al graficar su frecuencia en la Figura 3-1, se logra una buena y fácil apreciación de la distribución que siguen los valores de la Tabla 3-1 colocando en manifiesto por simple inspección la tendencia central de agrupación que se observa claramente en los intervalos 3, 4 y 5.

Figura 3-1. Grafico de frecuencia.



teniendo en cuenta que los datos de la Tabla 3-1 siguen una tendencia central de agrupación, se utilizaron las medidas de tendencia central como son la media, la mediana y la moda (ver Tabla 3-3), para así determinar la demanda esperada del Laboratorio de práctica Control Estadístico.

Tabla 3-3. Medidas de tendencia central.

Medidas de Tendencia central	Resultado
Media	44
Mediana	44
Moda	44

Además de las medidas de tendencia central para calcular la demanda promedio del Laboratorio, se utilizaron otros modelos de evaluación como son el modelo Maximax, el Mínimax y el Promedio de Promedio como se observa en la Tabla 3-4 los procedimientos para determinar estos valores se pueden visualizar con detalle en el Anexo E.

Tabla 3-4. Métodos de evaluación.

Programa	Asignatura	Modelo de Maximin	Modelo de Minimax	Promedio de Promedios
Contaduría	Estadística I	35	54	45
Contaduría	Estadística II	38	54	46
Adm. de Empresa	Estadística I	26	50	36
Adm. de Empresa	Estadística II	25	52	37
Adm. Industrial	Estadística I	41	46	43
Adm. Industrial	Estadística II	42	49	46
Adm. Industrial	Cont. Est. Calid.	12	44	30
Economía	Estadística I	44	66	57
Economía	Estadística II	36	67	55
Resultado		44	44	44

Como se puede visualizar en las tablas 3-3 y 3-4 teniendo en cuenta la media, la mediana, la moda, el promedio de promedios, el modelo maximin y el mínimax se puede decir que la demanda promedio esperada para el Laboratorio de Práctica de Control Estadístico, es de cuarenta y cuatro (44) estudiantes, cabe aclarar que presenta una desviación de ± 12 estudiantes. tomando así la decisión de optar por el diseño del laboratorio con una capacidad mínima 44 estudiantes con una holgura en el área y herramientas de trabajo que permita facilitar el proceso de enseñanza y satisfacer los requerimientos indicados por el docente.

En la encuesta realizada a los docente de las asignaturas en estudio (Estadística I, Estadística II y Control Estadístico de la Calidad) de la Facultad de Ciencias Económica de la Universidad de Cartagena sugieren que los grupo de trabajo asistentes al laboratorio, debe conformarse en un numero entre tres y cinco estudiantes, para el diseño de este proyecto se tomará el numero intermedio entre el valor mínimo y máximo sugerido en la encuesta, es decir 4 estudiantes por grupo de trabajo.

4. INSTRUMENTOS Y HERRAMIENTAS DEL LABORATORIO DE PRACTICAS DE CONTROL ESTADÍSTICO

Cada uno de los instrumentos y herramientas descritos a continuación, han sido analizados y seleccionados, de acuerdo con el entorno empresarial el cual demanda profesionales que estén familiarizados con el funcionamiento de estos elementos de medición, reforzando esta selección con los requerimientos establecidos por el cuerpo docente encuestado.

Los instrumentos y herramientas de medición designados son los siguientes.

4.1. ELEMENTOS DE SIMULACION

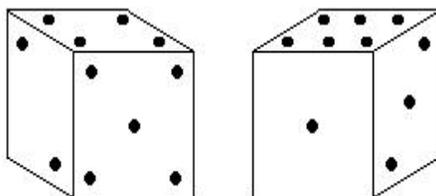
- tubos plásticos: para realizar la práctica N ° 1, se requieren 840 tubos los cuales deben tener diámetro interior diferentes entre 25mm - 50mm, estos tubos pueden tener una longitud aproximada de 5cm. Ver figura 4 – 1.

Figura 4 – 1. Tubos plásticos.



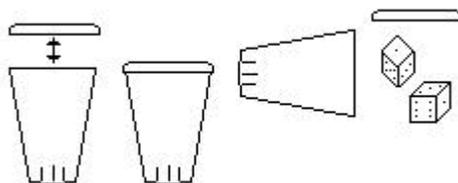
- Juego de dados: para el desarrollo de las prácticas se requieren 60 dados que se encuentren debidamente equilibrados. Ver figura 4 – 2.

Figura 4 – 2. Juego de dados.



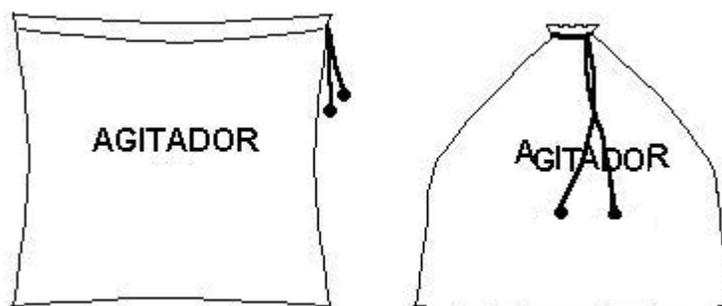
- Agitador de dados: este instrumento consiste en un vaso plástico con tapa, el cual empleara para mover el juego de dado antes de realizar cada lanzamiento, para el laboratorio se requieren 12 agitadores de dado. Ver figura 4 – 3.

Figura 4 – 3. Agitador de dados.

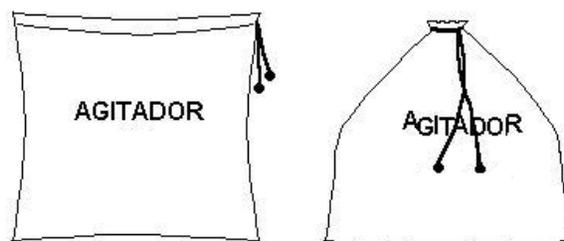


12 Agitador grande de lona: estos consisten en unas bolsas de lona de color oscuro con un cordel que permita abrir y cerrar la bolsa, estas deben tener una capacidad para depositar hasta 500 bolitas, puede ser de 80cm x 80cm x 30cm, y 12 agitadores pequeños de lona los cuales también deben ser de lona color oscuro pero con unas dimensiones de 60cm x 40cm x 20cm Ver figura 4-4.

Figura 4 – 4. Agitador grande de lona.



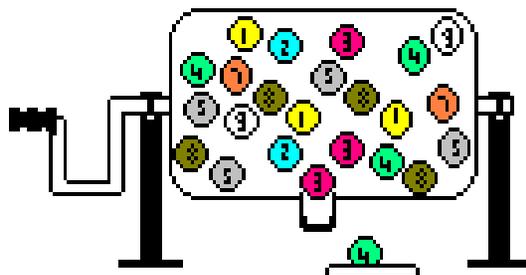
Agitador pequeño de lona.



El laboratorio debe contar con 6 cajas binomial, las cuales contarán con bolas de diferentes colores y numeradas que se utilizarán para simular procesos de

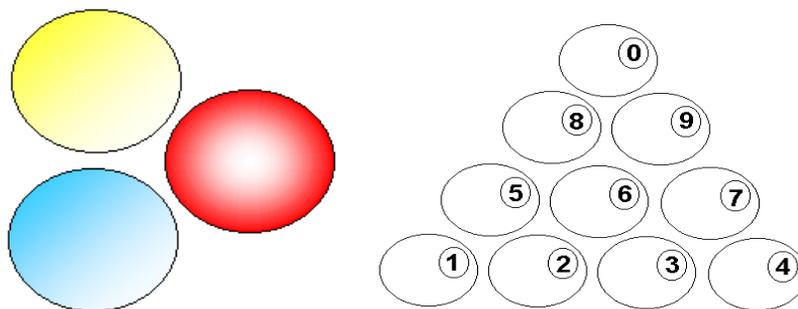
muestra aleatorio al realizar el desarrollo de las practicas del capitulo seis de este proyecto (Ver figura 4-5).

Figura 4-5 Caja Binomial



- 6000 bolas plásticas las cuales deben ser 3000 bolas rojas, 750 bolas blancas, 2250 bolas azules. De estas seis mil bolas, seiscientas bolas de los tres colores deben tener una serie de imperfecciones como pequeños agujeros o poros, rayones, grietas que deben estar separadas del resto de bolas (estas bolas se utilizaran para una de las práctica de muestreo por atributo, cuando sea el caso se suministra a cada grupo de trabajo 50 bolitas de las imperfectas y 450 de las que se encuentran en buen estado y formar así los lotes de 500 unidades requeridos en la práctica N° 10). Ver figura 4 – 6.

Figura 4 – 6. Bolitas plásticas



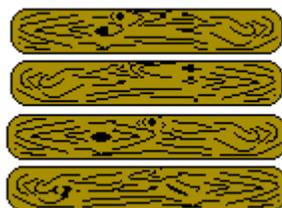
- 480 bolsas de arena, las cuales deben ser llenadas con un peso alrededor de 100 gramos, con una variación de ± 3 gramo. Ver figura 4 – 7.

Figura 4 – 7. Bolsas de arena.



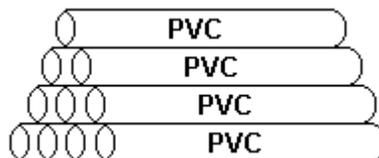
- 1.200 trozos de madera, los cuales son bolillos pulidos de madera de 10 mm de diámetro y cortados con una longitud de 10 cm de largo con una variación de ± 3 mm. Ver figura 4 – 8.

Figura 4 – 8. Trozos de madera.



- 6000 Tubos de PVC: estos instrumentos son tubos de $\frac{1}{2}$ pulgada de diámetro cortados con una longitud de 5cm, de estos seis mil tubos, seiscientos deben tener una serie de defectos (fisuras, porosidades, deformaciones y al momento de utilizar para la práctica de muestro por atributo, a cada grupo se le repartirán 50 de estos y 450 tubos en buen estado). Ver figura 4 – 9.

Figura 4 – 9. Tubos de PVC.



- 1200 muestras de tela: estos retazos deben ser cortado con unas medidas de 20cm x 20cm, de las cuales 156 presentaran una serie de defectos distribuidos así:

12 tendrán una fisura pequeña y una manchita negra

12 tendrán dos fisuras pequeñas

60 tendrán una manchita negra

72 tendrán una fisura pequeña

Al momento de utilizar este instrumento se entregaran a cada grupo 13 muestras defectuosas y 87 en buen estado. Ver figura 4 – 10.

Figura 4 – 10. Retazos de tela.



- Para el funcionamiento adecuado del laboratorio, cada grupo de trabajo debe tener a su disposición las tablas de distribución a manejar, de forma que se estandaricen las tablas a utilizar y se pueda desarrollar las prácticas con mayor eficiencia, se recomiendan 12 juegos de tablas de distribución (Normal, Poisson, Binomial, chi cuadrada, tabla T student, tabla de cartas de control, tablas militares,) las cuales deben estar plastificadas para retrasar su deterioro por uso, además deben estar articuladas en forma de catalogo para su mejor manipulación y control. Además el laboratorio se debe contar con hojas de grafico, para que el docente pueda asesorar al estudiante al realizar algún tipo de diagrama o grafico.

Los anteriores elementos de simulación se pueden condensar en la tabla 4-1.

Tabla 4-1. Lista de elementos de simulación.

N°	Nombres de elementos	Unidades Requeridas
1	Dados	840
2	Agitador de dados	12
3	Agitador grande de lona	12
4	Agitador pequeño de lona	12
5	Bolitas plásticas rojas	3000
6	Bolitas plásticas blancas	750
7	Bolitas plásticas azules	2250
8	Bolsas de arena de 100gr.	480
9	Trozos de madera, 10cm de largo	1200
10	Retazos de tela	1200
11	Juego de tablas de distribución	12
12	Hojas de gráficos	100
13	Caja Binomial	6

4.2. INSTRUMENTOS DE MEDICION

4.2.1. BALANZA DIGITAL (500 GR.)

Figura 4 -11



Detalles

- Con gran display digital, electrónica y portátil y de gran precisión.
- Controlada por microprocesador y con sistema de auto calibración.
- Rango de medida hasta 500 grs.
- Precisión: $\pm(0,1 + 2d.)$
- Resolución: 0.1 gr.
- Lectura mínima: 0.3 grs.
- Gran display de 4 dígitos y 18 mm alto, de gran visibilidad

- Selector de gramos / onzas
- Convertidor de medida: célula de carga.
- Consumo 27mA.
- Con burbuja para nivel centrado

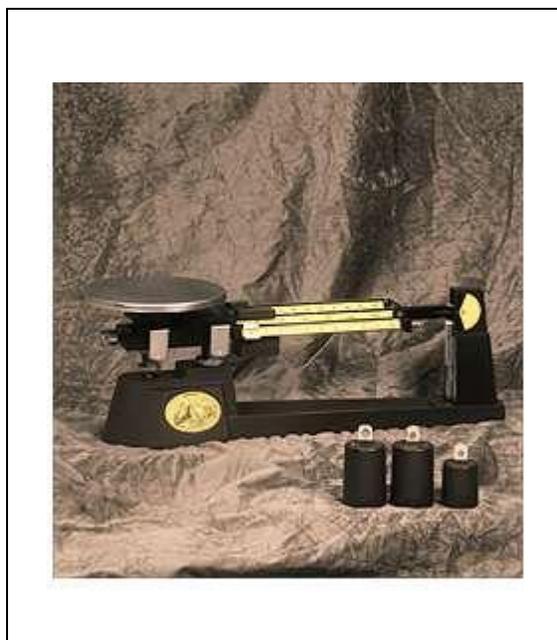
Descripción:

Es una balanza de sobremesa, robusta, de gran fiabilidad hasta 5.000 grs., muy útil en procesos de fabricación de alimentos y laboratorio con plato de acero inoxidable. Su tamaño es de 240 X 185 X 50 mm y el tamaño del plato es de 185 X 185 mm, su alimentación es de 6 pilas 1,5V y red; Incluye manual de instrucciones y software para conexión a PC y registro de datos.

Es muy importante que todas las balanzas sean ajustadas (calibradas) en el lugar de emplazamiento con una pesa acorde a la capacidad y precisión del instrumento debido a la variación de gravedad de la tierra. También para los sistemas de aseguramientos de calidad (ISO) se requiere que las balanzas y básculas de la empresa se comprueben periódicamente con pesas patrón, estos patrones de masa deberán estar debidamente calibrados con certificado de calibración actualizado. Estos patrones de masa son los que garantizan la trazabilidad del instrumento a los patrones nacionales.

4.2.2. BALANZA DE PRECISIÓN DE PESAS CORREDIZAS

Figura 4 -12



Detalles

- La balanza de 3 vigas.
- Peso Neto 3,0 Kg
- Plato Ø 150 mm
- Capacidad 2.610 g
- Lectura 0,1 g

Hay que destacar la importancia de la balanza mecánica debido a que hace más fácil el comprender y asimilar al alumno. por su convicción, desde el punto de vista didáctico, de la eficacia del equilibrio en la formación del estudiante. Con la balanza mecánica, asociando de la curiosidad a la lógica, se aprende a ser ordenado. Para equilibrar una indeterminada masa, suele ser preciso efectuar varias operaciones, en las que resulta fundamental el orden y la paciencia.

- La balanza digital, a efectos didácticos, elimina el razonamiento en beneficio a la comodidad del educador.
- Con la balanza digital el alumno lee la pesada.
- Con la balanza mecánica, el alumno comprueba, ve, experimenta y comprende al manejar directamente las masa, aprende a pesar.

4.2.3. JUEGO DE PESAS

Figura 4 -13



- Se debe poseer juegos de pesas, de acuerdo con la capacidad de las balanzas a manipular .
- Entre las pesas sugeridas se encuentran.

Gr	500	200	100	50	20	10	2	1
Mgr	500	200	100	50	20	10	2	1

- Todas las pesas deben estar dentro de la recomendación internacional (características metrológicas y físicas que han de cumplir las pesas).

El laboratorio de control estadístico debe contar con diversos tipos de balanza, para que el estudiante aprenda a manejarlas de acuerdo con sus usos, motivo por el que se estima el laboratorio de tener cuatro balanzas digitales y ocho balanzas de pesas corrediza.

4.2.4. CALIBRADOR DIGITAL (PIE DE REY)

Figura 4 -14



Detalles

- Calibrador digital electrónico con display de 5 dígitos
- Compacto,
- resistente y de muy fácil manejo
- Rango de medida: 0 – 150 mm
- Precisión: $\pm(0.03\text{mm})$
- Resolución: 0.01mm
- Desconexión automática Selección de medidas
- en mm/pulgadas.

Descripción:

Calibrador digital de gran precisión y gran utilidad para la verificación de componentes de fabricación. Su alimentación es 1 pila 1.5V (SR44W).

4.2.5. CALIBRADOR MANUAL

Figura 4 -15.



Detalles

- Calibrador manual
- resistente y de muy fácil manejo
- Rango de medida: 0 – 1 m
- Precisión: $\pm(0.05\text{mm})$

En cuanto a los calibradores pie de rey el laboratorio debe tener mínimo 12 calibradores de tipo manual y 1 digital.

4.2.6. MICROMETRO

Figura 4 -16.



Instrumento para la medición de distancias lineales o angulares, muy pequeñas, consiste generalmente en tres diafragmas, uno generalmente es fijo y los otros dos se pueden desplazar mediante sendos tornillos. Estos diafragmas que van provistos de unos hilos de referencia, se colocan en el campo ocular de un aparato

óptico y haciendo coincidir los extremos del objeto a medir con dos hilos de los diafragmas móviles se encuentra el valor lineal que se buscaba, al mismo tiempo un círculo graduado da el ángulo de posición.

Detalles

- Micrómetro de exteriores.
- Graduación en micros o decenas de micros.
- Precisión 0.01mm.

El laboratorio debe contar con 12 micrómetros de exteriores y por lo menos 2 micrómetro de interiores.

4.2.7.COMPASES

Figura 4 -17



Detalles:

Compases de muelle: de patas rectas, de exteriores, o de interiores.

Aunque en la guía de prácticas que se realizó en este proyecto no se ha incluido los compases, el laboratorio debe contar con al menos 4 de ellos, para cuando el docente quiera realizar otras guías diferentes a las planteadas en este documento, además se puede utilizar para enseñarle a los estudiantes a manejar ese tipo de herramienta, de forma que se encuentren preparados para su desempeño profesional (especialmente para los estudiantes del programa de Administración Industrial).

4.2.8. FLEXOMETRO

Figura 4 -18



El flexometro de cinta metálica, fabricada con acero templado, pintada de amarillo, finamente grabada y protegida con una capa de barniz transparente. La caja es de plástico resistente al impacto, con freno y clip para sujetarla al cinturón. El laboratorio debe contar con 12 flexometro como mínimo.

4.3. AYUDAS DIDÁCTICAS

- El laboratorio precisa contar de un tablero de acrílico.
- El laboratorio requiere tener a su disposición mínimo tres marcadores de colores diferentes y el borrador correspondiente.
- Sería de gran ayuda que el laboratorio tenga una forma fácil de acceder a un equipo de video beam para que el docente pueda explicar su clase con mayor eficiencia (cuando requiera manejo de software).
- El laboratorio de control estadístico puede ser utilizado además de realizar las guías prácticas, como salón de clases para las asignaturas de Estadística I, Estadística II, y Control Estadístico de la Calidad las cuales serán de mejor calidad si se cuenta con los requerimientos mínimos de sistema.

4.4. EQUIPO DE COMPUTO

Los equipos de computo que se requieren para un adecuado funcionamiento del laboratorio de control estadístico, teniendo el numero de esperado de estudiantes y el resultado de las encuestas realizadas se establece que deben de haber

mínimo 25 computadores, 24 para los estudiantes y uno para el docente. Estos para un adecuado desarrollo de las clases precisan estar conectados en red, con acceso a Internet y dotados con los software estadísticos (SSPS – Stat Graphics, Pro model, Mathlab, Modulo Penta de producción, datchart, attchart, vrchrt y los paquetes de Office y Windows), que permitan simular el medio empresarial, logrando que el estudiante salga capacitado para desempeñarse satisfactoriamente en el mercado laboral al manejar con propiedad los sistemas que utilizan las empresas.

Figura 4 –19. Equipo de computo.



En la tabla 4-2. se podrán apreciar el nombre de los instrumentos y equipos cada uno especificando las cantidad requerida para el adecuado desarrollo del Laboratorio de Prácticas de Control Estadístico.

Tabla 4-2. Tabla de instrumentos y equipos

N°	Nombres de Instrumentos	Unidades Requeridas
1	Balanza digital (500 gr.)	4
2	Balanza de bandeja	8
3	Calibrador digital (pie de rey)	1
4	Calibrador manual	12
5	Micrómetro de exteriores	12
6	Micrómetro de interiores	2
7	Compás	4
8	Flexometro	12
9	Tablero movable	1
10	Marcadores, colores diferentes	3
11	Borrador	1
12	Video beam	1
13	Computadores	25

5. DISEÑO Y DISTRIBUCIÓN DEL LABORATORIO

5.1. IMPORTANCIA DE LA LOCALIZACIÓN DEL LABORATORIO

El Laboratorio de Prácticas del Control Estadístico debe tener una ubicación tal que pueda ser de fácil acceso a la demanda, se entiende por demanda todas aquellas personas que soliciten el servicio del laboratorio (estudiantes universitarios, docentes, técnicos, profesionales egresados, personal del campo empresarial). La zona escogida para la implementación de este proyecto se encuentra en la nueva sede de la Facultad de Ciencias Económicas de Universidad de Cartagena, ubicada en el Barrio de la Piedra de Bolívar. Lo que beneficia el acceso de los usuarios potenciales puesto que se encuentra relativamente cerca de estas instalaciones como son los estudiantes de los diferentes programas de la facultad de ciencias económicas de la Universidad de Cartagena, el personal laboral de las pequeñas y medianas empresas enfocadas a la producción, así como las diversas universidades existentes en la ciudad, además de que la zona de establecimiento presenta un alto flujo vehicular. Para su ubicación se tuvieron en cuenta otros factores como son las condiciones ambientales (nivel de ruido, temperatura, iluminación, olor). En cuanto al nivel de ruido es aceptable puesto que se encuentra en una zona amplia y a una distancia considerable de las fuentes de ruidos circundantes; por encontrarse en una parte

elevada esta expuesto a corrientes de aires lo que beneficiaría de forma directa al lugar con respecto a la temperatura, y su iluminación es excelente.

5.2. NECESIDADES DE LA DISTRIBUCIÓN

Al iniciar con el diseño del laboratorio y su distribución, se debe tener como elemento principal la optimización de espacio en la distribución de maquinas, equipos, recurso humano y materiales. Para esto se toma como medida principal la demanda esperada anteriormente hallada (demanda promedio de los estudiantes asistentes a la diferentes clases de Estadísticas I, Estadísticas II y Control Estadístico de los programas de ciencias económicas de la Universidad de Cartagena) que es de 44 estudiantes, con una desviación de ± 12 , es decir 44 ± 12 . de acuerdo a estos datos ya se empieza a dimensionar el área del laboratorio así como también los mesones y las estanterías.

Como segunda medida principal se tiene en cuenta la información recopilada en las encuestas de expertos donde los diferentes docentes sugieren que el número de estudiantes por grupo de trabajo tenga como máximo de 4 a 6 estudiantes; basados en estos datos y la demanda esperada se puede hallar el numero de mesones principales de trabajo (entiéndase que cada grupo podrá trabajar en una cara lateral de los mesones principales).

$$\text{N}^{\circ} \text{ de Mesones Principales} = \frac{\text{Demanda esperada}}{\text{Estudiantes sugeridos por grupo} \times \text{N}^{\circ} \text{ grupos por mesón}}$$

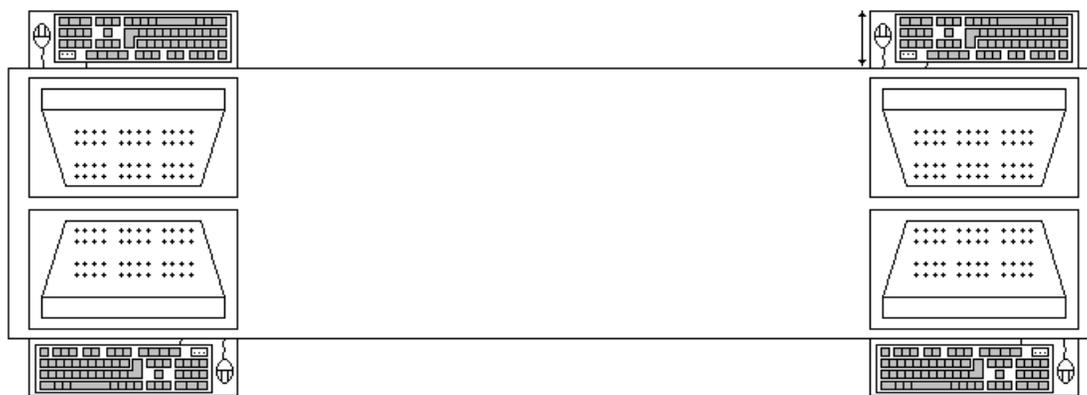
Reemplazando los valores tenemos :

$$\text{N}^{\circ} \text{ de Mesones Principales} = \frac{44}{4 \times 2} = 5.5 \approx 6 \text{ Mesones principales}$$

para contrarrestar la demanda esperada y el números de estudiantes por grupo sugerido por los docentes, se deben diseñar 6 mesones principales.

En el orden de necesidades, cada mesón principal debe tener las dimensiones suficientes para la ubicación de dos equipos de computo por grupo. Los cuales fueron sugeridos por los docentes encuestados. Ver Figura 5 –1.

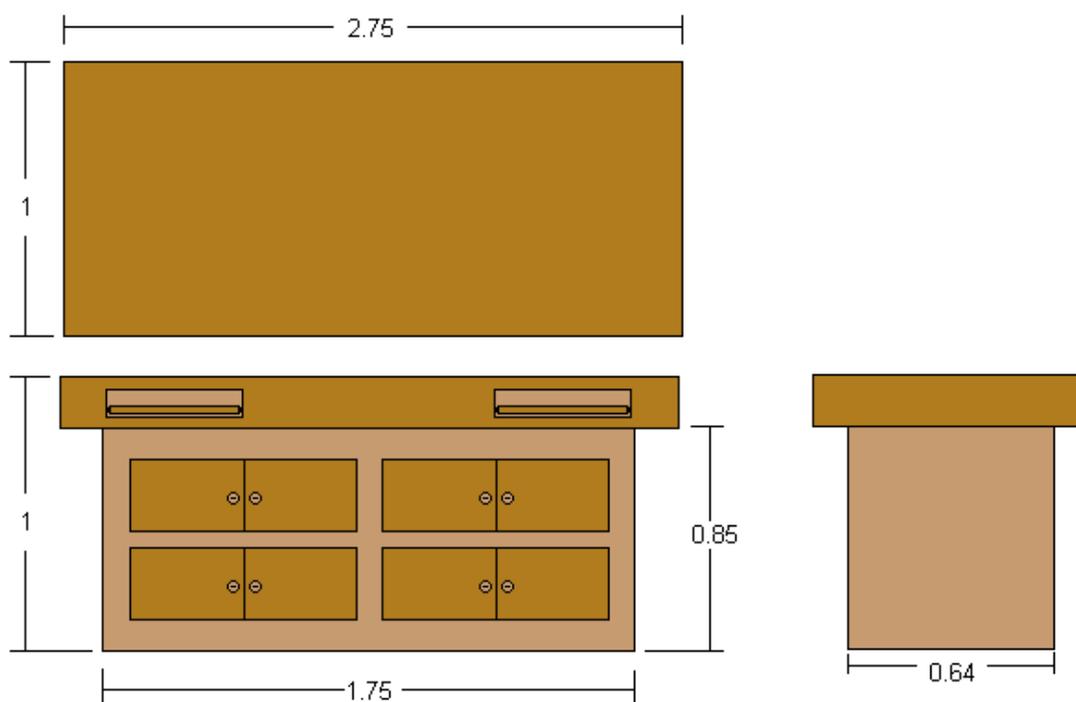
Figura 5 –1. Ubicación equipos de computo. (Mesón principal)



Como se puede apreciar en la figura anterior las unidades de computo se encuentran ubicadas estratégicamente, ayudando de esta forma a mantener un optimo método de trabajo.

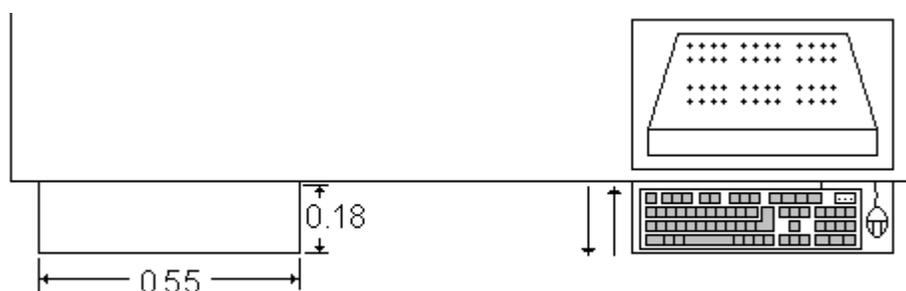
Las dimensiones de los mesones principales tienen como referencias diferentes laboratorios entre ellos los laboratorios de la Universidad Javeriana, Laboratorios de Química de la Universidad de Cartagena, Laboratorio del SENA Seccional Cartagena. De esta forma las dimensiones para el diseño de los mesones principales se pueden apreciar mejor en la vistas a continuación. (figura 5 –2).

Figura 5 – 2. Mesón principal.



Estos mesones de trabajo poseen unos entrepaños corredizos, cuya utilidad serán para la ubicación del teclado y el mouse, estos entrepaños tiene las dimensiones que se pueden apreciar en la Figura 5 – 3.

Figura 5 –3. Entrepaños corredizos para la ubicación del teclado.



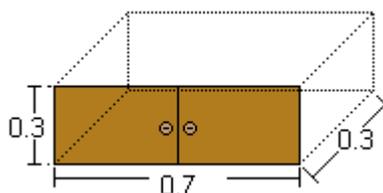
En la parte inferior del mesón de trabajo (vista Frontal) se encontrarán ubicados los materiales del laboratorio que ayudará a realizar las diversas prácticas asesoradas por el docente, entre las herramientas tenemos:

- Dados. (5)
- Agitador de dados.(1)
- 150 bolitas, (3 colores diferentes de 50 bolitas por color).
- 100 bolitas enumeradas. (10 bolitas por cada numero 0 - 9).
- Agitador de bolitas. (1)
- Juegos de piezas plasticas tubos de $\frac{1}{2}$ " y 1" (80 de cada medida)
- Hojas para graficar.

- Juego de pesas.
- Memos.

Con relación al espacio requerido para asegurar y guardar las herramientas y materiales del laboratorio se diseñaron 4 compartimientos ver Figura 5 – 2 vista frontal. Cada compartimiento posee un área de 30 cm de altura, 70 cm de largo y 30 cm de ancho, como se observa en la figura 5 – 4.

Figura 5 –4. Compartimiento del mesón principal.

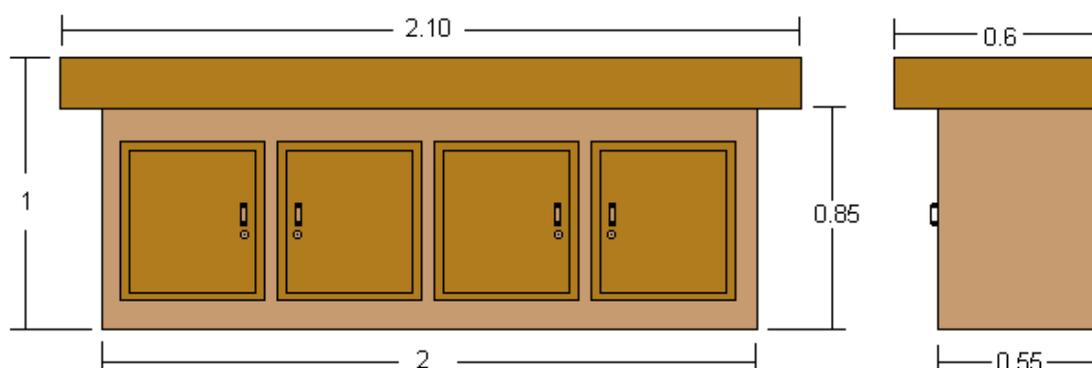


Al finalizar con el diseño de las dimensiones de los mesones principales, se procede a analizar el número de equipos y herramientas del Laboratorio de Prácticas de Control Estadísticos para la realización del diseño de los mesones secundarios.

Los mesones secundarios se dimensionaran de acuerdo a la cantidad de equipos y herramientas estadísticas necesarios para suplir las necesidades de la demanda esperada (analizado con mayor detalle en el Capítulo II Estudio técnico), basados en esta información y tomando como referencia la ubicación y diseño de otros laboratorios (laboratorios de la Universidad Javeriana, Laboratorios de Química de

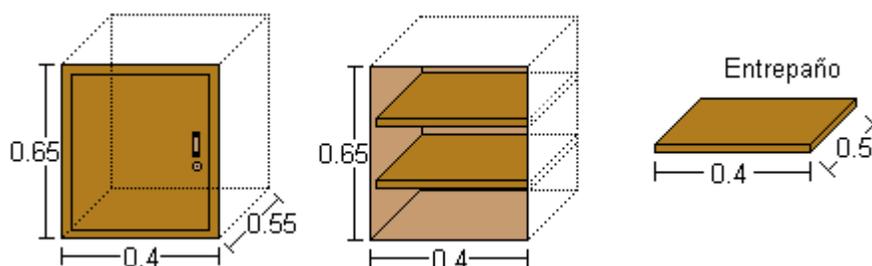
la Universidad de Cartagena, Laboratorio del SENA Seccional Cartagena los mesones secundarios), el número de mesones secundarios de acuerdo a estudio técnico realizado son cuatro (4) y cuya dimensión se aprecia en la figura 5 – 5

Figura 5 –5. Mesón secundario



En la parte inferior de cada mesón secundario se pueden apreciar 4 compartimientos y cada compartimiento presenta tres divisiones, separadas por entrepaños; estos compartimientos tienen las siguientes dimensiones alto 65 cm, largo 40 cm y ancho 55 cm. Los entrepaños logran tres divisiones con una distancia entre ellos de 20 cm. los entrepaños tienen las siguientes medidas, largo 40 cm y ancho 50 cm. Ver figura 5 – 6

Figura 5 – 6. Compartimiento y entrepaños del mesón secundario.



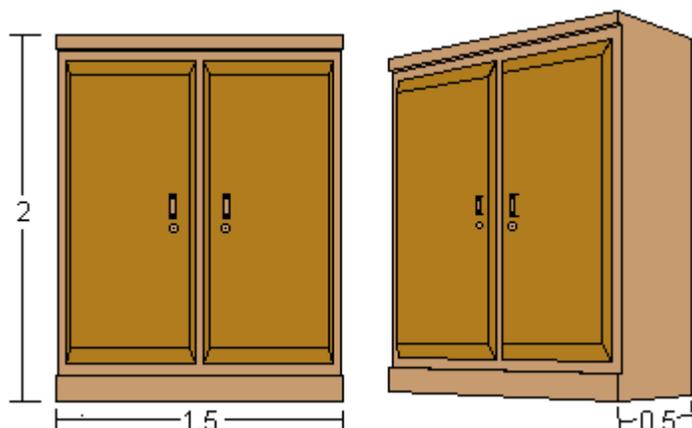
El empleo que se le dará los mesones secundarios se basa en el almacenamiento de herramientas de medición manuales, tales como:

- Calibradores Pie de Rey
- Micrómetros
- Compases
- Flexómetros
- Balanza de precisión de pesas corredizas (opcional)

Cada una de las herramientas de medición descritas anteriormente debe encontrarse en cada mesón secundario, para que el estudiante lo pueda manipular y hacer uso de ellas en el desarrollo de las prácticas.

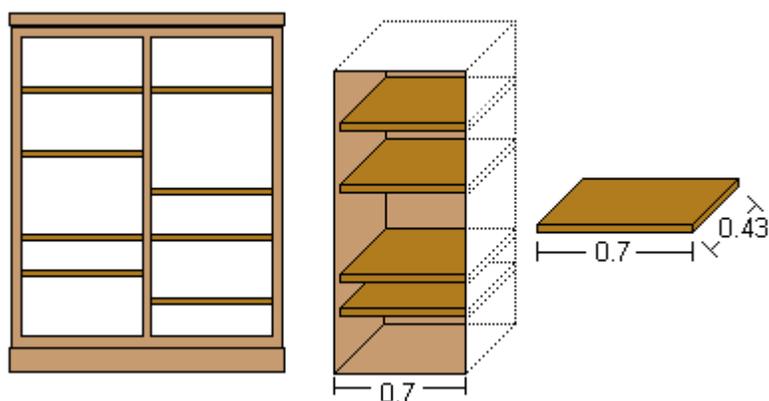
Las herramientas de medición y los equipos restantes serán almacenados en un estante, donde se perciban unas condiciones de almacenamientos óptimos que ayuden a preservar los equipos y herramientas de medición mas complejos y que no sean afectados por factores ambientales como es la temperatura, la humedad y el polvo. La estantería a utilizar debe tener un tamaño considerable, puesto que se guardaran equipos de diversos tamaños, para esto se sugiere que la estantería contenga entrepaños modulares es decir que se distribuya de acuerdo a las dimensiones de los equipos de medición. Basados en los equipos de medición para almacenar en la estantería, se diseño con las siguientes medidas alto 2 metros, largo 1,5 metros y ancho 50 cm, ver figura 5 – 7.

Figura 5 – 7. Estante para equipos de medición.



Los entrepaños de la estantería son movibles puesto que se puede adaptar de acuerdo a las dimensiones de los equipos de dimensión, como se observa en la figura 5 - 8. Las medidas de los entrepaños son: largo 70 cm y ancho 43 cm.

Figura 5 – 8. Divisiones de estante.



En los compartimientos, se podrán guardar equipos tales como:

- Balanza digital (4)

- Balanza de Bandeja (8)
- Calibrador Digital Dc-515 (Pie De Rey) (1)

Como se pudo apreciar existen tres lugares de almacenamiento de los materiales, accesorios, herramientas y equipos de medición; los almacenamiento tiene como finalidad de guardar las herramientas, materiales, piezas y suministros hasta que se necesiten en el proceso de aprendizaje o utilización. Tiene a demás la función de proteger las herramientas, materiales, piezas y suministros contra pérdidas debido a uso no autorizado y deterioro causado por el clima, humedad, calor.

La función de almacenamiento cumple un fin adicional de facilitar el medio para recuento de materiales, control de su cantidad, y que se encuentren a la mano cuando se necesiten. a continuación se procederá con la selección y diseño de las sillas de trabajo. Para diseñar las sillas de trabajo se tuvo en cuenta la altura de los mesones, la ubicación del monitor referente a su visualización y por ultimo un selección de una silla de trabajo ergonómica (postura) Ver Figura 5 - 9.

Figura 5 –9. Silla ergonómica de trabajo.



La cantidad de sillas de trabajos es de 48 sillas aunque la demanda esperada es de 44 personas, nos basamos en la capacidad de puestos que puede recibir un mesón principal, se diseñaron 6 mesones principales donde cada uno de ellos tiene puestos para 8 personas es decir 4 a cada lado, hallando de esta forma el numero de sillas de trabajo equivalente a 48 sillas.

El docente al impartir sus conocimientos debe poseer un tablero y un escritorio con su respectiva silla.

5.2.1. NECESIDADES ERGONOMICAS DEL LABORATORIO

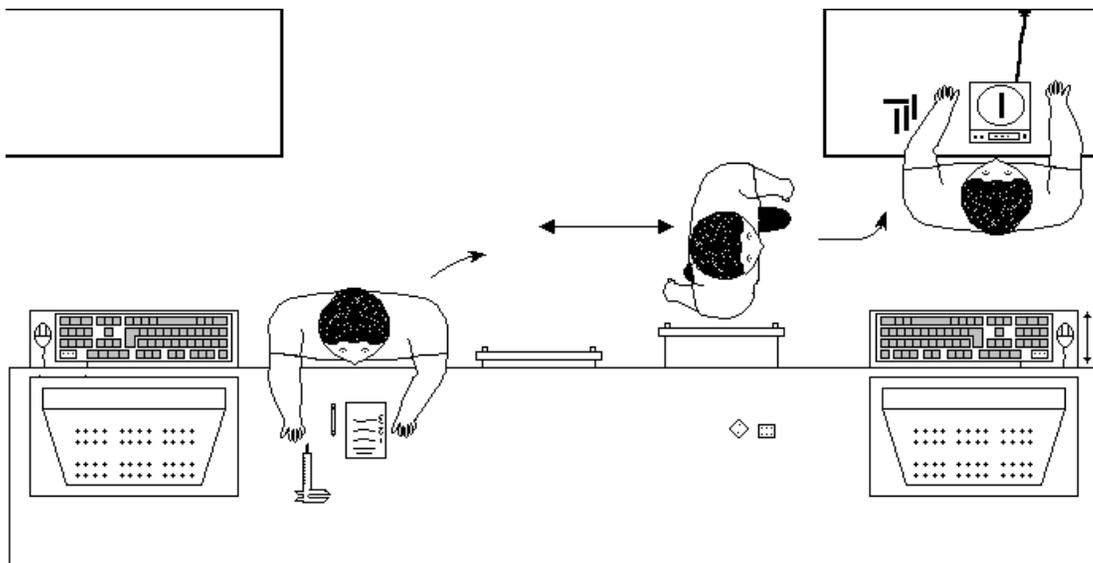
El bienestar de los usuarios (Estudiantes, docentes, personal que solicite el servicio de laboratorio) es un factor importante en la colocación de las mesas de trabajo, los equipos, las máquinas y por ende el usuario, se desempeñará mejor si su puesto de trabajo es cómodo. Partiendo desde este punto de vista se debe tener en cuenta algunas consideraciones.

La fuente luminosa y su colocación debe ser tal que el usuario pueda ver sin forzar su vista ni quedar deslumbrado. En el día se debe aprovechar la luz natural, complementada con luz artificial (luz blanca) durante todo el tiempo en la zona de trabajo. la fuente artificial se debe ubicar de modo que permita una buena visión, teniendo en cuenta la proyección de las sombras del cuerpo del usuario.

El calor y los ruidos son factores que afectan seriamente la comodidad del usuario. Para esto se sugiere tener aires acondicionados en el laboratorio, que no sólo beneficiará a los usuarios sino que disminuirá la alteraciones de algunos materiales o descalibración de algunos equipos de medición. Aunque se ha demostrado que las corrientes de aire no son causa de los resfriados, muchos usuarios lo creen así, y no deben estar en corriente directa.

El área de trabajo debe poseer espacio suficiente donde el usuario pueda girar y trasladarse con facilidad, aunque en el grupo de trabajo los usuarios se sitúan físicamente juntos su cercanía no es tanta para llegar a obstaculizarse. Ver Figura 5 – 10.

Figura 5 –10. Área de trabajo



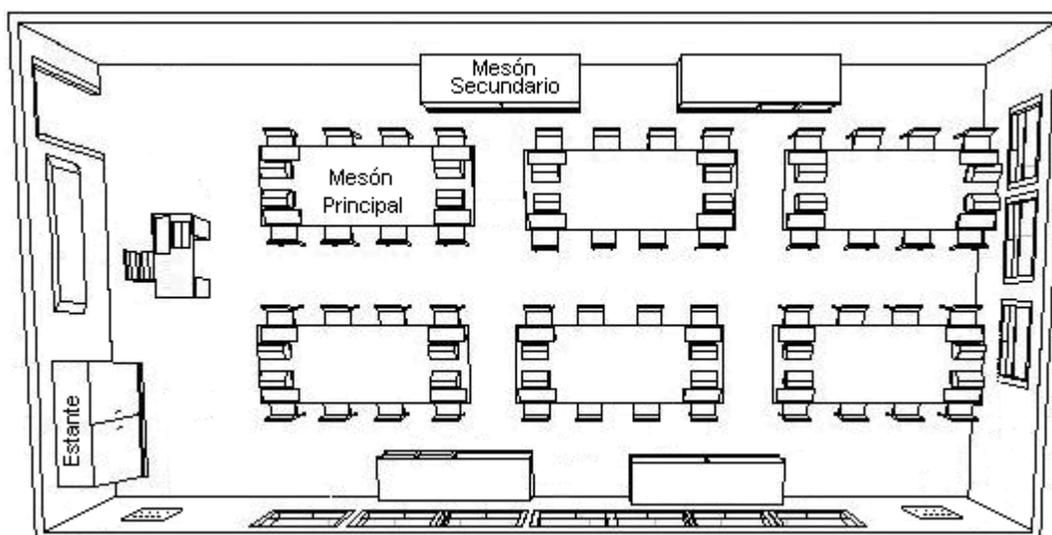
Por último se procede a confrontar el área asignada para el Laboratorio de Prácticas de Control Estadístico con lo que en arquitectura se conoce como lista de necesidades; La lista de necesidades no es más que el conjunto de requerimientos precisos para el diseño y distribución de un laboratorio como son las dimensiones de los mesones de trabajo principales y secundarios, el estante de equipos complejos para medición, el área de trabajo por estudiante, distancia entre mesones y el área del docente. Basados en las dimensiones obtenidas anteriormente de todos y cada uno de los elementos que componen la lista de necesidades se dio inicio a la distribución y ubicación estratégica de los requerimientos todo esto se logro por medio de un análisis y estudio de distribuciones de área apoyado de conceptos teóricos y a la vez por observación directa de laboratorios ya descritos anteriormente tomados como referencia.

Entre estos análisis hay que resaltar el estudio de los métodos de trabajo posibles enfocados en los tiempos y movimientos ha realizar por el usuario (ver figura 5 – 10); al disminuir las distancias de recorrido y distribuir mejor los pasillos, almacenes, equipo y hombres se aprovecha mejor el espacio.

De los estudios realizados se determinó los siguiente: para un adecuado desarrollo de las prácticas que facilite el proceso de enseñanza, se sugiere que los mesones deben ubicarse de forma vertical con relación a la ubicación del docente. El espacio entre cada uno de los mesones debe permitir el acceso de los usuarios y el docente sin obstaculizarse entre si al momento de realizar las prácticas. La ubicación de los mesones secundarios debe situarse a una cercanía considerable

de los mesones principales para un adecuado método de trabajo. Todo esto se puede observar en la figura 5-11.

Figura 5-11. Distribución Muebles y enseres.



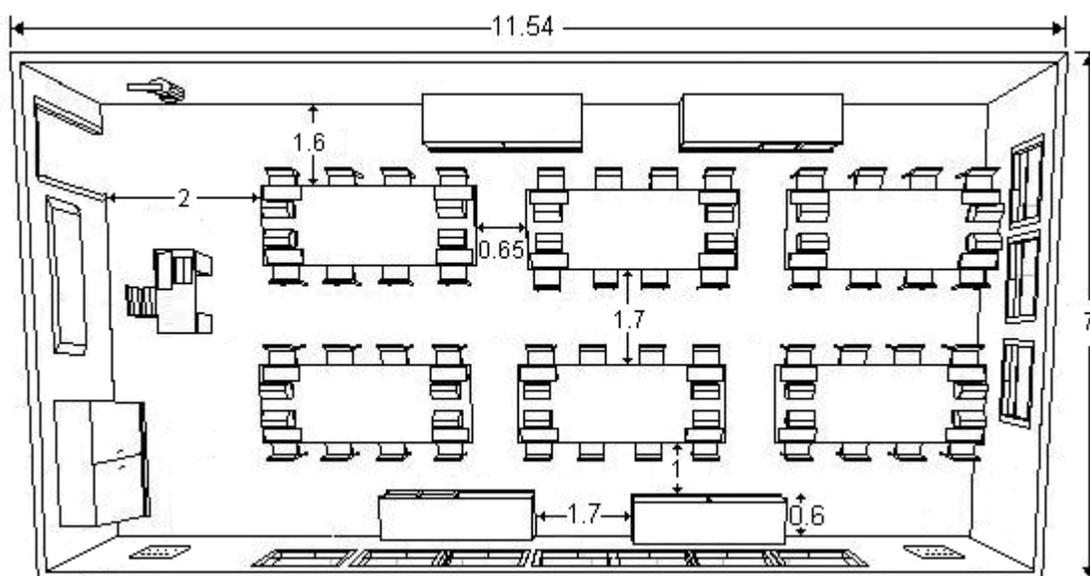
de acuerdo con esta distribución se dimensionan los espacios de trabajos de la siguiente forma:

- Área mínima de trabajo para el usuario que requiere el usuario para realizar sus labores y permitir el fácil acceso del docente debe ser de un (1) metro, distancia entre el mesón principal y el mesón secundario. Y la distancia entre mesones principales debe ser de un metro setenta (1.70 m).
- Área mínima de trabajo del docente para realizar sus labores de enseñanza deberá ser de dos metros (2 m) distancia entre el mesón principal y el escritorio del mismo.

- Distancia entre los mesones secundarios, su ubicación es estratégica puesto que el docente puede ubicarse entre estos, logrando una mejor visualización del trabajo del grupo. Además su ubicación es equidistante entre los mesones principales permitiendo que se pueda compartir su área entre los grupos de trabajo.

Estas observaciones se pueden apreciar en la figura 5-12.

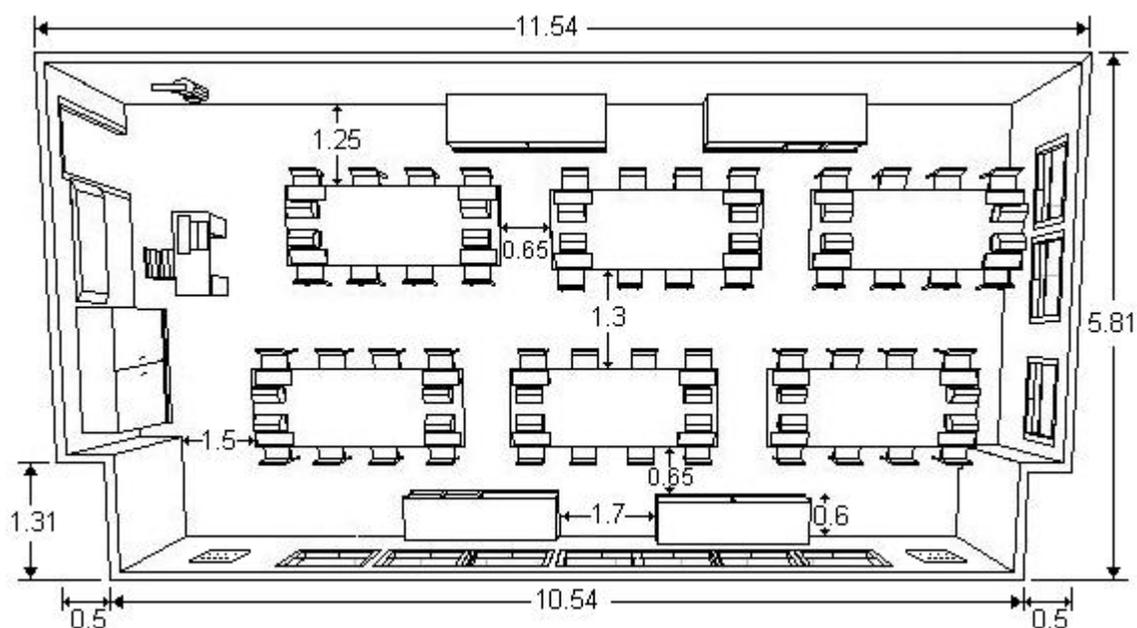
Figura 5 –12. Dimensiones del laboratorio.



Pero teniendo en cuenta que en los planos asignados para este proyecto, la cual dimensiones menores, lo que reduce el área disponible para la circulación y flujo

del personal. De acuerdo con el área asignada la distribución del laboratorio quedaría como lo muestra la figura 5-13.

Figura 5–13. Dimensión del laboratorio en el área asignada.



en esta área se puede realizar las prácticas correspondientes pero puede limitar la comodidad de los usuarios y el docente. El extintor deberá estar ubicado en una zona de fácil acceso cumpliendo los requisitos mínimos de seguridad. En la figura 5-14 se puede observar una vista aérea en 3D y en la figura 5-15 se puede observar el interior del laboratorio, apreciando la ubicación del extintor, ambas figuras simuladas por computador.

Figura 5 –14. Vista aérea simulada por computador.

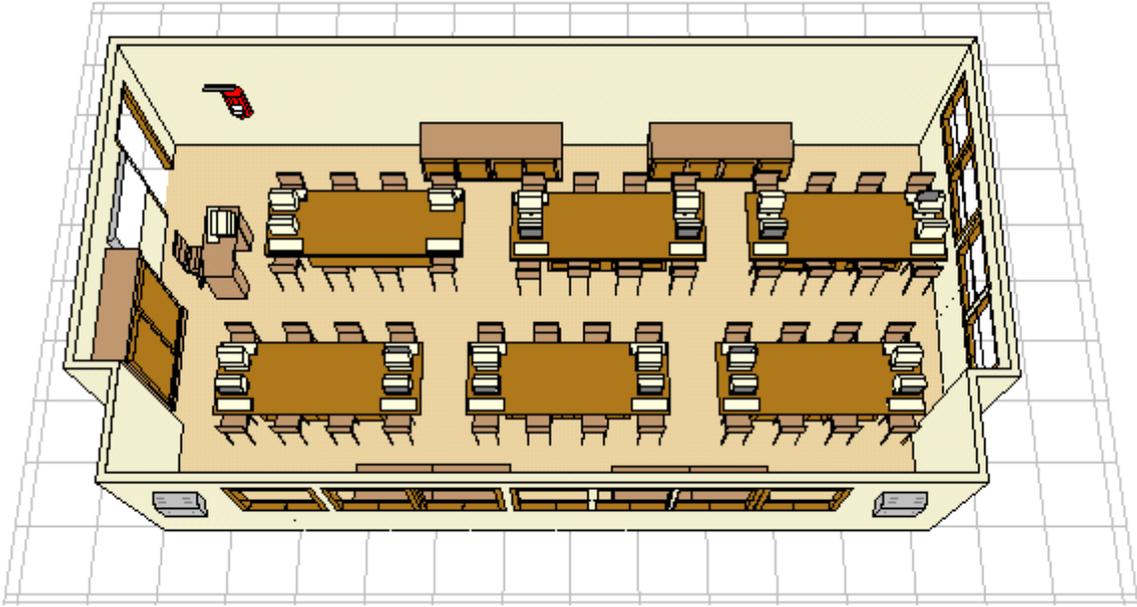
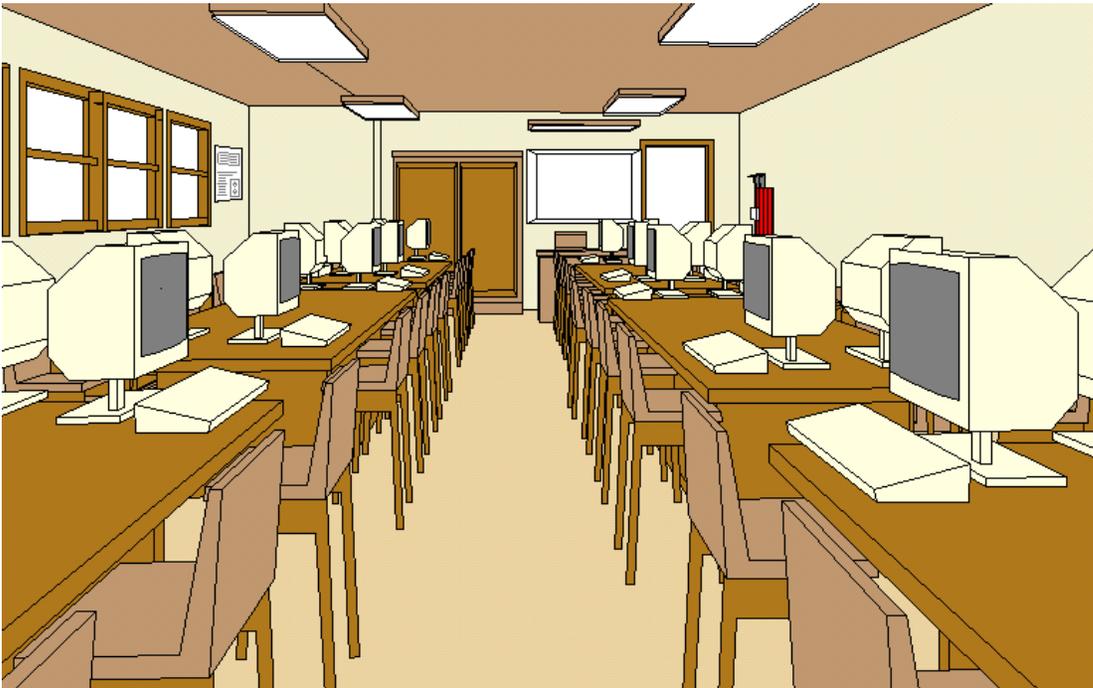


Figura 5 –15. Interior del laboratorio



6. MANUAL DE PRACTICAS PARA EL LABORATORIO DE CONTROL ESTADÍSTICO

El presente manual ha sido diseñado de acuerdo a los resultados obtenidos en la investigación del mercado (empresas manufactureras) y los aportes valiosos de la muestra de expertos (docentes del área de la estadística y pertenecientes a la facultad de ciencias económicas de la universidad de Cartagena), cada una de las prácticas de laboratorio han sido seleccionadas cuidadosamente teniendo como parámetro principal las labores más frecuentes realizadas en el campo profesional real. Y con anterioridad ejecutada para verificar su efectividad en la experiencia práctica de este.

Partiendo desde el punto vista que para el estudiante el Laboratorio de Control Estadístico es un campo nuevo por explorar y a la vez concientes que la mayoría del estudiantado no han tenido la oportunidad de manipular las diversas herramientas e instrumentos existentes en un L.P.C.E. para dar solución a lo anterior se debe iniciar con un reconocimiento de cada uno de los elementos necesarios para llevar a cabo una práctica de laboratorio. Tales como sus aplicaciones, precauciones y por ende su identificación.

En cada uno de los programas pertenecientes a la Facultad de Ciencias Económicas, se hace presente las asignaturas de Estadísticas I y Estadísticas II, así como también la asignatura de Control estadístico perteneciente al programa de Administración Industrial (se debe aclarar que otras asignaturas pueden tener aplicabilidad en el laboratorio de control estadístico debido a sus nexos y dependencias con las áreas de la estadística). Basados en estas asignaturas cada una de las prácticas siguen un orden de secuencia lógica, lo que facilitaría el buen entendimiento de las teorías impartidas por el docente y a la vez incentivando su espíritu analítico – investigativo.

6.1. NORMAS DE SEGURIDAD EN EL LABORATORIO DE CONTROL ESTADÍSTICO.

En el Laboratorio de Control Estadístico, se debe trabajar con cautela y responsabilidad, para esto se deben tener en cuenta una serie de normas como son:

- Utilice vestimenta apropiada para el laboratorio (de acuerdo a las especificaciones del docente).
- Realice únicamente las prácticas ordenadas por el docente.
- No fume dentro del laboratorio.

- Visualice los sitios exactos donde se encuentren los extintores y demás elementos de seguridad.
- Los desperdicios deben arrojarse únicamente en los canastos de basura.
- Realizar los mantenimientos correspondientes a los equipos después de haber realizado las prácticas.
- Ubicar las diferentes herramientas e instrumentos de medición en su lugar de almacenamiento.
- Realizar un inventario al momento de recibir y entregar los materiales, instrumentos y equipos utilizados en la práctica.
- No ingresar materiales comestibles al laboratorio de control estadístico.
- Trabajar siempre en forma organizada, manteniendo completamente limpio el sitio de trabajo.

6.2. FUNCIONES DEL COORDINADOR DE LABORATORIOS:

- Administrar los cursos de laboratorios a estudiantes de la Facultad DE Ciencias Económicas.
- Velar por el buen seguimiento de los programas de Estadística.
- Supervisar el buen uso de las instalaciones y equipos del laboratorio.
- Responder por el mantenimiento y renovación de los equipos.
- Recomendar planes de desarrollo de laboratorio a la dirección del departamento.
- Responder por la elaboración de guías de laboratorio en número suficiente.

- Podrá tener la colaboración de otros profesores de planta en la coordinación de los diferentes cursos de estadísticas.
- Asegurarse de la coordinación de los laboratorios con los magistrales.

6.3. PRACTICA DE LABORATORIO

Las guías de prácticas descritas a continuación se convierten sólo en un parámetro de cómo llevar a cabo las actividades a desarrollar en el laboratorio, hay que aclarar que la ciencia estadística es un campo muy amplio donde se pueden desprender innumerables prácticas de laboratorio, motivo por el cual se hace referencia sólo a algunos temas específicos que han sido seleccionados teniendo en cuenta las sugerencias del cuerpo docente encuestado.

Las guías prácticas del laboratorio deben ser flexibles es decir; si tenemos en cuenta la dirección del entorno empresarial se puede observar una tendencia hacia la sistematización y automatización de todos los procesos, obligando a las universidades a invertir en esta área para poder ofrecer egresados competitivos con amplios conocimientos en el manejo de software y paquetes estadísticos que permitan simular casos reales de las empresas entre estos software y paquetes estadísticos tenemos, Statgraphics, Spss, Promodel, Mathlabel, entre otros,

El uso de software estadístico enriquece de manera particular la enseñanza de la Estadística, pues son pocas las aplicaciones que pueden hacerse sin este recurso, por otra parte permite analizar conjuntos de datos que despiertan interés en los estudiantes.

Es así como cada una de las prácticas descritas a continuación se pueden realizar de forma paralela con la utilización de estos software de estadísticas los cuales serán seleccionados por el docente de acuerdo al tema a trabajar.

6.3.1. Práctica 1.

Asignatura: ESTADÍSTICAS I	Equipos y materiales Juego de 70 piezas (tubos plásticos). Micrómetro Memos y equipo de computo
Tema: METODOS ESTADÍSTICOS <ul style="list-style-type: none"> • Recopilación y Organización de Datos. • Distribución de Frecuencia 	

OBJETIVOS

- Incitar la participación de los estudiantes en clase adoptando el papel de facilitador en el proceso de enseñanza.

- Fomentar el uso de la tecnología dentro y fuera del salón de clase.
- Desarrollar en el alumno la intuición matemática y estadística, analizando críticamente datos, fórmulas, resultados, situaciones matemáticas, explorando casos especiales o extremos, tratando de encontrar siempre una explicación razonable para las conclusiones, interpretándolas lógicamente.

CONCEPTOS TEORICOS

La estadística cuenta con procedimientos para recoger, organizar y presentar información acerca de un problema determinado, y con métodos para establecer la validez de las conclusiones obtenidas a partir de la información recogida. La forma de obtener la información original de las unidades de análisis que componen el universo por investigar puede ser efectuada a través de un censo, una encuesta o un registro administrativo, observaciones entre otros métodos.

Cuando son recopilados los datos estos se deben agrupar de forma que permita su fácil y mejor manipulación, es cuando entra a tomar parte la tabulación la cual no es mas que un ordenamiento de datos sea en forma de columnas y filas, con una disposición determinada y que facilita su comprensión y posterior análisis. Existen métodos para resumir los datos medidos u observados.

Cuando se trata de variables cualitativas donde las categorías están determinadas, lo único que hay que hacer es contabilizar el número de casos pertenecientes a cada categoría y normalizar en relación al número total de casos, calculando una proporción, un porcentaje o una razón.

En cambio, cuando se trata de variables cuantitativas, el resumen de los datos consiste en organizar tablas que sintetizan los datos originales y se denominan distribución de frecuencia, donde la frecuencia es el número de veces que se presenta cada valor de la variable.

La distribución de frecuencias se refiere, en general a toda lista o tabla de datos estadísticos que presenta en forma ordenada los distintos valores de una variable y sus correspondientes frecuencias; que luego se utiliza para realizar la Representación gráfica, permitiendo percibir con mayor claridad algunas características de la masa de datos que se investiga. Por ello, a través de gráficos, resulta bastante más fácil transmitir conclusiones a personas no habituadas a la interpretación de tablas de frecuencias.

Existen diferentes tipos de frecuencias cuando se trabaja con un conjunto de datos, como es :

- La frecuencia absoluta la cual esta constituida por el numero de veces en que se repite una característica o las categorías de una variable discreta.

- La frecuencia absoluta o simplemente frecuencia, es el número de veces que se repite la variable X_i ; así la frecuencia₁, es el número de veces que se repite la observación x_1 , f_2 el número de veces que se repite la observación x_2 etc.
- La frecuencias acumuladas que no es mas que la suma de cada frecuencia con la frecuencia de la clase contigua superior.
- La frecuencias relativas acumuladas es La suma de cada frecuencia relativa con la frecuencia relativa de la clase contigua superior. También se pueden obtener dividiendo cada frecuencia acumulada entre el total de frecuencias por 100.

La representación grafica de los datos se puede realizar mediante:

Los diagramas de barras, son gráficos donde se utilizan rectángulos separados, que tienen como base a cada uno de los datos y como altura la frecuencia de ese dato; el diagrama de barras o gráfica de barras suele elaborarse con algunas variantes; por ejemplo, se pueden utilizar líneas en vez de rectángulos ó barras horizontales o verticales. Ver figura 6-1.

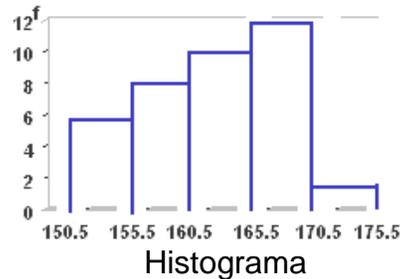
Si se tienen datos cuantitativos se grafica en el eje de las x los valores centrales (marcas de clase), cuyas alturas son proporcionales a sus frecuencias.

Figura 6-1



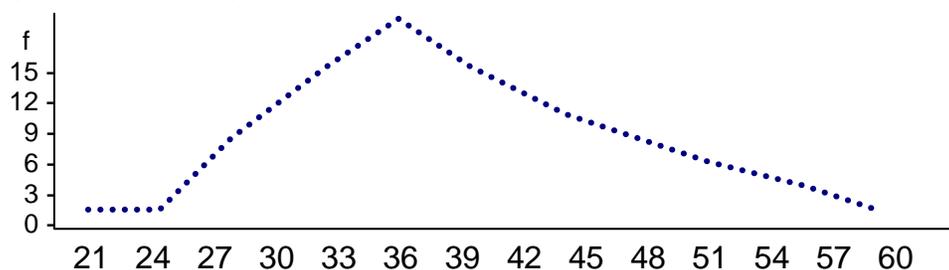
Los histogramas son rectángulos verticales unidos entre sí, en donde sus lados son los límites reales inferior y superior de cada clase y cuya altura es igual a la frecuencia de la clase. Los cuales se utiliza en datos cuantitativos en distribuciones de frecuencia. Ver figura 6-2.

Figura 6-2



Los polígonos de frecuencias, consiste en una serie de segmentos que unen los puntos cuyas abscisas son los valores centrales de cada clase y cuyas ordenadas son proporcionales a sus frecuencias respectivas. Ver Figura 6 – 3.

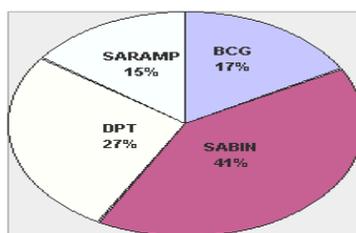
Figura 6 – 3. Polígonos de frecuencia.



Los gráficos circulares (Ver figura 6-4) se forma al dividir un círculo en sectores circulares de manera que:

- a) Cada sector circular equivale al porcentaje correspondiente al dato o grupo que representa.
- b) La unión de los sectores circulares forma el círculo y la suma de sus porcentajes es 100.

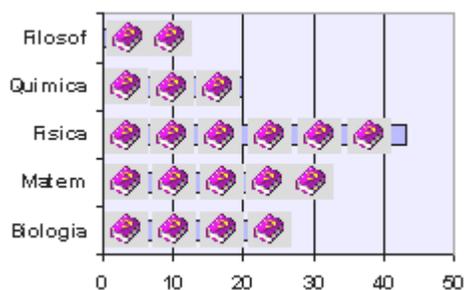
Figura 6 - 4



Gráficos circulares

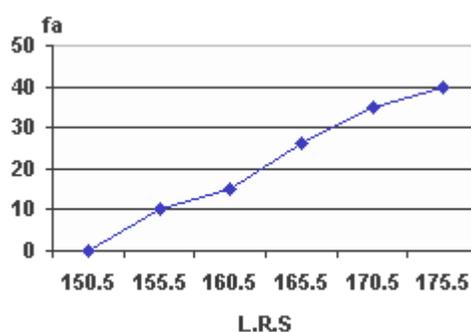
Los pictograma se utiliza un dibujo relacionado con el tema, para representar cierta cantidad de frecuencias, (ver figura 6-5). Este tipo de gráfica atrae la atención por los dibujos, pero la desventaja es que se lee en forma aproximada.

Figura 6 -5. Pictogramas



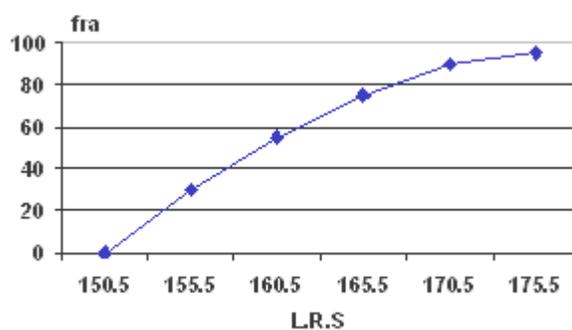
La Ojiva o Polígono de frecuencias acumuladas es una gráfica de distribución de frecuencias acumuladas, se trazan los límites reales superiores contra las frecuencias acumuladas. Ver figura 6 – 6.

Figura 6-6. Ojiva o Polígono de frecuencia acumulada.



La Ojiva porcentual o polígono de frecuencia relativa acumulada es un gráfico en el que se trazan los límites reales superiores contra las frecuencias relativas acumuladas. Ver figura 6 – 7.

Ver figura 6 – 7. Ojiva porcentual o Polígono de frecuencia relativa acumulada.



PARTE EXPERIMENTAL

Procedimiento

Para el desarrollo de esta práctica de laboratorio, el estudiante debe tomar 70 piezas (Tubos de plástico) y medir el diámetro de cada uno de ellos con la utilización del micrómetro.

Los alumnos deben ir anotando los resultados obtenidos en cada medición en la Tabla 6 -1.

Luego cada grupo debe proceder organizar y tabular los resultados en una tabla de frecuencias Tabla 6 -2, hallando así:

El Rango observado entre los datos en análisis.

El numero de intervalos y su amplitud.

La frecuencia absoluta.

La frecuencia relativa.

La frecuencia acumulada.

6.3.2. Práctica 2.

Asignatura: Estadística I	Equipos y materiales
Temas: MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL MEDIDAS DE DISPERSIÓN	Flexometro Hojas para grafico Memos y equipo de computo

OBJETIVOS

- ✓ Reconocer que la Estadística proporciona las herramientas necesarias para hacer inferencias sobre un todo (población) en base a los datos recopilados o elementos observados de la población.
- ✓ Preparar al estudiante con los conocimientos y experiencias necesarias, para que pueda entender a profundidad temas relacionados con las medidas de tendencias, además de que sea capaz de plantear y resolver problemas reales que se manifiestan en lo cotidiano del mundo empresarial.

CONCEPTOS TEORICOS

Anteriormente se trato la clasificación, ordenación y presentación de datos estadísticos, limitando el análisis de la información a la interpretación porcentual

de las distribuciones de frecuencia. El análisis estadístico propiamente dicho, parte de la búsqueda de parámetros sobre los cuales pueda recaer la representación de toda la información.

Las medidas de tendencia central, llamadas así porque tienden a localizarse en el centro de la información, son de gran importancia en el manejo de las técnicas estadísticas, sin embargo, su interpretación no debe hacerse aisladamente de las medidas de dispersión, ya que la representabilidad de ellas está asociada con el grado de concentración de la información.

- Una de las principales medidas de tendencia central es la media aritmética de los datos observado la cual es un importante parámetro que ayuda a realizar diversas comparaciones entre distintas poblaciones, donde se establece el promedio de la variable en estudio, matemáticamente, la media aritmética se define como la suma de los valores observados dividida entre el número de observaciones así:

$$\bar{X} = (\sum x_i) / N$$

- Hemos visto que la Media Aritmética se calcula con base a la magnitud de los datos, otorgándoles igual importancia a cada uno de ellos. Sin embargo en muchas ocasiones las magnitudes de los dato están ponderadas con un determinado peso que lo afecta relativamente. para estos casos se utiliza la Media Aritmética ponderada, que tiene en cuenta la importancia relativa de cada uno de los datos, para lo cual la definimos con la siguiente expresión:

$$\bar{X}_w = \frac{\sum_{i=1}^n X_i W_i}{\sum_{i=1}^n W_i}$$

donde

\bar{X} = Media aritmética ponderada

X_i = Valor de la variable X

W_i = Ponderación del ítem X_i

- La Mediana es el valor de la variable tal que el número de observaciones menores que él es igual al número de observaciones mayores que él . Si el número de datos es par , se puede tomar la media aritmética de los dos valores centrales .

Cuando los datos están agrupados la mediana viene dada por el primer valor de la variable cuya f_i excede a la mitad del número de datos . Si la mitad del número de datos coincide con f_i se tomará la semisuma entre este valor y el siguiente.

- La moda de un conjunto de datos es el valor de la variable que presenta mayor frecuencia absoluta, es decir que es el valor que mas se repite, en una distribución de los datos puede haber más de una moda y necesariamente no tiene por qué situarse en la zona central del gráfico, esta medida se utiliza para datos cualitativos con mayor frecuencia en una distribución.

- La media geométrica es una medida de tendencia central que no es usada con mucha frecuencia pero es útil en el cálculo de las tasas de crecimiento y se encuentra definida matemáticamente como la raíz índice N del producto de N términos es decir:

$$\text{Media geométrica} = \sqrt[N]{X_1 * X_2 * X_3 * \dots * X_N}$$

- La media armónica es otra de las medidas de tendencia central que se encuentra definida como una sucesión de datos recíprocos de la media o promedio aritmético de un conjunto de valores y se calcula así:

$$\frac{1}{H} = \frac{\frac{1}{X_1} + \frac{1}{X_2} + \frac{1}{X_3} + \dots + \frac{1}{X_n}}{N}$$

Se sabe que en el análisis estadístico muchas veces, no basta el cálculo e interpretación de las medidas de tendencia central o de posición, ya que, cuando pretendemos representar toda una información con la media aritmética, no estamos siendo absolutamente fieles a la realidad, pues suelen existir datos extremos inferiores y superiores a la media aritmética, los cuales, en honor a la verdad, no están siendo bien representados por este parámetro. Si tenemos dos informaciones con igual media aritmética, no significa, que las distribuciones sean exactamente iguales, por lo tanto, debemos analizar el grado de homogeneidad entre sus datos. Por ejemplo, los valores 10, 100, 190 tiene igual media aritmética, y mediana que los valores 98, 100, 102; sin embargo, para la primera información

la media aritmética, se encuentra muy alejada de los valores extremos 10 y 190, cosa que no ocurre con la segunda información que posee igual media aritmética y mediana, vemos entonces que la primera información es más heterogénea o dispersa que la segunda, motivo por el cual hay que hablar de:

- El rango o recorrido es la medida de dispersión más sencilla ya que solo considera los dos valores extremos de una colección de datos, sin embargo, su mayor utilización está en el campo de la estadística no paramétrica.

$$R = X_{\max} - X_{\min}$$

Donde,

X_{\max} , X_{\min} son el máximo y el mínimo valor de la variable X , respectivamente.

El problema de los signos en la desviación media, es eludido tomando los valores absolutos de las diferencias de los datos con respecto a la media aritmética. Ahora bien, la varianza obvia los signos elevando las diferencias al cuadrado, lo cual resulta ser más elegante, aparte de que es supremamente útil en el ajuste de modelos estadísticos que generalmente conllevan formas cuadráticas.

La varianza es uno de los parámetros más importantes en estadística paramétrica, se puede decir que, teniendo conocimiento de la varianza de una población, se ha avanzado mucho en el conocimiento de la población misma. Numéricamente definimos la varianza, como la media de los cuadrados de las

desviaciones de las mediciones respecto a su propia media μ la varianza poblacional se define por :

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \mu)^2}{N}$$

nótese que $\sigma^2 =$ varianza poblacional

$N =$ el numero de mediciones en una población.

X_i : Diferentes valores de la variable X

μ : Media poblacional de los datos.

La varianza de una muestra de n mediciones es suma de los cuadrados de las desviaciones de las mediciones respecto a su media dividida entre $n - 1$. la varianza muestral se denota por S^2 .

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

nótese que $S^2 =$ varianza muestral

$n =$ El numero de mediciones en una muestra.

$\bar{x} =$ media muestral de los datos

La desviación estándar de un conjunto de n mediciones es igual a la raíz cuadrada positiva de la varianza

La desviación estándar muestral quedaría así.

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

y la desviación estándar poblacional quedaría así.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \mu)^2}{N}}$$

- Generalmente interesa establecer comparaciones de la dispersión, entre diferentes muestras que posean distintas magnitudes o unidades de medida. El coeficiente de variabilidad tiene en cuenta el valor de la media aritmética, para establecer un número relativo, que hace comparable el grado de dispersión entre dos o mas variables, y se define como:

$$CV = \frac{S}{\bar{x}}$$

donde:

\bar{x} : Media muestral de los datos.

S: Desviación típica muestral

CV: Coeficiente de variabilidad.

PARTE EXPERIMENTAL

Procedimientos

1. Tenemos una cierta población N de datos (N es el número total de estudiantes existente en el laboratorio), se debe tomar la estatura de todos los estudiantes de esta asignatura. Se requiere caracterizar esta población, para esto el docente deberá incentivar a los diferentes grupos a construir una distribución de frecuencias o gráfico de frecuencias por medio de los siguientes pasos.

Se toma el flexómetro y se va anotando en la Tabla 6-3 las diferentes estaturas (datos) de cada uno de los integrantes del grupo. Al finalizar esta operación el grupo intercambia con los otros grupos del laboratorio los diferentes datos obtenidos en las pruebas.

Se debe hallar:

1. El promedio de las observaciones.
2. La moda
3. La mediana
4. La media geométrica
5. La media hipergeométrica
6. El rango o recorrido
7. La desviación media
8. La varianza y desviación típica o estándar

9. El coeficiente de variabilidad

1. ¿Cuales son los valores máximos y mínimos.?
2. ¿hay resultados mas frecuentes que otros, cuales son?
3. ¿Qué fracción de la población se encuentra entre los 1,60 y 1,70 Mt.
4. ¿Cuál es la utilidad de las medidas de dispersión?
5. ¿Cuál es la medida adecuada para comparar la dispersión entre varias variables que posean diferente magnitud o diferente unidad de medida?

6.3.3. Práctica 3.

Asignatura: Estadística I	Equipos y materiales
Laboratorio No.	Agitador de dados y Juego de tres dados.
Tema: TEORIA DE PROBABILIDAD	Agitador pequeño de lona, 40 bolas rojas, 10 blanca y 30 azules. Memos y equipo de computo.

OBJETIVOS:

- ✓ Proporcionar al estudiante los principios teóricos y las bases prácticas fundamentales, en lo concernientes a la teoría de las probabilidades, aplicada a un gran número de procesos estocásticos que se presentan en el área de la ciencias económica.
- ✓ Familiarizar al alumno con el concepto de variabilidad y reconocer a la Estadística como una ciencia cuyos métodos, permitan el tratamiento sistemático de fenómenos que involucran variaciones aleatorias y a la Probabilidad como la disciplina que estudia los modelos con los que pueden describirse dichos fenómenos.

CONCEPTOS TEORICOS

La teoría de la probabilidad es un campo de las matemáticas extremadamente ricas en paradojas, verdades que chocan tan fuertemente con el sentido común, que son difíciles de creer aún después de habérsenos enfrentado con sus pruebas.

Cuando para resolver un problema se realizan cálculos matemático, lo que se hace es aplicar un modelo matemático a un fenómeno de la realidad. En esta guía se empleara un modelo probabilístico, el cual trae como resultado la probabilidad de que suceda o no un evento X , por ejemplo, la probabilidad de que una empresa suba un cierto porcentaje sus ventas con relación al periodo anterior. El resultado no es un valor determinado, sino la probabilidad de un valor.

La probabilidad se presenta cuando nos enfrentemos a una situación de azar, la cual esta relacionada con el desconocimiento y la incertidumbre, que en las situaciones o experimentos aleatorios tenemos dos elementos esenciales:

1. La lista de posibilidades a futuro o espacio muestral, que es el conjunto de todos los posibles resultados de un experimento o situación aleatoria.
2. La cuantificación de la incertidumbre sobre esa lista de posibilidades viene a ser la asignación de probabilidades de un evento; la cual se establece como el

número de resultados favorables al evento obtenidos entre el número de resultados posibles, es decir:

$P(A) = n / N$; donde

n = número de resultados favorables al evento obtenidos y N = el número de resultados posibles.

Puesto que en cada experimento aleatorio hay una asignación primaria de probabilidades. Basados en la experiencia o en razonamientos de simetría, a cada elemento del espacio muestral le asignamos una evaluación de qué tan factible es. Esta evaluación se refleja en un porcentaje (número entre 0 y 1). Entre más factible sea el resultado, mayor es el porcentaje que se le asigna. Los casos extremos son:

Un evento que no puede suceder, tiene probabilidad cero. Muchas veces estos eventos con probabilidad cero son imposibles por alguna contradicción lógica en su definición.

Desde el punto de vista de la presencia o no de la contingencia en los resultados, si definimos experimentos determinísticos y experimentos aleatorios:

Experimento determinístico es aquel en el cual, bajo las mismas condiciones experimentales, las repeticiones del experimento absolutamente todas, siempre producen el mismo resultado.

El experimento Aleatorio, conservando las mismas condiciones experimentales, los resultados no se pueden predecir, con exactitud, para ninguna repetición.

Como los eventos son subconjuntos del espacio muestral, todas las operaciones con conjuntos se pueden llevar a cabo entre los eventos. Veamos algunos ejemplos de interpretación de algunas operaciones de conjuntos.

Si A y B son eventos mutuamente excluyentes, entonces la probabilidad que ocurra A o B estará dada por

$$P(A \cup B) = P(A) + P(B).$$

La probabilidad de que los eventos A y B, ocurran es

$$P(AB) = P(A) P(B/A) = P(B) P(A/B).$$

Si A y B son eventos independiente

$$P(A \cap B) = P(A)P(B).$$

De manera similar, si A, B Y C son eventos mutuamente independiente, entonces la probabilidad que ocurra A, B y C será.

$$P(ABC) = P(A)P(B)P(C).$$

Evento complementario. El complemento A', de un conjunto A es la colección de los puntos que no están en el conjunto A. De aquí se deduce, después de un poco

de reflexión, que cuando no se realiza el evento A entonces se realiza el evento A'.

Desde el punto de vista de las probabilidades :

$$P(A') = 1 - P(A).$$

PARTE EXPERIMENTAL

Procedimientos

1. Colocar en un agitador tres dados, luego estos se lanzan cien veces y se anota en la tabla 6-4 el número que aparece en la cara superior de los dados, en cada uno de los lanzamientos realizados.

2. Contar el numero de veces que salieron cada una de las caras de los dados y se anotan los resultados en la tabla en la Tabla 6-5, donde se registran los datos de las frecuencias obtenidas por cada grupo.
 - a. Determinar la frecuencia total de todos los grupos.
 - b. Calcular la probabilidad experimentada para cada una de las cara de los dados y compárela con la probabilidad teórica de cada una de las cara.
 - c. Establezca cual es la probabilidad de obtener uno o mas números pares al realizar el lanzamiento de los tres dados.

3. En un agitador de lona se colocan cuarenta bolitas rojas, diez bolitas blancas y treinta bolitas azules, se revuelven y sin observar se extraen al azar tres bolitas, una a la vez y :

- a. calcular la probabilidad de que la primera bola extraída sea blanca.
- b. teniendo en cuenta la primera bola extraída, calcular la probabilidad de obtener en la segunda sacada una bola del mismo color (sin reposición de elementos).
- c. teniendo en cuenta la primera bola extraída, calcular la probabilidad de sacar en la segunda extracción una bola de color rojo (sin reposición de elementos).
- d. teniendo en cuenta la primera y la segunda bola extraída, calcular la probabilidad de que la tercera bola extraída sea de un color diferente a las bola extraídas anteriormente.

4. Determine el numero de mujeres y hombres de su salón de clase, establezca el porcentaje de cada grupo; Suponga que 20% de las mujeres y 25% de los hombres, fuman cigarrillos respectivamente. ¿Cuál es la probabilidad de que si se toma un estudiante al azar, este sea:

- a) Una mujer fumadora ?
- b) Un hombre fumador ?
- c) Una persona fumadora (sin importar sexo)?

Tabla 6-5

Cara obtenida	Frecuencia de las caras obtenidas por cada grupo												Frec. Total todo grup.	Probab. Experim.	Probab . Teorica
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
1															
2															
3															
4															
5															
6															
N° Tiradas															

6.3.4. Práctica 4.

Asignatura: Estadística I	Equipos y materiales
Temas:	Agitador de dado.
DISTRIBUCIONES DE PROBABILIDAD	Juego de cinco dados
Distribución Binomial	Hojas para grafico
	Memos

OBJETIVOS

- Comprobar la teoría que se maneja en la distribución Binomial.
- Incentivar en el estudiante el interés investigativo, despertar su capacidad deductiva y el análisis.

- Evaluar en el estudiante la comprensión de los conocimientos teóricos y su engranaje con las experiencias prácticas.

CONCEPTOS TEÓRICOS

Hay algunas variables aleatorias discretas que se usan muy frecuentemente en una gran cantidad de aplicaciones. Estas son distribuciones especiales como la Binomial, la Hipergeométrica y la de Poisson.

DISTRIBUCIÓN BINOMIAL

la distribución binomial se caracteriza por que:

- ✓ Cada prueba tiene sólo dos posibles resultados genéricamente llamados éxito y fracaso.
- ✓ El resultado de cada prueba es independiente del resultado de las demás pruebas, es decir que la probabilidad de éxito no cambia de una prueba a otra.
- ✓ En esta distribución interesa sólo el número total de éxitos X y no el orden en que hayan ocurrido.

La distribución Binomial se suele representar por $B(n,p)$ siendo n y p los parámetros de dicha distribución donde:

- ✓ n es el número de intentos
- ✓ p la probabilidad de éxito
- ✓ q representa la probabilidad de fracaso $q = 1 - p$
- ✓ La media de la binomial es: $E(X) = \mu = n p$
- ✓ La varianza: $\text{var}(X) = \sigma^2 = n p q$
- ✓ La desviación típica es: $\sigma = \sqrt{n p q}$

Todo experimento que tenga estas características diremos que sigue el modelo de la distribución Binomial. A la variable X que expresa el número de éxitos obtenidos en cada prueba del experimento, la llamaremos variable aleatoria binomial, la cual es una variable aleatoria discreta, que sólo puede tomar los valores $0, 1, 2, 3, 4, \dots, n$ suponiendo que se han realizado n pruebas. Como hay que considerar todas las maneras posibles de obtener k -éxitos y $(n-k)$ fracasos debemos calcular éstas por combinaciones (número combinatorio n sobre k).

La función de probabilidad de la distribución Binomial esta dada por:

$$P(X = k) = {}_n C_k p^k q^{(n-k)}, \text{ para } k \text{ en } \{0,1,2,\dots,n\}$$

donde ${}_n C_k$ denota las combinaciones de k objetos tomados de un total de n :

$${}_n C_k = [n!] / [k!(n-k)!]$$

la función de probabilidad de la distribución Binomial es también denominada función de la distribución de Bernoulli para cuando $n=1$.

PARTE EXPERIMENTAL

Procedimientos

1. Los estudiantes para la realización de esta práctica deben tomar cinco dados (con el objetivo de ahorrar tiempo en la consecución de los datos), y colocarlos en el con agitador de dados, moverlos y lanzarlos 20 veces.

2. Anotar todos los resultados obtenidos en cada uno de los lanzamiento realizados en la tabla 6-6.

3. Intercambiar estos resultados obtenidos, con los demás grupos de trabajo que se encuentran en el laboratorio, de forma que se obtenga la mayor cantidad de datos posibles.

4. Luego cada grupo de manera independiente toma como referencia una cara del dado(de tal forma que entre todos los grupos trabajen todas las superficies del dado), y establecer para esta la proporción de éxitos obtenidos en la prueba (tomando como éxito el numero de veces que salió la cara escogida).

- ✓ Determinar la frecuencia experimental con la que aparece cada una de las caras y compárela con la frecuencia teórica. Tabla 6- 7.

- ✓ .Determinar la media, la varianza y la desviación para esta distribución.

- ✓ Calcular la probabilidad de obtener un tres, en el primer lanzamiento de los dados.

- ✓ Calcular la probabilidad de sacar un dos al realizar los 10 lanzamientos de los dados.

- ✓ Establezca la probabilidad de obtener mas de tres cara con numero par en un lanzamiento de los dados.

- ✓ Calcular la probabilidad de que en los diez lanzamientos de los dados no salga un cinco.

- ✓ Determinar el numero posible de resultados diferentes, que se pueden presentar en los diez lanzamientos de los dados.

Tabla N° 6 –7

Cara obtenida	Frecuencia de las caras obtenidas por cada grupo												Frec. Total de los Todos grupo	Proba bilidad. Experime ntal	Probabili dad. Teórica	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
1																
2																
3																
4																
5																
6																
N° Tiradas																

6.3.5. Práctica 5.

Asignatura: Estadística I	Equipos y materiales Equipo de Computo Hojas para grafico Memos
Temas: DISTRIBUCIONES DE PROBABILIDAD Distribución Hipergeometrica	

OBJETIVOS

- Colocar en práctica los conceptos manejados en la distribución hipergeometrica.

- Incentivar al estudiante a desarrollar ejercicios y problemas con ayuda de los equipo de computo, proporcionando las base en el manejo de software.

CONCEPTOS TEÓRICOS

DISTRIBUCIÓN HIPERGEOMÉTRICA

Se tiene un grupo de N objetos de los cuales k son éxitos y el resto, $(N-k)$, son fracasos. Se seleccionan n de los N , sin reemplazo. La variable aleatoria X que interesa es el número total de éxitos entre los n seleccionados y nó el orden en que salieron. En estas condiciones la variable aleatoria X tiene una distribución hipergeométrica y su imagen es $\{0,1,2,\dots,n\}$. La función de probabilidad en esta distribución está dada por:

$$P(X=x) = \frac{[kC_x (N-k)C_{(n-x)}]}{[NC_n]}; \text{ para } x \text{ en } \{0,1,\dots,n\}$$

La media es: $E(X) = nk/N$

La varianza: $\text{var}(X) = [N-n]/[N-1] n (1-k/N) k/N$

PARTE EXPERIMENTAL

- Procedimientos

Con ayuda del sistema de computo realice:

Para de un lote de 40 artículos, de los cuales se seleccionan al azar 5 para probarlos y si de estos más de 2 fallan la prueba, se rechaza el lote completo.

- ✓ ¿ Dado que el muestreo se hace sin reemplazo, cuál es la probabilidad de rechazar el lote, si este tiene 8 artículos defectuosos?

- ✓ Para mejorar el proceso de selección, los ingenieros deciden rechazar el lote cuando haya 2 o más artículos defectuosos. ¿Cuál es entonces la probabilidad de rechazar el lote? Los parámetros permanecen iguales lo que cambia es la probabilidad.

- ✓ Si de este lote los artículos defectuoso fueran 4 y se acogieran al azar ocho elemento, calcular la probabilidad de no encontrar en la muestra artículos defectuoso.

- ✓ En el salón de tercer año de una escuela hay 35 alumnos, de los cuales 10 son niñas y 25 niños. Se nombra un comité de 7 alumnos que represente al salón. La selección se hace al azar. ¿Qué probabilidad hay de que en el comité haya mayoría de niñas?

6.3.6. Práctica 6

Asignatura: Estadística I	Equipos y materiales Caja binomial Hoja de calculo
Temas: DISTRIBUCIONES DE PROBABILIDAD Distribución de Poisson	

OBJETIVOS

- Demostrar que la ley de Poisson puede ser utilizada como una aproximación a la ley Binomial.
- Demostrar las propiedades y características de la ley de poisson.
- Introducir al estudiante en la interpretación de los datos y la elaboración de el informe de laboratorio. incluyendo toma de datos, cálculos y conclusiones.
- Familiarizar al estudiante con la experimentación y manejo de instrumentos de medición.

CONCEPTOS TEÓRICO

DISTRIBUCIÓN DE POISSON

Es un modelo de distribución de frecuencia relativa, del número de eventos que ocurre en una unidad de tiempo, distancia, espacio, etc.

propiedades:

- ✓ El número de resultados que ocurren en un intervalo de tiempo o región específicos es independiente de el número que ocurre en cualquier otro intervalo de tiempo o región del espacio.
- ✓ La probabilidad de que un resultado muy sencillo ocurra en un intervalo de tiempo muy corto o en una región pequeña es proporcional a la longitud del intervalo de tiempo o al tamaño de la región.
- ✓ La probabilidad de que más de un resultado ocurra en un intervalo de tiempo tan corto o en esa región tan pequeña es despreciable.

En general, el modelo de la Distribución de Poisson se puede expresar matemáticamente como una Variable Aleatoria X , que toma valores posibles enteros y discretos tal que:

$$P(X=k) = \frac{e^{-\mu} \mu^k}{k!} \text{ para } k = 0, 1, 2, \dots, n$$

$$E(X) = \mu$$

La distribución de Poisson se puede utilizar como una aproximación de la distribución binomial cuando el tamaño de la muestra tiende a infinito, y p es muy pequeño y la media $\mu = np$.

p es una proporción de la población que posee un atributo.

n es el tamaño de la muestra.

Procedimiento

Con ayuda de la caja binomial, tomar 150 muestras de tamaño 10.

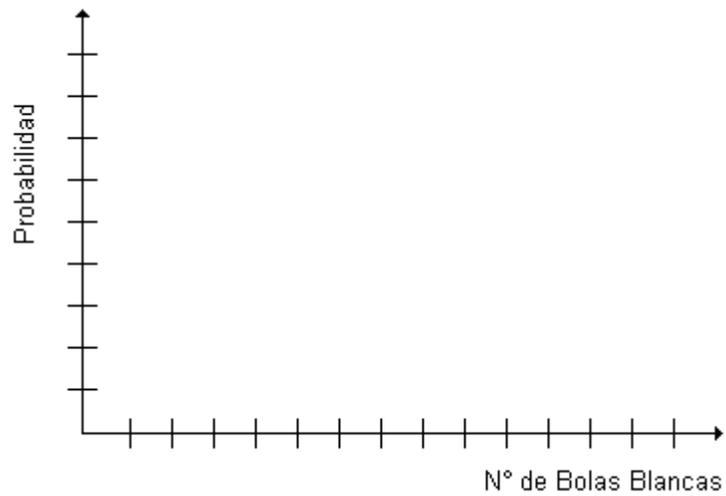
Anotar los datos en la tabla 6-8 el número de bolas blancas obtenidas en cada muestra. La proporción de bolas blancas es de $p = 0,125$.

- ✓ Determine la probabilidad experimental de hallar 0,1,2,3,4 y más de 4 bolas blancas en la muestra y registrar estas en la tabla 6-9
- ✓ Determine la probabilidad teórica de Poisson y la probabilidad teórica binomial, anotar los datos en la tabla 6-9.
- ✓ Compare la probabilidad experimental hallada con la probabilidad teórica de Poisson y la probabilidad teórica binomial.
- ✓ Grafique las probabilidades obtenidas tomando los datos de la Gráfica 6-1

Tabla 6-9

Numero de bolas blancas en la muestra	Frecuencia Experimental	Probabilidad Experimental	Probabilidad Teórica de Poisson	Probabilidad Teórica Binomial
1				
2				
3				
4				
4				
Más de 4				

Grafica 6-1



6.3.7. Práctica 7.

Asignatura: Estadística I	Equipos y materiales
Temas: DISTRIBUCIONES DE PROBABILIDAD Distribución Normal	Balanza 100 bolsas de arena de playa Hojas para grafico Memos

OBJETIVOS

- Colocar en práctica los conceptos teóricos que maneja la distribución normal.
- Capacitar al estudiante en el manejo y el análisis de dato para que aprenda hallar los diferentes valores bajo la curva.
- Familiarizar al estudiante con el manejo y análisis de la tabla de distribución normal.

CONCEPTOS TEORICOS

DISTRIBUCION NORMAL

La distribución de probabilidad normal esta dada por la ecuación

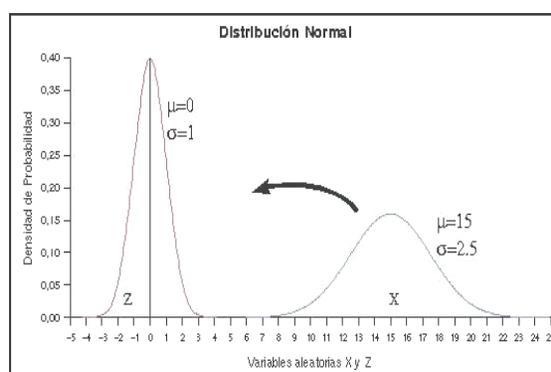
$$f(x) = \frac{e^{-(x-\mu)^2/2\sigma^2}}{\sigma\sqrt{2\pi}} \quad (-\infty < x < \infty)$$

donde los símbolos e y π representan numeros irracionales cuyos valores son aproximadamente $e = 2.7183$ y $\pi = 3.1416$.

μ y σ son la media y la desviación estándar poblacional

la distribución normal se representa gráficamente como la curva acampanada que se muestra en la figura (Figura 6 – 8) la cual es simétrica respecto a la media μ , donde la ecuación para la función de densidad se deduce de manera que el área debajo de la curva representa la probabilidad, por lo tanto el área total bajo la curva es igual a 1.

Figura 6 - 8. Distribución normal.



Usos de la normal. La normal no estándar

En los casos en que este modelo se usa, generalmente:

- ✓ el valor central o promedio vale μ (distinto de cero)
- ✓ la unidad de medida o desviación estándar es σ (distinta de uno).

La Distribución Normal o de Gauss, que es una curva con forma de campana, con eje de simetría en el punto correspondiente al promedio del universo μ . La distancia entre el eje de simetría de la campana y el punto de inflexión de la curva es igual a σ , la desviación estándar de la población. El área total debajo de la curva es igual a 1. Es importante ver que los únicos parámetros necesarios para dibujar el gráfico de la distribución normal son μ y σ (Media y desviación estándar de la población). Con estos dos parámetros sabemos donde situar la campana de Gauss.

Para calcular en este caso no estándar, es preciso hacer una transformación que se llama estandarización. Esta estandarización es una codificación de los valores.

La fórmula para estandarizar es:

$$Z = \frac{(X - \mu)}{\sigma}$$

Esta distribución es frecuentemente utilizada en las aplicaciones estadísticas. Su propio nombre indica su extendida utilización, justificada por la frecuencia o normalidad con la que ciertos fenómenos tienden a parecerse en su comportamiento a esta distribución.

El valor medio se define por:

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

la desviación estándar esta dada por:

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

Cuando el número de datos es pequeño, suele preferirse el cálculo de la desviación estándar por la ecuación:

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

La primera formula suele llamarse desviación estándar de población, y la segunda desviación estándar muestral. Las dos expresiones se emplean, aunque en la práctica, y si el número de medidas es grande, la diferencia entre emplear una u otra es muy pequeña, La más empleada es la segunda. Sin embargo la primera expresión conduciría a un error nulo en el calculo de este parámetro.

PARTE PRACTICA

Procedimientos

Para la realización de esta práctica el estudiante deberá:

- Con ayuda de la balanza pesar las cien bolsas de arena que le fueron suministradas y anotar los resultados correspondientes en la tabla 6-10

- Organizar los datos, realizar la distribución de frecuencia de los datos con la ayuda de la tabla 6-11 y graficar (grafica 6-2) para establecer que tipo de distribución sigue.

- Calcular la media, la varianza y desviación estándar para el conjunto de datos obtenidos.

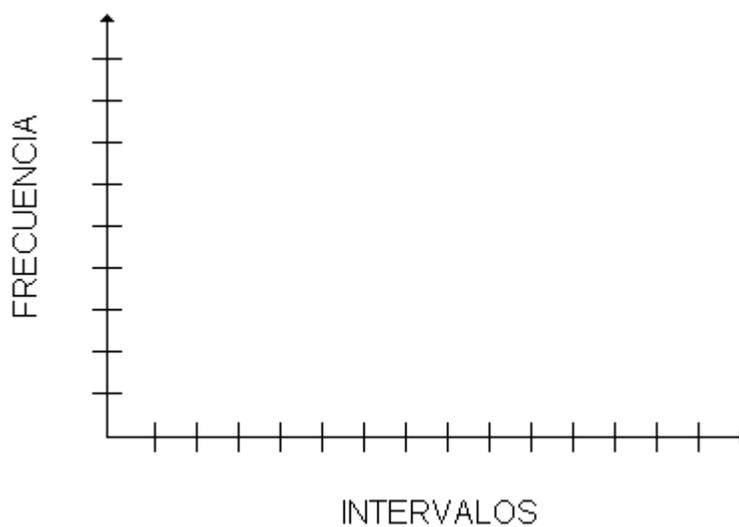
Tabla 6-10

N°	PESO	N°	PESO	N°	PESO	N°	PESO
1		26		51		76	
2		27		52		77	
3		28		53		78	
4		29		54		79	
5		30		55		80	
6		31		56		81	
7		32		57		82	
8		33		58		83	
9		34		59		84	
10		35		60		85	
11		36		61		86	
12		37		62		87	
13		38		63		88	
14		39		64		89	
15		40		65		90	
16		41		66		91	
17		42		67		92	
18		43		68		93	
19		44		69		94	
20		45		70		95	
21		46		71		96	
22		47		72		97	
23		48		73		98	
24		49		74		99	
25		50		75		100	

Tabla 6-11

CLASE	INTERVALOS DE CLASE	FRECUENCIA f	MARCA DE CLASE x	fx	fx^2
TOTAL		$\Sigma f =$		$\Sigma fx =$	$\Sigma fx^2 =$

Grafica 6-2



6.3.8. Práctica 8

Asignatura: Control Estadístico de la Calidad.	Equipos y materiales Calibrador pie de rey Memos y equipo de computo Hoja de grafico de control 100 Trozos de madera
Temas: Gráficos de Control por variables.	

OBJETIVOS

- Familiarizar al estudiantes con la utilización de las cartas de control.

- Brindar a los estudiantes herramientas que le permitan detectar no conformidades en los procesos, para así tomar medidas correctivas mejorando la calidad del sistema.
- Incentivar al estudiantes en el manejo de instrumentos de medición y software enfocados al control de procesos.

CONCEPTOS TEORICOS

Un gráfico de control es una herramienta estadística utilizada para evaluar la estabilidad de un proceso. Permite distinguir entre las causas de variación. Todo proceso tendrá variaciones, pudiendo éstas agruparse en:

Causas aleatorias de variación. Son causas desconocidas y con poca significación, debidas al azar y presentes en todo proceso, estas son de difícil identificación y eliminación

Causas específicas (imputables o asignables). Normalmente no deben estar presentes en el proceso. Provocan variaciones significativas. estas causas pueden ser descubiertas y eliminadas, para alcanzar el objetivo de estabilizar el proceso.

Los gráficos de control fueron ideados por Shewhart durante el desarrollo del control estadístico de la calidad. Han tenido una gran difusión siendo ampliamente utilizados en el control de procesos industriales. Sin embargo, con la reformulación

del concepto de Calidad y su extensión a las empresas de servicios y a las unidades administrativas y auxiliares, se han convertido en métodos de control aplicables a procesos llevados a cabo en estos ámbitos.

Existen diferentes tipos de gráficos de control:

- De datos por variables. Que a su vez pueden ser de media y rango, mediana y rango, y valores medidos individuales.
- De datos por atributos. Del estilo aceptable / inaceptable, sí / no,...

VENTAJAS

- Permite distinguir entre causas aleatorias y específicas de variación de los procesos, como guía de actuación de la dirección.
- Los gráficos de control son útiles para vigilar la variación de un proceso en el tiempo, probar la efectividad de las acciones de mejora emprendidas, así como para estimar la capacidad del proceso.
- Ayudan al perfeccionamiento de los procesos, para que se comporten de manera uniforme y previsible obteniendo mejor calidad, mayor eficacia y menores costos.

- Proporcionan un lenguaje común para el análisis del rendimiento del proceso.

Todo proceso de fabricación funciona bajo ciertas condiciones o variables que son establecidas por las personas que lo manejan para lograr una producción satisfactoria. En el proceso de control estadístico se debe calcular el promedio de la variable que se está evaluando y su desviación estándar mediante las siguientes expresiones:

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{N}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (\bar{X} - X_i)^2}{N}}$$

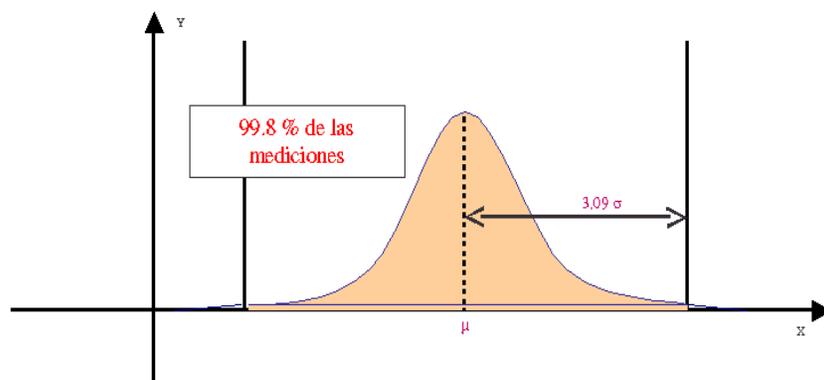
Luego se calculan los Límites de Control de la siguiente manera:

$$\text{Lim. Superior} = \bar{X} + 3\sigma$$

$$\text{Lim. Inferior} = \bar{X} - 3\sigma$$

Estos límites surgen de la hipótesis de que las observaciones en estudio siguen una distribución normal. En general se utilizan límites de 2 sigmas ó de 3 sigmas alrededor del promedio. En la distribución normal, el intervalo de 3,09 sigmas alrededor del promedio corresponde a una probabilidad de 0,998.

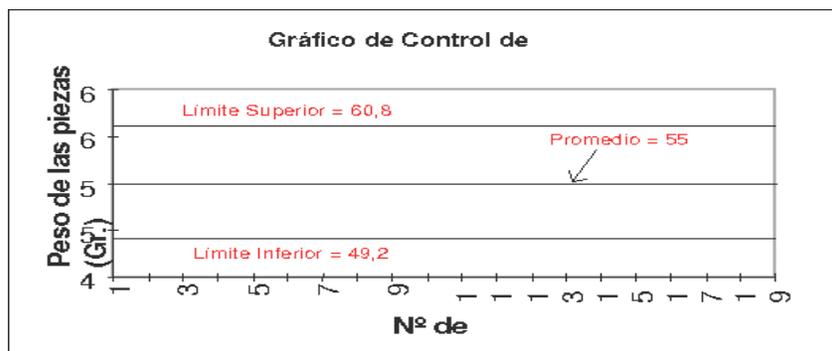
Figura 6 – 9. Distribución normal con límites de sigmas



Entonces, se construye un gráfico de prueba y se traza una línea recta a lo largo del eje de ordenadas (Eje Y), a la altura del promedio (Valor central de las observaciones) y otras dos líneas rectas a la altura de los límites de control (ver Figura 6 – 10), En este gráfico se representan los puntos correspondientes a las observaciones con las que se calcularon los límites de control y se analiza detenidamente para verificar si está de acuerdo con la hipótesis de que la variabilidad del proceso se debe sólo a un sistema de causas aleatorias o si, por el contrario, existen causas asignables de variación.

Esto se puede establecer porque cuando la fluctuación de las mediciones se debe a un sistema constante de causas aleatorias la distribución de las observaciones es normal y la mayor parte de los puntos se sitúa muy cerca del promedio, algunos pocos se alejan algo más y prácticamente no hay ninguno en las zonas más alejadas:

Figura 6 – 10. Límites de gráficos de control.



Si sólo hay pocos puntos fuera de control (2 ó 3), estos se eliminan, se recalculan la media, desviación standard y límites de control con los restantes, y se construye un nuevo gráfico de prueba. Cuando las observaciones no siguen un patrón aleatorio, indicando la existencia de causas asignables, se hace necesario investigar para descubrirlas y eliminarlas. Una vez hecho esto, se deberán recoger nuevas observaciones y calcular nuevos límites de control de prueba, comenzando otra vez.

cuando se encuentra más de 1 punto fuera de los límites de control, esto indica que el sistema de causas aleatorias que provocaba la variabilidad habitual de las observaciones ha sido alterado por la aparición de una causa asignable que es necesario descubrir y eliminar.

PARTE EXPERIMENTAL

Procedimiento

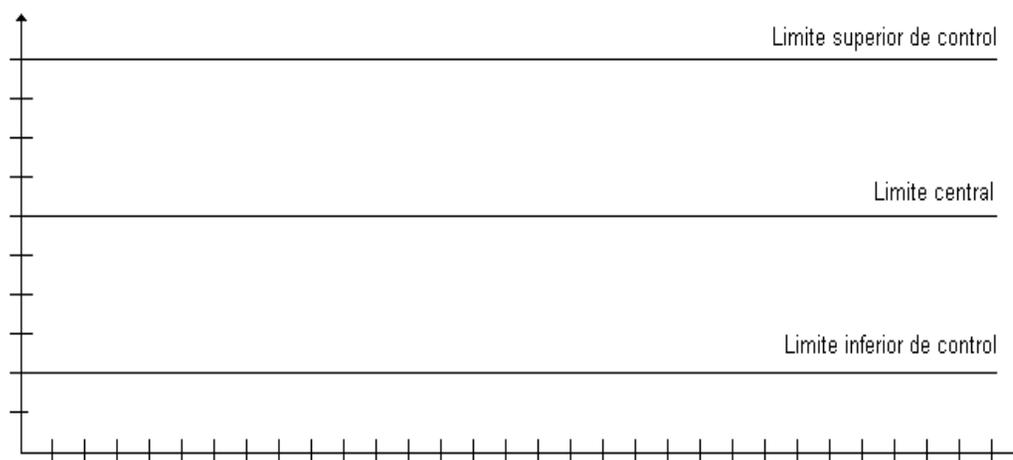
Para la realización de esta práctica el estudiante deberá medir la longitud de los trozos de madera e ir anotando los resultados obtenidos en la tabla 6-12. Luego se procederá a:

- Hallar la media y desviación
- Encontrar los límites de control
- Realizar el respectivo gráfico de control.
- Comprobar si el proceso cumple con las especificaciones.
- Si se requiere que la longitud de los trozos de madera sean de $E = 100\text{mm} \pm 3\text{mm}$, determinar si el proceso se encuentra bajo control estadístico.

Tabla 6-12

N°	Longitud	N°	Longitud	N°	Longitud	N°	Longitud
1		26		51		76	
2		27		52		77	
3		28		53		78	
4		29		54		79	
5		30		55		80	
6		31		56		81	
7		32		57		82	
8		33		58		83	
9		34		59		84	
10		35		60		85	
11		36		61		86	
12		37		62		87	
13		38		63		88	
14		39		64		89	
15		40		65		90	
16		41		66		91	
17		42		67		92	
18		43		68		93	
19		44		69		94	
20		45		70		95	
21		46		71		96	
22		47		72		97	
23		48		73		98	
24		49		74		99	
25		50		75		100	

Grafico 6-3



6.3.9. Práctica 9

Asignatura: Control Estadístico de la Calidad.	Equipos y materiales Balanza
Temas: Gráficos de Control \bar{x} , R.	Memos y equipo de computo Hoja de grafico de control 50 Trozos de madera

OBJETIVOS

- Colocar en práctica los gráficos de control para una variable continua.
- Analizar y aprender a manejar las tablas estadísticas.
- Analizar los gráficos de control para tomar decisiones adecuadas que mejoren el nivel de calidad de los procesos.

CONCEPTOS TEORICOS

Los gráficos \bar{x} , R se utilizan cuando la característica de calidad que se desea controlar es una variable continua.

Para entender los gráficos \bar{x} , R, es necesario conocer el concepto de Subgrupos (o Subgrupos racionales). Trabajar con subgrupos significa agrupar las mediciones que se obtienen de un proceso, de acuerdo a algún criterio. Los subgrupos se

realizan agrupando las mediciones de tal modo que haya la máxima variabilidad entre subgrupos y la mínima variabilidad dentro de cada subgrupo.

Hay dos maneras de obtener los subgrupos. Una de ellas es tomar varias muestras a intervalos regulares, por ejemplo cada hora:

La otra forma es tomar una muestra a lo largo del intervalo de tiempo correspondiente al subgrupo, por ejemplo cada 10 minutos.

Por cualquiera de los dos caminos, obtenemos grupos de igual número de mediciones. Para cada subgrupo calculamos el Promedio y el Rango (Diferencia entre el valor máximo y el valor mínimo).

Como ya se ha visto, para calcular los Límites de Control es necesario obtener un gran número de mediciones, divididas en subgrupos. Por ejemplo, obtener 30 subgrupos de 6 datos cada uno:

Después de calcular el Promedio y el Rango de cada subgrupo, se obtiene una tabla con estos datos y se calculan el promedio general de promedios de subgrupo y el promedio de rangos de subgrupo:

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\sum \bar{X}_i}{N}$$

\bar{X}_i Promedio de Subgrupo

N Número de Subgrupos

$$\bar{R} = \frac{\sum R_i}{N}$$

R_i Rango del Subgrupo

La desviación estándar del proceso se puede calcular a partir del rango promedio, utilizando el coeficiente d_2 (este valor d_2 se puede apreciar en las tablas estadísticas al final del presente capítulo), que depende del número de mediciones en el subgrupo, donde d_2 es una constante que hace de la \bar{R} un estimador insesgado cuando se realiza el muestreo de una población distribuida normalmente :

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

Con esto podemos calcular los Límites de Control para el gráfico de \bar{X} :

$$\text{Línea Central} = \bar{\bar{X}}$$

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

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

Este valor A_2 se puede identificar en las tablas estadísticas al final del presente capítulo.

se puede calcular los Límites de Control para el Gráfico de R:

$$\text{Línea Central} = \bar{R}$$

$$LCS = D_4 \bar{R}$$

$$LCI = D_3 \bar{R}$$

Este valor D_3 y D_4 se puede identificar en las tablas estadísticas al final del presente capítulo.

Construimos entonces un Gráfico \bar{X} de prueba y representamos los promedios de los subgrupos y un Gráfico R de prueba, donde representamos los rangos de los subgrupos. Si no hay puntos fuera de los límites de control y no se encuentran patrones no aleatorios, se adoptan los límites calculados para controlar la producción futura.

PARTE EXPERIMENTAL

- Procedimiento

El docente después de aclarar los conceptos teóricos, procederá a simular un muestreo por intervalos con la ayuda de los grupos de trabajo. Donde cada grupo tomará una muestra aleatoria con reemplazamiento de 30 trozos de maderas, tomando su peso como variable de medición y anotarlos en la tabla 6-13

Luego con los datos de los grupos impares 1,3,5,7,9 y 11 formaran 30 subgrupos de 6 muestras cada uno, anotándolos en la tabla 6-14. de igual manera se hará con los grupos pares 2,4,6,8,10 y 12, donde se calculará:

El promedio y el rango de cada subgrupo.

El promedio del promedio.

El promedio de los rangos.

Los límites de control.

Determinar si el proceso esta bajo control estadístico.

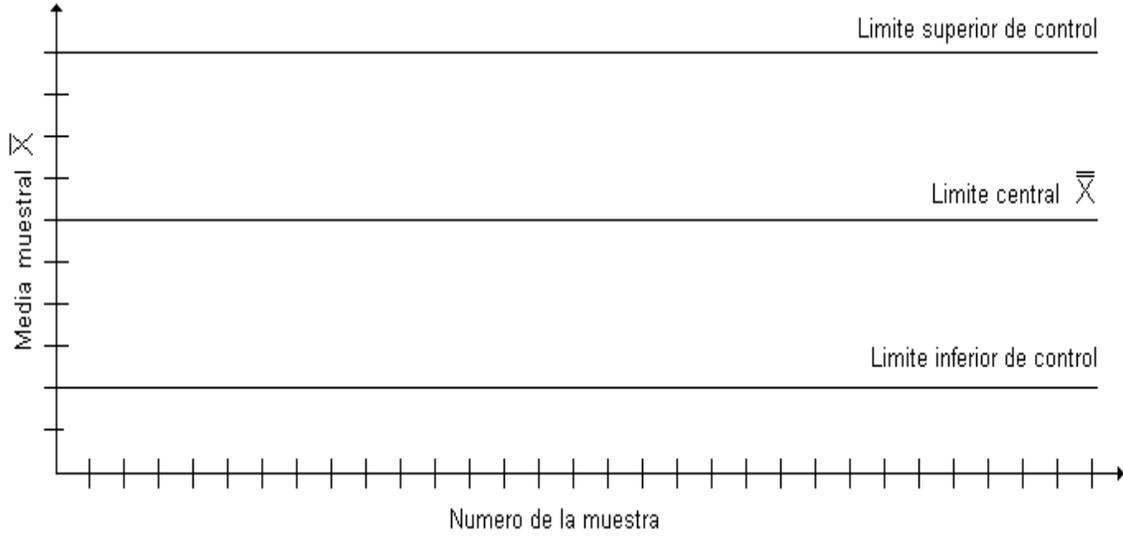
Realizar el Grafico de centramiento (cartas \bar{X}) en Grafica 6-4.

Realizar el Grafico de dispersión (cartas R) en el Grafica 6-5.

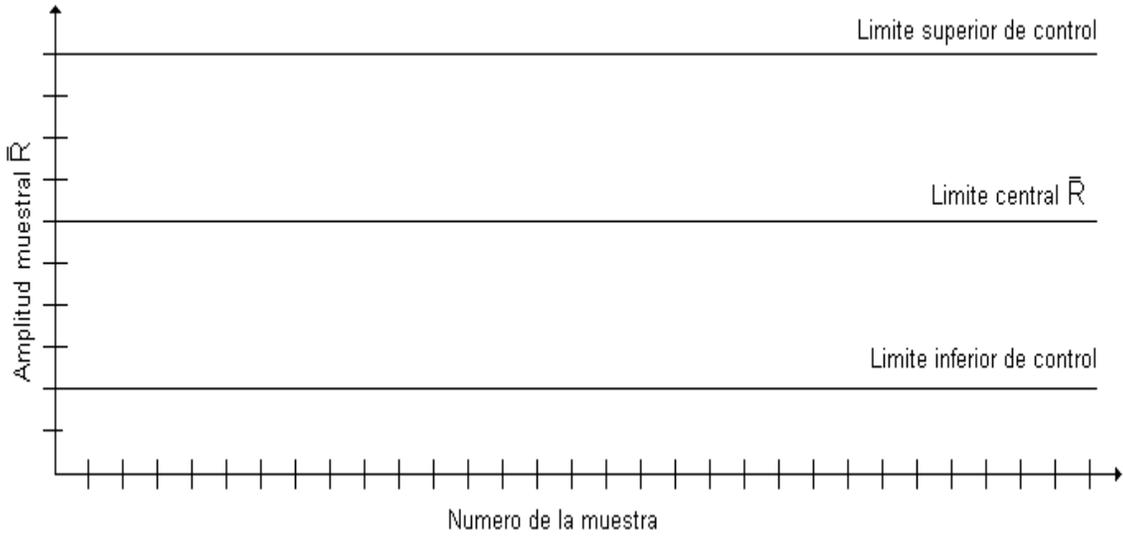
Tabla 6-13

Muestra N°	Datos del Grupo N°
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	
25	
26	
27	
28	
29	
30	

Grafica 6-4 Diagrama de Centramiento



Grafica 6-5. Diagrama de Dispersión



6.3.10. Práctica 10

Asignatura: Control Estadístico de la Calidad.	Equipos y materiales Memos y equipo de computo. Hoja de grafico de control 1 lote de 500 bolitas plástica. Un agitador grande de lona.
Temas: Gráficos de Control por atributos • Carta np (número de defectuosos)	

OBJETIVOS

- Establecer la diferencia entre los gráficos de control por variable y por atributos.
- Conocer como se debe manejar un muestreo para realizar un grafico de control np.
- Exigir formalidad en los trabajos entregados, tomando en cuenta el desarrollo lógico y el análisis hecho por el alumno.

CONCEPTOS TEORICOS

GRÁFICO DE CONTROL PARA EL NUMERO DE ARTICULOS DEFECTUOSOS

np (numero de defectuosos)

Muchas características de calidad se evalúan dando resultados como: conforme o inconforme, defectuoso o no defectuoso. Estas características de calidad se conocen como atributos.

La variable aleatoria número de defectuosos es una variable aleatoria discreta, porque puede tomar un número finito de valores, o infinito numerable. Los gráficos np se utilizan para controlar el número de defectuosos en una muestra.

¿Cuál es la probabilidad de tomar un elemento y que sea defectuoso? Imaginando la población del proceso trabajando siempre en las mismas condiciones, una cierta proporción p de estos serían defectuosos. Entonces, la probabilidad de tomar un elemento y que sea defectuoso es p .

En una muestra de n artículos, la probabilidad de encontrar:

0 defectuosos

1 defectuoso

2 defectuosos

n defectuosos

está dada por una distribución binomial con parámetros n y p .

Como sabemos, el promedio de la población es p y la varianza es $n.p.(1-p)$.

Para construir los gráficos de control np, en una primera etapa se toman N muestras (más de 20 ó 25) a intervalos regulares, cada una con n elemento. Se cuenta en cada muestra el Número de Defectuosos y se registra. Se obtendría una

Tabla donde se especifica el numero de la muestra y el numero de elementos defectuosos encontrados en cada muestra.

En el grafico np se suele utilizar el termino $(np)_i$ para designar a D_i = “numero de piezas defectuosas en la muestra numero i”, la fracción de defectuosos es:

$$\frac{D_i}{n}$$

D_i = N° Defectuosos en muestra i

n = N° elementos en la muestra

Entonces, se puede calcular el promedio de las fracciones de defectuosos en las muestras (\bar{p}) como:

$$\bar{p} = \frac{\sum \frac{D_i}{n}}{N}$$

donde, N = N° de muestras

y luego la Desviación estándar es:

$$\sigma = \sqrt{n \cdot \bar{p} \cdot (1 - \bar{p})}$$

Con esto podemos calcular los Límites de Control para el gráfico np:

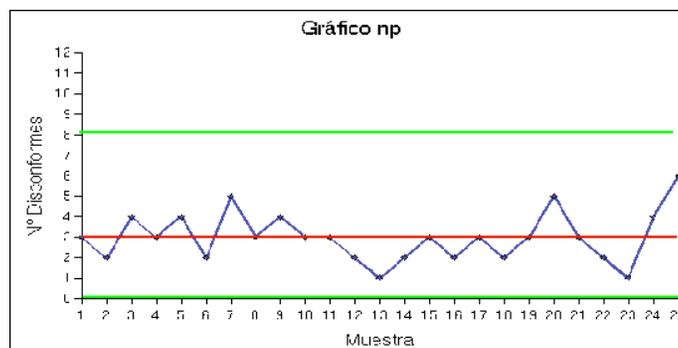
$$\text{Línea Central} = n \cdot \bar{p}$$

$$LSC = n \cdot \bar{p} + 3 \cdot \sqrt{n \cdot \bar{p} \cdot (1 - \bar{p})}$$

$$LIC = n \cdot \bar{p} - 3 \cdot \sqrt{n \cdot \bar{p} \cdot (1 - \bar{p})}$$

se construye entonces un Gráfico np (Ver figura 6-11), de prueba y representamos el número de defectuosos en las muestras:

Figura 6 – 11. Gráficos np.



Si no hay puntos fuera de los límites de control y no se encuentran patrones no aleatorios, se adoptan los límites calculados para controlar la producción futura. De lo contrario se toman las medidas y se realiza nuevamente los cálculos.

PARTE EXPERIMENTAL

Procedimientos

El estudiante para la realización de esta práctica deberá:

- Tomar un lote de 500 bolitas plástica y con ayuda del agitador realizar el muestreo aleatorio con reposición (del lote de 500 unidades se extraen 30 muestras de 12 elementos cada una).

- Inspeccionar los elementos escogidos, para determinar el numero de artículos defectuosos existentes en cada una de las muestras (si se toma como productos defectuosos aquellas bolitas con algún tipo de fisura, porosidad, deformidad o maltrato) .

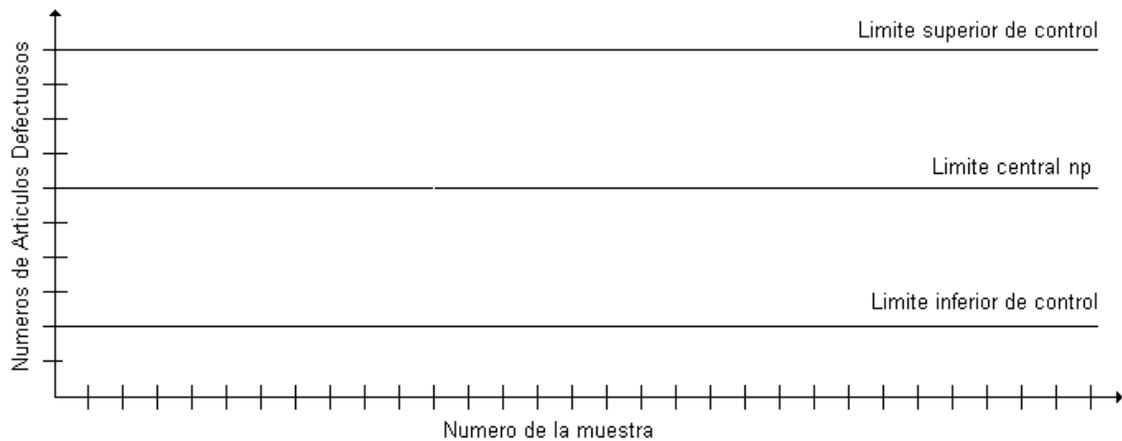
- tabular los datos obtenidos en la tabla 6-15 y establecer:

- a. Cual es la fracción de artículos defectuosos por muestra.
- b. la desviación estándar para este caso.
- c. Los limites de control.
- d. Los gráficos correspondientes (grafica 6-6).
- e. Que medidas se pueden tomar para mejorar el proceso de producción.

TABLA 6-15

MUESTRA NUMERO	TAMAÑO DE LA MUESTRA	Nº DE PIEZAS DEFECTUOSAS	MUESTRA NUMERO	TAMAÑO DE LA MUESTRA	Nº DE PIEZAS DEFECTUOSAS
1			16		
2			17		
3			18		
4			19		
5			20		
6			21		
7			22		
8			23		
9			24		
10			25		
11			26		
12			27		
13			28		
14			29		
15			30		

Grafica 6-6



6.3.11. Práctica 11

Asignatura: Control Estadístico de la Calidad.	Equipos y materiales 500 Tubos en PVC de ½ pulgada Memos y equipo de computo Hoja de grafico de control.
Temas: Gráficos de Control por atributos • Carta p (porcentaje de defectuosos)	

OBJETIVOS

- Fomentar en el alumno la capacidad de reconocer y establecer modelos apropiados para describir fenómenos aleatorios que surgen en sus áreas de especialidad en ingeniería.
- Encargar tareas donde los alumnos tengan que resolver problemas que involucren el empleo de varios conceptos, métodos o aspectos del curso incluyendo el uso de la tecnología para que de esta manera integren el material discutido en clase.
- Otorgar mayor énfasis a problemas aplicados y a la conexión entre matemática y los temas de la especialidad del alumno, sin descuidar los conceptos fundamentales del curso.

CONCEPTOS TEORICOS

GRAFICO DE CONTROL DE LA FRACCION DEFECTUOSA - CARTAS DE CONTROL p

Las cartas p son un tipo de cartas de control por atributos, las cuales controlan la fracción defectuosa o el porcentaje de defectuosos de un proceso y se usa tanto para muestras de tamaño variable como de tamaño constante a diferencia de la carta np que solo se utiliza para muestras de tamaño constante.

Las cartas de control p puede aplicarse desde una característica de calidad hasta un numero amplio de estas, ya que el resultado de una inspección consiste en clasificar un elemento, aceptado o rechazado.

La fracción de rechazo o la fracción defectuosa p se refiere a la relación entre el numero de elementos fuera de las especificaciones encontrados ya sea en una o varias inspecciones y a la cantidad total de elementos realmente inspeccionados. Se expresa como una fracción decimal.

La fraccion defectuosa se expresa como una fracción decimal y el porcentaje defectuoso como $100p$.

El comportamiento estadístico de la fracción defectuosa p o x / n (donde x es el numero de elementos defectuoso encontrados en una muestra de tamaño n) es el siguiente:

$$p \rightarrow x / n \sim N (p' ; \sqrt{p'(1-p') / n})$$

Se puede estimar el valor p' por medio del valor observado \bar{p} después de tener un número aceptable de muestras o lotes inspeccionados de la siguiente forma:

$$\bar{p} = \frac{\text{Numero total de defectuosos encontrados}}{\text{Numero total de inspeccionados}}$$

donde la σ será.

$$\sigma_{\bar{p}} = \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

para hallar los límites de control de gráfico p se utilizan las siguientes ecuaciones, si las muestras o lotes inspeccionados son de tamaño constante:

La Línea Central p es igual a $p' = \bar{p}$

El Límite de Control Superior es $p \rightarrow LCS_p = \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$

El Límite de Control Inferior es $p \rightarrow LCI_p = \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$

Estas cartas se aplican en situaciones cuando se inspecciona periódicamente una muestra n , para determinar sus elementos defectuosos, también cuando se inspecciona la producción diaria de una máquina, departamento o sección de una empresa y se clasifica como buena o defectuosa.

Si las muestra de o los lotes inspeccionados son de tamaño variable: en este caso los límites de control estadístico de la carta p son calculados para cada lote o

muestra, ya que estos están mas o menos alejados de la línea central según el valor de n. De acuerdo a esto resultara una línea quebrada en vez de una línea recta para cada limite de control.

Si la variación en el tamaño de la muestra o lote no es muy grande se puede fijar los limites se control usando n (promedio inspeccionado).

La Línea Central p es igual a $p' = \bar{p}$

El Limite de Control Superior es $p \rightarrow LCS_p = \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{\bar{n}}}$

El Limite de Control Inferior es $p \rightarrow LCI_p = \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{\bar{n}}}$

PARTE EXPERIMENTAL

Procedimientos

Una empresa de Cartagena que fabrica tubos en PVC y desea saber como se encuentra su proceso de producción en la línea de tubos de ½ pulgada, para eso los estudiantes deben:

- seleccionar treinta muestra de quince tubos e inspeccionarlos para determinar el numero de artículos defectuosos en cada muestra (los tubos defectuosos serán

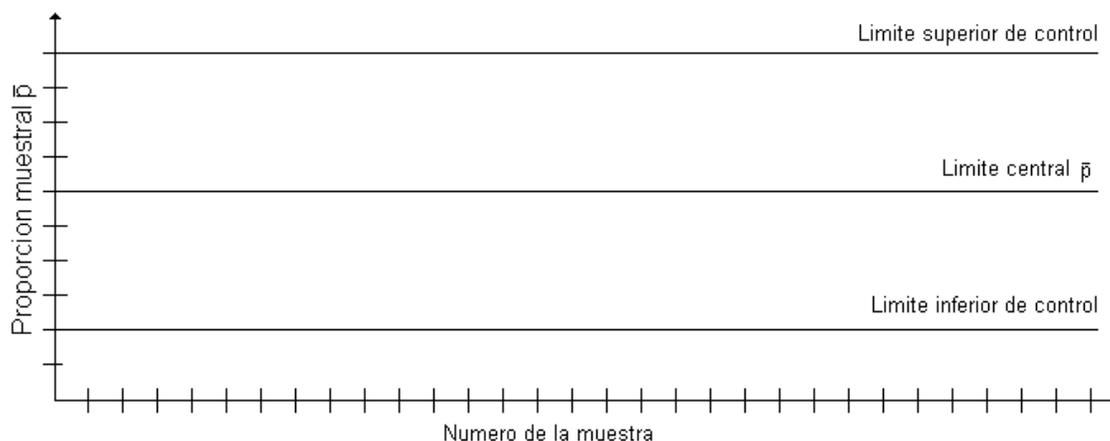
los que presenten fisuras, porosidades, deformaciones) y anotarlos en la tabla 6-16, para establecer:

- a. La fracción defectuosa obtenida por muestra.
- b. Los límites de control respectivos.
- c. Las gráficas de la carta de control. (gráfica 6-7)
- d. Que conclusiones se pueden sacar de los datos obtenidos.
- e. Que decisiones y medidas debe tomar la empresa para mejorar su proceso de producción.

TABLA 6-16

Numero de muestras	Tamaño de la muestra (n)	Unidades defectuosas por muestra (x)	Fraccion defectuosa (p)	Porcentaje defectuosa (100p)
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
TOTAL				

Grafica 6-7



6.3.12. Práctica 12

Asignatura: Control Estadístico de la Calidad.	Equipos y materiales 100 muestras de tela Muestreador Memos y equipo de computo Hoja de grafico de control
Temas: Gráficos de Control por atributo Carta de control c (numero de defectos)	

OBJETIVOS

- Proporcionan al estudiante un lenguaje común para el análisis y control del rendimiento del proceso.
- Vigilar la variación de un proceso en el tiempo, probar la efectividad calidad de los procesos

- Ofrecer alternativas para el mejoramiento de los procesos, de forma que se comporten de manera uniforme y previsible para una mayor calidad, menores costos y mayor eficacia.

CONCEPTOS TEORICOS

CARTA DE CONTROL PARA EL NUMERO DE DEFECTOS c.

Esta carta permite controlar el comportamiento cualitativo de un proceso, a través de el numero de defecto por unidades inspeccionada. Esta carta indica el nivel de calidad de un proceso, la estabilidad o inestabilidad del mismo, su capacidad cualitativa y sugiere las acciones preventivas o correctivas que deben tomarse para alcanzar los niveles propuestos de calidad. Se debe tener en cuenta, que a diferencia de las cartas p, las cartas c no se refieren a porcentaje sino a unidades de elementos o productos terminados; esta inspección se puede dar de manera individual o en forma colectiva es decir en grupo de unidades físicas de productos.

Las cartas de control c tienen un campo de acción restringido en comparación con las cartas \bar{X} , R y \bar{p} , existen situaciones especiales tanto de fabricación como en inspección donde su uso es necesario. También vale mencionar algunos defectos donde la carta c es aplicable:

- c , es el numero de remaches defectuosos en el ala o el fuselaje de un avión.
- c , es el numero de defectos observados en una hoja galvanizada o una superficie pintada o barnizada de una zona dada.
- c , es el numero de defectos observados en un rollo de película fotográfica.

Se toma c como el numero de defectos encontrados en una inspección específica. Esta carta se usa cuando no existe una unidad natural del producto y se pretende controlar la cantidad de defectos sobre una superficie, se puede observar que su comportamiento estadístico corresponde al de una variable con distribución poisson.. La desviación estándar de esta variable es:

$$\sigma_c = \sqrt{c'} = \sqrt{\bar{c}}$$

Los limites de control estadístico de la carta c , son:

$$\text{Línea Central } c \rightarrow LC_c = c' \text{ o } \bar{c}$$

$$\text{Limite de Control Superior } c \rightarrow LCS_c = c' + 3\sqrt{c'} \text{ o } \bar{c} + 3\sqrt{\bar{c}}$$

$$\text{Limite de Control Inferior } c \rightarrow LCI_c = c' - 3\sqrt{c'} \text{ o } \bar{c} - 3\sqrt{\bar{c}}$$

Cuando $3\sqrt{c'}$, es mayor que c' , el limite de control inferior c se hace igual a cero(0).

PARTE EXPERIMENTAL

Procedimientos

Para la realización de esta práctica los estudiantes deberán seleccionar 30 muestra de tela, del muestreador de tela y :

- Analizar las piezas extraídas.

- Determinar el numero de defectos encontrados en la inspección (tomando como defecto las fisuras y manchas que se presenten en las muestras de tela).

- anotar en la tabla 6-17 el numero de defectos hallados en la inspección.

- calcular los limites de control para este caso.

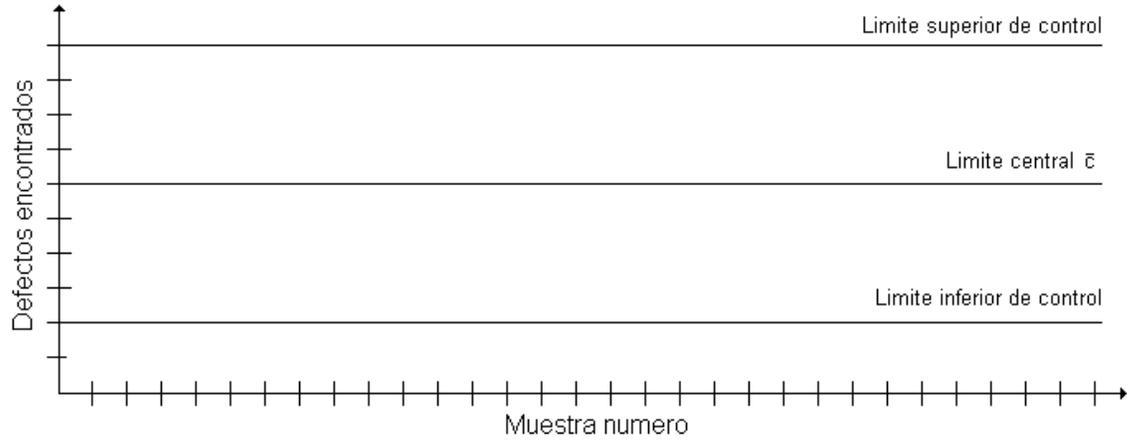
- Realice el grafico correspondiente (grafica 6-8).

- Analizar los resultados y tomar las medidas del caso.

TABLA 6 -17

Numero de muestras	Numero de defectos (c)
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	
25	
26	
27	
28	
29	
30	

Grafica 6 -8.



6.3.13. Práctica 13

Asignatura: Control Estadístico de la Calidad.	Equipos y materiales Muestreador de telas
Temas: Gráficos de Control por atributos • Carta u o carta de control para el número de defectos por unidad	Memos Hoja de grafico de control.

OBJETIVOS

- Determinar la diferencia y relación entre el grafico c y el grafico u.
- Inspeccionar por medio del muestreador de telas la cantidad de telas con muestras de tamaño variable.

CONCEPTOS TEORICOS

Aunque se asimilan los fines con el grafico c, este se diferencia en que el tamaño de la muestra no es necesariamente constante, y en el eje de las ordenadas se grafica la proporción de defectos por unidad muestreada “u” en vez de la cantidad total de defectos en la muestra.

Las cartas u permiten llevar un control del proceso mediante el numero de defectos encontrados por unidad de producto, estas se utiliza cuando el numero

de defectos posibles en una unidad es indeterminados como es el caso de los procesos continuos o extensos.

Esta carta se aplica en los proceso donde las unidades producidas pueden presentar diversos tipos de defectos en forma independiente y sin embargo si dos defectos se presentan en una unidad de producto y el segundo es causado por el primero solo el primero se cuenta. Estos diversos tipos de defectos requieren realizar inspecciones donde se consideren diferentes variables como dimensiones, porosidades, manchas, burbujas, grietas, rebabas, etc.

El promedio de defectos por unidad, u , se define como:

$$\bar{u} = \frac{\text{Numero total de defectos observados}}{\text{Numero total de unidades inspeccionadas}}$$

De esta forma u tiene un comportamiento Poisson, cuyo valor esperado es u' y su desviación estándar es igual a

$$\sigma_u = \sqrt{\frac{u'}{n}} = \sqrt{\frac{\bar{u}}{n}}$$

los limites de control de la carta u son:

$$LCS_u = \bar{u} + 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}}$$

$$LCI_u = \bar{u} - 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}}$$

PARTE EXPERIMENTAL

Procedimientos

Tomar 20 muestras de tamaño variable, contabilizándose así los defectos encontrados en cada muestra.

En la tabla 6-18 se depositarán los resultados obtenidos.

Calcular las proporciones de defectos en cada muestra mediante: $u_i = \frac{c_i}{n_i}$, y anotar los datos en la tabla 6-19,

Calcular \bar{u}

Calcular los límites de control de \bar{u} .

Grafique y analice la carta de control u , y tome las acciones correspondiente según el caso.

TABLA 6-18

Muestra numero	Tamaño Muestra n_i	Defectos c_i	Muestra numero	Tamaño Muestra n_i	Defectos c_i
1			11		
2			12		
3			13		
4			14		
5			15		
6			16		
7			17		
8			18		
9			19		
10			20		

TABLA 6-19

Muestra numero	Proporción por defectos u_i	Muestra numero	Proporción por defectos u_i
1		11	
2		12	
3		13	
4		14	
5		15	
6		16	
7		17	
8		18	
9		19	
10		20	

6.4. TABLAS ESTADÍSTICAS

AREAS BAJO LA CURVA

<i>t</i>	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
-3,5	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002
-3,4	.0003	.0003	.0003	.0003	.0003	.0003	.0003	.0003	.0003	.0002
-3,3	.0005	.0005	.0005	.0004	.0004	.0004	.0004	.0004	.0004	.0003
-3,2	.0007	.0007	.0006	.0006	.0006	.0006	.0006	.0005	.0005	.0005
-3,1	.0010	.0009	.0009	.0009	.0008	.0008	.0008	.0008	.0007	.0007
-3,0	.0013	.0013	.0013	.0012	.0012	.0011	.0011	.0011	.0010	.0010
-2,9	.0019	.0018	.0018	.0017	.0016	.0016	.0015	.0015	.0014	.0014
-2,8	.0026	.0025	.0024	.0023	.0023	.0022	.0021	.0021	.0020	.0019
-2,7	.0035	.0034	.0033	.0032	.0031	.0030	.0029	.0028	.0027	.0026
-2,6	.0047	.0045	.0044	.0043	.0041	.0040	.0039	.0038	.0037	.0036
-2,5	.0062	.0060	.0059	.0057	.0055	.0054	.0052	.0051	.0049	.0048
-2,4	.0082	.0080	.0078	.0075	.0073	.0071	.0069	.0068	.0066	.0064
-2,3	.0107	.0104	.0102	.0099	.0096	.0094	.0091	.0089	.0087	.0084
-2,2	.0139	.0136	.0132	.0129	.0125	.0122	.0119	.0116	.0113	.0110
-2,1	.0179	.0174	.0170	.0166	.0162	.0158	.0154	.0150	.0146	.0148
-2,0	.0228	.0222	.0217	.0212	.0207	.0202	.0197	.0192	.0188	.0183
-1,9	.0287	.0281	.0274	.0268	.0262	.0256	.0250	.0244	.0239	.0233
-1,8	.0359	.0351	.0344	.0336	.0329	.0322	.0314	.0307	.0301	.0294
-1,7	.0446	.0436	.0427	.0418	.0409	.0401	.0392	.0384	.0375	.0367
-1,6	.0548	.0537	.0526	.0516	.0505	.0495	.0485	.0475	.0465	.0455
-1,5	.0668	.0655	.0643	.0630	.0618	.0606	.0594	.0582	.0571	.0559
-1,4	.0808	.0793	.0778	.0764	.0749	.0735	.0721	.0708	.0694	.0681
-1,3	.0968	.0951	.0934	.0918	.0901	.0885	.0869	.0853	.0838	.0823
-1,2	.1151	.1131	.1112	.1093	.1075	.1056	.1038	.1020	.1003	.0985
-1,1	.1357	.1335	.1314	.1292	.1271	.1251	.1230	.1210	.1190	.1170
-1,0	.1587	.1562	.1539	.1515	.1492	.1469	.1446	.1423	.1401	.1379
-0,9	.1841	.1814	.1788	.1762	.1736	.1711	.1685	.1660	.1635	.1611
-0,8	.2119	.2090	.2061	.2033	.2005	.1977	.1949	.1922	.1894	.1807
-0,7	.2420	.2389	.2358	.2327	.2296	.2266	.2236	.2206	.2177	.2148
-0,6	.2743	.2709	.2676	.2643	.2611	.2578	.2546	.2514	.2483	.2451
-0,5	.3085	.3050	.3015	.2981	.2946	.2912	.2877	.2843	.2810	.2776
-0,4	.3446	.3409	.3372	.3336	.3300	.3264	.3228	.3192	.3156	.3121
-0,3	.3821	.3783	.3745	.3707	.3669	.3632	.3594	.3557	.3520	.3483
-0,2	.4207	.4168	.4129	.4090	.4052	.4013	.3974	.3936	.3897	.3859
-0,1	.4602	.4562	.4522	.4483	.4443	.4404	.4364	.4325	.4286	.4247
-0,0	.5000	.4960	.4920	.4880	.4840	.4801	.4761	.4721	.4681	.4641

SUMA DE TERMINOS DEL LIMITE BINOMIAL EXPONENCIAL DE POISSON

$c' \text{ o } np'$ \ c	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0.02	.980	1.000								
0.04	.961	.999	1.000							
0.06	.942	.998	1.000							
0.08	.923	.997	1.000							
0.10	.905	.995	1.000							
0.15	.861	.990	.999	1.000						
0.20	.819	.982	.999	1.000						
0.25	.779	.974	.998	1.000						
0.30	.741	.963	.996	1.000						
0.35	.705	.951	.994	1.000						
0.40	.670	.938	.992	.999	1.000					
0.45	.638	.925	.989	.999	1.000					
0.50	.607	.910	.986	.998	1.000					
0.55	.577	.894	.982	.998	1.000					
0.60	.549	.878	.977	.997	1.000					
0.65	.522	.861	.972	.996	.999	1.000				
0.70	.497	.844	.966	.994	.999	1.000				
0.75	.472	.827	.959	.993	.999	1.000				
0.80	.449	.809	.953	.991	.999	1.000				
0.85	.427	.791	.945	.989	.998	1.000				
0.90	.407	.772	.937	.987	.998	1.000				
0.95	.387	.754	.929	.984	.997	1.000				
1.00	.368	.736	.920	.981	.996	.999	1.000			
1.1	.333	.699	.900	.974	.995	.999	1.000			
1.2	.301	.663	.879	.966	.992	.998	1.000			
1.3	.273	.627	.857	.957	.989	.998	1.000			
1.4	.247	.592	.833	.946	.986	.997	.999	1.000		
1.5	.223	.558	.809	.934	.981	.996	.999	1.000		
1.6	.202	.525	.783	.921	.976	.994	.999	1.000		
1.7	.183	.493	.757	.907	.970	.992	.998	1.000		
1.8	.165	.463	.731	.891	.964	.990	.997	.999	1.000	
1.9	.150	.434	.704	.875	.956	.987	.997	.999	1.000	
2.0	.135	.406	.677	.857	.947	.983	.995	.999	1.000	

SUMA DE TERMINOS DEL LIMITE BINOMIAL EXPONENCIAL DE POISSON

c \ c' o np'	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
2.2	.111	.355	.623	.819	.928	.975	.993	.998	1.000								
2.4	.091	.308	.570	.779	.904	.964	.988	.997	.999	1.000							
2.6	.074	.267	.518	.736	.877	.951	.983	.995	.999	1.000							
2.8	.061	.231	.469	.692	.848	.935	.976	.992	.998	.999	1.000						
3.0	0.50	.199	.423	.647	.815	.916	.966	.988	.996	.999	1.000						
3.2	.041	.171	.380	.603	.781	.895	.955	.983	.994	.998	1.000						
3.4	.033	.147	.340	.558	.744	.871	.942	.977	.992	.997	.999	1.000					
3.6	.027	.126	.303	.515	.706	.844	.927	.969	.988	.996	.999	1.000					
3.8	.022	.107	.269	.473	.668	.816	.909	.960	.984	.994	.998	.999	1.000				
4.0	.018	.092	.238	.433	.629	.785	.889	.949	.979	.992	.997	.999	1.000				
4.2	.015	.078	.210	.395	.590	.753	.867	.936	.972	.989	.996	.999	1.000				
4.4	.012	.066	.185	.359	.551	.720	.844	.921	.964	.985	.994	.998	.999	1.000			
4.6	.010	.056	.163	.326	.513	.686	.818	.905	.955	.980	.992	.997	.999	1.000			
4.8	.008	.048	.143	.294	.476	.651	.791	.887	.9444	.975	.990	.996	.999	1.000			
5.0	.007	.040	.125	.265	.440	.616	.762	.867	.932	.968	.986	.995	.998	.999	1.000		
5.2	.006	.034	.109	.238	.406	.581	.732	.845	.918	.960	.982	.993	.997	.999	1.000		
5.4	.005	.029	.095	.213	.373	.546	.702	.822	.903	.951	.977	.990	.996	.999	1.000		
5.6	.004	.024	.082	.191	.342	.512	.670	.797	.886	.941	.972	.988	.995	.998	.999	1.000	
5.8	.003	.021	.072	.170	.313	.478	.638	.771	.867	.929	.965	.984	.993	.997	.999	1.000	
6.0	.002	.017	.062	.151	.285	.446	.606	.744	.847	.916	.957	.980	.991	.996	.999	.999	1.000

SUMA DE TERMINOS DEL LIMITE BINOMIAL EXPONENCIAL DE POISSON

$c \backslash C' o np'$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
6.2	.002	.015	.054	.134	.259	.414	.574	.716	.826	.902	.949	.975
6.4	.002	.012	.046	.119	.235	.384	.542	.687	.803	.886	.939	.969
6.6	.001	.010	.040	.105	.213	.355	.511	.658	.780	.869	.927	.963
6.8	.001	.009	.034	.093	.192	.327	.480	.628	.755	.850	.915	.955
7.0	.001	.007	.030	.082	.173	.301	.450	.599	.729	.830	.901	.947
7.2	.001	.006	.025	.072	.156	.276	.420	.569	.703	.810	.887	.937
7.4	.001	.005	.022	.063	.140	.253	.392	.539	.676	.788	.871	.926
7.6	.001	.004	.019	.055	.125	.231	.365	.510	.648	.765	.854	.915
7.8	.000	.003	.016	.048	.112	.210	.338	.481	.620	.741	.835	.902
8.0	.000	.003	.014	.42	.100	.191	.313	.453	.593	.717	.816	.888
8.5	.000	.002	.009	.030	.074	.150	.256	.386	.523	.653	.763	.849
9.0	.000	.001	.006	.021	.055	.116	.207	.324	.456	.587	.706	.803
9.5	.000	.001	.004	.015	.040	.089	.165	.269	.392	.522	.645	.752
10.0	.000	.000	.003	.010	.029	.067	.130	.220	.333	.458	.583	.697
$c \backslash C' o np'$	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
6.2	.989	.995	.998	.999	1.000							
6.4	.986	.994	.997	.999	1.000							
6.6	.982	.992	.997	.999	.999	1.000						
6.8	.978	.990	.996	.998	.999	1.000						
7.0	.973	.987	.994	.998	.999	1.000						
7.2	.967	.984	.993	.997	.999	.999	1.000					
7.4	.961	.980	.991	.996	.998	.999	1.000					
7.6	.954	.976	.989	.995	.998	.999	1.000					
7.8	.945	.971	.986	.993	.997	.999	1.000					
8.0	.936	.966	.983	.992	.996	.998	.999	1.000				
8.5	.909	.949	.973	.986	.993	.997	.999	.999	1.000			
9.0	.876	.926	.959	.978	.989	.995	.998	.999	1.000			
9.5	.836	.898	.940	.967	.982	.991	.996	.998	.999	1.000		
10.0	.792	.864	.917	.951	.973	.986	.993	.997	.998	.999	1.000	

SUMA DE TERMINOS DEL LIMITE BINOMIAL EXPONENCIAL DE POISSON

$c' \text{ o } np'$ \ c	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10.5	.000	.000	.002	.007	.021	.050	.102	.179	.279	.397
11.0	.000	.000	.001	.005	.015	.038	.079	.143	.232	.341
11.5	.000	.000	.001	.003	.011	.028	.060	.114	.191	.289
12.0	.000	.000	.001	.002	.008	.020	.046	.090	.155	.242
12.5	.000	.000	.000	.002	.005	.015	.035	.070	.125	.201
13.0	.000	.000	.000	.001	.004	.011	.026	.054	.100	.166
13.5	.000	.000	.000	.001	.003	.008	.019	.041	.079	.135
14.0	.000	.000	.000	.000	.002	.006	.014	.032	.062	.109
14.5	.000	.000	.000	.000	.001	.004	.010	.024	.048	.088
15.0	.000	.000	.000	.000	.001	.003	.008	.018	.037	.070
$c' \text{ o } np'$ \ c	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
10.5	.521	.639	.742	.825	.888	.932	.960	.978	.988	.994
11.0	.460	.579	.689	.781	.854	.907	.944	.968	.982	.991
11.5	.402	.520	.633	.733	.815	.878	.924	.954	.974	.986
12.0	.347	.462	.576	.682	.772	.844	.899	.937	.963	.979
12.5	.297	.406	.519	.628	.725	.806	.869	.916	.948	.969
13.0	.252	.353	.463	.573	.675	.764	.835	.890	.930	.957
13.5	.211	.304	.409	.518	.623	.718	.798	.861	.908	.942
14.0	.176	.260	.358	.464	.570	.669	.756	.827	.883	.923
14.5	.145	.220	.311	.413	.518	.619	.711	.790	.853	.901
15.0	.118	.185	.268	.363	.466	.568	.664	.749	.819	.875
$c' \text{ o } np'$ \ c	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
10.5	.997	.999	.999	1.000						
11.0	.995	.998	.999	1.000						
11.5	.992	.996	.998	.999	1.000					
12.0	.988	.994	.997	.999	.999	1.000				
12.5	.983	.991	.995	.998	.999	.999	1.000			
13.0	.975	.986	.992	.996	.998	.999	1.000			
13.5	.965	.980	.989	.994	.997	.998	.999	1.000		
14.0	.952	.971	.983	.991	.995	.997	.999	.999	1.000	
14.5	.936	.960	.976	.986	.992	.996	.998	.999	.999	1.000
15.0	.917	.947	.967	.981	.989	.994	.997	.998	.999	1.000

SUMA DE TERMINOS DEL LIMITE BINOMIAL EXPONENCIAL DE POISSON

$c' \text{ o } np'$ \ c	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
16	.000	.001	.004	.010	.022	.043	.077	.127	.193	.275
17	.000	.001	.002	.005	.013	.026	.049	.085	.135	.201
18	.000	.000	.001	.003	.007	.015	.030	.055	.092	.143
19	.000	.000	.001	.002	.004	.009	.018	.035	.061	.098
20	.000	.000	.000	.001	.002	.005	.011	.021	.039	.066
21	.000	.000	.000	.000	.001	.003	.006	.013	.025	.043
22	.000	.000	.000	.000	.001	.002	.004	.008	.015	.028
23	.000	.000	.000	.000	.000	.001	.002	.004	.009	.017
24	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.001	.003	.005	.011
25	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.001	.001	.003	.006
$c' \text{ o } np'$ \ c	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
16	.368	.467	.566	.659	.742	.812	.868	.911	.942	.963
17	.281	.371	.468	.564	.655	.736	.805	.861	.905	.937
18	.208	.287	.375	.469	.562	.651	.731	.799	.855	.899
19	.150	.215	.282	.378	.469	.561	.647	.725	.793	.849
20	.105	.157	.221	.297	.381	.470	.559	.644	.721	.787
21	.072	.111	.163	.227	.302	.384	.471	.558	.640	.716
22	.048	.077	.117	.169	.232	.306	.387	.472	.556	.637
23	.031	.052	.082	.123	.175	.238	.310	.389	.472	.555
24	.020	.034	.056	.087	.128	.180	.243	.314	.392	.473
25	.012	.022	.038	.060	.092	.134	.185	.247	.318	.394
$c' \text{ o } np'$ \ c	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
16	.978	.987	.993	.996	.998	.999	.999	1.000		
17	.959	.975	.985	.991	.995	.997	.999	.999	1.000	
18	.932	.955	.972	.983	.990	.994	.997	.998	.999	1.000
19	.893	.927	.951	.969	.980	.988	.993	.996	.998	.999
20	.843	.888	.922	.948	.966	.978	.987	.992	.995	.997
21	.782	.838	.883	.917	.944	.963	.976	.985	.991	.994
22	.712	.777	.832	.877	.913	.940	.959	.973	.983	.989
23	.635	.708	.772	.827	.873	.908	.936	.956	.971	.981
24	.554	.672	.704	.768	.823	.868	.904	.932	.953	.969
25	.473	.553	.629	.700	.763	.818	.863	.900	.929	.950
$c' \text{ o } np'$ \ c	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43
19	.999	1.000								
20	.999	.999	1.000							
21	.997	.998	.999	.999	1.000					
22	.994	.996	.998	.999	.999	1.000				
23	.988	.993	.996	.997	.999	.999	1.000			
24	.979	.987	.992	.995	.997	.998	.999	.999	1.000	
25	.966	.978	.985	.991	.994	.997	.998	.999	.999	1.000

FACTORES PARA DETERMINAR LOS LIMITES DE CONTROL DE 3 SIGMA A
PARTIR DE R PARA GRAFICAS \bar{X} Y R.

Numero de observaciones en el subgrupo n	Factor para la grafica A_2	Factores para la grafica R	
		Limite inferior de control D_3	Limite superior de control D_4
2	1.88	0	3.27
3	1.02	0	2.57
4	0.73	0	2.28
5	0.58	0	2.11
6	0.48	0	2.00
7	0.42	0.08	1.92
8	0.37	0.14	1.86
9	0.34	0.18	1.82
10	0.31	0.22	1.78
11	0.29	0.26	1.74
12	0.27	0.28	1.72
13	0.25	0.31	1.69
14	0.24	0.33	1.67
15	0.22	0.35	1.65
16	0.21	0.36	1.64
17	0.20	0.38	1.62
18	0.19	0.39	1.61
19	0.19	0.40	1.60
20	0.18	0.41	1.59

Limite superior de control para $\bar{X} = LSC_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R}$

Limite inferior de control para $\bar{X} = LIC_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} - A_2 \bar{R}$

(Si se usa un valor intentando o estandar de \bar{X}' en lugar de $\bar{\bar{X}}$ como linea central de grafica de control, \bar{X}' deberá ser sustituida por $\bar{\bar{X}}$ en las formulas precedentes.)

Limite superior de control para R = LSCr = $D_4 R$

Limite Inferior de control para R = LICr = $D_3 R$

Todos los factores en la tabla están basados en la distribución normal.

TABLAS DE NUMEROS ALEATORIOS

72	21	68	68	12	66	55	97	61	30	7	3	89	10	17	94	80	66	5
3	93	62	24	18	2	80	84	36	41	78	24	17	28	4	97	4	66	13
62	15	15	15	94	30	97	53	5	73	34	71	36	76	61	93	52	59	81
36	51	72	3	44	38	3	8	29	79	59	5	41	3	24	45	83	52	84
62	6	67	51	63	2	7	54	95	52	87	67	2	2	79	82	35	47	20
35	44	4	94	97	82	46	79	47	84	31	76	81	5	94	58	9	88	54
69	10	98	97	100	93	63	75	64	8	38	64	87	59	65	97	59	68	74
42	1	57	81	15	52	21	12	62	41	56	10	77	47	83	20	73	24	66
92	41	54	83	74	77	71	59	36	56	82	21	66	48	70	52	21	80	86
47	52	46	52	62	29	93	10	100	99	47	58	36	66	35	40	6	18	71
2	91	30	4	54	48	50	92	64	6	99	2	0	62	100	57	37	30	14
55	14	58	13	20	29	63	98	1	4	11	36	40	75	81	83	20	38	74
30	74	93	8	19	46	16	94	91	76	67	57	17	11	25	11	94	83	4
89	26	11	50	92	46	4	11	62	33	49	38	90	91	26	85	29	81	39
70	89	37	89	7	46	79	99	16	37	49	65	99	99	12	45	30	21	8
0	17	7	79	19	21	84	73	40	80	93	2	43	28	59	69	84	32	38
43	67	90	23	22	95	56	29	75	28	92	90	87	88	22	95	23	94	25
48	12	5	67	76	19	59	33	90	26	63	29	26	22	34	35	14	7	84
57	93	86	43	91	59	46	80	41	3	99	37	99	50	37	90	5	55	26
97	77	12	19	88	27	32	51	50	67	65	78	3	49	93	14	10	91	85
24	9	14	34	5	25	24	100	28	32	24	59	6	41	33	85	46	64	46
59	96	29	96	94	7	60	2	33	56	83	86	47	51	6	89	31	76	95
42	35	6	86	76	97	24	14	6	40	55	1	8	6	52	100	4	50	92
70	67	76	24	78	91	96	12	90	72	83	32	14	86	8	50	27	87	95
20	99	95	74	64	14	57	40	64	49	32	6	82	60	45	11	93	54	98
62	95	28	22	68	66	41	59	56	33	84	95	78	22	46	33	26	16	94
82	66	49	9	17	58	42	28	24	32	3	58	37	84	27	75	50	32	27
88	95	55	53	69	80	44	39	86	27	22	51	78	9	11	80	53	76	9
34	54	97	57	70	58	79	34	95	7	82	57	49	10	19	46	60	91	42
16	34	96	76	56	9	57	76	11	53	16	63	46	62	90	42	83	74	75
90	91	28	74	87	50	47	29	66	3	51	9	31	3	63	66	73	75	29
21	0	64	45	77	93	6	26	28	36	51	54	97	89	93	49	29	25	89
90	85	83	80	92	82	12	89	96	19	40	100	94	64	98	72	40	42	96
7	11	60	47	61	51	52	75	98	46	16	16	96	24	21	87	55	30	81
64	35	7	67	84	36	57	66	95	78	23	76	41	15	89	21	99	83	5
5	16	54	95	32	99	14	12	13	89	72	81	71	65	7	91	60	81	30
1	73	95	69	17	6	2	96	33	69	21	17	48	70	78	90	9	14	21
50	93	80	76	83	33	18	54	32	91	27	36	14	32	19	74	29	5	35
19	95	46	65	79	68	96	5	88	61	54	34	2	4	48	64	66	27	64
76	38	27	47	69	60	61	52	15	79	60	19	32	41	94	81	49	41	37
36	8	59	56	28	1	93	48	44	12	63	25	77	20	69	24	26	70	81
88	53	66	90	30	79	58	24	19	89	100	97	94	33	2	78	5	10	72
67	6	87	23	42	78	13	23	29	81	69	73	27	73	90	33	40	96	17
22	46	35	97	56	36	14	55	10	52	18	4	64	13	57	44	79	69	11
36	62	75	63	89	73	8	87	93	37	26	31	49	29	13	36	55	13	20
10	8	73	58	57	44	79	39	19	13	4	19	9	18	86	83	87	82	84
92	86	3	78	66	65	29	20	64	37	100	25	9	36	66	66	28	25	88
13	12	26	62	7	39	2	91	36	45	87	14	51	3	26	34	71	71	92
60	77	23	31	67	11	18	88	38	97	66	25	53	7	69	27	26	28	96

FACTORES PARA EL CALCULO DE LOS LIMITES DE CONTROL DE LOS GRAFICOS DE CONTROL POR
VARIABLES (CRITERIO 3σ)

n	MEDIA				DESVIACIÓN TÍPICA						RANGO					
	A	A1	A2	A3	c2	c4	B1	B2	B3	B4	d2	d3	D1	D2	D3	D4
2	2,121	3,76	1,88	2,659	0,5642	0,7979	0,000	1,843	0,000	3,627	1,128	0,853	0,000	4	0,000	3,267
3	1,732	2,394	1,023	1,954	0,7236	0,8862	0,000	1,858	0,000	2,568	1,693	0,888	0,000	4,358	0,000	2,575
4	1,5	1,88	0,729	1,628	0,7979	0,9213	0,000	1,808	0,000	2,266	2,056	0,88	0,000	4,698	0,000	2,282
5	1,342	1,596	0,577	1,427	0,8407	0,94	0,000	1,756	0,000	2,089	2,326	0,864	0,000	4,918	0,000	2,115
6	1,225	1,41	0,483	1,287	0,8686	0,9515	0,026	1,711	0,03	1,97	2,534	0,848	0,000	5,078	0,000	2,004
7	1,134	1,277	0,419	1,182	0,888	0,9594	0,105	1,672	0,118	1,882	2,704	0,833	0,205	5,203	0,076	1,924
8	1,061	1,175	0,373	1,099	0,9027	0,965	0,167	1,638	0,185	1,815	2,847	0,82	0,387	5,307	0,136	1,864
9	1,000	1,094	0,337	1,032	0,9139	0,9693	0,219	1,609	0,239	1,761	2,97	0,808	0,546	5,394	0,184	1,816
10	0,949	1,028	0,308	0,975	0,9227	0,9727	0,262	1,584	0,284	1,716	3,078	0,797	0,687	5,469	0,223	1,777
11	0,905	0,973	0,285	0,927	0,9300	0,9754	0,299	1,561	0,321	1,679	3,173	0,787	0,812	5,534	0,256	1,744
12	0,866	0,925	0,256	0,886	0,9359	0,9776	0,331	1,541	0,354	1,646	3,258	0,778	0,924	5,592	0,284	1,716
13	0,832	0,884	0,249	0,850	0,9410	0,9794	0,359	1,523	0,382	1,618	3,336	0,77	1,026	5,646	0,308	1,692
14	0,802	0,848	0,235	0,817	0,9453	0,981	0,384	1,507	0,406	1,594	3,407	0,762	1,121	5,693	0,329	1,671
15	0,775	0,816	0,223	0,789	0,9490	0,9823	0,406	1,492	0,428	1,572	3,472	0,755	1,207	5,737	0,348	1,652
16	0,750	0,788	0,212	0,763	0,9523	0,9823	0,427	1,478	0,448	1,552	3,532	0,749	1,285	5,779	0,364	1,636
17	0,728	0,762	0,203	0,739	0,9551	0,9835	0,445	1,465	0,466	1,534	3,588	0,743	1,359	5,817	0,379	1,621
18	0,707	0,738	0,194	0,718	0,9576	0,9845	0,461	1,454	0,482	1,518	3,64	0,738	1,426	5,854	0,392	1,608
19	0,688	0,717	0,187	0,698	0,9599	0,9854	0,477	1,443	0,497	1,503	3,689	0,733	1,49	5,888	0,404	1,596
20	0,671	0,697	0,180	0,68	0,9619	0,9862	0,491	1,443	0,51	1,49	3,735	0,729	1,548	5,992	0,144	1,586
21	0,655	0,679	0,173	0,663	0,9638	0,9876	0,504	1,424	0,523	1,477	3,778	0,724	1,606	5,95	0,425	1,575
22	0,64	0,662	0,167	0,647	0,9655	0,9882	0,516	1,415	0,534	1,466	3,819	0,72	1,659	5,579	0,434	1,566
23	0,626	0,647	0,162	0,633	0,967	0,9887	0,527	1,407	0,545	1,455	3,858	0,716	1,71	6,006	0,443	1,557
24	0,612	0,632	0,157	0,619	0,9684	0,9892	0,538	1,399	0,555	1,445	3,895	0,712	1,759	6,031	0,452	1,548
25	0,600	0,619	0,153	0,606	0,9696	0,9886	0,548	1,392	0,656	1,435	3,931	0,709	1,804	6,058	0,459	1,541

FACTORES PARA ESTIMAR σ' A PARTIR DE \bar{R} O $\bar{\sigma}$

Numero de observaciones en el subgrupo n	Factor para estimar a partir de \bar{R} d_2	Factor para estimar a partir de $\bar{\sigma}$ $C_2 = \bar{\sigma} / \sigma'$
2	1.128	0.5642
3	1.693	0.7236
4	2.059	0.7979
5	2.326	0.8407
6	2.534	0.8686
7	2.704	0.8882
8	2.847	0.9027
9	2.970	0.9139
10	3.078	0.9227
11	3.173	0.9300
12	3.258	0.9359
13	3.336	0.9410
14	3.407	0.9453
15	3.472	0.9490
16	3.532	0.9523
17	3.588	0.9551
18	3.640	0.9576
19	3.689	0.9599
20	3.735	0.9619
21	3.778	0.9638
22	3.819	0.9655
23	3.858	0.9670
24	3.895	0.9684
25	3.931	0.9696
30	4.086	0.9748
35	4.213	0.9784
40	4.322	0.9811
45	4.415	0.9832
50	4.498	0.9849
55	4.572	0.9863
60	4.639	0.9874
65	4.699	0.9884
70	4.755	0.9892
75	4.806	0.9900
80	4.854	0.9906
85	4.898	0.9912
90	4.939	0.9916
95	4.978	0.9921
100	5.015	0.9925

7. ESTUDIO FINANCIERO

7.1. COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN

Se entiende por costos de implementación todos los recursos necesarios que debe invertir la Universidad para el montaje y el adecuado funcionamiento del Laboratorio de Prácticas de Control Estadístico.

7.1.1. MUEBLES Y ENSERES

Mesón principal

Empresas prestadora del servicio: Taller de Carpintería DJAZ

Material a utilizar: Triple pizano y enchapado en formica blanca brillante

Condiciones comerciales: 50% de anticipación y saldo contra entrega.

Tiempo de entrega: 12 días.

Precio: \$ 1'027.000.oo. cada uno.

Mesón secundario

Empresas prestadora del servicio: Taller de Carpintería DJAZ

Material a utilizar: Triple pizano y pintado

Condiciones comerciales: 50% de anticipación y saldo contra entrega.

Tiempo de entrega: 12 días.

Precio: \$ 980.000.oo. cada uno.

Estante

Empresas Proveedora : Almacen Home Mart

Material a utilizar: por modulos con Triple prensado

Condiciones comerciales: de contado.

Tiempo de entrega: de forma inmediata.

Precio: \$ 480.000.oo. cada uno.

Escritorio

Empresas Proveedora : pedidos Silvia Arango

Material a utilizar: Triple pisano

Condiciones comerciales: de contado

Tiempo de entrega: 15 días.

Precio: \$ 320.000.oo. cada uno.

Silla ergonómica para docente

Empresas Proveedora : pedidos Silvia Arango

Material a utilizar: polipropileno y metalico

Condiciones comerciales: de contado

Tiempo de entrega: 15 días.

Precio: \$ 150.000.oo.

Silla ergonómica para estudiante

Empresas Proveedora : Almacenes Vivero

Material a utilizar: polipropileno y metálico

Condiciones comerciales: de contado

Tiempo de entrega: 1 día.

Precio: \$ 80.000.oo.

Los anteriores costos descritos de Muebles y enseres se pueden visualizar en la tabla 7-1.

Tabla 7 –1

TABLA DE COSTOS DE MUEBLES Y ENSERES

Nombre	Cantidad	Precio unitario	Precio total Incluido IVA
Mesón principal	6	\$ 1.027.000	\$ 6.162.000
Mesón secundario	4	\$ 980.000	\$ 3.920.000
Estante	1	\$ 480.000	\$ 480.000
Escritorio	1	\$ 320.000	\$ 320.000
Silla ergonómica para docente	1	\$ 150.000	\$ 150.000
Silla ergonómica estudiante	48	\$ 80.000	\$ 3.840.000

TOTAL	\$ 14.872.000
--------------	----------------------

7.1.2. COSTOS DE EQUIPOS Y ACCESORIOS.

Equipo de computo

Empresas Proveedora : Tecnielectronis & Cia Ltda..

Características:

Disco duro 40 GB.

129 memoria RAM

Monitor 15'

Teclado

Mouse

Acceso a internet

Condiciones comerciales: de contado

Tiempo de entrega: 2 días. incluye instalación

Precio: \$ 1'300.000.oo. cada uno.

UPS

Empresas Proveedora : Softcomputo.

Características:

Capacidad para 25 computadores

1.400 voltiamperios

940 w.

Condiciones comerciales: de contado

Tiempo de entrega: importado 2 días. incluye instalación

Precio: 816 us. En pesos colombianos \$1.840.000

Aire Acondicionado

Empresas Proveedoras : ASYCO LTDA.

Características:

1 ½ HP

18.000 BTU

Marca LG

Condiciones comerciales: Pago de contado

Tiempo de entrega: Inmediato.

Precio: \$ 1.193.000

Los anteriores costos de Equipos y accesorios se pueden observar de forma global en la tabla 7-2.

Tabla 7 –2

TABLA DE COSTOS EQUIPOS Y ACCESORIOS

Nombre	Cantidad	Precio unitario	Precio total
Equipo de computo	25	\$ 1.300.000	\$ 32.500.000
UPS	1	\$ 1.840.000	\$ 1.840.000
Aire Acondicionado	2	\$ 1.193.000	\$ 2.386.000

TOTAL	\$ 36.726.000
IVA	\$ 5.876.160
TOTAL + IVA	\$ 42.602.160

7.1.3. COSTOS DE SOFTWARE, PAQUETES Y MODULOS ESTADÍSTICOS.

Nombre: Promodel

Empresas Proveedor : Decisiones Logísticas LTDA.

Características: Software Basico academico

Condiciones comerciales: Pago de contado

Tiempo de entrega: 7 días

Precio: \$ 14.591.682

Nombre: SPSS

Empresas Proveedor : Informese LTDA.

Características: Software básico académico nivel 1 y nivel 2.

Condiciones comerciales: de contado

Tiempo de entrega: 7 días

Precio: \$ 10.098.220

Nombre: Matlab

Empresas Proveedor : Componentes electrónica LTDA.

Características: Software básico academico

Condiciones comerciales: de contado

Tiempo de entrega: 7 días

Precio: \$ 8 982,50 us en pesos Colombianos \$ 20.246.555.

Nombre: Office XP

Empresas Proveedora : Tecnielectronis & cia Ltda.

Condiciones comerciales: de contado

Tiempo de entrega: importado

Precio: \$ 230 us. En pesos colombianos \$ 518.742

Nombre: Windows XP NT

Empresas Proveedora : Tecnielectronis & cia Ltda.

Condiciones comerciales: de contado

Tiempo de entrega: importado

Precio: \$ 120 us en pesos colombianos \$ 270.648

Nombre: Modulo Penta De Producción

Empresas Proveedora : C & T SYSTEMS

Características: Licencia para uso académico, 10% licencia adicional para red.

Condiciones comerciales: 50% contra pedido y 50% cheque a 30 días.

Tiempo de entrega: 2 días

Precio: \$ 1.300.000.00. pesos.

Los anteriores costos descritos de paquetes, software y módulos estadísticos se pueden visualizar en la tabla 7- 3.

Tabla 7 -3

TABLA DE COSTOS PAQUETES, SOFTWARE Y MODULOS

Nombre	Cantidad	Precio unitario	Precio total
Paquete Pro model red	1	\$ 14.591.682	\$ 14.591.682
Paquete SPSS red	1	\$10.098.220	\$ 10.098.220
Paquete Mathlab red	1	\$ 20.246.555	\$ 20.246.555
Paquete Office XP	25	\$ 518.742	\$ 12.968.550
Paquete Windows NT	25	\$ 270.648	\$ 6.766.000
Modulo de producción	1	\$ 1.300.000	\$ 1.300.000
Licencia de usuario adicional Penta de Producción	24	\$ 130.000	\$ 3.120.000

TOTAL	\$ 69.091.000
IVA	\$ 11.054.561
TOTAL + IVA	\$ 80.145.561

7.1.4. COSTO DE INSTRUMENTOS Y EQUIPOS DE MEDICIÓN

Nombre: Micrómetro para exteriores

Empresas Proveedora : Ferretería Industrial S.A..

Características:

25 mm a 50 mm

marca Mitutoyo

Referencia 103.130

Condiciones comerciales: Pago de contado

Tiempo de entrega: 2 días.

Precio: \$ 178.500.00. pesos + IVA

Nombre: Micrómetro para Interiores

Empresas Proveedor : Ferretería Industrial S.A..

Características:

50 mm a 150 mm

marca Mitutoyo

Referencia 137.101

Condiciones comerciales: Pago de contado

Tiempo de entrega: 2 días.

Precio: \$ 397.000.00. pesos. + IVA

Nombre: Calibrador Pie de Rey

Empresas Proveedor : Ferretería Industrial S.A..

Características:

Calibrador de 6" pulgadas

marca Mitutoyo

Referencia 500.143 B

Condiciones comerciales: Pago de contado

Tiempo de entrega: de inmediato.

Precio: \$ 100.000.00. pesos + IVA

Nombre: Calibrador Pie de Rey Digital

Empresas Proveedor : Ferretería Industrial S.A..

Características:

Calibrados de 6" pulgadas

marca Mitutoyo

Referencia 103.130

Condiciones comerciales: Pago de contado

Tiempo de entrega: 2 días.

Precio: \$ 276.000.00. pesos + IVA

Nombre: Compás de exteriores

Empresas Proveedor : Ferretería Industrial S.A..

Características:

Compas de 10" pulgadas

Marca USA

Condiciones comerciales: de contado

Tiempo de entrega: 2 días.

Precio: \$ 56.000.00. pesos + IVA

Nombre: Flexometro

Empresas Proveedor : Ferretería Industrial S.A..

Características:

3 metros

marca Stanley USA

Condiciones comerciales: Pago de contado

Tiempo de entrega: de inmediato.

Precio: \$ 7.600.00. pesos + IVA

Nombre: Balanza Digital

Empresas Proveedor : Tecno y medida

Características:

Lectura minima 0,3 gr.

Capacidad hasta 500 gr.

Condiciones comerciales: de contado

Tiempo de entrega: 7 días.

Precio: \$ 239,20 € +IVA. En pesos colombianos \$ 511.223.024 + IVA

Nombre: Balanza de bandeja con Reloj

Empresas Proveedor : Ferretería Todo Industria

Características:

Lectura mínima 0,3 gr.

Capacidad hasta .20 Kg.

Condiciones comerciales: de contado

Tiempo de entrega: 2 días.

Precio de \$ 46.500

Los anteriores costos descritos de Instrumentos y equipos de medición se pueden observar en la tabla 7- 4.

Tabla 7 – 4.

TABLA DE COSTO DE INSTRUMENTOS Y EQUIPOS

Nombre	Cantidad	Precio unitario	Precio total
Micrómetro para exteriores	12	\$ 178.500	\$ 2.142.000
Micrómetro para Interiores	2	\$ 397.000	\$ 794.000
Calibrador Pie de Rey	12	\$ 276.000	3.312.000
Calibrador Pie de Rey Digital	1	\$ 276.000	\$ 276.000
Compás de exteriores	4	\$ 56.000	\$ 224.000
Flexometro	12	\$ 7.600	\$ 91.200
Balanza Digital	4	\$ 511.223.024	\$ 2.044.893
Balanza de bandeja con Reloj	8	\$ 46.500	\$ 372.000

TOTAL	\$ 9.256.093
IVA	\$ 1.480.975
TOTAL + IVA	\$ 10.737.067

7.1.5. COSTOS DE ELEMENTOS DE SIMULACIÓN

los costos de los elementos de simulación han sido calculado teniendo en cuenta los requerimientos y especificaciones descritos en el capítulo IV. Estos costos se pueden visualizar con detalle en la tabla 7-5.

Tabla 7 –5

TABLA DE COSTOS DE ELEMENTOS DE SIMULACIÓN

N°	Nombres de elementos	Unidades Requeridas	Precio Unitario	Precio Total
1	Tubos plásticos, 25mm diámetro	840	\$ 150	\$ 126.000
2	Dados	60	\$ 100	\$ 6.000
3	Agitador de dados	12	\$ 1.500	\$ 18.000
4	Agitador grande de lona	12	\$ 5.000	\$ 60.000
5	Agitador pequeño de lona	12	\$ 3.000	\$ 36.000
6	Bolitas plásticas rojas	3000	\$ 50	\$ 150.000
7	Bolitas plásticas blancas	750	\$ 50	\$ 37.500
8	Bolitas plásticas azules	2250	\$ 50	\$ 112.500
9	Bolsas de arena de 100gr.	480	\$ 100	\$ 48.000
10	Trozos de madera, 10cm de largo	1200	\$ 50	\$ 60.000
11	Retazos de tela	1200	\$ 100	\$ 120.000
12	Juego de tablas de distribución	12	\$ 1750	\$ 21.000
13	Cajas Binomiales	6	\$ 90.000	\$ 540.000
13	Hojas de gráficos	100	\$ 100	\$ 10.000

TOTAL	\$ 1.345.000
--------------	---------------------

Los costos totales de implementación se puede condensar en la siguiente tabla.

Tabla 7-6 .

TABLA DE COSTOS TOTALES DE IMPLEMENTACIÓN

Nombre	Total
Total Muebles y Enseres	\$ 14.872.000
Equipos de computo y equipos eléctricos	\$ 42.602.160
Paquetes, Software y Módulos	\$ 80.145.561
Instrumentos y Equipos de medición.	\$ 10.737.067
Elementos de simulación	\$ 1.345.000
Extintor para computador	\$ 190.000

TOTAL	\$ 149.891.788
--------------	-----------------------

Estos costos, se han evaluado, partiendo del punto de que la Universidad no cuenta con estos equipos y elementos disponibles para el montaje del Laboratorio de Prácticas de Control Estadístico; pero al analizar la tabla y comparar con los activos disponibles de la universidad estos costos totales podrían disminuir.

7.2. COSTOS DE FUNCIONAMIENTO

Los costos de funcionamiento para el Laboratorio de Prácticas de Control Estadísticos comprende el pago por prestación de servicios del jefe del laboratorio, quien debe encargarse de coordinar, controlar y velar por los equipos, elementos, instrumentos y muebles que en este se encuentra. Su remuneración dependerá de las políticas de sueldos y salarios manejadas por la Universidad de Cartagena.

A demás se incurrirá en unos costos de mantenimiento lo que incluye observaciones periódicas, revisiones y reparaciones menores cuando lo ameriten, estos costos será encargado al departamento de mantenimiento de la Universidad de Cartagena.

Como el Laboratorio de Prácticas de Control Estadístico estará ubicado dentro de las instalaciones de la Universidad de Cartagena los gastos de servicios públicos deberán se cargados a los costos operacionales de la institución.

8. CONCLUSIONES

Con el Laboratorio de Práctica de Control Estadístico la Universidad de Cartagena podrá satisfacer los requerimientos exigidos por el gobierno en los decretos 938, 939 y 940, al contar con espacios, instrumentos y equipos para realizar simulaciones prácticas de los temas en las asignaturas básicas en la rama de la estadística, mejorando así el nivel académico de los estudiantes de la institución.

Además de aumentar la calidad educativa con la implementación de este proyecto, la universidad cuenta con una fuente adicional de ingresos puesto que el laboratorio no solo puede ser utilizado para el desarrollo de las clases de estadística de los diferentes programas, sino que se pueden realizar diferentes ofertas de servicios a estudiantes, egresados, otras entidades de educación, organizaciones del sector empresarial y a la comunidad en general, permitiendo así cumplir con su misión de ser un centro generador y transmisor del conocimiento que promueve el desarrollo integral de la región.

La universidad de Cartagena al tener un Laboratorio de Control Estadístico, cuenta con una herramienta que ayuda a formar en los estudiantes de la Facultad de Ciencias Económicas bases sólidas en el área de la estadística con un excelente engranaje de los conocimientos teóricos y prácticos.

Después de haber realizado los estudios y análisis correspondientes se pudo establecer lo siguiente:

- La Universidad de Cartagena para mantenerse como una entidad de prestigio y estar siempre a la altura de los tiempos debe utilizar nuevas herramientas competitivas que le permita satisfacer las necesidades del medio empresarial, motivo por el cual se requiere de la adquisición y desarrollo tanto de tecnologías blandas (software, paquetes estadísticos que simulen el ambiente laboral) como duras (elementos y equipos de medición).
- La universidad debe proporcionar un área específica donde se puedan confrontar los conceptos teóricos, para incentivar en el estudiante su espíritu investigativo y deductivo, el área requerida debe estar dotada de herramientas y ayudas didácticas así como también unas adecuadas condiciones ambientales que permitan el buen desarrollo del proceso de enseñanza, que ayuden a alcanzar los objetivos trazados por cada docente.
- Se debe aclarar que además de un Laboratorio de Prácticas de Control Estadístico se requieren docentes capacitados con amplio manejo de los software vigentes en el mercado (Statgraphics, Spss, Mathlabel, promodel entre otros) para así poder formar verdaderos profesionales.

BIBLIOGRAFÍA

MENDENHALL, William, Estadística para administradores. México: Grupo Editorial Iberoamerica, 1988.

MONTGOMERY, Douglas y RUNGER, George, probabilidad y estadística aplicada a la ingeniería. México D.F. : Mac Graw Hill, 1996.

CAROT, Vicente A. Control estadístico de la calidad. México D.F.: Alfaomega, 2001.

CHASE, Richard; AQUILANO, Nicolás y JACOBS, Robert. Administración de producción y operaciones, Santa Fe de Bogota: Mac Graw Hill, 2000.

NIEBEL, Benjamín W. Ingeniería Industrial, Métodos, tiempos y movimientos, Santa Fe de Bogota: Alfaomega, 1993.

WALTON, Mary. Como administrar con el método Deming, Colombia: Norma Editorial, 1988. 124 p.

MENDEZ, Carlos E. Metodología, Guía para elaborar diseños de investigación en ciencias económicas, contables y administrativas. Santa Fe de Bogota: Mac Graw Hill, 1999.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Tesis y otros trabajos de grado, Bogota: ICONTEC. 1996. NTC 1486.