

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la  
Producción**

“Diseño e Implementación del Programa Anual de Conservación Integrado para la Gestión de los Recursos de la FIMCP, con enfoque en la Mejora Continua”

**TESIS DE GRADO**

Previo a la obtención del Título de:

**INGENIERO INDUSTRIAL**

**Presentada por:**

**Xavier Jesús Desiderio Calderón**

**GUAYAQUIL – ECUADOR**

**Año: 2006**

## **AGRADECIMIENTO**

Al Ph. D. Kleber Barcia V.,  
Director de Tesis, por su  
apoyo, paciencia y  
comprensión en la  
realización de este trabajo.

Al Ing. Rodrigo Sarzosa y  
al Ing. Nelson Cevallos por  
ser grandes hombres,  
formadores de juventudes  
y un ejemplo a seguir

A todo el personal de la  
FIMCP y en especial a  
aquellos que se vieron  
involucrados directamente  
con este estudio.

## DEDICATORIA

A Dios, mi Principio y mi Fin, y  
Fuente de toda Sabiduría.

A Carlos Desiderio H., mi padre,  
amigo, guía, consejero, apoyo,  
sustento.

A la memoria de mi madre,  
Jesús María Calderón T,  
representación del amor.

A Leocadio y Julia Desiderio de  
Muñoz, por su cariño, guía y  
apoyo.

A mis hermanos Carlos Newton,  
Sarita, Peter, Paolita y Carlos  
Alberto.

A mi familia, amigos y a la Sra.  
Isabel.

## TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

---

Ing. Eduardo Rivadeneira P.

DECANO DE LA FIMCP

PRESIDENTE

---

Ph. D. Kleber Barcia V.

DIRECTOR DE TESIS

---

Ing. Rodrigo Sarzosa C.

VOCAL

---

Ing. Nelson Cevallos B.

VOCAL

## **DECLARACIÓN EXPRESA**

**“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”**

---

**Xavier Jesús Desiderio Calderón**

## RESUMEN

El contenido de esta tesis consiste en un estudio para el mejoramiento continuo de la Gestión de Recursos, de acuerdo con el literal 6 de la norma ISO9001:2000, para la Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción (FIMCP) a nivel de pregrado, del cual se obtendrá: El plan de conservación individual de equipos vitales e importantes (Planes de “Mantenimiento”) y el plan de conservación para sistemas triviales (Actividades del Plan de Trabajo de Orden y Limpieza), los cuales se formarán en el Programa Anual de Conservación Integrado. El propósito es promover uno de los principios de la ISO, la mejora continua, en cada una de las actividades de los procesos. Este proyecto tiene como alcance las construcciones (edificaciones) de la Facultad, áreas de los laboratorios (con sus respectivos equipos), excepto el de Computación (de acuerdo con la exclusión actual que hace la Facultad). Se incluye a los jefes de los laboratorios de la FIMCP, auxiliares de servicio, y a aquellos a quienes afecte este proyecto.

La organización objeto de este estudio es la FIMCP (Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción), que es una unidad académica de la ESPOL (Escuela Superior politécnica del litoral) ubicada en el Campus Ing. Gustavo Galindo Velasco (Km. 30.5 de la vía Perimetral) con sede en la ciudad de Santiago de Guayaquil.

Para el desarrollo de las actuales actividades de preservación preventiva de construcciones (limpieza) y preservación preventiva de equipos de los laboratorios (“mantenimiento”), existe una metodología con poca alineación para el desarrollo del trabajo, que permita su gestión, integración y control, en un ambiente de mejora continua; además se tienen actividades, como la de limpieza, sin estudios de tiempo, ni estudios para el uso de insumos materiales y herramientas, no hay inventario jerarquizado de construcciones (o edificaciones) y equipos y tampoco se hace énfasis, desde el punto de vista técnico, a la reducción de costos. Esto produce desorientación del personal, impide la aplicación eficaz de los recursos, requisito indispensable dentro de la norma ISO, lo cual, se traduce en un deficiente servicio de la unidad académica a nivel de los trabajadores (clientes internos) y a los estudiantes en general (clientes externos), cuando la teoría del Servicio al Cliente, ligada a la gestión de las ISO, nos exige: “Que la organización debe pensar en función del cliente, como una ventaja competitiva si queremos alcanzar nuestras metas”.

En los momentos actuales, sólo un excelente servicio de docencia con recursos de apoyo y con calidad dan una ventaja competitiva a una institución de nivel superior, bajo ese supuesto nuestra Facultad necesita diseñar e implementar la Gestión de los Recursos siempre buscando la mejora continua de los mismos, que permita cumplir con la misión, visión,

planes estratégicos y Política de Calidad de la ESPOL y de la FIMCP. La falta de esto nos lleva a no contar con un Sistema de Gestión de la Calidad dinámico (de acuerdo con los requerimientos cambiantes de nuestros clientes) dando como resultado: desorden, mal servicio de apoyo a la docencia, no realizar cambios al sistema de calidad y lo negativo que resulta ante las percepciones de terceros tanto a nivel local como internacional. Por lo expuesto, se debe diseñar e implementar la Gestión de Recursos en el ambiente de trabajo basado en la mejora continua para satisfacer a nuestros clientes (internos y externos), mantener dinámico nuestro Sistema de Gestión de la Calidad, para ser un soporte en las futuras auditorias de seguimiento.

La metodología de la Gestión y Control de la Conservación (Conservación es toda actividad humana que, mediante la aplicación de los conocimientos científicos y técnicos, contribuye al óptimo aprovechamiento de los recursos existentes en el hábitat organizacional y permite, con ello, el desarrollo integral del hombre y la sociedad. Se divide en: Preservación que es la acción humana encargada de evitar daños a los recursos existentes, y Mantenimiento que es la actividad humana que garantiza la existencia de un servicio dentro de una calidad esperada) permitirá integrar los procesos de la Gestión de los Recursos como son la limpieza y mantenimiento y a su vez controlarlos dentro de un ambiente de mejora continua junto a las herramientas de la ingeniería industrial.



Por tanto, la tesis tiene como objetivo diseñar e implementar el plan y los programas de conservación, con enfoque en la mejora continua, de la Gestión de los Recursos de la FIMCP, para ser un soporte en el proceso de evaluación continua (de seguimiento) de la norma ISO 9001:2000.

La metodología a seguir en este estudio consiste en:

- Conocer la situación actual.
- Realizar las mediciones necesarias (de construcciones o edificaciones, equipos, personal, etc.) en la FIMCP
- Desarrollar el Inventario y esquemas de las edificaciones de la FIMCP
- Desarrollar el Inventario de los equipos (se tomará de la base de datos de la Facultad)
- Aplicar el concepto de la criticidad de los equipos y edificaciones como base para la jerarquización.
- Jerarquizar los inventarios, por medio del Principio de Pareto y de la matriz de criticidad.
- Aplicar herramientas de ingeniería industrial para la gestión de recursos humanos y técnicos en el análisis de procesos, estudio de tiempos y balanceo de actividades.
- Diseñar e implementar los programas de conservación.

- Desarrollar un modelo para el mejoramiento continuo
- Analizar el costo beneficio

Mediante el desarrollo de estas actividades se busca alcanzar la conformidad para beneficiar a los clientes (internos y externos) y con ello pertenecer a un ciclo de mejora continua en un Sistema de Gestión de la Calidad Integral, con lo cual, se espera:

- Reducir costos, estandarizar actividades de los procesos en estudio, mejorar la atención a los clientes y reducir las actividades que no agregan valor a los procesos.
- Planificar, gestionar, organizar y controlar los procesos de conservación de la FIMCP.
- Disponer de una metodología de conservación y herramientas de la ingeniería industrial para mejorar los procesos de forma continua.

## ÍNDICE GENERAL

	Pág.
<b>RESUMEN.....</b>	<b>I</b>
<b>ÍNDICE GENERAL.....</b>	<b>VI</b>
<b>ABREVIATURAS.....</b>	<b>XII</b>
<b>SIMBOLOGÍA.....</b>	<b>XV</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>XVI</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>	<b>XX</b>
<b>ÍNDICE DE ARCHIVOS.....</b>	<b>XXV</b>
<b>ÍNDICE DE PLANOS.....</b>	<b>XXVI</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>

### **CAPÍTULO 1**

#### **1. GENERALIDADES**

1.1. Planteamiento del problema.....	2
1.2. Antecedentes del estudio.....	5
1.3. Justificación del problema.....	6
1.4. Objetivos de la tesis.....	8
1.5. Metodología a utilizar para el desarrollo de la tesis.....	9
1.6. Estructura de la tesis.....	10

## CAPÍTULO 2

### 2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Reseña y fundamentos de la Norma ISO9001:2000.....	12
2.2. El Sistema de Gestión de la Calidad y sus partes	
Integrantes.....	14
2.3. Beneficios de la Norma ISO9001:2000.....	19
2.4. Gestión de los Recursos, capítulo 6 de la norma	
ISO 9001:2000, justificación y alcance.....	19
2.5. El mejoramiento continuo.....	23
2.6. Nuevas bases filosóficas para el Mantenimiento Industrial.....	25
2.7. Taxonomía de la Conservación Industrial.....	31
2.8. El concepto de la Conservación.....	33
2.9. Importancia de la Taxonomía. Beneficios.....	37
2.10. La ISO 9000 y la metodología de la Planeación y Control	
de la Conservación.....	38
2.11. Metodología de la Planeación y Control de la Conservación...	40
2.11.1. Índice ICGM (RIME) simplificado.....	41
2.11.2. Análisis de problemas.....	42
2.11.3. Principio de Wilfredo Pareto.....	42
2.11.4. Inventario jerarquizado de conservación.....	44
2.11.5. Costo mínimo de conservación.....	47
2.11.6. Optimización de los intervalos de manutención.....	48

2.11.7. Costos de riesgos vs. costos de conservación.....	54
2.11.8. Herramientas de la Ingeniería Industrial. Procesos de trabajo.....	55
2.11.9. Estudio de tiempos. medición del trabajo y Estándares.....	56
2.11.10. Balanceo de procesos.....	60
2.11.11. Redacción de las descripciones de los puestos.....	61
2.11.12. Correlación, regresión lineal e índice $R^2$ .....	63
2.11.13. Programación. Diagrama Gantt.....	67
2.12. Descripción de los Planes de Conservación a diseñar e implementar en el presente estudio.....	68
2.12.1. Qué es un Plan de Conservación Individual para equipos vitales e importantes (Plan de “Mantenimiento”).....	69
2.12.2. Qué es un Plan de Conservación para sistemas triviales (Plan de Trabajo de Orden y Limpieza).....	70
2.12.3. Programa Anual de Conservación Integrado.....	71
2.12.4. Herramientas de control del programa propuesto.....	72
2.12.5. Análisis de Sensibilidad.....	72

## **CAPÍTULO 3**

### **3. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA EMPRESA**

3.1. Descripción de la Organización.....	74
3.2. Servicios que presta la Facultad.....	76
3.3. Descripción del área en estudio.....	80
3.4. Descripción de los procesos de apoyos, a nivel de la Gestión de los Recursos: Conservación (limpieza y mantenimiento de la FIMCP), bases del estudio.....	81

## **CAPÍTULO 4**

### **4. DISEÑO DEL REQUISITO DE GESTIÓN DE LOS RECURSOS: HUMANOS E INFRAESTRUCTURA EN LA FIMCP.**

4.1. Antecedentes del estudio.....	91
4.2. La Planeación de la Conservación de los recursos.....	91
4.2.1. Definición del problema.....	92
4.2.2. Objetivos del diseño.....	93
4.2.3. Justificación de los procesos de conservación.....	93
4.2.4. Metodología de la Planeación y Control de la Conservación.....	95
4.2.5. Herramientas para administrar la conservación.....	121

4.2.6.	Diseño de los planes de conservación .....	231
4.2.7.	Breve descripción del modelo para el mejoramiento continuo de los planes de conservación.....	241

## **CAPÍTULO 5**

### **5. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE RECURSOS**

5.1.	Generalidades de la Implementación de los planes de conservación.....	245
5.2.	Funcionamiento general del módulo de la conservación integral.....	248
5.3.	Implementación de los planes diseñados en equipos vitales e importantes y recursos triviales.....	262
5.3.1.	Implementación del Plan Contingente ó atención a la Conservación Contingente.....	262
5.3.2.	Procedimiento para la implementación contingente....	264
5.3.3.	Implementación del costo mínimo de conservación....	268
5.3.4.	Implementación de los planes de conservación Individual.....	274
5.3.5.	Procedimiento para la implementación e integración del programa anual de conservación.....	286

5.3.6. Implementación de un sistema de órdenes de trabajo.....	294
5.4. Control del programa de conservación integrado.....	298
5.5. El supervisor en el trabajo.....	301
5.6. Organización del departamento de conservación .....	304
5.7. Elaboración del cronograma de implantación.....	322

## **CAPÍTULO 6**

### **6. RESULTADOS**

6.1. Resultados esperados con los planes de conservación.....	327
6.2. Análisis costo beneficio.....	338

## **CAPÍTULO 7**

### **7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

7.1. Conclusiones.....	363
7.2. Recomendaciones.....	365

### **APÉNDICES**

### **BIBLIOGRAFÍA**

### **PLANOS**



## ABREVIATURAS

<b>AEFIMCP</b>	Asociación de estudiantes de la Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la producción
<b>ASME</b>	Sociedad Americana de Ingenieros mecánicos, con sus siglas en inglés.
<b>C</b>	Costo asociado a las horas no trabajadas debido a una falla ocurrida
<b>CC</b>	Costos de conservación
<b>CCT</b>	conservación correctiva o preventiva en triviales
<b>CD</b>	dispositivo magnético de almacenamiento
<b>CPI</b>	conservación preventiva en importantes
<b>CPV</b>	conservación preventiva en vitales
<b>CTA</b>	Costo total anual
<b>CTP</b>	Costos totales de paro
<b>doc</b>	extensión de un archivo de Microsoft Word ®
<b>EJE</b>	Empresa juvenil de la ESPOL
<b>ESPOL</b>	Escuela Superior Politécnica del Litoral
<b>F</b>	Combinación de $( H_f \times OH \times W ) + C$
<b>FIMCP</b>	Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción
<b>H<sub>f</sub></b>	Total medio de “hombres por hora”

<b>HXH</b>	horas por hombre
<b>H<sub>m</sub></b>	total de hombres por hora
<b>ICGM</b>	Índice de clasificación de los gastos de conservación (manutención)
<b>IEEE</b>	Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos, S.A., de los Estados Unidos, por sus siglas en inglés.
<b>INPUT</b>	entradas de un proceso
<b>ISO</b>	Organización para la estandarización internacional, con sus siglas ISO, en inglés
<b>M</b>	Es la combinación de $H_m \times OH \times W$
<b>m<sup>2</sup></b>	metros cuadrados
<b>Min</b>	Minutos
<b>MP</b>	Mantenimiento preventivo
<b>MC</b>	Mantenimiento correctivo
<b>N</b>	Número medio de fallas por año
<b>N´</b>	tamaño de muestra
<b>NCC</b>	Nivel de costos de conservación
<b>OH</b>	Relación entre las sumatorias de los costos de la supervisión y los costos de los ejecutantes + 1
<b>OIT</b>	Organización internacional del trabajo
<b>PHVA</b>	Planificar-hacer-verificar-actuar (Ciclo Deming)
<b>PPC</b>	preservación preventiva de construcciones

<b>PPE</b>	Preservación preventiva de equipos.
<b>OUTPUT</b>	Salidas de un proceso
<b>P</b>	valor para la programación óptima de las periodicidades de la preservación de equipos.
<b>pdf</b>	extensión de un archivo de acrobat reader®
<b>P<sub>p</sub></b>	Período actual o intervalo anual de mantenimiento del equipo en referencia
<b>Q</b>	Cantidad de equipos
<b>r</b>	coeficiente de correlación
<b>R<sup>2</sup></b>	coeficiente de determinación
<b>Seg.</b>	Segundos
<b>SSHH</b>	servicios higiénicos
<b>TIR</b>	Tasa interna de retorno
<b>TMAR</b>	Tasa mínima atractiva
<b>TN</b>	tiempo normal
<b>TS</b>	tiempo estándar
<b>U</b>	unidades
<b>VAN</b>	Valor actual neto
<b>W</b>	tasa de salario medio
<b>xls</b>	extensión de un archivo de Microsoft Excel ®

## SIMBOLOGÍA

$\beta_0$	punto de intersección de la línea de regresión con el eje y
$\beta_i$	pendiente de la línea de regresión
®	marca registrada
$\sigma$	Desviación típica
$\bar{y}$	media de las variables
$\bar{x}$	media de las variables
$\Sigma$	sumatoria

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1.1 Metodología de la tesis de grado.....	9
Figura 2.1 Sistema de Gestión de Calidad integrado por procesos.....	17
Figura 2.2 Diferencia de acciones humanas entre máquina y servicio.....	32
Figura 2.3 Representación gráfica del Principio de W. Pareto.....	43
Figura 2.4 Histograma de la distribución de recursos.....	45
Figura 2.5 Panorama general de la planeación de la conservación.....	46
Figura 2.6 Costo mínimo de conservación.....	47
Figura 2.7 Curva de la bañera o de períodos de fallas.....	50
Figura 3.1 Mapa de procesos nivel III, pregrado.....	74
Figura 3.2 Organigrama estructural de la FIMCP .....	76
Figura 3.3 Diagrama de flujo de las actividades de limpieza.....	82
Figura 3.4 Diagrama de flujo del proceso actual de “mantenimiento”.....	85
Figura 4.1 Costo mínimo de conservación.....	136
Figura 4.2 Mapa de relaciones de los servicios de conservación de la FIMCP.....	147
Figura 4.3 Diagrama análisis de proceso actual de preservación preventiva de construcciones-limpieza.....	150
Figura 4.4 Análisis de proceso de preservación de construcciones -limpieza propuesto.....	154

Figura 4.5	Prueba de normalidad para datos SSHH .....	166
Figura 4.6	Prueba de normalidad datos “oficinas” .....	168
Figura 4.7	Prueba de normalidad “of. Especiales” .....	169
Figura 4.8	Prueba de normalidad “aulas con piso de cerámica” .....	170
Figura 4.9	Prueba de normalidad “laboratorios con piso de cemento” .....	171
Figura 4.10	Prueba de normalidad “pasillos” .....	172
Figura 4.11	Prueba de normalidad del TS de “SSH” .....	178
Figura 4.12	Prueba de normalidad áreas de “SSH” .....	179
Figura 4.13	Prueba de normalidad TS de “ofic. pequeñas” .....	183
Figura 4.14	Prueba de normalidad áreas de “ofic. pequeñas” .....	184
Figura 4.15	Prueba de normalidad TS de “ofic. grandes” .....	186
Figura 4.16	Prueba de normalidad áreas de “ofic. grandes” .....	187
Figura 4.17	Prueba de normalidad TS de “SSH grandes” .....	189
Figura 4.18	Prueba de normalidad áreas de “SSH grandes” .....	190
Figura 4.19	Prueba de normalidad TS de “lab. piso de cemento” .....	192
Figura 4.20	Prueba de normalidad TS de “pasillos y corredores” .....	194
Figura 4.21	Prueba de normalidad área de “Pasillos y corredores” .....	195
Figura 4.22	Área sin personal asignado en programa .....	204
Figura 4.23	Desarrollo informal de actividades .....	204
Figura 4.24	Relación entre áreas asignadas y no asignadas a los Auxiliares de Servicio de la FIMCP .....	205

Figura 4.25	Probando normalidad de “áreas de construcciones” FIMCP.....	206
Figura 4.26	Unidades en metros cuadrados asignadas a los Auxiliares de Servicio.....	210
Figura 4.27	Metros cuadrados asignados a cada Auxiliar de Servicio.....	211
Figura 4.28	Probando normalidad de “metros cuadrados asignados para cada Auxiliar de Servicio”.....	212
Figura 4.29	Probando normalidad de los “metros cuadrados trabajados por los Auxiliares de Servicio”.....	215
Figura 4.30	Probando normalidad de las horas trabajadas por los Auxiliares de Servicio.....	216
Figura 4.31	Asignación balanceada.....	217
Figura 4.32	Tiempos estándares balanceados.....	217
Figura 4.33	Metros cuadrados de construcciones “procesados” por mes por cada Auxiliar de Servicio.....	219
Figura 4.34	Horas trabajadas / horas disponibles.....	220
Figura 4.35	Equipos conectados en serie.....	225
Figura 4.36	Equipos o componentes conectados en paralelo.....	225
Figura 4.37	Política para planes vitales e importantes.....	232
Figura 4.38	Política para planes triviales.....	235
Figura 5.1	Horas trabajadas vs. disponibles.....	254
Figura 5.2	Costos combinados, caso real.....	272

Figura 5.3	Punto de hiperpreservación.....	274
Figura 5.4	Interfaz del programa anual de conservación integrado propuesto.....	294
Figura 6.1	Prueba de normalidad de “la cantidad de estudiantes por carreras en los últimos seis años” .....	340
Figura 6.2	Total de alumnos registrados en las carreras de la FIMCP período 2000-2006.....	342
Figura 6.3	Gráfica exponencial de tendencia del total de alumnos registrados en las carreras de la FIMCP, período 2000-2006.....	343
Figura 6.4	Gráfica polinómica de tendencia del total de alumnos registrados en las carreras de la FIMCP, período 2000-2006.....	344
Figura 6.5	Gráfica lineal de tendencia del total de alumnos registrados en las carreras de la FIMCP, período 2000-2006.....	345



## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 4.1 Causas de los problemas de preservación preventiva de construcciones.....	100
Tabla 4.2 Causas de los problemas de preservación preventiva Periódica de equipos de laboratorios.....	100
Tabla 4.3 Efecto de las causas de los problemas de la preservación preventiva.....	101
Tabla 4.4 Una solución de los problemas de la preservación preventiva.....	101
Tabla 4.5 Necesidades generales de conservación del Laboratorio de Agropecuaria .....	106
Tabla 4.6 Necesidades generales de conservación del Laboratorio de Alimentos.....	107
Tabla 4.7 Necesidades generales de conservación del Laboratorio de Ensayo y Metrología.....	109
Tabla 4.8 Necesidades generales de conservación del Laboratorio de Metalurgia.....	110
Tabla 4.9 Necesidades generales de conservación del Laboratorio de Termofluidos.....	111
Tabla 4.10 Costo de operación de un equipo .....	136
Tabla 4.11 Auxiliares de servicio FIMCP.....	149

Tabla 4.12	Calificación del desempeño.....	161
Tabla 4.13	Guía para el # de ciclos por observar.....	162
Tabla 4.14	Cálculo del número de muestra “SSH” .....	168
Tabla 4.15	Cálculo del número de muestra “oficinas pequeñas”.....	169
Tabla 4.16	Cálculo de muestra “Oficinas especiales”.....	170
Tabla 4.17	Cálculo del número de muestra “aulas”.....	171
Tabla 4.18	Cálculo del número de muestra “laboratorio piso cemento”...	172
Tabla 4.19	Cálculo del número de muestra “pasillos”.....	173
Tabla 4.20	Turno de trabajo de Auxiliares de Servicio ( 1 turno).....	202
Tabla 4.21	Construcciones de la FIMCP.....	203
Tabla 4.22	Construcciones asignadas de la FIMCP.....	209
Tabla 4.23	Asignación metros cuadrados por Auxiliar.....	210
Tabla 4.24	Metros cuadrados por cada día por Auxiliar.....	214
Tabla 4.25	Metros cuadrados por cada día por Auxiliar.....	214
Tabla 4.26	Metros cuadrados para cubrir sus actividades .....	214
Tabla 4.27	Cantidad de metros cuadrados por mes, para cada Auxiliar de servicio.....	218
Tabla 4.28	Horas reales vs. disponibles por mes.....	219
Tabla 4.29	Formato para el plan de conservación para equipos.....	233
Tabla 4.30	Formato para el plan general de conservación de	

	construcciones.....	235
Tabla 4.31	Formato para el programa anual de conservación.....	237
Tabla 4.32	Formato de Orden de trabajo de conservación.....	239
Tabla 4.33	Formato de Solicitud de orden en anomalías.....	241
Tabla 5.1	Relación entre las horas trabajadas vs. las disponibles.....	253
Tabla 5.2	Metros cuadrados y porcentajes realizados por los Auxiliares de Servicio por mes.....	255
Tabla 5.3	Gastos de operación de un equipo.....	268
Tabla 5.4	Gastos de operación, caso real.....	270
Tabla 5.5	Plan individual de conservación de un equipo vital, autoclave.....	277
Tabla 5.6	Plan individual, equipo importante, balanza electrónica.....	279
Tabla 5.7	Plan de conservación de construcciones de la FIMCP.....	285
Tabla 5.8	Programa anual de conservación integrado propuesto.....	287
Tabla 5.9	Orden de trabajo de conservación.....	295

Tabla 6.1	Cantidad de estudiantes por carreras en los últimos seis años en la FIMCP .....	339
Tabla 6.2	Relación entre el año – término y número de alumnos .....	346
Tabla 6.3	Cálculos para la obtención de la ecuación de regresión lineal de tendencia.....	347
Tabla 6.4	Resultados de la relación lineal de tendencia.....	348
Tabla 6.5	Valores de registro para Ingeniería en Administración de la Producción Industrial $\geq 2\ 003$ .....	350
Tabla 6.6	Valores de las constantes a incluir en las fórmulas.....	351
Tabla 6.7	Fórmula para cálculo de registro carreras de Ingeniería en Alimentos y Agropecuaria 2004-2005.....	351
Tabla 6.8	Número de estudiantes por factor “P” en la FIMCP en el primer término del 2006.....	353
Tabla 6.9	Valores de registro por materia, por término, que	

	realizan los estudiantes de acuerdo con el factor P	
	en la FIMCP.....	353
Tabla 6.10	Ingresos anuales para la FIMCP, en promedio,	
	10 materias por año, por alumno.....	354
Tabla 6.11	Total de estudiantes en la ESPOL.....	355
Tabla 6.12	Presupuesto de la ESPOL 2006.....	355
Tabla 6.13	Cantidad de estudiantes esperados, de acuerdo	
	con los criterios: pesimista, moderado y optimista.....	358
Tabla 6.14	Beneficios esperados en dólares luego de la	
	Implantación.....	361
Tabla 6.15	Cálculo del VAN y de la TIR.....	362

## ÍNDICE DE ARCHIVOS

Archivo A	Rediseño de trabajo.doc
Archivo B	Banco de datos planes de conservación.xls
Archivo C	Estudio de tiempos FIMCP.xls
Archivo D	Programación anual de conservación propuesto.xls

## ÍNDICE DE PLANOS

Plano 1	Área: Laboratorio de Ensayo y Metrología, Aseplas, aulas 18b
Plano 2	Área del Laboratorio de Computación, biblioteca Ing. Zevallos
Plano 3	Área bloques 24C (planta baja)
Plano 4	Área bloques 24C (planta alta)
Plano 5	Área Laboratorio de Termofluidos
Plano 6	Área de aulas 18C – 1, 2, 3
Plano 7	Área del gobierno de la FIMCP- Decanato (planta baja)
Plano 8	Área del Convenio Florida - ESPOL
Plano 9	Área Laboratorios de Alimentos y unidad de vapor (caldero)
Plano 10	Área AEFIMCP y Laboratorio de Materiales
Plano 11	Área Laboratorio de Metalurgia y Soldadura

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad, los procesos de Conservación (limpieza y mantenimiento de laboratorios y construcciones) de la FIMCP no cuentan con una metodología claramente definida para el desarrollo de sus actividades, ni se apoyan en herramientas de ingeniería. Cabe señalar que los procesos basados en estándares previamente establecidos y con enfoque en la mejora continua ofrecen una ventaja competitiva en el mercado y un dinamismo ante los cambios en los requerimientos de los clientes, por consiguiente, es necesario adoptar una metodología que permita mejorar la gestión, control e integración de los procesos y los recursos humanos, de acuerdo con los requerimientos de la norma ISO9001:2000, basada en el mejoramiento continuo.

Esta tesis tiene como objetivo, de acuerdo con la metodología de la planeación y control de la conservación y de las herramientas de la ingeniería industrial, diseñar e implementar los programas de conservación individuales y el programa anual de conservación integrado de la FIMCP, en el cual, se tenga como metas continuas: la reducción de costos y actividades que no agregan valor; clasificación y orden; mejora del ambiente de trabajo; cuidado de la infraestructura; y mejor control e integración de los procesos de conservación preventiva de construcciones y equipos de los laboratorios de la FIMCP.



# CAPÍTULO 1

## 1. GENERALIDADES

En este capítulo se desarrolla el planteamiento del problema, los antecedentes, justificación, objetivo, la metodología a emplear y la estructura de la tesis.

### 1.1 Planteamiento del problema

Las actividades de limpieza y mantenimiento -desde ahora denominadas: actividades de preservación preventiva periódica de construcciones y de equipos de los laboratorios, respectivamente, son importantes dentro de nuestra organización, si deseamos mantener un dinámico Sistema de Gestión de la Calidad y ofrecer un servicio integral de excelencia a nuestros clientes, pues, este concepto se refiere al diseño e implementación de programas para los procesos de conservación (en el cual se incluye una nueva definición de mantenimiento: mantener el servicio que proveen los equipos o construcciones dentro de una calidad esperada y no solamente de reparación, como actualmente se lo hace). La

comprensión y aplicación de estos conceptos permite tener recursos más limpios, más organizados y más seguros. Se contará con los planes, programas y herramientas para proveer de un mejor entorno de trabajo a los clientes internos, una satisfacción para los externos, estandarización de los procesos, reducción de los costos, entre muchos otros beneficios, satisfaciendo los requisitos de la norma ISO, capítulo 6, en un ambiente de mejora continua [1].

La conservación planificada da como resultado clientes satisfechos y permite el buen funcionamiento de las áreas de trabajo, equipos, instalaciones, máquinas, etc. apoyando las actividades de investigación de los estudiantes de pregrado (y los tópicos que no se incluyen en este estudio, como son: prestación de servicios, y extensión de la calidad). Sin embargo, la falta de métodos para la puesta en marcha de las actividades de conservación dificulta la correcta Gestión de los Recursos humanos y técnicos que intervienen en el presente análisis.

Todo esto nos lleva a no contar con las herramientas necesarias para cumplir con los planes estratégicos de calidad en la Espol y más aún los expuestos en la política de calidad y misión.

Si continuamos con el actual proceso no se podrá mejorar el servicio a los clientes. Entonces, es necesario realizar un estudio que permita desarrollar una metodología para elaborar:

- Los planes de conservación individuales de recursos vitales e importantes.
- Los planes de conservación para sistemas triviales (Para las Actividades del Plan de trabajo de orden y limpieza de la Facultad)
- Integrar los procesos para obtener el plan de conservación anual integrado de la FIMCP

Esta integración, al ser implementada como Gestión de los Recursos, infraestructura y ambiente de trabajo del capítulo 6 de la ISO9001:2000 [1], permitirá: Planificar, hacer, verificar, actuar,

estandarizar procedimientos, gestionar la documentación, recursos humanos, controles, y guiar por el camino de la mejora continua.

El estudio que se plantea se restringirá a las construcciones y equipos de los laboratorios de la Facultad así como a los auxiliares de servicio, jefes de laboratorios y demás involucrados, en el ciclo de mejora continua del proceso de conservación bajo la norma ISO 9001:2000.

## **1.2 Antecedentes del estudio**

Como consecuencia de los problemas presentados en los actuales procesos de limpieza y mantenimiento de construcciones y equipos de los laboratorios se encuentra la necesidad de llevar a cabo la Gestión de los Recursos dentro del proceso integral de Gestión de Calidad que desarrolla la ESPOL. Para lograrlo deberá aplicarse una metodología que permita paso a paso definir los problemas, identificar los desperdicios, reducirlos, controlarlos con un enfoque en la mejora continua de los procesos como forma de retroalimentación y perfección.

### 1.3 Justificación del problema

En la política de la calidad de la ESPOL, establecida por el Rector, se incluyen los siguientes puntos:

- a) Implantar y mantener un sistema de gestión de la calidad adecuado a la ESPOL, que permita satisfacer las necesidades y expectativas de los clientes, basándose en los requisitos de la norma ISO 9001:2000.
- b) Realizar las actividades, garantizando el cumplimiento de las normas legales y reglamentarias, aplicables a los productos o servicios que brinda la ESPOL.
- c) Promover la mejora continua como un principio fundamental aplicable a todos los procesos de la ESPOL.
- d) Generar un compromiso dinámico de los Recursos Humanos de la institución, que permita mantener activo el Sistema de Gestión de la Calidad.
- e) Prevenir no conformidades, para la satisfacción del cliente; informar a la dirección de problemas que afecten al sistema.

Los procesos de preservación y mantenimiento preventivo de construcciones y equipos de los laboratorios de la FIMCP son apoyos del proceso de docencia. Con fundamento en los puntos a), b), c), d) y e) de la Política de Calidad de la ESPOL, se puede aplicar una metodología de Planeación y Control de la Conservación, junto a herramientas de la Ingeniería Industrial que engloba a estos procesos en un ambiente de mejora continua y que permitirá mostrar, de acuerdo con las percepciones de los clientes: limpieza y mantenimiento de construcciones y equipos, una cultura de pulcritud y orden, que se transforman en satisfactores humanos.

Por lo tanto, el siguiente estudio está enfocado en la mejora continua de los requisitos del capítulo 6 Gestión de Recursos de la norma ISO9001:2000, en especial con la provisión de recursos, infraestructura y ambiente de trabajo; eliminar el valor no agregado (desperdicios) dentro de los procesos de limpieza y mantenimiento, para lograr la satisfacción de los clientes y beneficios que luego de la implementación de los requisitos se obtienen. Actualmente el área en estudio enfrenta muchos problemas al desarrollar las actividades de conservación (limpieza y mantenimiento). Conversando con el Coordinador de Calidad de la Facultad, se decidió buscar una forma para resolver este problema.

La metodología que se aplicará para los procesos seleccionados nos ayudará a:

- Reducir costos, estandarizar actividades de los procesos en estudio, mejorar la atención a los clientes y reducir las actividades que no agregan valor a los procesos.
- Planificar, gestionar, organizar y controlar los procesos de Conservación de la FIMCP.
- Disponer de una metodología de conservación y herramientas de la ingeniería industrial para mejorar los procesos de forma continua.
- Gestionar la mejora continua en los procesos involucrados.

#### **1.4 Objetivo de la tesis**

El siguiente estudio tiene como objetivo diseñar e implementar los programas de conservación individuales y el programa anual de conservación integrado de la FIMCP, en el cual, se tenga como metas continuas: la reducción de costos y actividades que no agregan valor; clasificación y orden, mejora del ambiente de trabajo, cuidado de la infraestructura, mejor control e integración de los procesos de conservación preventiva de construcciones y equipos de los laboratorios de la FIMCP.

### 1.5 Metodología a utilizar para el desarrollo de la tesis

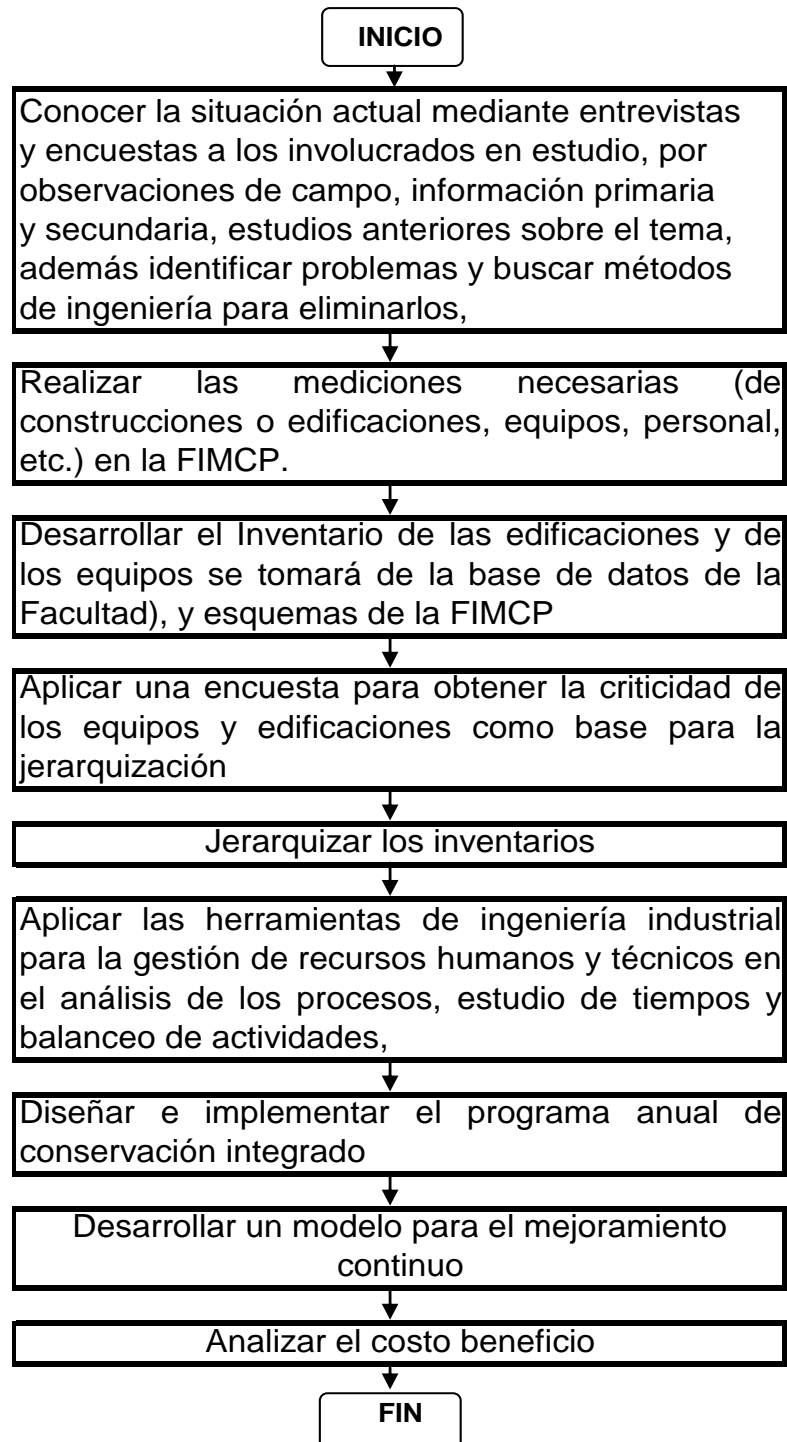


Figura 1.1 Metodología de la tesis de grado



## 1.6 Estructura de la tesis

**EL CAPITULO 1** Describe el tema, temario, resumen de la tesis, el planteamiento del problema, los antecedentes, justificación y objetivo, la metodología a emplear, la estructura general, el alcance y las limitaciones del estudio.

**EL CAPITULO 2** Resume la teoría en la que se fundamenta este proyecto, iniciando con una reseña histórica, fundamentos, descripción teóricas de las normas ISO y de una nueva filosofía para el mantenimiento industrial (Conservación), además de herramientas de la ingeniería industrial a utilizar en el estudio y cómo gestionar, integrar y controlar las actividades en los planes de Conservación.

**EL CAPITULO 3** Describe a la FIMCP, su producto (en este caso del servicio que proporciona). Presentación del área de estudio y los procesos con su respectivo alcance.

**EL CAPITULO 4** Diseño de la Gestión de los Recursos en la FIMCP, por medio de la metodología de la planeación y control de la

conservación y con la ayuda de herramientas de Ingeniería Industrial, en un ambiente de mejora continua.

**EL CAPITULO 5** Implementación de la Gestión de recursos de la Facultad mediante la aplicación del plan de diseño realizado en el capítulo cuatro.

**EL CAPITULO 6** Resultados esperados, luego de la implementación de la Gestión de los Recursos; y el análisis costo beneficio.

**EL CAPITULO 7** Conclusiones y recomendaciones del estudio.

# CAPÍTULO 2

## 2. REVISIÓN DE LITERATURA

### Introducción

Para lograr un proceso que satisfaga las necesidades de los clientes es necesario apoyarse en planes que se fundamenten en normas técnicas probadas y de certificación, para estandarizar actividades, eliminar actividades que no le agregan valor al proceso (de acuerdo con la percepción del cliente), reducir desperdicios, estructurar programas que integren las operaciones de los procesos en estudio, etc., esa es la premisa que llevará a incluir una metodología y herramientas de ingeniería a la gestión de recursos para alcanzar una ventaja competitiva enfocado siempre en la mejora continua.

### 2.1. Reseña y Fundamentos de la Norma ISO9001:2000

Un Sistema de Gestión de la Calidad es una herramienta administrativa que facilita el manejo sistémico de una organización, propiciando un cambio en la cultura organizacional de tal manera que se de un enfoque hacia el cliente, mediante la implementación de diferentes procesos [1]. Los principios fundamentales de este sistema de gestión son los siguientes:

- Consecución de la plena satisfacción de las necesidades y expectativas del cliente (interno y externo).
- Desarrollo de un proceso de mejora continua en todas las actividades y procesos llevados a cabo en la empresa (implantar la mejora continua tiene un principio pero no un fin).
- Total compromiso de la Dirección y un liderazgo activo de todo el equipo directivo.
- Participación de todos los miembros de la organización y fomento del trabajo en equipo hacia una Gestión de Calidad Total.
- Involucrar al proveedor en el sistema de Calidad Total de la empresa, dado el fundamental papel de éste en la consecución de la Calidad en la empresa.
- Identificación y Gestión de los Procesos Clave de la organización, superando las barreras departamentales y estructurales que esconden dichos procesos.
- Toma de decisiones de gestión basada en datos y hechos objetivos sobre gestión basada en la intuición.

La filosofía de la Calidad Total proporciona una concepción global que fomenta la Mejora Continua en la organización y el involucramiento de todos sus miembros, centrándose en la satisfacción tanto del cliente interno como del externo [1].

## **2.2. El Sistema de Gestión de la Calidad y sus partes integrantes**

La base de un Sistema de Calidad se compone de dos documentos, denominados Manuales de Gestión de Calidad, que definen por un lado el conjunto de la estructura, responsabilidades, actividades, recursos y procedimientos genéricos que una organización establece para llevar a cabo la gestión de la calidad (Manual de Calidad), y por otro lado, la definición específica de todos los procedimientos que aseguren la calidad del producto final (Manual de Procedimientos). El Manual de Calidad nos dice ¿Qué? y ¿Quién?, y el Manual de Procedimientos, ¿Cómo? y ¿Cuándo? Dentro de la infraestructura del Sistema existe un tercer pilar que es el de los Documentos Operativos, conjunto de documentos que reflejan la actuación diaria de la empresa [1]. Los principales elementos dentro de la Planificación Estratégica de la Calidad son: La Misión, cuya declaración clarifica el fin, propósito o razón de ser de una organización y explica claramente en qué negocio se encuentra. La Visión, que describe el estado deseado por la empresa en el futuro y sirve de línea de referencia para todas las actividades de la organización.

### 2.2.1. La serie de Normas ISO 9000 versión 2000

Son un conjunto de enunciados, los cuales especifican que elementos deben integrar el Sistema de Gestión de la Calidad de una Organización y como deben funcionar en conjunto estos elementos para asegurar la calidad de los bienes y servicios que produce la Organización. Las Normas ISO 9000 son generadas por la Organización para la estandarización internacional, con sus siglas ISO, en inglés. Esta organización internacional está conformada por los organismos de normalización de casi todos los países del mundo. Los organismos de normalización de cada país producen normas que se obtienen por consenso en reuniones donde asisten representantes de la industria y de organismos estatales. De la misma manera, las Normas ISO se obtienen por consenso entre los representantes de los organismos de normalización enviados por cada país [1].

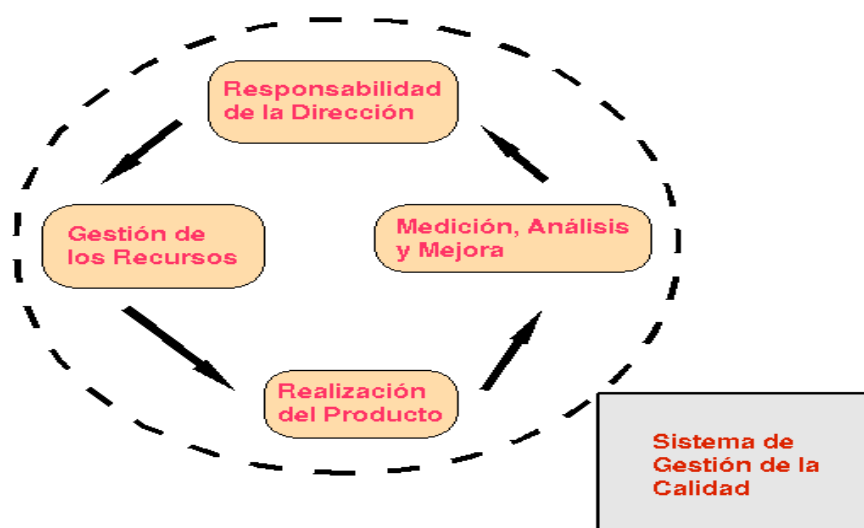
**Calidad [1].** Esta determinada por el cliente. Así, la calidad del producto y servicio puede definirse como la resultante total de las características del producto y servicio de mercadotecnia, ingeniería, fabricación y mantenimiento a

través de las cuales el producto o servicio en uso satisfará las esperanzas del cliente. También se define como el conjunto de características de un producto o servicio que le confieren la aptitud para satisfacer las necesidades del cliente.

**Proceso [1].** Las entradas (input) del proceso pueden ser elementos materiales, recursos humanos, documentos, información, etc. En forma análoga, las salidas del proceso (output) pueden ser productos materiales, información, recursos humanos, servicios, etc. En general, la salida de un proceso alimenta a un proceso cliente, y la entrada de un proceso es la salida de un proceso proveedor. Un proceso puede estar integrado por otros procesos. En general, hay más de una entrada y más de una salida. Y frecuentemente una de las salidas puede entrar al mismo proceso. Esto se llama Retroalimentación. Un Sistema de Gestión de la Calidad es un sistema en el cual los elementos son procesos.

En este proceso ingresan los requisitos de un producto y se obtiene el producto que cumple los requisitos y la

satisfacción del cliente. Los procesos que integran el Sistema de Gestión de la Calidad se muestran a continuación:



**FIGURA 2.1 Sistema de Gestión de Calidad integrado por procesos.**

Las Normas ISO 9000 no definen como debe ser el Sistema de Gestión de la Calidad de una organización, sino que fija requisitos mínimos que deben cumplir los sistemas de gestión de la calidad [1]. Dentro de estos requisitos hay una amplia gama de posibilidades que permite a cada organización definir su propio sistema de gestión de la calidad, de acuerdo con sus características particulares. Las Normas ISO relacionadas con la calidad son las siguientes:



**ISO 9000:** Sistemas de Gestión de la Calidad - Fundamentos y Vocabulario. En ella se definen términos relacionados con la calidad y establece lineamientos generales para los Sistemas de Gestión de la Calidad [1].

**ISO 9001:** Sistemas de Gestión de la Calidad - Requisitos. Establece los requisitos mínimos que debe cumplir un Sistema de Gestión de la Calidad. Puede utilizarse para su aplicación interna, para certificación o para fines contractuales [2].

**ISO 9004:** Sistemas de Gestión de la Calidad -Directrices para la Mejora del desempeño. Proporciona orientación para ir más allá de los requisitos de la ISO 9001, persiguiendo la Mejora Continua del Sistema de Gestión de la Calidad [3].

**La ISO 9001 del 2000** utiliza un enfoque orientado a procesos que es un conjunto de actividades que utiliza recursos humanos, materiales y procedimientos para transformar lo que entra al proceso en un producto de salida [1].

### **2.3. Beneficios de la norma ISO 9001:2000 [2]**

Entre los beneficios más importantes tenemos:

- Las variaciones en la calidad disminuyen por tener mayor consistencia con la aplicación de los procesos.
- Se evitan confusiones, orden donde había desorden.
- Seguridad donde había incertidumbre.
- Dos personas en el mismo puesto realizan el mismo trabajo en la misma forma (estandarización)
- Se concretan las responsabilidades y se controlan los costos.
- Se mejora el ambiente de trabajo y
- Se crea un ambiente de mejora continua para todos los procesos involucrados.

### **2.4. Gestión de los Recursos, capítulo 6 de la norma ISO 9001:2000, justificación y alcance [2].**

Dentro de la norma ISO 9001:2000 (Sistema de Gestión de la Calidad, REQUISITOS, Versión español, Traducción certificada. Comité Europeo de Normalización (CEN). 2000), capítulo seis, se encuentran las cláusulas de la gestión de los recursos, a

continuación se hace referencia a los apartados considerados en este estudio:

### **Provisión de Recursos.**

Identificar y aportar recursos.

**Justificación y alcance:** con el presente estudio se desea contar con los recursos necesarios para los planes de conservación, en el área de preservación y mantenimiento preventiva periódica de construcciones (o edificaciones) y equipos de laboratorios de la FIMCP, a nivel de pregrado, como apoyo al servicio de docencia.

### **Recursos Humanos**

Definir y comunicar funciones y responsabilidades

**Justificación y alcance:** revisar las descripciones de los puestos del personal de los procesos de preservación y mantenimiento preventivo periódico de construcciones y equipos de laboratorios de la FIMCP, y en la medida redefinir los que no cumplan con carga de trabajo, capacidad, etc.

## **Infraestructura**

La FIMCP posee la infraestructura necesaria para lograr la conformidad con los requisitos aplicables a los servicios que presta.

En este sentido, se dispone de:

Edificios, espacio de trabajo e instalaciones asociadas, adecuados a las actividades;

Equipos para los procesos, incluyendo hardware y software; y,

Servicios de apoyo como comunicaciones, transporte, etc.

Las instalaciones y equipos necesarios, incluido el software, están recogidos en un inventario.

El manual operativo de Calidad de la FIMCP contiene la siguiente información:

*Para preservar el buen estado de los equipos de los laboratorios utilizados para la docencia, se contará con los recursos disponibles para su mantenimiento preventivo y correctivo. La ejecución del mantenimiento es responsabilidad de los Jefes de Laboratorio esta actividad se realiza de acuerdo a lo establecido en el procedimiento PO-FMP/ ESPOL/01 "Gestión de los Laboratorio.*

*Cabe indicar que a los equipos de computación que se encuentran en la Facultad, incluyendo los que están en el laboratorio de computación, no se rigen bajo el procedimiento de “Gestión de Laboratorios”, solo se les aplica mantenimiento correctivo, actividad que está a cargo del Jefe de Computación.*

*En lo que respecta a las instalaciones el control del mantenimiento preventivo y correctivo se lo realiza siguiendo lo establecido en el instructivo IO-FMP/ESPOL/06 “Mantenimiento de Instalaciones” [4].*

**Justificación y alcance:** diseñar e implementar los planes individuales y el integral de conservación que permita satisfacer los requerimientos que exige la norma ISO, a nivel de pregrado, en construcciones y equipos de laboratorios de la FIMCP.

### **Ambiente de Trabajo**

La Organización debe determinar y gestionar el Ambiente de Trabajo necesario para lograr la conformidad con los requisitos del servicio de docencia.

**Justificación y alcance:** por medio de la metodología de planificación y control de la conservación, así como herramientas y métodos de ingeniería industrial, gestionar una cultura de calidad, en un ambiente de mejora continua, que satisfaga y beneficie a los clientes tanto internos como externos de la FIMCP – ESPOL.

## 2.5. El mejoramiento continuo

El mejoramiento continuo es una filosofía gerencial que asume el reto del mejoramiento de un producto (servicio, software, hardware, materiales procesados) [1], y un proceso como un proceso de nunca acabar, en el que se van consiguiendo pequeñas victorias. Es una parte integral de un Sistema Gerencial de la Calidad Total.

Específicamente esta filosofía busca un mejoramiento continuo de la utilización de la maquinaria, los materiales, la fuerza laboral y los métodos de producción mediante la aplicación de sugerencias e ideas aportadas por los miembros del equipo. La metodología de la planeación y control de la conservación [5], contiene herramientas del control estadístico del proceso (SPC), el cual, siguiendo un proceso sistemático, nos lleva a la mejora continua [5].

*En una encuesta realizada a 872 ejecutivos norteamericanos de fábricas, la mayoría de los productores de clase favorecieron el mejoramiento continuo por encima de otros once programas de mejoramiento gerencial. Claramente se ve que el mejoramiento continuo es un tema digno de una cuidadosa revisión [6].*

Las herramientas utilizadas en el mejoramiento continuo son [6]:

1. **La recolección de datos.** Son las entradas en un estudio, proceso, etc., debemos contestarnos preguntas de qué, por qué, cómo, cuándo, etc.
2. **Diagrama de flujo de proceso.** Un dibujo que describe los pasos principales, las ramificaciones, entradas y las salidas eventuales de un proceso.
3. **Análisis Pareto.** El 20% de las causas originan el 80% del efecto, y el 80% de las causas restantes son responsables del 20% del resto del efecto.
4. **Diagramas de tendencias.** Un diagrama de secuencia en el tiempo que muestra valores trazados de una característica.
5. **Lista de verificación.** Listas con las cuales podemos identificar problemas y jerarquizarlos.
6. **Diagramas causa-efecto.** Visualiza fuentes potenciales de variaciones en los procesos.
7. **Ciclo PHVA.** La gerencia planea un cambio, lo lleva a cabo, verifica sus resultados y dependiendo de la producción, actúa para estandarizar el cambio o empieza nuevamente el ciclo de mejoramiento con nueva información. Este ciclo trata todos los procesos organizacionales como si estuvieran en un estado constante de mejoramiento [7].

## 2.6. Nuevas bases filosóficas para el mantenimiento industrial

*Todas las personas que por alguna razón tienen que trabajar con una máquina o equipo en cualquier etapa de la vida de éste; tienen muchos problemas para darse a entender al no existir una verdadera Taxonomía (clasificación, orden) en lo que respecta a lo que hasta ahora se llama Mantenimiento Industrial. Para comprobar que existe una gran confusión en los conceptos actuales de mantenimiento, veremos unos ejemplos” [5]:*

### **Ejercicio “torres de Babel” [5]**

Qué trabajos deben calificarse como de mantenimiento preventivo (MP) y cuáles como de mantenimiento correctivo, explicando en qué basa su criterio.

1. La caldera principal bajó su temperatura de 120° a 110°C; el jefe de producción pidió que se arreglara el daño inmediatamente; pero usted comprobó que los 10°C de menos no afectaban al producto que se estaba elaborando, por lo que decidió esperar a que terminara el último turno para hacer el cambio de termostato electrónico, durante la noche. Al llegar el personal de producción en la mañana, la temperatura había recuperado su nivel normal.



Usted hizo en este caso un trabajo de: \_\_\_\_\_¿Por qué?\_\_\_\_\_

2. Su automóvil está mal carburado y se encuentra en la carretera; se siente molesto porque, contra su costumbre, ha tenido que ir a 80 Km/h y considera que lo menos que acepta el vehículo son 100 Km/h; por lo que inmediatamente lo llevó al primer taller que encontró.¿cómo cataloga usted el trabajo que le hará el taller a su vehículo?

Usted hizo en este caso un trabajo de:\_\_\_\_\_¿Por qué?\_\_\_\_\_

*Si se observa el mosaico de respuestas obtenido, se convencería de que es inaceptable que existan respuestas tan variadas para cada pregunta, este problema existe a nivel mundial. Si esto pasó solamente al analizar conceptos sobre **mantenimiento correctivo y mantenimiento preventivo**, ¿qué resultados se pueden esperar al hablar de **predictivo, progresivo, analítico, preservación o conservación**? Es indiscutible que si las preguntas anteriores hubieran sido respondidas con seguridad y sin diferencias, dichas respuestas serían producto de un pensamiento científico, pero al haber discrepancias, se comprueba que no se tiene un conocimiento científico al respecto y, por lo tanto, nuestra filosofía actual relativa al mantenimiento y, sobre todo, a la conservación, al estar cimentada en bases equivocadas, nos procura una técnica, que, aunque útil, debe ser mejorada. Por ello, si nos detenemos a observar, razonar y experimentar sobre lo tratado, seguramente se convencerá de que las bases aquí propuestas resuelven muchos de los problemas que actualmente padecemos los que nos dedicamos a la conservación industrial, es decir, tenemos una gran oportunidad para mejorar tanto en*

*forma teórica como práctica nuestra función de conservación industrial (sólo necesitamos comportarnos como verdaderos científicos, dispuestos a un cambio racional de pensamiento y a tomar una nueva filosofía de la conservación que realmente tenga bases científicas) [5]*

### **2.6.1. Causa y solución del problema**

“Se está dando al mantenimiento el lugar que debe tener la conservación. Si consideramos que en nuestra empresa existen dos tipos de personal, uno exclusivamente para hacer trabajos de mantenimiento y otro para trabajos de preservación, llegaremos a la conclusión de que, *desde el punto de vista del personal de mantenimiento, su objetivo debe ser garantizar la continuidad del servicio dentro de los límites de calidad prefijados que están suministrando los recursos de la empresa. Éste es el punto esencial, y no como erróneamente se piensa, que las labores de mantenimiento en la organización se deben llevar a cabo para la buena preservación de las máquinas.* La nueva filosofía de mantenimiento determina que sólo hay dos clases o tipos de mantenimiento industrial” [5]:

1. **El mantenimiento correctivo.** Se define como la actividad humana desarrollada en equipos, instalaciones o construcciones cuando, a consecuencia de alguna falla, han dejado de prestar la calidad de servicio esperada [5].
2. **El mantenimiento preventivo.** Se considera como la actividad humana desarrollada en equipos, instalaciones o construcciones con el fin de garantizar que la calidad de servicio que éstos proporcionan continúe dentro de los límites establecidos [5].

También se determina que dentro del nuevo concepto de mantenimiento preventivo, deben considerarse todos los tipos de mantenimiento que de una u otra forma tengan la misión de conservar la calidad de servicio, tales como mantenimiento periódico, progresivo, analítico, técnico, predictivo, etc. [5].

Con base al análisis realizado, se está en condiciones de manejar la nueva filosofía. Para comprobarlo se contestan nuevamente las preguntas formuladas en el **ejercicio torre de Babel**, aplicando la sencilla metodología de análisis antes explicada:

### **Ejercicios “torres de Babel”**

#### **Respuesta:**

**¿Qué tipo de calidad y servicio esperaba?** Que la caldera mantuviera un margen de temperaturas, entre 105 ° y 120 °C

**¿Estuvo fuera del margen de calidad esperada de este servicio?** No, ni se había perdido aún, pero había señales de que la calidad del servicio (temperatura) se estaba reduciendo, por lo que el arreglo permitió que todo volviera a

la normalidad, sin detrimento de la calidad de servicio esperada. **Mantenimiento preventivo (MP)**

**Respuesta:**

**¿Qué tipo de calidad y servicio esperaba?** Que el vehículo pudiera correr a una velocidad de 100 Km/h ó más

**¿Perdió la calidad esperada de este servicio?** Sí, puesto que no puede lograr la calidad esperada. **Correctivo (MC)**

*Esto permite integrar racionalmente conceptos de preservación y mantenimiento y aclarar que, a su vez, la conservación se compone de dos importantes ramas [5]:*

**Preservación** se refiere al cuidado del recurso o equipo. Ésta a su vez, se divide en preservación correctiva o preventiva, dependiendo del momento en que se haga el trabajo: será preventiva si se hizo solamente para proteger el recurso, y correctiva si fue ejecutado para repararlo [5].

**Mantenimiento** es la actividad humana que garantiza la existencia de un servicio dentro de una calidad esperada; también se divide en mantenimiento preventivo y correctivo; será preventivo, si los trabajos se ejecutan para evitar que se

pierda la calidad del servicio, y correctivo si los trabajos son necesarios porque dicha calidad del servicio ya se perdió [5].

Cuando se hable de conservación, nos referiremos tanto a trabajos de preservación como de mantenimiento interrelacionados [5]

### **2.6.2. Jerarquización de la calidad del servicio.**

Como consecuencia de esta nueva forma de pensar, hay mejores condiciones para valorar un recurso cualquiera. Todos y cada uno de los recursos que forman la organización (equipos, instalaciones y construcciones) susceptibles de mantenerse, deben entregar una calidad de servicio predeterminada, ya que debe considerarse que, interrelacionadamente, unos servicios son más importantes que otros. Esto hace pensar en que la primera obligación que tiene un director de mantenimiento es la de elaborar un “inventario de conservación” y jerarquizar cada recurso ahí contenido, con respecto a la calidad de servicio esperada para poder obtener tres niveles: recursos vitales, importantes y triviales.

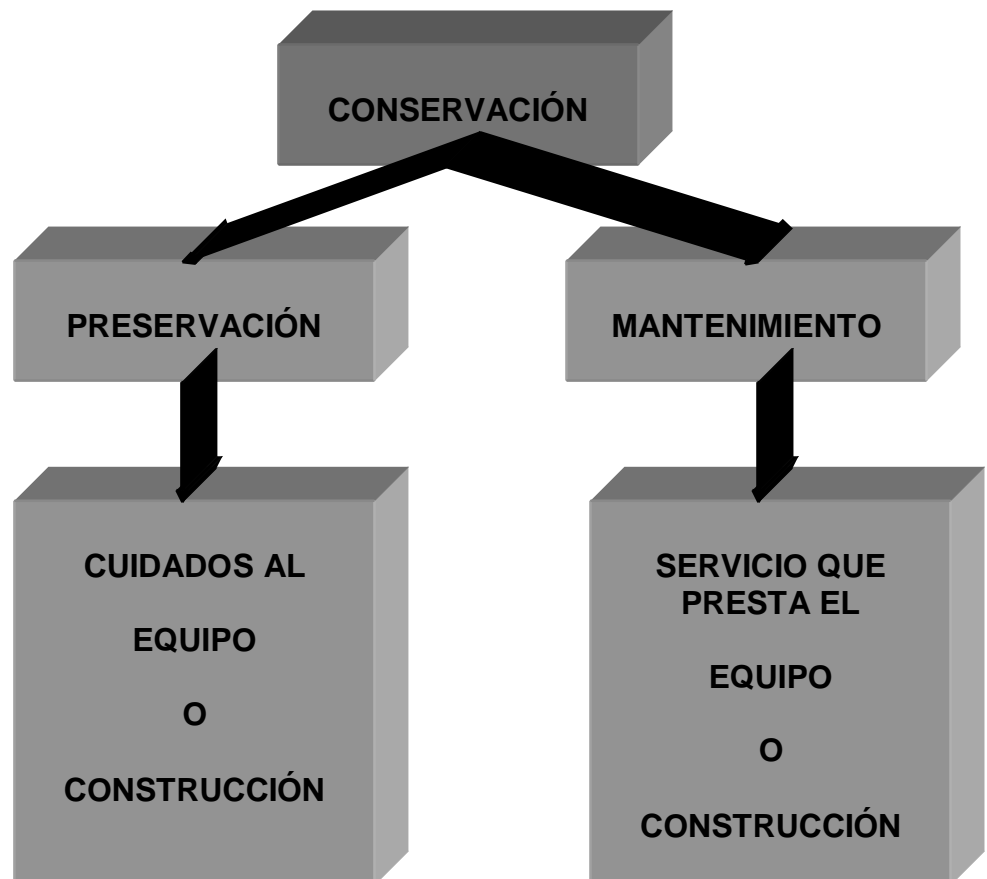
## 2.7. Taxonomía de la Conservación industrial.

Todas las personas que tienen que trabajar con una máquina o equipo en cualquier etapa enfrentan muchos problemas para darse a entender *al no existir una verdadera taxonomía* aplicable al “mantenimiento” industrial, ya que no ha podido desarrollarse plenamente al no existir un fundamento en donde apoyarse, es decir, un principio. En 1973, La Compañía Editorial Continental, S.A. (CECSA) publica el primer libro del Ing. Enrique Dounce Villanueva de México [5]: La Administración del mantenimiento, en el que se proponía el principio de conservación, el cual se basa en que todo recurso físico en funcionamiento tiene dos atributos: su estructura o partes que lo integran y el servicio que proporciona. Estos atributos hay que atenderlos en forma separada (al servicio manteniéndolo y al recurso preservándolo) por lo que se puede establecer el siguiente principio:

***“El servicio se mantiene y el recurso se preserva”***

Hagamos un análisis: **Recuérdese que una máquina o un equipo tiene dos atributos; por un lado, su parte física y, por el otro, el servicio que proporciona [5].** Estos atributos requieren atención

humana, como la preservación y el mantenimiento para lograr el rendimiento esperado en la productividad, como se observa en el siguiente esquema:



**Figura 2.2 Diferencia de acciones humanas entre máquina y servicio**

También se comprobó que las diferencias de opinión al hacer el ejercicio “Torre de Babel” se debieron a que algunas veces se tomó

como centro de la definición la máquina o equipo y, en otras ocasiones, el servicio que ésta presta; y también se hizo notorio que el centro de la definición del mantenimiento es el servicio que presta la máquina; en otras palabras, se aclara nuestra aseveración sobre el principio de la conservación:

***“El servicio se mantiene y la máquina se preserva”***

Este cambio de filosofía es importante, ya que mejora la comprensión del tema y permite establecer una verdadera taxonomía, haciendo posible la clasificación y establecimiento de las definiciones y términos usados en la ingeniería del mantenimiento.

## **2.8. El concepto de la Conservación [5]**

La conservación trata de obtener la protección del recurso y, al mismo tiempo, la calidad deseada del servicio que proporciona éste.

Por ello que **los dos objetivos generales de la conservación son:**

1. Mantener la calidad y cantidad de servicio que entrega un recurso o sistema de recursos, dentro de los parámetros esperados, durante su tiempo programado de funcionamiento [9]



2. Preservar, dentro de límites económicos establecidos, el costo del ciclo de vida de los recursos de la organización [5].

Con esto, además de obtener lo que deseamos en primer término (entregar a nuestros clientes un producto adecuado en calidad, cantidad y tiempo esperados), también minimizamos los costos de mantenimiento y el costo de ciclo de vida de nuestros recursos y maximizamos la disponibilidad de éstos [5].

#### **2.8.1. Definición de conservación**

Toda acción humana que mediante la aplicación de los conocimientos científicos y técnicos, *contribuye al óptimo aprovechamiento de los recursos existentes* en el hábitat humano; propiciando con ello el desarrollo integral del hombre y de la sociedad. La conservación se divide en dos grandes ramas, una de ellas es la Preservación la cual atiende las necesidades de los recursos físicos y la otra es el mantenimiento encargado de cuidar del servicio que proporcionan estos recursos.

### **2.8.2. Definición de Preservación [5]**

La acción humana encargada de evitar daños a los recursos existentes en el hábitat humano. Existen dos tipos de preservación, la preventiva y la correctiva; y la diferencia estriba en si el trabajo se hace antes o después de que haya ocurrido un daño en el recurso.

#### **Preservación Periódica**

Se refiere al cuidado y protección racional del equipo durante y en el lugar en donde éste está operando.

#### **Preservación periódica (Primer nivel)**

Corresponde al usuario del recurso, el cual como primer responsabilidad debe conocer a fondo el instructivo de operación y la atención cuidadosa de las labores de Preservación asignadas a él (limpieza, lubricación, pequeños ajustes y reparaciones menores); esto es ejecutado generalmente en el lugar en donde se encuentre operando el equipo.

### **Preservación periódica (Segundo nivel)**

Corresponde a los trabajos asignados al técnico medio y para el cual se necesita un pequeño taller con aparatos de prueba y herramientas indispensables para poder proporcionarle al equipo los Primeros auxilios que no requieren de mucho tiempo para su ejecución.

#### **2.8.3. Preservación vs. Economía**

El plan de Preservación Periódica generalmente está estudiado y recomendado por el fabricante del equipo, solo basta por nuestra parte revisarlo y ajustarlo a nuestra realidad

#### **2.8.4. Definición de Mantenimiento**

*El Mantenimiento es la actividad humana que garantiza la existencia de un servicio dentro de una calidad esperada [5].*

El mantenimiento se divide en dos ramas, Mantenimiento Correctivo y Mantenimiento Preventivo.

### **Mantenimiento Correctivo**

Es la actividad humana desarrollada en los recursos físicos de una Empresa, cuando a consecuencia de una falla han dejado de proporcionar la calidad de Servicio esperada.

### **Mantenimiento Preventivo**

Actividad humana desarrollada en los recursos físicos de una Empresa, con el fin de garantizar que la calidad de servicio que éstos proporcionan, continúe dentro de los límites establecidos. Este tipo de Mantenimiento siempre es programable y existen en el mundo muchos procedimientos para llevarlo al cabo.

## **2.9. importancia de la Taxonomía. Beneficios.**

La correcta aplicación de la taxonomía, permite racionalizar las actividades técnicas y administrativas aplicadas a la conservación de los recursos físicos, sobre todo en los siguientes puntos:

-Perfecta comprensión de los conceptos de conservación industrial.

-Jerarquizar, con respecto al servicio, la importancia que para la organización tiene cada uno de sus recursos para proporcionarles una atención adecuada.

-Minimización del tiempo de paro al atender adecuadamente el mantenimiento correctivo contingente, en los recursos catalogados como vitales e importantes.

-Se racionaliza la calidad, tipo de personal y trabajos de mantenimiento y preservación que se deben desarrollar en los diferentes recursos de la empresa, con lo cual se selecciona personal más capacitado y con un sentido profundo del diagnóstico para llevar a cabo las tareas de mantenimiento y se cuenta con las herramientas, materiales y tiempos necesarios y adecuados para desarrollarlas [5].

## **2.10.La ISO 9000 y la metodología de la Planeación y Control de la Conservación.**

¿Por qué esta metodología? Porque la certificación como ISO 9001:2000, de una compañía, debe ser un asunto que empiece por la alta dirección e involucre hasta el último hombre de la empresa [5]. Cuando una empresa pretende certificarse como ISO 9000 la obligación es auxiliar al Comité de calidad en atención a la norma a

fin de comprobar que existe un control adecuado y constante en las labores de conservación que aseguran una continua capacidad del proceso de los recursos de la empresa y que éste realmente opera de acuerdo con lo que está descrito en el manual de calidad. Por ejemplo, demostrar que se tiene el control de la planeación estratégica y táctica sobre la conservación de los recursos de la empresa, demostrar el adiestramiento y desarrollo del personal de conservación y sus buenas relaciones con el de producción, demostrar que realmente se está aplicando la mano de obra y materiales necesarios por conservación a los respectivos recursos y según los planes presentados, demostrar que existen políticas de calidad de normas y procedimientos de trabajo, descripciones de puestos, etc., todo relativo a la conservación de la empresa. Además, porque se desea conocer los requerimientos de los insumos, herramientas de las actividades de preservación preventiva periódica de construcciones y de equipos. Finalmente abarca estos puntos:

1. Cómo gestionar los recursos humanos (con sus habilidad, experiencia, análisis de puestos) dentro de los procesos de limpieza y mantenimiento.

2. Mejorar las condiciones de trabajo de los clientes internos mediante la aplicación de métodos de trabajo.
3. Mejorar continuamente los procesos, en beneficio de los clientes (externos e internos).
4. Lograr la satisfacción del cliente mediante el cumplimiento de sus requisitos.
5. Mantener la infraestructura necesaria para lograr la calidad del servicio de docencia, el cual incluye, construcciones y equipos.

#### **2.11. Metodología de la Planeación y Control de la Conservación [5]**

Como se ha señalado esta metodología se enfoca en la mejora continua [6], el uso de herramientas como la recolección de datos, diagramas de flujo, listas de verificación, análisis Pareto, el ciclo de PHVA (planificar-hacer-verificar-actuar) entre otras, lo demuestran (**véase sección 2.5 mejoramiento continuo**). La metodología de planeación y control de la conservación incluye además, las siguientes herramientas:

- Índice ICGM simplificado
- Análisis de problemas
- Inventario jerarquizado de conservación.

- Costo mínimo de conservación.
- El plan contingente.
- Procesos de trabajo

Para facilitar su estudio se analiza cada una de ellas en el orden aquí mencionado, pues, aunque toda la planeación de la conservación industrial debe empezar con el inventario de los equipos, instalaciones y construcciones que debemos atender, es necesario que dicho inventario esté jerarquizado, por lo que, al tocar inicialmente el índice ICGM simplificado, entendemos la importancia del código de máquina que al combinarlo con el Principio de Pareto permite obtener la jerarquización del inventario. Con esto se puede determinar cuáles son los recursos vitales, importantes y triviales [5].

#### **2.11.1. Índice ICGM (RIME) simplificado**

El índice ICGM (índice de clasificación para los gastos de conservación, Ramond and Associates Inc.®) es una herramienta que permite clasificar los gastos de conservación con la clase o tipo de trabajo por desarrollar en ellos [5].

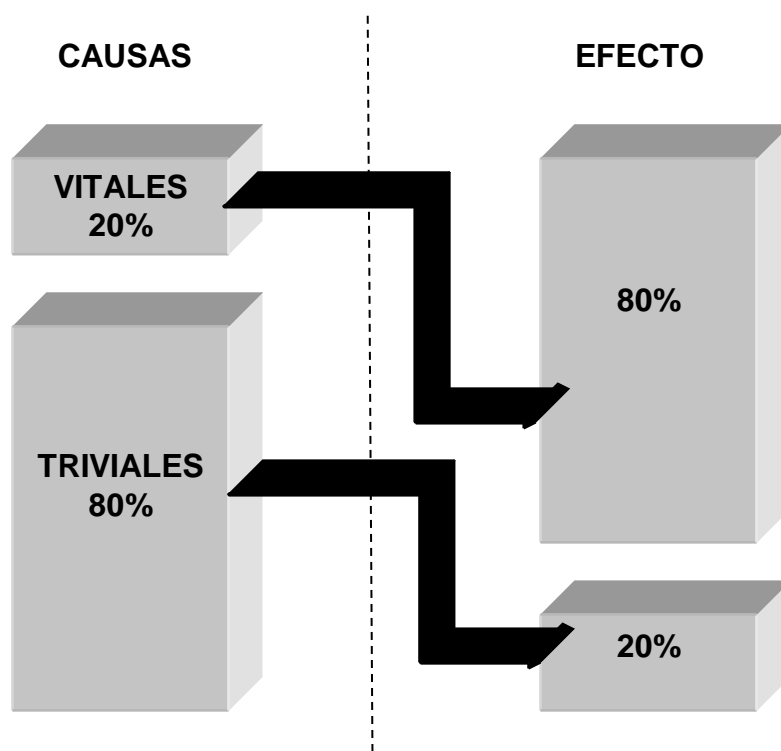


### **2.11.2. Análisis de problemas.**

Existe un problema cuando hay una desviación de lo que esperamos obtener. Cuando esto sucede se hace necesario investigar las causas que producen el efecto del problema usando herramientas como el diagrama causa-efecto, con el que se pueden obtener los efectos de las causas expuestas al inicio de este capítulo, y el análisis o diagrama de Pareto que lo usaremos en la jerarquización del inventario [5].

### **2.11.3. Principio de Wilfredo Pareto**

Wilfredo Pareto (1848-1923), introdujo el método analítico a la economía política; su mayor aportación a nivel mundial es el principio que lleva su nombre, el cual es de gran ayuda para el directivo moderno. Pareto descubrió que el efecto ocasionado por varias causas tiene una tendencia bien definida, ya que aproximadamente el 20% de las causas originan el 80% del efecto, y el 80% de las causas restantes son responsables del 20% del resto del efecto. La siguiente figura nos proporciona un ejemplo gráfico de este enunciado



**Figura 2.3 Representación gráfica del Principio de W. Pareto**

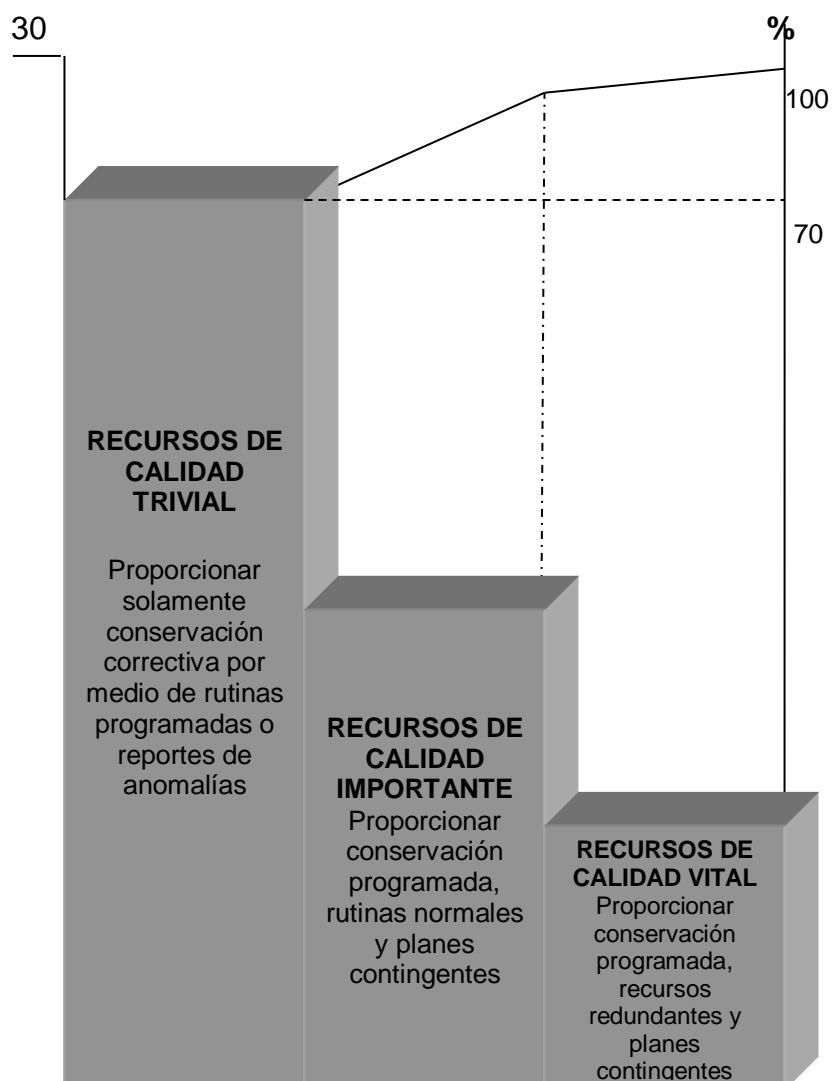
Se debe mencionar que a las causas responsables del **80%** del efecto se les llama **causas vitales** y a las restantes se les denomina **causas triviales**; sin embargo, existe entre las fronteras de ambas una pequeña zona de causas que, sin ser vitales, no se les puede tomar como triviales, por lo que se les llama causas de transición o **causas importantes** [5].

#### **2.11.4. Inventario jerarquizado de conservación**

Es indispensable que una empresa cuente invariablemente con un inventario de conservación, el cual, es un listado de los recursos por atender, sean éstos equipos, instalaciones o construcciones; y que además se haya establecido el índice ICGM (**véase sección 2.11.1**).

De esta forma, utilizando el código de máquina (el cual se apoyará, para el siguiente estudio, en una encuesta de criticidad de equipos, instalaciones y construcciones) y combinándolo con el principio de Pareto, se obtiene el inventario jerarquizado de conservación; vital, importante y trivial [5].

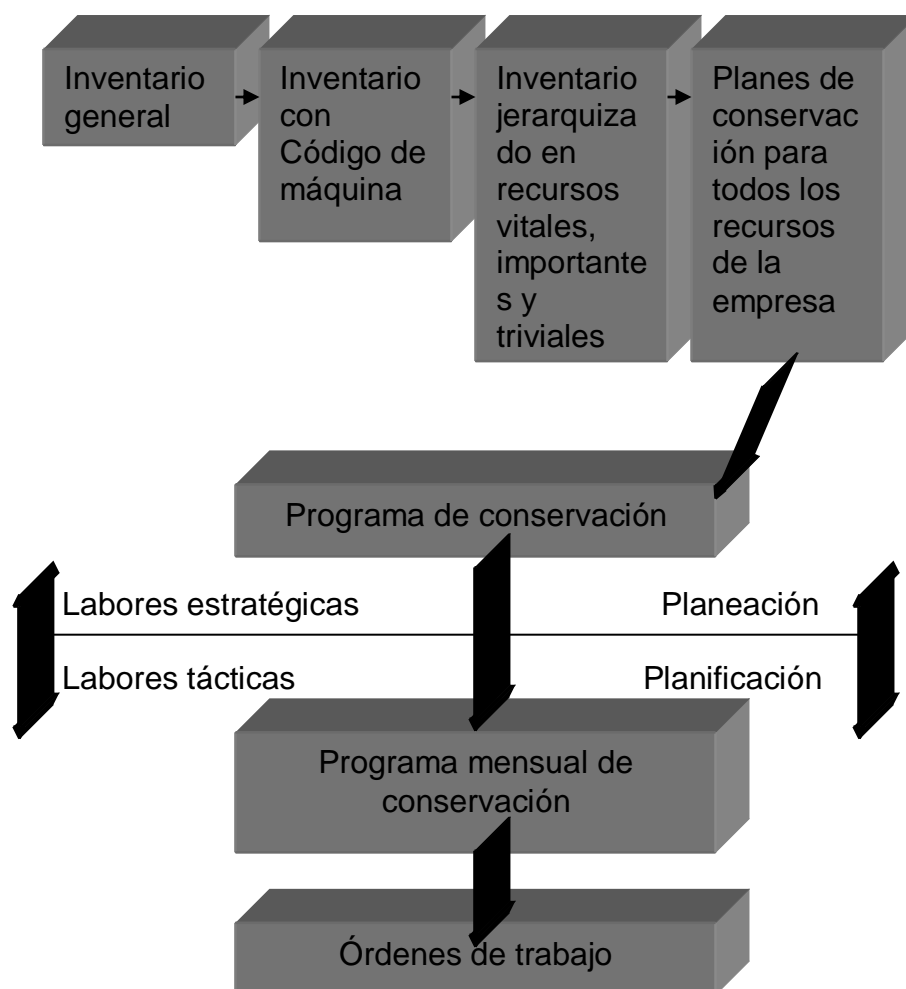
Todos los recursos calificados con código 10 y algunos con código 9 se considerarán como vitales; todos los calificados con 8 se consideran como importantes, y por último, los restantes se consideran triviales; entre estos últimos normalmente están incluidos el mayor número de artículos.



**Figura 2.4 Histograma de la distribución de recursos**

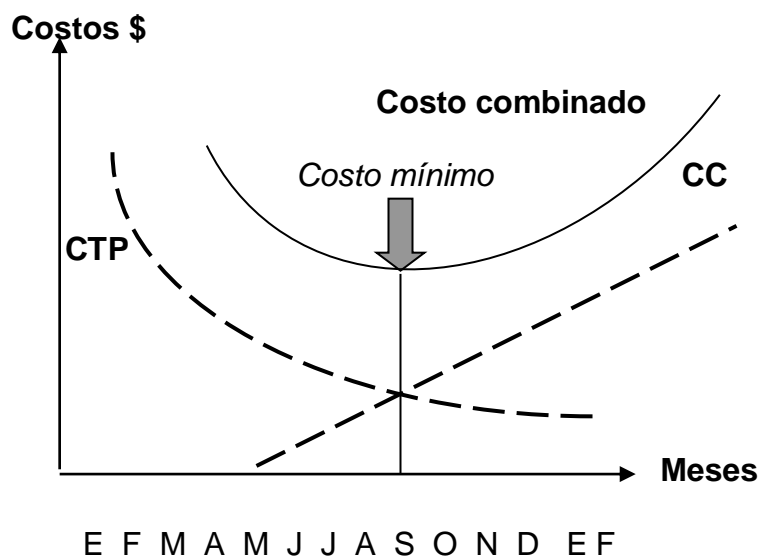
El resultado de este análisis da una nueva idea sobre la empresa, ya que se tiene una panorámica aproximada a la que se muestra en la figura 2.5.

En síntesis, la jerarquización de recursos a conservar permite racionalizar en grado sumo la planeación de la conservación en toda la empresa [5]:



**Figura 2.5 Panorama general de la planeación de la conservación**

### 2.11.5. Costo mínimo de conservación



**Figura 2.6 Costo mínimo de conservación**

La calidad del servicio que debe proporcionarnos un recurso, está ligada fundamentalmente al costo-beneficio que se obtiene mediante las labores o cuidados que se le suministren al recurso en cuestión; mientras mayor sea el número y calidad de dichas labores, el funcionamiento del recurso es mejor, hasta llegar a cierto límite. Cualquier método que se emplee para determinar la cantidad y calidad de las labores que deben proporcionarse, está sujeto a una serie de factores, como

la calidad de servicio que debe entregarse al cliente, el tipo de empresa, la habilidad de su personal de conservación, etc. Para obtener un punto confiable de referencia, es necesario conocer dos factores [5]:

- **Los costos de conservación (CC)**
- **Los costos de tiempo de paro (CTP)**

La interacción de estos dos nos da el costo combinado, y éste nos muestra cuál es el **costo mínimo de conservación [5]**.

#### **2.11.6. Optimización de los intervalos de mantenimiento**

Exactamente, los costos iniciales para optimizar cualquier programa de mantenimiento pueden ser entendidos como una inversión de elevado retorno; los dividendos serían: mayor confiabilidad para el sistema, incremento en la producción y mejor rendimiento. Todo esto asociado a costos menores de la propia mantenimiento [5].

En el pasado los equipos operaban continuamente hasta fallar, restando apenas el consuelo de culpas al fabricante o a la concesionaria de energía eléctrica, o lo mismo, atribuir las fallas a incidentes, de esta manera no había precaución en investigar y resolver las causas de las fallas, resultando en la reincidencia de los problemas.

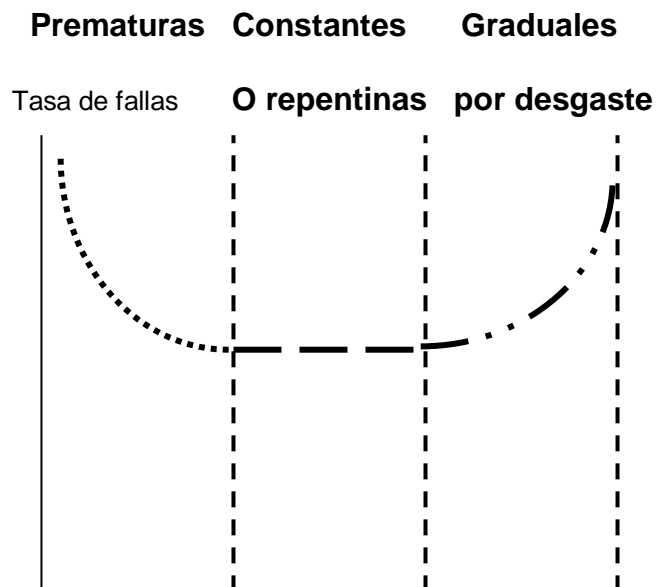
Es interesante el pensamiento del Sr. Karl Doll, publicado en un artículo de la revista *Stell Magazine* (julio/1966):

*“La manutención es la principal variable en la rentabilidad de una empresa. Después que el proceso fue definido....las instalaciones fueron ejecutadas...las materias primas fueron rigurosamente seleccionadas...los equipos de ventas están trabajando...la gran variable es la manutención”*

Delante de los argumentos presentados, se torna plenamente justificable preocuparse con la optimización de los intervalos de manutención [8]. En este, son presentados criterios para que cualquier industria pueda definir los intervalos óptimos de manutención preventiva, permitiendo sustituir los métodos empíricos que, generalmente, son utilizados para esa finalidad [8].



El IEEE (The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc) clasifica las fallas de los equipos en función de tres períodos conforme a lo ilustrado en la siguiente figura:



**Figura 2.7 Curva de la bañera o de períodos de fallas**

**Las fallas prematuras** son resultantes de instalaciones inadecuadas y control de calidad deficiente; estas fallas no tienen participación en el conjunto de datos necesarios para el cálculo de los períodos óptimos de manutención.

**Las fallas constantes y las de desgaste** son las que interesan directamente en los cálculos de manutención. La mayor parte de las fallas constantes suceden

gradualmente. El IEEE define falla repentina como aquella que no puede ser prevista por un examen previo o monitoración del equipo.

**Falla de desgaste** sería aquella que podría ser detectada por un examen previo [8].

*Para corregir estas fallas la solución simple de adición de intervalos de manutención más cortos, no sería ciertamente la solución ideal. Lo que se propone es exactamente el abandono de este empirismo inmatista en favor de un sistema de obtención de períodos óptimos de manutención preventiva, basado en la minimización del factor económico de equilibrio de cualquier actividad empresarial, que es el costo [8].*

### **Presentación de criterios [8]**

Ecuación obtenida del cálculo diferencial:

$$P \equiv \sqrt[3]{\frac{M \times Q \times Pp^2}{2F \times N}}$$

Siendo:

$$M = H_m \times OH \times W$$

$$F = (H_f \times OH \times W) + C$$

Donde

**P**=intervalo óptimo de manutención preventiva del equipo

**H<sub>m</sub>** = “total de hombres por hora” necesarios para mantener en operación una unidad de equipos, incluyendo los tiempos necesarios para requisición de material, herramientas y otros, como cambio de operadores (relación directa con la manutención preventiva)... **hombres por hora / unidad**

**OH** = relación entre las sumatorias de los costos de la supervisión y los costos de los ejecutantes + 1; si la relación fuera 90% “OH” será igual a 1,90.

**W** = **tasa de salario medio**, incluyendo horas extras; ella deberá ser ajustada para incluir los casos en que diferentes categorías de personal sean usadas en la localización y eliminación de las fallas... **\$ / hora**

**H<sub>f</sub>** = **Total medio de “hombres por hora”** necesarios para reparar una única falla del equipo, incluyendo tiempo de traslado y otras actividades relacionadas (relación directa con la manutención correctiva) . H<sub>f</sub> y H<sub>m</sub> son acumulados de todo el personal envuelto en la actividad de manutención... **hombres por hora / unidad**

**N** = **Número medio de fallas por año**, para el grupo de equipos similares en servicio... **fallas / año**

**Q** =Cantidad de equipos del mismo tipo en servicio.

**C** =Costo asociado a las horas no trabajadas debido a la falla ocurrida...\$ / unidad; es formado por la suma de los siguientes costos:

1. Pérdida de facturación por equipo que se encuentra dañado.
2. Costo medio de los repuestos de la parte que falló y de las otras partes necesarias.
3. Todos los otros costos asociados con la falla, tales como: seguridad, equipos colocados fuera de operación debido a las fallas, etc.

**P<sub>p</sub>** =Período actual o intervalo anual de **manutención del equipo en referencia**, asociado con el tiempo sobre el cual los datos del histórico de falla fueron colectados. **Años**

Fuera de esto, a medida que el banco de datos propio del usuario vaya siendo estructurado, las iteraciones de cálculo ciertamente conducirán al proceso a mejores resultados aplicando la mejora continua [5].

### **2.11.7. Costos de Riesgos vs. Costos de Conservación**

Se debe añadir el significado de impacto global, que es una función de la frecuencia con que se realizan las actividades de conservación preventiva y el riesgo que está latente al tiempo en que se ejecuten. Se obtiene al sumar punto a punto los costos de la ejecución de una tarea de conservación durante un intervalo de tiempo determinado y el riesgo que se asocia por la frecuencia de esta ejecución.

#### **Beneficios de la Optimización Costo Riesgo.**

Frecuencias óptimas de actividades de conservación preventiva, basadas en su contexto operacional.

Extensión de la vida útil de componentes y equipos.

Optimización de inventarios.

Optimización de fuerza hombre asociada a ejecución de actividades de conservación.

Costos totales optimizados en la mejor relación producción / conservación.

### **Plan Contingente**

El plan contingente, cuya aplicación en el trabajo aminora la gravedad que un probable problema pueda ocasionar y permite rehabilitar en el menor tiempo posible la calidad de servicio perdida [5].

#### **2.11.8. Herramientas de la Ingeniería Industrial. Procesos de trabajo.**

El diseño o rediseño de los procesos de trabajo nos llevan al perfeccionamiento o mejoramiento continuo, es determinante en la eficacia de la gestión de los recursos humanos. La organización del trabajo trata la relación entre las personas y los medios de producción en determinado ambiente laboral, con el objetivo de optimizar la fuerza de trabajo.

El mejoramiento de los procesos de trabajo, de los tiempos de trabajo (estándares), del análisis de puestos, balanceo en la asignación de actividades, constituyen los

elementos fundamentales de la optimización del trabajo [9].

#### **2.11.9. Estudio de tiempos. medición del trabajo y estándares [10]**

El propósito fundamental de la medición del trabajo es establecer estándares de tiempo para efectuar una tarea.

##### **Técnicas de medición de trabajo.**

Existen varias técnicas básicas para medir el trabajo, para el caso de este estudio, se selecciona estudios de tiempos con cronómetro, pues, las actividades a analizar son repetitivas y minuciosas.

El estudio de tiempos generalmente se hace con un cronómetro en el mismo lugar de trabajo. El trabajo o la tarea por estudiar se dividen en partes o elementos mensurables, y cada elemento se cronometra individualmente. Después de varias repeticiones, se saca un promedio de los tiempos cronometrados. (La desviación estándar se puede calcular para determinar una medida de la variación en los tiempos de

desempeño). Se agregan los tiempos promediados para cada elemento, lo que da el tiempo de desempeño para cada operador. Sin embargo, para que el tiempo de este operador pueda ser utilizado por todos los trabajadores, es preciso incluir una medición de velocidad, o clasificación del desempeño, para “normalizar” el trabajo. La aplicación de un factor de clasificación da lo que se conoce como tiempo normal. Por ejemplo, si un operador realiza una tarea en dos minutos y el analista de tiempos calcula que está trabajando cerca de un 20% rápido que lo normal, el tiempo normal se calcularía  $2 \text{ minutos} + 0.20(2 \text{ minutos})$ , ó 2.4 minutos. Como ecuación:

**Tiempo normal** = Tiempo de desempeño observado por unidad x clasificación de desempeño.

En este ejemplo, denotando al tiempo normal con TN,

$$TN = 2(1.2) = 2.4 \text{ minutos}$$

Cuando se observa a un operador durante un período de tiempo, el número de unidades producidas durante este tiempo, junto con la clasificación de desempeño, da:



$$TN = \frac{\text{Tiempo trabajado}}{\# \text{ u producidas}} \times \text{Clasificación de desempeño}$$

**El tiempo estándar (TS)** se determina al agregar al tiempo normal reservas para las necesidades personales (por ejemplo, ir al baño o tomarse un café), demoras inevitables en el trabajo (por ejemplo, averías en los equipos o carencia de materiales) y fatiga del trabajador (física o mental). Dos ecuaciones de éstas son:

$$TS = \text{tiempo normal} + (\text{reservas} \times \text{tpo normal})$$

$$TS = TN (1 + \text{Reservas}) \quad \text{Ec. 1}$$

$$TS = \frac{TN}{1 - \text{Reservas}} \quad \text{Ec. 2}$$

La ecuación 1 es la que más se utiliza en la práctica.

### **Tolerancias para el estudio de tiempos.**

Las tolerancias constituyen otras consideraciones que deben tener un trato especial, ya que ellas reflejan los

retrasos que se dan en los procesos, si las tolerancias no expresan la realidad, los tiempos estándares obtenidos serán irreales y se tendrá una pérdida de recursos y de tiempo.

La OIT (oficina internacional del trabajo) ha tabulado el efecto de las condiciones laborales para llegar a un factor de tolerancias por retrasos personales o por fatigas, dichas condiciones son nombradas a continuación con su respectivo rango de aplicación:

1. **Personales.** Depende de la experiencia que tenga el operador en el trabajo estudiado (0% a 5%)
2. **Fatigas.** Consideración sobre el tipo de trabajo que realiza, de acuerdo a las exigencias de fuerzas físicas que se requiere de parte del operador (2% a 5%)
3. **Estar de pie.** Trabajo realizado sentado o de pie. Obviamente el trabajo realizado de pie tendrá mayor concesión (0% a 2%).
4. **Postura anormal.** En el caso que la actividad realizada exija que el operador se mantenga por mucho tiempo en una postura incómoda que afecta a su rendimiento (0%, 2%, 7%)

5. **Empleo de fuerza muscular.** Aquí se considera la cantidad de libras o kilos que debe levantar o transportar el operador si es el caso (1%, 3%, 5%, 9%, 13%, 17%)
6. **Iluminación.** Tomando en cuenta la cantidad de luz que se tiene en el puesto de trabajo (0%, 2%, 5%)
7. **Condiciones atmosféricas.** Aquí se consideran las partículas suspendidas en el ambiente que pudieran dificultar la respiración, al igual que la temperatura del área en la cual se trabaja (0% al 10%)
8. **Atención al trabajo.** Tiene que ver con el grado de atención o concentración (0%, 2%, 5%)
9. **Nivel de ruido:** se pondera la afectación que pudiera tener los niveles del ruido del lugar del trabajo en el operador al momento de realizar la actividad (0%, 2%, 5%)

#### **2.11.10. Balanceo de procesos [10] y [11]**

El proceso de trabajo, con respecto al flujo, significa el camino que sigue la materia prima desde que llega a la

producción hasta que se obtiene el producto terminado. El flujo debe garantizar el funcionamiento armónico, balanceado de la producción junto a los recursos humanos y materiales que intervienen. Un proceso está balanceado cuando todas sus actividades tengan aproximadamente la misma capacidad total.

**Carga:** contenido de trabajo que debe hacerse en cada parte o actividad del proceso, condicionada por la capacidad [9].

**Capacidad:** es lo máximo que puede hacerse en cada parte o actividad del proceso [9].

#### **2.11.11.Redacción de las descripciones de los puestos [12]**

La descripción de un puesto es un texto que explica lo que hace en realidad la persona que ocupa el puesto, cómo lo hace y en qué condiciones desempeña el trabajo. A su vez, esta información se usa para redactar la especificación del puesto, en la que se enumeran los conocimientos, las habilidades y las capacidades que se requieren para desempeñar el puesto en forma correcta.

No existe un formato estándar para redactar la descripción del puesto, pero casi todos contienen secciones relativas a:

La identificación del puesto, un resumen del puesto, las responsabilidades y obligaciones, la autoridad del titular, estándares de desempeño, Especificaciones del puesto.

### **Los métodos para recabar información [13]**

#### **Las entrevistas.**

Se las realiza a trabajadores y a supervisores, el cual, conozca a fondo el puesto.

#### **Los cuestionarios.**

Pedir a los empleados que contesten cuestionarios para describir sus obligaciones y responsabilidades laborales.

#### **La observación.**

La observación directa es muy útil cuando los puestos incluyen mucha actividad física observable. Los trabajos como conserje, obrero de la línea de montaje y oficinista contable, son algunos ejemplos.

### **Los diarios o bitácoras.**

Listas diarias que hacen los trabajadores de cada actividad que realizan, así como el tiempo que se tardan cada una de ellas.

### **2.11.12. Correlación, regresión lineal e índice R<sup>2</sup> [14]**

El coeficiente de correlación es la medida de asociación o relación entre dos muestras.

#### **Estimación del coeficiente de correlación**

$$r = \frac{\sum xy}{\sqrt{(\sum x^2)(\sum y^2)}}$$

En donde,  $x = X - \bar{x}$  e  $y = Y - \bar{y}$ . A partir de esta fórmula ( $r$ ) se calcula el coeficiente de determinación R<sup>2</sup>

Escala de valoración para:

**r:** <0.6: mala correlación

**r:** 0.6<0.8: mediana

**r:** 0.8 y más: buena correlación

### El coeficiente de determinación $R^2$ (R-Sq) [14]

Informa del porcentaje de variación de la variable dependiente que es explicado por la variable independiente. Indica qué tan correcto es el estimado de la ecuación de regresión, mientras más alto sea el valor de  $R^2$ , más confianza podrá tenerse en el estimado de la línea de regresión. Más concretamente, representa la proporción de la variación total en  $y$ , que se explica por la ecuación de regresión, pudiendo asumir un valor entre 1 y 0. Se calcula por:

$$R^2 = 1 - \frac{\sum (y - \hat{y}')^2}{\sum X (y - \tilde{y}')^2}$$

O en forma alternativa:

$$R^2 = \frac{[n \sum xy - (\sum x)(\sum y)]^2}{[n \sum x^2 - (\sum x)^2][n \sum y^2 - (\sum y)^2]}$$

“El X% de las veces las desviaciones de la variable no son producidas por los errores, sino por la variación de las variable del modelo”.

**Caso 1:**

**$X \sim N$ ; X: Variable tiempo de limpieza**

$$R^2 = 0.541$$

**Interpretación:** Indica que en el modelo encontrado el 54.1% de las veces las desviaciones de la variable tiempo de limpieza no son producidas por los errores, lo cual indica que la potencia de explicación del modelo no es muy buena, ya que el  $\approx 46\%$  de las veces las desviaciones en el tiempo de limpieza, serán producidas por los errores.

**Caso 2:**

**$X \sim N$ ; X: Variable tiempo de limpieza**

$$R^2 = 0.92$$

**Interpretación:** Indica que en el modelo encontrado el 92% de las veces las desviaciones de la variable tiempo



de limpieza no son producidas por los errores, lo cual indica que la potencia de explicación del modelo es muy buena, ya que  $\approx 8\%$  de las veces las desviaciones en el tiempo de limpieza, serán producidas por los errores.

### **Regresión lineal [14]**

En muchos problemas existen dos ó más variables que están relacionadas y es muy importante modelar y explorar esta relación. Supongamos que hay una sola variable dependiente o de respuesta y que depende de  $k$ -variables independientes, por ejemplo:  $X_1, X_2, X_3, \dots, X_k$ . La relación entre estas variables se caracteriza por un modelo matemático, conocido como ecuación de regresión. El modelo general de regresión lineal es:

$$E(Y/X) = \beta_0 + \beta_1 X$$

Donde  $E(Y/X)$  es el valor estimado de la variable dependiente para un valor específico de la variable independiente  $X$ ,  $\beta_0$  es el punto de intersección de la línea de regresión con el eje  $y$  (en este punto la variable

independiente  $X$  tiene el valor igual a cero),  $\beta_i$  es la pendiente de la línea de regresión,  $y$ ,  $X$  es el valor específico de la variable independiente. El criterio de mínimos cuadrados permite que la línea de regresión de mejor ajuste reduzca al mínimo la suma de las desviaciones cuadráticas entre los valores reales y estimados de la variable dependiente para la información muestral.

$$\beta_1 = \frac{n \sum xy - (\sum x)(\sum y)}{n \sum x^2 - (\sum x)^2}$$

$\beta_0 = \bar{y} - b\bar{x}$ , en donde  $\bar{y}$  y  $\bar{x}$  son las medias de las

variables y  $n$  el número de relaciones.

### 2.11.13. Programación. Diagrama Gantt [6]

El diagrama de programación Gantt muestra gráficamente la relación de las actividades con el tiempo.

Para obtener una gráfica Gantt, los pasos a seguir que son prácticos y sencillos, se los muestra a continuación:

1. Listar actividades en columna
2. Determinar el tiempo disponible para el proyecto
3. Calcular el tiempo para cada actividad
4. Reordenar cronológicamente
5. Ajustar tiempos o secuencias de actividades [6]

#### **2.12. Descripción de los Planes de Conservación a diseñar e implementar en el presente estudio**

Los planes de conservación a diseñar se basan en una metodología de planificación y control de la conservación, utilizando herramientas de la ingeniería industrial que permiten el enfoque en la mejora continua como son las de recolección de datos, listas de verificación, y uno muy importante en este estudio el principio de Pareto, del cual nace la jerarquización de la conservación [5] clasificando los equipos y construcciones de la Facultad en vitales, importantes y triviales; y se definen a aquellos planes de acuerdo con el orden de jerarquización en planes de conservación para los equipos de los laboratorios, y construcciones de la FIMCP.

### **2.12.1. Qué es un Plan de Conservación Individual para equipos vitales e importantes (Plan de “Mantenimiento”)**

Definiremos como Plan de conservación para equipos vitales e importantes: “a todas las actividades que permiten el correspondiente apoyo técnico-operativo para la preservación preventiva de los equipos de los laboratorios de la FIMCP para lograr la conformidad con los norma ISO 9001:2000, de acuerdo con el principio de mejora continua”.

El plan consta principalmente de:

- Planificación de las actividades a desarrollar.
- Aplicación de la metodología de la planificación y control de la conservación.
- Utilización de herramientas de la ingeniería industrial para: conocer los tipos de equipos, clases de mantenimiento a realizar, frecuencias, documentar el proceso, determinación de los recursos técnicos y

gestión de los recursos humanos, control de actividades y asignación de responsables.

- Integración de las actividades a realizar.

### **2.12.2. Qué es un Plan de Conservación para sistemas triviales (Plan de Trabajo de Orden y Limpieza).**

Se define como plan de conservación trivial “a todas las actividades que permiten que el ambiente de trabajo e infraestructura dentro de las aulas de clases, laboratorios, oficinas de la Facultad provean un trabajo organizado y limpio para el beneficio y satisfacción de los clientes”. El plan propuesto consta principalmente de:

- Planificación de las actividades a desarrollar y levantamiento de la información para cumplir con los requerimientos del plan.
- Aplicación de la metodología de la planeación y control de la conservación
- Utilización de herramientas de la ingeniería industrial para: realizar un análisis de los puestos de trabajo, estudio de tiempos para balancear actividades,

conocer los insumos materiales, analizar el proceso, determinación de los recursos técnicos y financieros, gestión de los recursos humanos, asignación de responsables, integración y control de las actividades en un programa de conservación integral propuesto.

### **2.12.3. Programa Anual de Conservación Integrado.**

Es la integración de los planes anteriores (**secciones 2.12.1 y 2.12.2**), por medio de la metodología de la planeación y control de la conservación y herramientas de la ingeniería industrial, en donde se tenga como objetivos reducir costos, disminuir o eliminar actividades que no agregan valor, jerarquización de recursos con respecto a la calidad de servicio que prestan, obtener intervalos óptimos de conservación, mostrar como implementar planes de contingencia, de requerimientos de materiales y herramientas; además de indicar los controles para los procesos involucrados.

#### **2.12.4. Herramientas de control del programa propuesto**

Las herramientas de control, generalmente llamadas “indicadores” informan sobre el desarrollo de nuestros planes: Lo que se supone que debe acontecer, lo que está aconteciendo, y el grado de desviación tolerable que puede existir. Es importante establecer los indicadores, de control, necesarios y adecuados para que proporcionen la información que nos permita el uso oportuno de acciones correctivas [5].

#### **2.12.5. Análisis de Sensibilidad**

Cómo puede manejar una empresa la técnica del valor actual neto para explotar su potencial. Un planteamiento es el análisis de sensibilidad. Este planteamiento examina el grado de sensibilidad que un determinado cálculo del VAN tiene a los cambios de los supuestos implícitos. También podemos definir como análisis del efecto sobre el proyecto cuando existe algún cambio en las variables críticas tales como los costos [15].

# CAPÍTULO 3

## 3. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA EMPRESA

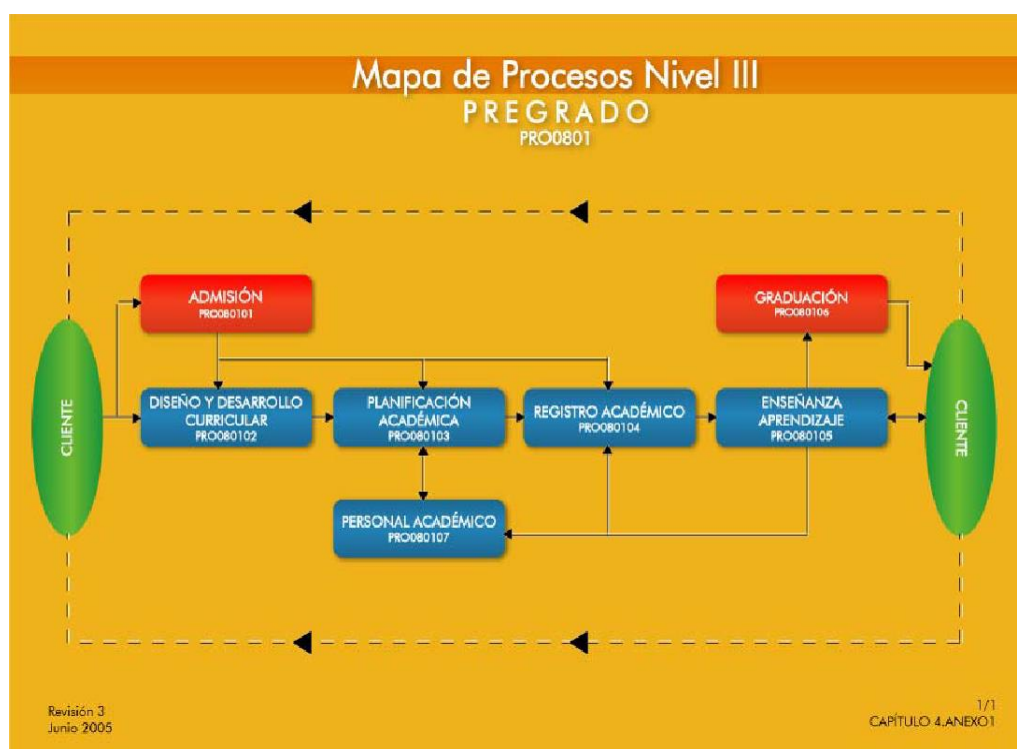
### Introducción

Esta tesis se desarrolla en la Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción (FIMCP) cuyas principales actividades son las de ofrecer servicios de pregrado (véase figura 3.1 mapa de procesos) y post-gradados; prestación de servicios a instituciones públicas y privadas, Investigación aplicada.

El presente estudio se basa en el análisis del Sistema de Gestión de la Calidad descrito en el Manual Operativo de la FIMCP y que se aplica a los servicios del proceso de docencia de pregrado de la Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción [16]. El Sistema de Gestión de la Calidad descrito en este Manual Operativo [16] excluye el requisito 7.5.2 “Validación de los procesos de la producción y de la prestación de servicios” por cuanto todos los servicios de docencia de pregrado son verificados mediante actividades de seguimiento y medición. El requisito 7.6 “Control de los dispositivos de seguimiento y medición” es excluido dado que el proceso de docencia es un proceso de prestación de servicios en el cual no se utilizan equipos para el seguimiento y medición que necesiten el control establecido en este



requisito. A continuación el Mapa de Procesos nivel III, tomado del archivo **subproceso.pdf** del manual de la calidad operativo de la FIMCP [16].



**Figura 3.1 Mapa de procesos nivel III, pregrado**

### 3.1. Descripción de la organización

La FIMCP es un ente que se desarrolló luego de la creación de la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL) en 1958. En el principio se denominaba Departamento de Ingeniería Mecánica y estaba ubicada en el Campus “Las Peñas”, sin embargo, hace unos

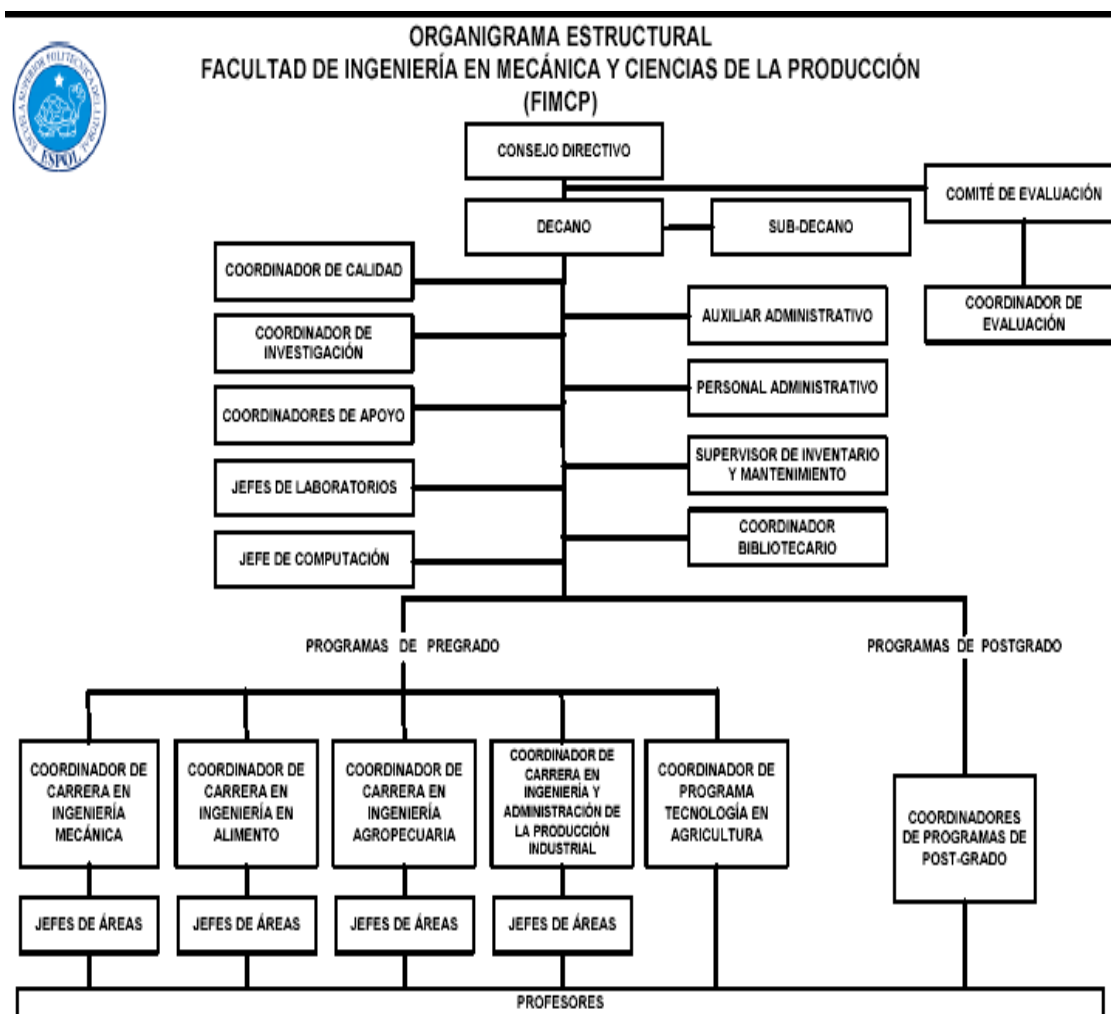
años atrás, se crearon las carreras de Ingeniería en Administración de la Producción Industrial, Ingeniería en Alimentos, Ingeniería Agropecuaria, y el Programa Tecnología en Agricultura, por lo que, se le cambia la razón social a Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción (FIMCP) respondiendo así a los cambios que tanto la sociedad, y el nuevo milenio presentaban. La ubicación actual es en el Campus Gustavo Galindo Velasco (Prosperina) Km. 30.5 Vía perimetral.

En el actual Plan Estratégico de la ESPOL, se menciona como uno de los principales objetivos certificar los servicios de docencia bajo la Norma ISO9001:2000, por ese motivo las diferentes Facultades han tenido que desarrollar sus planes de calidad para cumplir con el plan estratégico.

También se promueve la mejora continua de los procesos [16].

### **Organigrama estructural de la FIMCP**

En la siguiente figura se muestra el organigrama de la FIMCP [16]:



**Figura 3.2 Organigrama estructural de la FIMCP**

### 3.2. Servicios que presta la Facultad [16]

La Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción ofrece carreras que van de acuerdo con el requerimiento del mercado y que le permiten al futuro profesional desempeñarse en su campo,

por medio de proyectos de investigación que benefician al sector productivo y a la comunidad, las cuales, son:

#### **A NIVEL DE INGENIERÍA:**

CARRERA	TITULO
Ingeniería Agropecuaria	Ingeniero Agropecuario
Ingeniería en Alimentos	Ingeniero de Alimentos
Ingeniería Mecánica	Ingeniero Mecánico
Ingeniería y Administración de la Producción Industrial	Ingeniero Industrial

#### **A NIVEL DE TECNOLOGÍA:**

PROGRAMA	TITULO
Tecnología en Agricultura	Tecnólogo en Agricultura

#### **A NIVEL DE POST-GRADO:**

- Maestría en Gestión de la Calidad
- Maestría en Administración de la Producción
- Maestría en Biotecnología
- Maestría en Ciencias en Agricultura Tropical Sostenible
- Diplomado en Inspección de Soldadura
- Diplomado en Gestión Ambiental
- Diplomado en Gestión de Calidad
- Diplomado de seis Sigma
- Especialista en Producción más Limpia

### **Especializaciones y menciones [16]**

El estudiante tiene la oportunidad de especializarse, con materias relacionadas a su carrera, lo que lo habilita a recibir un diploma adicional al de ingeniero. Además, luego de haber aprobado las materias básicas, tiene la opción de tomar un programa de mención en cualquier área, constituido por 6 materias, escogidas de entre las que la ESPOL ofrece tanto a nivel de ingeniería como de tecnología. Las seis materias de la mención y el nombre de la misma, serán establecidos para cada caso entre el aspirante y su respectivo director de mención.

### **Recursos de apoyo**

Se cuenta con una plantilla conformada por docentes, técnicos y administrativos calificados; laboratorios para las prácticas estudiantiles y de prestación de servicios de ensayos, peritajes, inspecciones, auditorias, consultoría y diseño, y buena infraestructura, también se ha implementado una página web ([www.fimcp.espol.edu.ec](http://www.fimcp.espol.edu.ec)) [16], la misma que es actualizada periódicamente, con el objetivo de informar a la comunidad.

## **Estudiantiles**

Los estudiantes, para efecto de la aplicación del Sistema de Gestión de la Calidad, son considerados como clientes. Durante el proceso de docencia de pregrado, los estudiantes tienen opciones extracurriculares que contribuyen a su formación integral. La Asociación de estudiantes de la FIMCP (AEFIMCP), desarrolla actividades culturales, sociales y deportivas; la Representación estudiantil, movimiento estudiantil, la Empresa juvenil de la ESPOL (EJE-ESPOL), interrelación entre la academia y el sector productivo; el capítulo estudiantil de ASME Sociedad Internacional de Ingeniería Mecánica participan en la difusión de la Ingeniería Mecánica mediante jornadas anuales y Simposio internacional [16]

## **Investigación, extensión y servicios**

La investigación es primordial para desarrollar el conocimiento en las carreras que ofrece la Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción (FIMCP), es por ello que se realizan proyectos enfocados a la investigación de preferencia multidisciplinarios. El centro encargado de promover y coordinar la investigación en la FIMCP es el Centro de Desarrollo Tecnológico Sustentable. La

interrelación con la sociedad ecuatoriana permite proveerle servicios especializados y programas de capacitación, así como prestación de servicios en asesorías, estudios, investigación, etc., a cambio de una retribución. Esta prestación es respaldada por los laboratorios con que cuenta la Facultad, para mayor información consulte la página de la FIMCP: [www.fimcp.espol.edu.ec](http://www.fimcp.espol.edu.ec) [16].

### 3.3. Descripción del área en estudio

Las áreas en estudio son las pertenecientes a la de gestión de los recursos, como son las actividades de limpieza y mantenimiento de edificaciones, laboratorios y equipos de la FIMCP, que corresponden a las ahora denominadas actividades de preservación preventiva periódica de construcciones y de equipos de los laboratorios, respectivamente (**sección 1.1**). La FIMCP posee la infraestructura necesaria para lograr la conformidad con los requisitos aplicables a los servicios que presta [16]. Los equipos y construcciones están descritos en los inventarios levantados, por el presente estudio y por los proporcionados por los jefes de los laboratorios (**ver apéndices A y B**). Se diseñaron los planos de los bloques de la Facultad de manera general y con mediciones (**ver sección Planos, al final de la tesis**)

### **3.4. Descripción de los procesos de apoyos, a nivel de la gestión de los recursos: conservación (limpieza y mantenimiento de la FIMCP), bases del estudio**

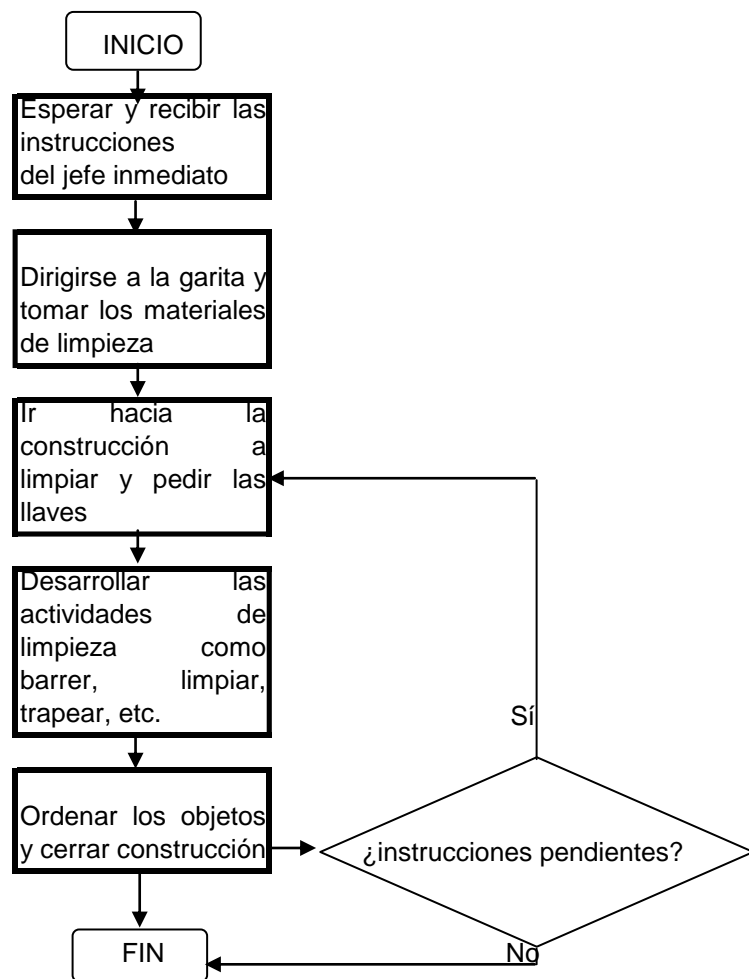
Los procesos de limpieza de edificaciones y mantenimiento de equipos de laboratorios, denominados procesos de preservación preventiva de construcciones y de preservación preventiva periódica de equipos de los laboratorios de la FIMCP (**sección 1.1**), respectivamente, integrarán los planes de conservación y se muestran a continuación:

#### **3.4.1. Actividades del proceso actual de limpieza**

Este proceso se denominará (para efecto de aplicación de la metodología) **proceso de preservación preventiva de construcciones PPC**. Un tiempo atrás no estaban definidas las actividades de este proceso, tampoco se conocía de algún análisis, estudio de tiempos, ni balanceo, simplemente se asignaban las actividades de acuerdo con lo que se necesitaba (fuente Tecnlgo. Víctor Guadalupe que es quien asigna estas actividades). Luego de la observación directa y con la toma de datos previa a la realización del análisis del



diagrama de proceso, estudio de tiempos, balanceo, etc, **ver sección 4.2.5**, se obtiene el diagrama adjunto, en donde se muestran las diferentes actividades de uno de los procesos que abarcará este estudio y que sirve de apoyo a muchos otros procesos, de la Facultad.



**Figura 3.3 Diagrama de flujo de las actividades de limpieza**

## **1. Descripción de las actividades de preservación preventiva de construcciones –limpieza.**

De la observación directa, se obtuvo el siguiente proceso: El auxiliar de servicio comienza las tareas de preservación preventiva de las construcciones (limpieza) de acuerdo con lo requerido por el Coordinador de Apoyo Administrativo, en base a un plan. A continuación, lleva los materiales para la preservación (si hay disponibles) y en algunas ocasiones se olvida de alguno de ellos, por lo que tiene que regresar al área en donde almacena sus materiales; luego, empieza pidiendo las llaves a los jefes de las áreas o de los laboratorios, abre la construcción, sale a buscar un balde con agua, regresa y empieza a realizar las siguientes actividades:

**Sacar basura**, poner la basura de los recipientes pequeños al tacho grande que posee, trabajo en el que se demora, pues, pone el tacho grande afuera de la construcción y no dentro, a corta distancia.

**Recoger basura grande**, tomar los elementos o desperdicios con las manos y por grupos llevarlos al tacho grande, demoras.

**Barrer**, actividad realizada con la escoba, en muchas ocasiones se observó la repetición de la actividad en repetidas ocasiones (retrabajo) aún cuando se observaba el cumplimiento del deber, demora.

**Recoger polvo**, es la acumulación de polvo que se forma luego de barrer, la cual, se la deposita en el tacho grande

**Trapear**, limpieza de piso con un pedazo de trapo

**Limpiar y desinfectar** (dependiendo de si es un aula de clases, servicio higiénico, laboratorio u oficina, bancas, lavabos, inodoros y/o urinarios, mesones y/o equipos, escritorios, sillas).

**Enjuagar trapo de limpieza**, para sacar suciedades de mesones, mesas, silla, escritorios, etc.

**Botar el agua sucia del balde**, vaciar el agua del balde a un depósito determinado.

**Botar la basura del tacho**, dirigirse al contenedor de basura con el tacho grande y depositarla, se localiza a una distancia considerable.

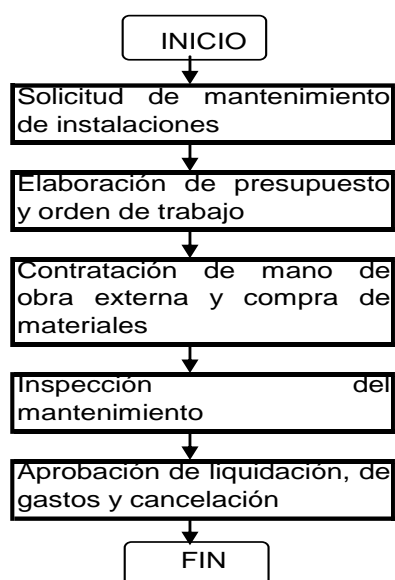
**Ordenar objetos del área**, acomodar objetos como portarretratos, plumas, libros.

**Cerrar construcción**, cerrar con llaves el lugar que se preservó (limpió)

Finalmente, devuelve las llaves al encargado del área y se dirige a otra construcción (o edificación), si tiene instrucciones pendientes.

### 3.4.2. Actividades del proceso actual de mantenimiento [16]

Se denominará proceso de preservación preventiva periódica para los equipos de los laboratorios de la FIMCP



**Figura 3.4 Diagrama de flujo del proceso actual de “mantenimiento”**

## **1. Descripción de las actividades de preservación preventiva de equipos de los laboratorios - “mantenimiento” [16]**

**Solicitud de Mantenimiento de Instalaciones.** Las instalaciones de la FIMCP comprenden: aulas, bibliotecas, laboratorios, oficinas, etc. El mantenimiento en las mismas se efectúa en las instalaciones: eléctricas, agua, teléfonos; edificios y todo lo que estos comprenden: puertas, escritorios, ventanas, etc.

El Mantenimiento de las Instalaciones se puede originar:

- Disposición efectuada por el Decano.
- Solicitud de un cliente, mediante un oficio dirigido al Decano. El Decano revisa el oficio y emite la autorización respectiva para que este se ponga en trámite. En ambos casos la solicitud es atendida por el Coordinador de Apoyo Administrativo.

**Elaboración del Presupuesto y Orden de Trabajo.** El Coordinador de Apoyo Administrativo recibe el oficio y

efectúa un reconocimiento del lugar para determinar los materiales que se requieren. En base a ello elabora un presupuesto en el cual se incluye la mano de obra únicamente cuando es externa. Una vez terminado el Presupuesto éste pasa a consideración y aprobación del Decano y posteriormente es enviado a la Auxiliar de Contabilidad quien efectúe las gestiones necesarias para la obtención de los fondos. Cuando el trabajo a efectuarse es extenso, la Auxiliar de Contabilidad genera una orden de trabajo la cual es aprobada por el Decano. Una vez aprobada, la orden se envía a la Unidad de Mantenimiento e Instalaciones de la ESPOL donde, luego de analizar las órdenes de trabajo previas, envían una comunicación denotando la disponibilidad de tiempo para llevar a cabo la labor solicitada. Podría ocurrir que los arreglos que se requieran sean pequeños y no muy costosos, en ese caso el mantenimiento es efectuado por el personal de la Facultad (Auxiliares de Servicio o Conserjes). Para acelerar el proceso, tanto el presupuesto como la orden de trabajo se elaboran de forma simultánea, de tal forma que cuando la Unidad de Construcción y Mantenimiento acuda a revisar la

instalación para elaborar el Presupuesto, la FIMCP ya ha obtenido los fondos y en la mayoría de los casos, se ha adquirido el material.

**Contratación de Mano de Obra Externa y compra de materiales.** El Coordinador de Apoyo Administrativo recibe la comunicación en la que la Unidad de Construcción y Mantenimiento especifica la fecha de ejecución del trabajo. Si la fecha señalada es muy distante de la fecha en que se emite la orden de trabajo y el mantenimiento debe efectuarse lo más pronto posible, el Coordinador de Apoyo Administrativo efectúa la respectiva comunicación al Decano, quien luego del análisis respectivo autoriza que se contrate mano de obra externa. Además de la contratación de mano de obra externa, se compra los materiales requeridos.

**Inspección del Mantenimiento.** El Ayudante Administrativo es el encargado de supervisar que el trabajo de mantenimiento se efectúe de la forma correcta. Cuando el trabajo finaliza se redacta un acta de entrega y recepción.

**Aprobación de Liquidación de Gastos y Cancelación.**

Se debe elaborar una liquidación de gastos, la misma que es enviada al Decano para su aprobación. Luego de la aprobación se procede a efectuar los pagos respectivos.



# **CAPÍTULO 4**

## **4. DISEÑO DEL REQUISITO DE GESTIÓN DE LOS RECURSOS: HUMANOS E INFRAESTRUCTURA EN LA FIMCP.**

### **Introducción**

Se desarrollará el diseño de los Planes de Conservación individual de equipos y de construcciones de la FIMCP, para integrarlos finalmente en el plan de conservación anual, el cual, se justifica en la aplicación de la metodología de la planeación y control de la conservación, en la que se incluye, la recolección de datos, situación actual, identificación de problemas, asignación de recursos, etc., y la aplicación de herramientas de la ingeniería industrial.

Con el diseño y aplicación de esta metodología y herramientas se obtienen los planes individuales de “equipos vitales e importantes” y de los “recursos triviales” (los cuales, se clasificarán con la ayuda de un análisis de Pareto), llegando al Programa anual de conservación integrado.

#### **4.1. Antecedentes del estudio**

Para la realización del siguiente estudio se tomó como base un proyecto anterior (el archivo se encuentra en el CD incluido en esta tesis con el nombre de **archivo A “Rediseño de trabajo.doc”**, año 2004, realizado por el autor de esta tesis). La idea es que con el soporte de ese proyecto se pueda tener una referencia de la situación actual de los procesos a estudiar, así como del personal y otras actividades. Los procesos actuales de conservación no existen en la FIMCP, por lo que será necesario definirlos, de acuerdo con los procesos de limpieza y “mantenimiento” existentes.

#### **4.2. La Planeación de la Conservación de los recursos**

Para este plan, se cuenta con el apoyo del Decano de la FIMCP, Coordinador de Calidad, Jefes de Laboratorios (Alimentos, Agropecuaria, Materiales, Metrología y Ensayos, y Termofluidos), Coordinador de Apoyo Administrativo, Ayudante Administrativo y Auxiliares de Servicio. Se inicia este diseño con una definición del problema, el objetivo de este estudio y la identificación del problema, por medio de sus causas. Luego, se procederá con la recolección de datos y/o levantamiento de la información, a continuación, la

aplicación de la metodología de la planeación y control de la conservación y herramientas de la ingeniería industrial, para llegar a los diseños de los planes de conservación de los recursos y finalmente al plan anual de conservación propuesto.

#### **4.2.1. Definición del problema**

La certificación de la FIMCP bajo la norma ISO 9001:2000, permite que se trabaje en el análisis de los procesos de docencia, a nivel de pregrado, para que cumplan con las cláusulas estipuladas en la norma. Entre esos procesos se encuentran actualmente los que se refieren a la gestión de los recursos: los procesos de limpieza y de “mantenimiento” de construcciones y equipos de los laboratorios de la Facultad, los cuales, se denominan (para efecto de este estudio y aplicación de la metodología propuesta) procesos de preservación preventivo periódico de construcciones y equipos de los laboratorios de la FIMCP, respectivamente (**véase sección 1.1**). Con esto se puede aplicar la metodología de la Planeación y Control de la Conservación que permita la gestión de dichos procesos, enfocándose en la mejora continua de los mismos, (que es un pilar fundamental dentro

de la norma) mediante el ciclo PHVA [6] y [17], y diseñar programas, en los cuales, se tenga como metas reducción de: costos y actividades que no agregan valor; estandarización, clasificación y orden, mejorar el ambiente de trabajo, permitiendo el mejor control y buscando la integración.

#### **4.2.2. Objetivos del diseño**

El siguiente plan tiene como objetivo diseñar los planes de conservación individuales de los recursos de la FIMCP, para llegar al programa anual integrado de conservación, en el cual, se tenga como metas la reducción de costos y actividades que no agregan valor; clasificación y orden, optimización de intervalos de mantenimiento, permitiendo el control y buscando la integración de los procesos de preservación y mantenimiento preventivo de construcciones y equipos de los laboratorios, en un ambiente de mejora continua.

#### **4.2.3. Justificación de los procesos de conservación**

En la política de la calidad de la ESPOL [16], se incluyen los

siguientes puntos:

- a) **Implantar y mantener un sistema de gestión de la calidad adecuado a la ESPOL, que permita satisfacer las necesidades y expectativas de los clientes, basándose en los requisitos de la norma ISO 9001:2000.**
- b) Realizar las actividades, garantizando el cumplimiento de las normas legales y reglamentarias, aplicables a los productos o servicios que brinda la ESPOL.
- c) **Promover la mejora continua como un principio fundamental aplicable a todos los procesos de la ESPOL.**
- d) **Generar un compromiso dinámico de los Recursos Humanos de la institución, que permita mantener activo el Sistema de Gestión de la Calidad.**
- e) Prevenir no conformidades, para la satisfacción del cliente; informar a la dirección de problemas que afecten al sistema.

Con base en esta política, se necesitan redefinir los procesos actuales de limpieza y “mantenimiento” en

procesos de preservación preventivo periódico de construcciones y equipos de los laboratorios de la FIMCP, respectivamente. La metodología que engloba a estos procesos nos permitirá mostrar, de acuerdo con las percepciones de los clientes: limpieza en los lugares que se encuentren y mantenimiento de construcciones y equipos, una cultura de pulcritud y orden, que se transforman en satisfacciones; por último cumplir con los requisitos para la gestión de los recursos, capítulo seis de la norma ISO 9001:2000.

#### **4.2.4. Metodología de la Planeación y Control de la Conservación [5]**

##### **Parte 1:**

- Identificación de las causas del problema.
- Recolección de datos y levantamiento de la información.

##### **Parte 2:**

- **Herramientas para administrar la conservación.**
  - Índice ICGM simplificado
  - Inventario jerarquizado de conservación.

- Costo mínimo de conservación y costo de optimización de los intervalos
- Plan contingente
  
- **Herramientas de la ingeniería Industrial.**
  - Estudio de tiempos
  - Estudio de requerimiento de materiales
  - Balanceo de actividades
  - Rediseño de la descripción del puesto.

### **Parte 3:**

- Programación (implementación)

#### **1. Identificación de las causas del problema.**

Existe un problema cuando hay una desviación de lo que esperamos obtener [5]. Cuando esto sucede se hace necesario investigar las causas que producen el efecto del problema usando herramientas de ingeniería [6], [10] y [8] como el Análisis de Problemas (véase **sección 2.11.2**). Por esto, es necesario investigar las causas que puede afectar el desarrollo de los procesos de los planes de

conservación para poder cumplir con los objetivos propuestos.

Para la identificación de las causas del problema, se utilizaron los siguientes recursos de apoyo:

- a) Se revisó la información del proyecto Rediseño de trabajo del personal de limpieza de la FIMCP (**archivo A “Rediseño de trabajo.doc”**), con la ayuda de este proyecto se identificaron problemas que afectan a la FIMCP, con respecto a las actividades que realizan los Auxiliares de Servicio.
  
- b) Con la información del proyecto “Rediseño de trabajo”, del personal de limpieza de la FIMCP, se procedió a realizar la observación directa o de campo, a los actuales procesos en estudio, también se mantuvo un diálogo informal con el Tecnlg. Víctor Guadalupe, Coordinador de Apoyo Administrativo y encargado de proporcionar el trabajo a los Auxiliares de Servicio de la Facultad; se tomaron notas de lo que exponía, y de los problemas que seguían en la actualidad y que tienen



que ver con el diseño de los futuros planes de conservación, se validaron respuestas, por medio de ejemplos, situaciones cotidianas, observaciones, etc.

- c) Luego del diálogo con el Tecnlg. Guadalupe, se diseñó las encuestas que se observan en el **apéndice C**, sin embargo, al verificar las encuestas ( realizadas a los cinco auxiliares de servicio); con la teoría de la investigación de mercados [18], éstas no tenían, los objetivos, y mostraban errores de interpretación a los encuestados, por lo que se tuvo que validarlas, con la ayuda de ellos mismos, obteniéndose la encuesta definitiva, véase **apéndice D**. Con esta encuesta, se obtiene la información preliminar para conocer la situación actual, uso de materiales y herramientas, áreas asignadas, entre otros puntos, y además posibles causas de problemas en las actividades de preservación preventiva periódica de construcciones; y,
- d) Posteriormente, se diseñó, el formulario de Análisis de criticidad, véase **apéndice E**, con los que se encuestó a los jefes del laboratorio de Alimentos y Metrología y

Ensayos; durante las encuestas, se siguieron las recomendaciones hechas por los jefes de laboratorios, para la mejor interpretación, análisis de datos, y de la misma manera, con ellos, se procedió a validarlos, consiguiéndose el nuevo formato, véase **apéndice F**, con el título de “Formulario para el desarrollo de los planes de conservación, análisis de criticidad y conservación”.

Se llenó los formularios, de un total de **72 equipos**, lo que permitió la elaboración de un banco de datos (véase archivo B en el CD adjunto “**banco de datos planes de conservación.xls**”) que permitirá obtener información técnica y necesaria para el desarrollo de los modelos matemáticos en la aplicación de la metodología, para el diseño y desarrollo de los planes individuales y programa anual de conservación.

En base a lo anterior se pudo evidenciar la existencia de las siguientes causas del problema:

**Tabla 4.1 Causas de los problemas de preservación preventiva de construcciones**

#	CAUSAS
1	No hay una descripción formal del proceso de preservación preventiva periódica de construcciones.
2	No hay balanceo en el desarrollo de las actividades de limpieza (con respecto a los auxiliares de servicio y construcciones de la FIMCP) originando desorden, lo que se traduce en un deficiente servicio a los mismos trabajadores de la FIMCP (clientes internos) y a los estudiantes en general (clientes externos).
3	No hay un plan, en el que conste la demanda y el costo mensual y anual real, sobre el requerimiento de insumos de materiales y herramientas para las actividades de preservación preventiva periódica de las construcciones de la FIMCP.
4	No hay estudio de tiempos, ni datos estimados de las actividades de preservación preventiva periódica de las construcciones.
5	No hay un estándar, con respecto a la cantidad de m <sup>2</sup> que cada auxiliar de servicio debe tener a su cargo.
6	No hay controles, al menos en la práctica, en las actividades de preservación
7	No se observa la aplicación de indicadores para la gestión de las actividades de conservación.
8	No hay enfoque en la mejora continua, ni ninguna herramienta de ingeniería que permita la reducción de costos y de actividades que no agregan valor.
9	No hay aplicación formal de procedimientos, ni un orden previamente establecido.

Fuente: Para el análisis CAUSA-EFECTO se tomó: Proyecto rediseño de trabajo, por el autor de esta tesis y los literales a), b), c) y d) arriba expuestos.

**Tabla 4.2 Causas de los problemas de preservación preventiva periódica de equipos de laboratorios**

#	CAUSAS
1	Los jefes de cada laboratorio realizan las actividades de preservación preventiva periódica de equipos, pero se desconoce el tiempo que tardan en hacerlo.
2	Las frecuencias de las preservaciones preventivas para cada

	equipo, en los cronogramas de trabajo, para máquinas cuyo tiempo de vida útil terminó, no se basan en costos.
3	No hay una jerarquización del inventario tanto de equipos como construcciones en la FIMCP.
4	No se conocen los equipos críticos.
5	Falta un estudio de requerimientos de materiales para la preservación preventiva.
6	No existe, en la mayoría de los casos, registros que alimenten un banco de datos, en el cual, se puedan obtener valores de costos, paros de máquinas, etc., y que permita la gestión y control de un sistema integrado para la preservación preventiva de construcciones y equipos de la Facultad.
7	En la práctica, no se visualizan técnicas de ingeniería industrial para la gestión de las actividades de preservación preventiva.

**Tabla 4.3 Efecto de las causas de los problemas de la preservación preventiva**

<b>EFEECTO</b>
Que la FIMCP no se beneficie de la mejora continua en la gestión de sus recursos, pudiendo no pasar las futuras auditorias de seguimiento a su Sistema de Gestión de la Calidad, esto incluye no contar con un programa integrado de conservación dinámico ni una filosofía de mejora continua para los procesos actuales de conservación y por lo tanto la no satisfacción del cliente.

**Tabla 4.4 Una solución de los problemas de la preservación preventiva**

<b>SOLUCIÓN</b>
Diseñar e implementar los planes individuales y programa anual de conservación integrado basados en la metodología de planeación y control de las actividades de conservación y de las herramientas de ingeniería industrial, enfocándose en la mejora continua, para disminuir o eliminar las causas del problema, evitando las no conformidades futuras, de la gestión de los recursos, en las auditorias de seguimiento.

## **2. Recolección de datos y levantamiento de la información**

Los pilares en los que se fundamenta el mejoramiento continuo son [6] y [17]:

- La recolección de datos - mediante la ayuda de formularios, encuestas, datos históricos- y
- El análisis, por medio de herramientas usadas en el control estadístico de los procesos (Pareto, causa-efecto, histogramas, entre otras).

Para el siguiente estudio se recolectaron datos, con el soporte de:

- La observación directa realizada a los procesos de conservación (Preservación preventiva a construcciones y equipos de los laboratorios de la FIMCP)
- Resultados de la encuesta a los auxiliares de servicio, que se indicarán en cada estudio que fueron utilizados.
- Resultados del Formulario de los planes de

conservación a los jefes de laboratorios, ver **apéndice E y archivo B en CD.**

- Página web de la Facultad ([www.fimcp.espol.edu.ec](http://www.fimcp.espol.edu.ec)) [19]
- Inventario de equipos de los laboratorios de la FIMCP, véase **apéndice A**
- Realización de mediciones y de los planos a las distintas construcciones de la Facultad, ver **sección planos, al final de la tesis.**
- Inventario de las construcciones de la FIMCP, **apéndice B.**

### **Inventario general de equipos de los laboratorios**

Los inventarios tienen un papel fundamental en la economía de una organización, por lo tanto, la administración de inventarios es un área fructífera para el control de costos. Al conocer el inventario se puede llegar a gestionarlo de una manera eficiente, mediante la utilización de técnicas o herramientas de administración e ingeniería. Para el caso de los equipos, se solicitó a los jefes de los laboratorios de la Facultad, la información de

los diferentes equipos de los laboratorios, obteniéndose la tabla del **apéndice A**, luego se llenó un total de 72 formularios para los planes de conservación, véase el formato del formulario en el **apéndice F**, a continuación se procedió a la tabulación y elaboración del archivo B denominado “**banco de datos planes de conservación.xls**” en hoja electrónica de Excel ®. Este banco de datos se validó con los jefes de los laboratorios de la FIMCP.

#### **Inventario de las construcciones. Planos de la FIMCP.**

Para obtener el inventario de las construcciones (o edificios) se tuvo que realizar la medición de las diferentes construcciones de la FIMCP, con sus respectivas divisiones, **véase Planos de la FIMCP al final de la tesis**, pues, se necesitaba de esa información para los estudios de jerarquización, balanceo de actividades de los auxiliares de servicio, identificación de áreas, para el rediseño de descripciones de puestos y para futuras mejoras.

## **Necesidades generales de conservación por laboratorios de la FIMCP**

Para conocer las necesidades generales de conservación (actual “mantenimiento”) de la FIMCP, se contó con la información proporcionada en la encuesta realizada anteriormente, **apéndices C y D** , las de los formularios de los planes de conservación, **apéndice F** y su tabulación (con la que se formó el archivo B **“banco de datos planes de conservación.xls”**, de la observación directa o de campo, del actual plan de mantenimiento anual de equipos de la FIMCP, de la página web de la FIMCP y de las recomendaciones de los jefes de laboratorios y auxiliares de servicio. En este caso, dada la cantidad de equipos de los laboratorios y de las construcciones, se procedió a clasificar, la información, por laboratorio:

Para estos equipos se tomó la información del archivo B **“Banco de datos planes de conservación.xls”**, observación directa, manuales del fabricante y formulario **apéndice F**. Los laboratorios a los que se les obtendrá las necesidades generales de conservación son:



- Agropecuaria, Alimentos, Ensayo y Metrología, Metalurgia y Termofluidos.

En las siguientes tablas, RH significa e indica la cantidad de técnicos necesarios para cada actividad.

**Tabla 4.5 Necesidades generales de conservación del Laboratorio de Agropecuaria**

#	Cód	Equipo	Actividad	R H	Tiempo estim (min)
1	41027	Autoclave horizontal Sturdy	Limpieza general del equipo. MP. Después de cada práctica Verificar sensores de temperatura. MP. Cada término Desarmar y esterilizar cañerías. MP. Cada término	1	20
2	40943	Balanza electrónica	Verificar calibración. MP. Cada semestre Limpieza general del equipo. MP. Después de cada práctica	1	20
3	SN	Balanza mecánica	Verificar calibración. MP. Cada semestre Limpieza general del equipo. MP. Después de cada práctica	1	15
4	42637	Cámara de flujo laminada	Verificar Temperaturas. Cada semestre Limpieza. Después de cada práctica	1	25
5	40944	Centrífuga	Limpieza general del equipo. MP. Después de cada práctica Verificar sensores de medida. MP. Cada término	1	25
6	40942	Destilador de agua GFL	Limpieza General. MP. Después de cada práctica o cada 15 días	1	15
7	41107	Estereomicroscopio	Limpieza de los oculares y objetivos. MP. Cada término Inspección del potenciómetro de intensidad de luz. MP. Anualmente	1	15

8	40954	Estufa	Limpieza general del equipo. MP. Después de cada práctica Verificar sensores de temperatura. MP. Cada término	1	20
9	40954	Incubadora	Limpieza general del equipo. MP. Después de cada práctica Verificar sensores de temperatura. MP. Cada término	1	25
10	41110	Microscopio óptico	Limpieza de los oculares y objetivos. MP. Cada término Inspección del potenciómetro de intensidad de luz. MP. Anualmente	1	25
11	40952	Olla de esterilización	Limpieza general del equipo. MP. Después de cada práctica	1	25
12	40949	Plato Caliente agitador	Verificar Temperaturas. MP. Cada semestre Limpieza. MP. Después de cada práctica	1	25
13	40947	Potenciómetro	Verificar sensores de medida. MP. Cada semestre Limpieza general del equipo. MP. Después de cada práctica	1	25

Fuente: Manuales de equipos, jefe de laboratorio Agropecuaria.

**Tabla 4.6 Necesidades generales de conservación del Laboratorio de Alimentos**

No.	Cód	Equipo	Actividad	R H	Tiem esti (min)
14	43277	Autoclave vertical	Limpieza general del equipo. MP. Cada vez que se usa. Verificar sensores de temperatura y válvula de seguridad. MP. Anualmente. Limpiar válvula solenoide. MD. (mantenimiento de mejoramiento). Anualmente Revisar y cambiar empaques. MD. Anualmente	1	20
15	39175	Balanza Analítica Kern	Limpieza general del equipo. MP. Cada vez que se usa. Verificar ajuste con peso interno. MP. Cada vez que se usa. Verificar ajuste con peso externo. MP. Cada término	1	15
16	39175	Balanza Electrónica	Limpieza general del equipo. MP. Cada vez que se usa. Verificar	1	25

		de Precisión	calibración. MP. Cada vez que se usa		
17	38631	Balanza de triple brazo	Limpieza general del equipo. MP. Cada vez que se usa. Verificar ajuste con peso externo. MP. Cada término	1	20
18	36009	Baño Maria	Limpieza de equipo. MP. Cada vez que se usa. Verificar termostato. MP. Anualmente. Revisión de resistencias. MC. Anualmente.	1	20
19	43676	Caldero 400 Lbs de vapor	Limpieza de electrodos y boquilla de quemador. MP. Cada semestre. Limpieza de fotocélula. MP. Cada vez que la caldera es operada. Chequear los controles de nivel de agua del caldero. MP. Cada vez que se usa el caldero	2	360
20	42939	Estereo-microscopio	Limpieza de los oculares y objetivos. MP. Cada término. Inspección del potenciómetro de intensidad de luz. MP. Anualmente. Según normas de Metrología. Cambio de bombillas y fusibles. MC. Anualmente. A cargo de Metrología. Ajuste de tensión en el enfoque. MC. Cada término.	1	20
21	36008	Estufa Universal digital Cap, 32 Lt	Limpieza general del equipo. MP. Cada vez que se usa. Lubricación de piezas móviles. MD. Anualmente. Reajuste de la temperatura. MD. Anualmente. Reajuste de la puerta. MD. Anualmente	1	15
22	42434	Estufa Universal digital Cap, 108 Lt	Limpieza general del equipo. MP. Después de cada práctica	1	25
23	40485	Evaporador De Película ascendente	Drenaje de todos los líquidos. Cuando no este en uso. Asegurarse que el equipo este limpio (recipientes transparentes ).Según el procedimiento del manual FT22 Pág. 16 Limpieza exterior del equipo. No usar materiales abrasivos Chequear válvulas de seguridad en el circuito de suministro vapor. Antes de usar el equipo	3	120

24	39176	Incubadora Microbiológica	Limpieza general del equipo. MP. Después de cada práctica Verificar sensores de temperatura. Cada término	1	25
25	36007	Microscopio biológico	Limpieza de los oculares y objetivos. MP. Cada término Inspección del potenciómetro de intensidad de luz. MP. Anualmente	1	30
26	42236	Microscopio Medical	Limpieza de los oculares y objetivos. MP. Cada término Inspección del potenciómetro de intensidad de luz. MP. Anualmente	1	20
27	36952	Video - Flex	Limpieza general del equipo. MP. Después de cada práctica Revisión de video lente. MP. Cada semestre	1	30

Fuente: Manuales de equipos, jefe de laboratorio Alimentos.

**Tabla 4.7 Necesidades generales de conservación del Laboratorio de Ensayo y Metrología**

No.	Cód	Equipo	Actividad	R H	Tiem estim min
28	1875	Maquina de Impacto	Limpieza general del equipo. MP. Semanalmente Limpieza de percutor. MP. Cada tres meses Revisión de pluma y dial de tenacidad. MP. Cada seis meses Verificación de tenacidad absorbida. MP. Cada cuatro meses	1	120
29	1873	Maquina de Torsión	Limpieza General del equipo. MP. Semanalmente Limpieza de caja reductora y ejes. MP. Cada tres meses Limpieza y verificación de bandas. MP. Cada dos meses Verificación de dial de torque. MP. Cada seis meses Limpieza y verificación de sistema eléctrico. MP. Cada doce meses	1	120

30	1428	Máquina de tracción y compresión	Engrasado de engranajes y tornillo sin fin. MP. Cada dos meses Verificación de bandas y sistemas de sujeción. MP. Cada dos meses Verificación de mordazas. MP. Cada mes Lubricación de tornillos y pernos. MP. Cada quince días Verificación y limpieza de Graficador. MP. Cada tres meses. Técnico externo Verificación del Sistema de Celda de Carga. MP. Cada quince días Verificación y limpieza de sist. De Desplazamiento. MP. Cada tres meses. Técnico externo	1	180
----	------	----------------------------------	--	---	-----

Fuente: Manuales de equipos, jefe laboratorio Ensayos y Metrología

**Tabla 4.8 Necesidades generales de conservación del Laboratorio de Metalurgia**

No.	Cód	Equipo	Actividad	R H	Tiem estim min
31	21737	Balanza analítica	Verificar calibración. MP. Cada semestre Limpieza general del equipo. MP. Después de cada práctica	1	30
32	21696	Banco metalográfico Metanoplan	Limpieza general del equipo. MP. Cada 15 días Limpieza de oculares. MP. Cada 15 días	1	30
33	2743	Cortadora de discos	Limpieza general del equipo. MP. Cada 15 días Cambio de discos. MP. Dependiendo del uso y desgastes de los mismos	1	60
34	26950	Desionizador de agua	Limpieza general. MP. Semanalmente Limpieza interna. MP. Cada dos meses	1	60
35	21744	Electroplating	Limpieza general del equipo. MP. Mensualmente	1	300
36	2930	Horno de tratamiento	Limpieza general del equipo. MP. Semanalmente	1	60

37	2903	Laminadora experimental		Limpieza Mecánica. MP. Mensualmente Lubricación de partes. MP. Mensualmente	1	60
38	2909	Lámpara luz negra		Limpieza general del equipo. MP. Semanalmente	1	15
39	2919	Maquina soldar	de	Limpieza general del equipo. MP. Cada 15 días	1	120
40	2749	Medidor dureza	de	Limpieza general del equipo. MP. Semanalmente Calibración. MP. Semanalmente	1	30
41	2775	Microscopio metalográfico		Limpieza de los oculares y objetivos. MP. Cada término Limpieza general del equipo. MP. Semanalmente	1	30
42	2774	Microscopios		Limpieza de los oculares y objetivos. MP. Cada término Limpieza general del equipo. MP. Semanalmente	1	30
43	2777	Negatoscopio		Limpieza general del equipo. MP. Semanalmente	1	30
44	2629	Pulido Electrolítico		Limpieza general del equipo. MP. Cada 15 días	1	30
45	21745	Spectronic		Limpieza general del equipo. MP. Mensualmente	1	30

Fuente: Manuales de equipos, jefe de laboratorio de Metalurgia.

**Tabla 4.9 Necesidades generales de conservación del Laboratorio de Termofluidos**

No.	Cód	Equipo	Actividad	R H	Tiem esti min
46	02695	Aparato impacto de Chorro	Limpieza general. MP. Mensual	1	180
47	02694	Aparato medidores de Flujo	Limpieza de tuberías. MP. Cada semestre Limpieza del reservorio de agua. MP. Cada semestre Limpieza de medidores. MP. Cada semestre Revisar Bomba de Agua. MP. Cada 2 años Limpieza de Contactador. MP. Cada	1	180

			semestre		
48	03701	Banco de bomba	Limpieza de reservorio de agua. MP. Cada semestre Limpieza de Turbina medidora de caudal. MP. Cada semestre Limpieza de caja de controles eléctricos. MP. Cada semestre. Revisar Bombas (sellos y rodamientos). MP. Cada 2 años Verificar medidores de caudal y presión. MP. Antes de cada práctica	1	180
49	3051	Banco de prueba con motor de 4 cilindros a gasolina	Cambio de aceite 40. MP. Cada 2 semestres Cambio de Filtro de aceite. MP. Cada 2 semestres Cambio filtro de gasolina. MP. Cada 2 semestres Cambio de Bujías. MP. Cada 2 semestres Cambio de bandas. MP. Cada 2 años Limpieza exterior. MP. Semanal	1	180
50	03705	Banco óleo Hidráulico	Limpieza general. MP. Mensual Verificar manómetros. MP. Antes de cada práctica Limpieza de caja de contactores. MP. Cada 2 semestres	1	180
51	2971	Caldera de 10 Bar THOMPSON 1000 lbs/h de vapor	Limpieza de electrodos y boquilla de quemador. MP. Cada semestre Limpieza de tubo de fuego y tubos de humo. MP. Anualmente Limpieza de fotocélula. MP. Cada vez que la caldera es operada Limpieza de bomba de suministro de agua. MP. 1 vez por semestre Chequear los controles de nivel de agua del caldero. MP. Cada vez q se use el caldero Limpieza del filtro de combustible. MP. Cada semestre	1	960
52	03082	Compresor de aire de 1ra. etapa	Revisar motor de compresor e instrumentos de presión y caudal. MP. Cada semestre Arranques intermitentes. MP. Antes de poner en marcha el compresor Limpieza general. MP. Mensualmente	1	180
53	03083	Compresor de aire de 2da. etapa	Revisar motor de compresor e instrumentos de presión y caudal. MP. Cada semestre	1	180

			Arranques intermitentes. MP. Antes de poner en marcha el compresor Limpieza general. MP. Mensualmente		
54	2976	Condensador de superficie	Verificar bomba de circulación de agua de enfriamiento del condensador. MP. Cada 2 semestres. Inspeccionar válvulas de entrada y salida de agua. MP. 1 vez por semestre Verificar bomba de extracción de condensado . MP. 1 vez por semestre	1	360
55	3090	Equipo de aire acondicionado didáctico	Lubricar Motor ventilador del evaporador y condensador. MP. Mensualmente Limpieza de exterior de equipo. MP. Semanalmente Verificar nivel de aceite de compresor. MP. Cada vez que se use el equipo Verificar manómetros de presión y de temperatura. MP. Cada vez que se use el equipo	1	720
56	3087	Equipo de convección natural y radiación	Revisar aceite bomba de vació. MP. Cada 2 semestres Limpieza de equipo. MP. Mensualmente	1	180
57	02691	Equipo de flujo laminar y turbulento	Limpieza general. MP. Mensualmente Eliminar aire en mangueras de manómetro. MP. En cada práctica Revisar aceite hidráulico. MP. Cada 2 semestres	1	180
58	2975	Intercambiador de calor con medidores de flujo	Verificar Buen funcionamiento de los medidores de Temperatura. MP. Antes de cada práctica Verificar buen funcionamiento del medidor de caudal. MP. Antes de cada Práctica Verificar funcionamiento de la resistencia eléctrica. MP. Antes de cada práctica	1	180
59	3064	Motor de cuatro tiempos a diesel	Chequeo aceite lubricante y/o completar. MP. Antes puesta en marcha motor Limpieza del filtro de aire. MP. Cada Semestre Limpieza de los tubos de escape. MP. Cada Semestre Cambio de filtro de aceite. MP.	1	180



			Cada 2 semestres Cambio de filtro de aire. MP. Cada 2 semestres Limpieza de tanque de combustible. MP. Cada 2 semestres Descarbonizar Motor. MP. Cada 2 años		
60	2996	Motor de 4 tiempos de 1 cilindro a gasolina con presión variable	Lubricar Pistón. MP. Antes y después de cada prueba subiendo y bajando pistón Bujía. MP. Cada 2 años Limpieza de filtro de gasolina. MP. Cada semestre Cambio de Aceite 20-50. MP. Cada 2 semestres	1	180
61	2967	Planta de tratamiento de agua para caldera (Suavizador de agua, el tanque de sal y botella alimentadora de liquido)	Regenerar resina Catiónica usando tanque de sal. MP. Dependiendo de la dureza del agua tratada (aprox. 10 mts <sup>3</sup> de agua) Completar nivel de sal. MP. Después de cada regeneración Limpiar filtro de suavizador. MP. Después de cada regeneración. Cada Semestre	1	180
62	2964	Súper calentador con panel de control y quemador	Limpieza de electrodos y boquilla de quemador. MP. 02/22/2005. 1 vez por semestre Limpieza de fotocélula. MP. Cada vez que la caldera es operada	1	180
63	3524	Taladro eléctrico de pedestal	Limpieza del motor. MP. Por semestre Lubricación de la columna y mesa. MP. Mensualmente Lubricación de partes móviles. MP. Mensualmente	1	60
64	2981	Torre de enfriamiento	Limpieza deposito de agua. MP. 1 vez por semestre Verificar y lubricar Motor ventilador. MP. 1 vez por semestre	2	180
65	02699	Túnel de humo	Limpieza de Recipiente de kerosén condensado. MP. Cada semestre Limpieza exterior del equipo. MP. Mensualmente Limpieza de quemador y ventiladores. MP. Cada semestre	2	180
66	02689	Túnel subsónico de Viento	Limpieza del Motor Ventilador. MP. Anualmente Inspeccionar bandas. MP. Cada semestre	2	180

			Limpieza de recamara interior. MP. Cada semestre		
67	02690	Túnel supersónico	Limpieza de motor del compresor. MP. Anualmente Cambio de Aceite de compresor. MP. Anualmente Verificar Bandas. MP. Cada semestre Verificar Manómetros. MP. Para cada práctica Limpieza general. MP. Semanalmente Limpieza de filtro de aire. MP. Cada semestre	1	180
68	2977	Turbina de vapor de 10 kw de una etapa	Verificar alabes y limpieza de turbina. MP. Cada 2 semestres Verificar Generador de turb. MP. Cada 2 semestres Cambio de aceite de Turb. MP. Anualmente Limpieza de banco de Resistencias. MP. 1 vez por semestre Lubricar la válvula de parada y ejes. MP. Mensualmente Limpiar filtros de aceite. MP. Cada semestre Eliminar el agua acumulada en el reservorio de aceite. MP. Cada semestre	1	180
69	02697	Turbina Francis	Cambiar agua del reservorio. MP. Cada semestre Lubricar Freno Prony. MP. Cada semestre Cambiar Rodamientos Y sellos de agua. MP. Cada 2 años Limpieza de caja controles eléctricos. MP. Cada semestre	1	180
70	02698	Turbina Pelton	Cambiar agua del reservorio. MP. Cada semestre Lubricar Freno Prony. MP. Cada semestre Cambiar Rodamientos Y sellos de agua. MP. Cada 2 años Limpieza de caja controles eléctricos. MP. Cada semestre	1	180

Fuente: Manuales de equipos, jefe de laboratorio de Termofluidos y plan de mantenimiento

### **Materiales utilizados por la preservación preventiva periódica de equipos**

Los materiales requeridos se solicitan previamente en el formato: **Hoja de requisición de materiales para mantenimiento de equipos**, con número de documento **PO-FMP0106-1**, que reposan en los archivos de cada laboratorio. En la siguiente sección de este estudio, punto 7 se describe el plan propuesto de requerimiento de materiales para equipos.

### **Necesidades generales de conservación por construcciones de la FIMCP**

Para estos casos se tomará como referencia los planos de la FIMCP, de la sección **Planos**. Con ello se obtiene la cantidad de metros cuadrados por preservar, accesos, ubicaciones, etc. También se los menciona con más detalle en la siguiente **sección punto 5** el análisis del proceso de preservación preventiva de las construcciones.

**DESCRIPCIÓN: Actividades para la preservación preventiva periódica de los servicios higiénicos (SSH)**

Los SSHH, en la Facultad, están compuestos por hormigón armado y poseen: inodoros, urinarios (en algunos casos); lavabos, pisos con baldosas y azulejos.

**ACTIVIDAD.** Se empieza por refregar el inodoro con un restregador (“rabo de mono”), al cual, se le añade desinfectante, luego se restregan los urinarios (si los hubiera) con la misma herramienta; más adelante, los lavabos (utilizando un paño con desinfectante); se limpian las paredes, a continuación se barre el área y finalmente se trapea.

**Personal:** 1 auxiliar de servicio.

**Tiempo:** ver archivo C “Estudio de tiempos FIMCP.xls”, en la sección SSHH.

**DESCRIPCIÓN: Actividades para la preservación preventiva periódica de oficinas (grandes o pequeñas)**

La estructura de las oficinas es de hormigón armado, en algunos casos con divisiones internas de madera; contienen escritorios, sillas, estantes, casilleros, archivadores.

**ACTIVIDAD:** Se empieza por sacar los tachos de basura del lugar y depositarlos en el que posee el auxiliar de servicio, luego se limpia el lugar con un trapo y desinfectante, a continuación se barre el área y recoge el polvo, al final se trapea.

**Personal:** 1 auxiliar de servicio.

**Tiempo:** ver archivo C “Estudio de tiempos FIMCP.xls”, en la sección de oficinas.

**DESCRIPCIÓN: Actividades para la preservación preventiva periódica de aulas, laboratorios con pisos de cerámica**

La estructura de las aulas y laboratorios es de hormigón armado. El piso de ambos contiene baldosas. Poseen para el primer caso bancas, pizarrón, escritorio, proyectores; en el segundo caso mesones, equipos, escritorios, sillas, mesas.

**ACTIVIDAD:** En el caso de las aulas se aplican las actividades del punto (arriba mencionado).

Para los laboratorios, especialmente de Alimentos y Agropecuaria, se propone el siguiente procedimiento:

Todos los mesones del laboratorio deberán ser limpiados con un paño de tela absorbente o papel toalla con alcohol asegurándose de que cualquier sustancia derramada, sea eliminada durante este paso. Con una escoba exclusiva del laboratorio, barrer todas las partículas sólidas grandes.

Con un trapeador exclusivo del laboratorio, se refrega el piso usando un jabón desengrasante, a la dilución correspondiente que permita remover la suciedad adherida en la baldosa y las uniones. El piso una vez desengrasado con el detergente, se enjuaga para retirar el exceso de jabón. Se desinfecta el piso con químicos desinfectantes como cloro o concentraciones de 100 ppm o amonios cuaternarios en concentraciones de 250 ppm.

**Personal:** 1 auxiliar de servicio.

**Tiempo:** ver archivo C “Estudio de tiempos FIMCP.xls”, en la sección aula y laboratorios.

**DESCRIPCIÓN:** Actividades para la preservación preventiva periódica de laboratorios con piso de cemento y Actividades para la preservación preventiva periódica de pasillos, corredores, escaleras.

La estructura es de hormigón, el piso de cemento y se complica la preservación de la construcción (limpieza).

**ACTIVIDAD:** Aquí se aplica también el procedimiento expuesto en la sección anterior.

**Personal:** 1 auxiliar de servicio.

**Tiempo:** ver archivo C “Estudio de tiempos FIMCP.xls”, en la sección laboratorios con piso de cemento, pasillos.

### **Materiales utilizados para la preservación preventiva periódica de construcciones.**

Los materiales y herramientas son entradas de estos procesos, para ello se diseñó un formulario tipo encuesta realizada a los Auxiliares de Servicio (**véase apéndice G**, la cual se validó para los fines de este estudio, **apéndice H**) en donde consta: el responsable, tiempo, y la cantidad entregada de material, el uso diario y la calidad de los productos, con esta información se elaboró el plan de requerimiento de insumos y herramientas para las construcciones de la FIMCP, ver **apéndice I**. En la siguiente sección de esta tesis, punto 7 se detalla la forma y los resultados de este estudio.

#### **4.2.5. Herramientas para administrar la conservación**

Las herramientas de la metodología de planeación y control de la conservación y de ingeniería industrial conforman la parte 2 de la metodología general. Estas herramientas, se basan en el método científico [5] y [9], y son necesarias para administrar la conservación y llegar justificadamente a los planes individuales y programa anual de conservación integrado. Así se tiene dos grupos de herramientas:

- **Herramientas de la metodología de la planeación y control de la conservación [5]:**

1. Índice ICGM simplificado
2. Inventario jerarquizado de conservación.
3. Costo mínimo de conservación y optimización de intervalos de conservación.
4. El plan contingente.

- **Herramientas de la ingeniería industrial [6], [8], [10], [11], [12] y [15]**

5. Análisis de los procesos de preservación. Técnicas de análisis y diseño



6. Estudio de tiempos
7. Estudio para los requerimiento de materiales y herramientas para los planes de conservación
8. Balanceo de procesos
9. Mantenimiento del servicio
10. Rediseño de las descripciones de los puestos.

### 1) Índice ICGM simplificado

Para la obtención del Índice ICGM simplificado se inicia por la conformación de un comité compuesto por personas que conozcan los procesos actualmente en estudio, y a su vez, que tengan conocimientos técnicos de los procesos y los costos involucrados. Durante esta etapa existió la participación de los trabajadores involucrados y se obtuvo la ayuda de los jefes de laboratorios.

Además de la participación del Coordinador de Calidad y Auxiliares de Servicio de la FIMCP.

**Levantar un inventario universal.** Se tomó la

información de los inventarios de los equipos, **apéndice A**, y de las construcciones, **apéndice B**, de la FIMCP.

**El Comité lleva a cabo juntas necesarias.** Se siguieron las recomendaciones de los jefes de los laboratorios, Coordinador de Apoyo Administrativo y también del resultado del formulario de los planes de conservación que se hace referencia en el **archivo B del CD incluido en esta tesis**, con la ayuda del **apéndice J** (criterios para la elaboración del código de máquina o criticidad de equipos) y del **apéndice K** (criterios para la elaboración del código trabajo) [5] proporcionará el índice ICGM simplificado, con lo que se tiene los fundamentos para saber qué recursos se debe atender primero.

Previo al análisis de criticidad se definieron los criterios para la matriz de criticidad de equipos y construcciones de la FIMCP [5], **véase apéndice L**. Para la obtención del código de máquina, se recurrió al análisis de criticidad de los equipos (**apéndice M**), que combinados proporcionan una aproximación real del modelo ideal propuesto. El Análisis de Criticidad es la herramienta que

permite establecer niveles jerárquicos en sistemas, equipos y componentes en función del impacto global que generan –incluida la calidad–, con el objetivo de facilitar la toma de decisiones. Es el análisis de confiabilidad que establece un orden de prioridades de conservación sobre una serie de construcciones y equipos, otorgando un valor numérico o estatus, en función de una matriz que combina la condición actual del equipo, el nivel de producción de cada equipo o instalación, el impacto ambiental y de seguridad, y la producción. Establece un orden de prioridades, que dependerá de la estructura jerárquica del proceso. El Análisis de Criticidad se lo realizó definiendo el alcance y objetivo para el estudio y estableciendo criterios de importancia, con la ayuda de los criterios del código máquina (**apéndice J**) y de criticidad (**apéndice L**) [5]. Además se utilizó un método de evaluación que permita jerarquizar los sistemas objeto de estudio (Principio de Pareto, **sección 2.11.3**). Un Análisis de Criticidad se debe aplicar cuando estén presentes los siguientes requerimientos:

- Solventar problemas con pocos recursos

- Determinar el impacto global de cada uno de los equipos y construcciones presentes en el negocio.
- Crear valor.

La matriz de criticidad (**apéndice M**) fue conformada por los resultados de los formularios de los planes de conservación del **apéndice F** y el archivo B “banco de datos de los planes de conservación.xls”, previo a ello, se llenó el Banco de datos con las encuestas realizadas a los jefes de laboratorios, para los 72 equipos; a esta hoja electrónica se la ordenó y clasificó, luego, basado en los criterios de código máquina (**apéndice J**) y la criticidad (**apéndice L**) se procedió a formar la Matriz de Criticidad, la cual, se desarrolla de la siguiente manera: por cada relación de criticidad, cada criterio, de un equipo determinado, se le califica con el valor de 1, de acuerdo con lo crítico que represente el o los equipos analizados, por ejemplo, a la Caldera didáctica del laboratorio de Termofluidos se la calificó de acuerdo a los doce criterios del **apéndice L**, y fundamentado en los resultados de los formularios indicados, se observó que las horas de operación están en relación crítica con las

fallas y la reparación, anotando el valor de uno, en la primera casilla; para la casilla 2 se observa que la falla o mal estado de la caldera produce la detención de otros equipos, escribiendo 1, en la respectiva casilla, y así sucesivamente, para este ejercicio cada ítem demostró ser crítico por lo que resultó sumar 12, que luego de una regla de tres se lo llevó a 5, para una mejor aplicación de la metodología con el objeto de tener los valores de criticidad del 1 al 5 de la herramienta (por ejemplo si 12 corresponde a 5, entonces 9 corresponde a X) , lo que indica alta criticidad y a continuación la misma relación (regla de tres) para el código de máquina, siendo este valor 10 (ver **apéndice M**). El código trabajo se estableció, de acuerdo con los parámetros técnicos de los jefes de los laboratorios, “realizar el trabajo en los equipos de acuerdo a la importancia relativa obtenida en la matriz de criticidad”, es decir, si el código máquina es 10, entonces el código trabajo es 10; si el código máquina es 7, entonces el código trabajo es 7 y así sucesivamente. Finalmente, con la multiplicación del código máquina y código trabajo, se obtuvo el índice ICGM simplificado, que se muestra en el **apéndice N**,

con esto se puede recomendar en el programa final de conservación el orden en el que se deberían realizar los trabajos. El ICGM es muy importante por las aplicaciones perfectamente delineadas que se muestran a continuación:

1. Jerarquización de la expedición de las labores de conservación de acuerdo con su importancia relativa.
2. Elaboración racional del presupuesto anual para los gastos de conservación.
3. Induce mediante el código de máquina, en la clasificación de los equipos, instalaciones y construcciones de la organización, determinando si son vitales, triviales o importantes, para definir la clase y cantidad de trabajo de conservación que se les debe proporcionar.

Otra aplicación es la elaboración racional del presupuesto anual para los gastos de conservación, por ejemplo, se considera que se determinó disminuir el presupuesto de gastos de conservación de la ESPOLE en un X%; esto obliga a escoger los trabajos con los ICGM

más altos hasta que éstos agoten el presupuesto autorizado en la FIMCP. Los códigos del ICGM no son constantes durante toda la vida útil de los equipos, ya que pueden cambiar de acuerdo con el mercado y la calidad de servicio que proporcionen. Se debe hacer una publicación mensual sobre aquellos equipos que han variado su código máquina; este es un trabajo sencillo para contar con un ICGM confiable. A fin de facilitar la aplicación del ICGM, se recomienda tener anotado el código máquina en las tarjetas de registro de los equipos y el código trabajo en forma de lista (ambas a disposición del responsable de expedir las órdenes de trabajo de conservación).

## **2) Inventario jerarquizado de Conservación**

Todos y cada uno de los recursos que forman la Facultad (dentro del alcance de equipos de laboratorios y construcciones), susceptibles de conservarse, deben entregar una calidad de servicio predeterminada, ya que, interrelacionadamente, unos servicios son más importantes que otros. Esto nos hace pensar en que la

primera obligación es la de tener un “inventario de conservación” y jerarquizar cada recurso ahí contenido, con respecto a la calidad de servicio esperada. La correcta gestión de estos inventarios permitirá reducir costos y a la vez enfocarnos en los que más necesitan de nuestra atención. El inventario de conservación, es un listado de los recursos por atender, como equipos y construcciones (o edificaciones) de la Facultad (véanse **apéndices A y B**), los cuales, están dentro del alcance de nuestro estudio.

Para jerarquizar el inventario, se tomó como referencia la matriz de criticidad de equipos y construcciones, véase **apéndice M**.

Luego, se combinó el código máquina con el principio de Pareto con lo que se obtiene el inventario jerarquizado de conservación identificando los recursos vitales, los importantes y los triviales. Se comienza por acomodar los recursos en orden decreciente, tomando como base, la criticidad y/o código de máquina, obteniendo la jerarquización de equipos y construcciones con Pareto,



ver la tabla que se muestra en el **apéndice O**, para este caso se obtuvo, aproximadamente 189 recursos por conservar (entre equipos y construcciones, la cantidad de construcciones se las identifica en planos (**sección Planos**) luego, se consideró que 19 recursos (equipos) **se consideran vitales** para el proceso de docencia de la FIMCP (con la ayuda de los parámetros técnicos de los jefes de los laboratorios), esto nos representa  $((19/189)*100) = 10.05\%$ , es decir, estos son los principales recursos que permiten brindar la buena marcha del proceso de docencia, a nivel de pregrado y cuyo paro pone en peligro la vida de personas, instalaciones, afecta al ambiente, a grado tal que supongan pérdidas de imagen o económicas que las altas autoridades de la ESPOL, incluido el Decano de la FIMCP no estén dispuestos a afrontar. En este caso se diseñarán rutinas de conservación programadas en el que intervenga sólo personal técnico especializado, buscar formas para establecer equipos o componentes redundantes (es decir, un equipo que pueda reemplazar al actual o a uno de sus componentes, pues, no siempre es necesario reemplazar todo el equipo sino uno de sus

elementos, por ejemplo, el que tenga menos fiabilidad). Además, se puede contar con algún tipo de mantenimiento predictivo en tiempo real y como acción contingente, se establece un procedimiento en caso de emergencia, con el fin de proporcionar una atención inmediata si en el peor de los casos, llegan a fallar todas las acciones preventivas antes mencionadas.

Con respecto a los **recursos importantes** se obtuvo (22.75%), estos recursos causan costos de consideración. A estos recursos es necesario diseñarles rutinas de conservación programadas normales, contemplando el punto de vista económico con respecto a la calidad de servicio que deben proporcionar. También se debe diseñar un procedimiento para la atención de contingencias, cuando han fallado los trabajos de rutinas de conservación programada, en este caso no se recomiendan los equipos redundantes o mantenimiento predictivo en tiempo real por razones económicas; pero sí debe contarse con equipos de reserva, entendiéndose por equipo de reserva a aquel que está a mano del personal de conservación para sustituir a cualquier otro

tipo similar que esté trabajando (por ejemplo en el laboratorio de Microbiología se tiene una estufa universal con capacidad de 180 litros y una estufa universal de 32 litros), y que por cualquier concepto, haya sufrido un paro, o sea necesario pararlo sin afectar sustancialmente el servicio (se diferencia de la redundante en que ésta entra automáticamente al parar la máquina o equipo que está apoyando).

Por último, se tiene para los **triviales** (67.20%), incluye unos cuantos equipos considerados triviales y las construcciones de la FIMCP. Los triviales son aquellos cuyo paro no tienen un impacto importante para la buena marcha de la Facultad, pero que tienen necesidades de conservación, como ciertos equipos, construcciones, etc. En este caso se debe diseñar un plan que sólo atienda los recursos aplicando el concepto de conservación programada. Hasta ahora se ha pensado que el mantenimiento correctivo (entendiéndose como mantenimiento correctivo, a uno de los pilares de la conservación, el cual, se encarga de corregir el daño sufrido por el recurso, luego de que no proporcione la

calidad esperada en un rango determinado y no el clásico “mantenimiento correctivo en el que se arreglan piezas simplemente) no debe existir en la organización, ya que para eso se llevan a cabo las actividades de conservación programada; sin embargo, con esta nueva forma de pensar, sólo se deben evitar las contingencias en los servicios vitales e importantes. Se debe programar la conservación de los recursos triviales aún cuando no están involucradas directamente en la calidad de servicio por las siguientes razones [5]:

- El servicio que éstos proporcionan no causa impacto sobre la productividad y calidad del servicio.
- Es más económico atender su conservación por rutas que en forma aleatoria.
- La economía impacta en forma considerable a toda la organización, pues los recursos triviales, como hemos comprobado, representan alrededor del 70% de los recursos a conservar.

En síntesis, la jerarquización de recursos a conservar permite racionalizar la planeación de la conservación en

toda la FIMCP. La jerarquización podrá variar en el tiempo dependiendo de la calidad de servicio esperada del recurso [5].

### **3) Costo mínimo de conservación y optimización de intervalos de conservación**

Se llama **costos de conservación** a todos los ocasionados por el material que se usarán en los planes y la mano de obra utilizados en el cuidado de los recursos, para permitir que estén adecuadamente preservados y proporcionen el nivel de servicio estipulado.

Estos costos se presentarán cada año de acuerdo con los planes internos realizados en la FIMCP y en operación, se informará mensualmente, con el soporte de contabilidad, al Decano acerca de los gastos incurridos, con el fin de que se puedan comparar con lo presupuestado, y si el caso lo amerita tomar las medidas correctivas necesarias.

Se llaman **costos de tiempo de paros** a los incurridos por un funcionamiento fuera de la calidad estipulada de un equipo o construcción. En ellos se tiene en cuenta los siguientes puntos:

**Producción perdida:** los costos asociados (como costos por prestación de servicio, detención de la mano de obra, etc.) que se dejaron de recibir por haber quedado el recurso fuera de la calidad estipulada.

**Desperdicio:** el costo, cuando se debe realizar nuevamente el trabajo asignado, por fallas en el recurso.

**Deterioro del recurso:** se considera la depreciación excesiva del recurso causada por la mala actuación de la mano de obra de conservación o de operación.

La tabla 4.11 muestra el formato para el registro total de estos datos. La aplicación de esta tabla se mostrará en el siguiente capítulo en la **sección 5.3.3**.



$$\text{NCC} = \frac{\text{Costos de paro}}{\text{Costos de conservación}} \times 100$$

Cuando esta razón sea igual a la unidad, estaremos en el punto de equilibrio, por lo que nuestra labor debe ser conseguir dicho punto, mediante los trabajos de conservación [5].

Los costos iniciales para optimizar cualquier programa de conservación pueden ser entendidos como una inversión de elevado retorno; los dividendos serán: mayor confiabilidad para los equipos, mejor rendimiento y satisfacción al cliente. Todo esto asociado a costos menores de la propia manutención [8]. La solución simple de adición de intervalos de conservación más cortos, no sería ciertamente la solución ideal para los problemas de prevención de fallas en los equipos de la Facultad. Lo que se propone, basado en el estudio de la PETROBRAS (Empresa de petróleo de Brasil) es la *"optimización de los intervalos de manutención"* [8] y que consiste en el



abandono del empirismo en favor de un sistema de obtención de períodos óptimos de conservación preventiva, **basado en la minimización del factor económico que es el costo**. Es importante resaltar que las fórmulas para el cálculo de los intervalos óptimos, se fundamentan en costos anuales mínimos y como se trata de optimización, la revisión periódica de los cálculos conducirá a un proceso iterativo que tenderá realmente a minimizar los costos totales necesarios para mantener los equipos operando en condiciones adecuadas y seguras [8].

La fórmula para el cálculo del intervalo óptimo de manutención es extraída del concepto de que el costo de las fallas o paros asociados al recurso o equipo disminuyen a medida que los costos de conservación aumentan; con la combinación de estos costos se obtiene la curva del costo total anual (CTA), de la que se obtendrá el costo mínimo, para un intervalo, sección o punto único y que fuera de esos límites, el aumento o disminución de uno u otro factor no garantiza el cumplimiento de este supuesto.

A través del cálculo diferencial se ha determinado el punto mínimo de esta curva del costo total mínimo, que dará el período de tiempo que corresponderá al buscado período óptimo de conservación preventiva del equipo. La fórmula para el cálculo del intervalo óptimo de mantenimiento, *obtenida del cálculo diferencial* es:

$$P \equiv \sqrt[3]{\frac{M \times Q \times Pp^2}{2F \times N}}$$

Para conocer sobre cada símbolo de la ecuación, **véase sección 2.11.6**. Para este estudio, como previamente no se cuenta con un banco de datos “oficial” en la Facultad, se tuvo que recurrir a los resultados proporcionados por la tabulación de los formularios del **apéndice F**.

### **Optimizando intervalos de conservación**

Para mostrar cómo se realiza el cálculo para la optimización de los intervalos de conservación, se empezó tomando un equipo, del archivo B “Banco de datos planes de conservación. xls” y se lo comparó con la Matriz de criticidad (**apéndice M**), para efectos de explicación se escogió un equipo “importante”,

denominado **Túnel subsónico de viento**, código ESPOLE 2689, Marca **AEROVENT**, año de ingreso **1972**, del **laboratorio de Termofluidos** a cargo del **Jefe del Laboratorio**, que se ubica en la posición 53, con respecto al archivo B de banco de datos y en la posición 36 de la Matriz de Criticidad. Para el cálculo de intervalos óptimos, **P** es el valor del intervalo óptimo de periodicidad de la preservación de equipos, y aparece en la columna del cálculo de P, (véase archivo B “Banco de datos planes de conservación.xls”). En el archivo B se observa, en las diferentes columnas, los valores numéricos de los símbolos de la ecuación de optimización (P). Para poner en práctica esta herramienta, se explica con el siguiente caso: El valor de M se subdivide en  $H_m \times OH \times W$ , el valor de  $H_m = 2$  (número de trabajadores que en promedio mantienen en operación al equipo);  $OH = 2.14$  (el cociente entre el costo de la supervisión –en este caso el sueldo por hora que el supervisor o encargado del control gana para “cuidar” a los equipos- y la ejecución de los trabajos –el sueldo por hora que gana el técnico que atiende a los equipos, en este caso el jefe del laboratorio-, a todo esto

se le sumó 1);  $w$  = el sueldo promedio de los involucrados en la eliminación de la falla (se realizó un promedio de lo que ganan por hora los involucrados en la eliminación de fallas);  $Q = 1$  (el número de equipos de esta clase que prestan el servicio);  $C = \$ 42.03$  (se hizo un estimado de los costos asociados con el paro por hora del equipo, en este caso lo que gana por hora el jefe del laboratorio –de acuerdo con la oficina de personal- , se estimó que si un alumno paga \$325 por término y lo divido para 28 – que es el número probable de asistencias al laboratorio en ese ciclo- tendré \$ 11.61 y esto lo divido para 8 horas laborables resulta \$ 1.5; se adicionaron \$ 5 por gastos propios del equipo, aquí no se incluyen los trabajos por prestación de equipo, pues no es del alcance de este trabajo piloto); para el cálculo del intervalo o periodicidad actual de preservación del equipo se busca en el **Plan de mantenimiento anual** (actual) de los equipos de la FIMCP, cuyo encargado es el Ing. Freddy Chávez y ahí se observa que para este equipo el intervalo es cada término (6 meses), con lo cual se anotó en la Banco de datos para  $P_p=0.5$  (para mayor comodidad), al lado aparece el valor en días, es decir,

180. Una vez obtenidos los datos se procede, con la ayuda de la fórmula, a calcular el valor del intervalo óptimo de conservación, cuyo valor es de  $P = 0.26$  años  $\approx 3.08$  meses  $\approx 3$  meses  $\approx 92.27 \approx 92$  días. Inicialmente se tiene un intervalo de seis meses, pero, ¿por qué se reduce a tres? Esto se debe a que el modelo matemático aplicado **“busca” un costo mínimo combinado total**, en donde se reduzcan los costos conforme se aumentan los esfuerzos (costos) de la preservación preventiva, pero hasta un “límite ideal”, porque a partir de ese punto por más costos que invierta en la preservación del equipo las disminuciones de las fallas serán muy reducidas y he aquí que el modelo busca para cada iteración que la suma de ambos costos (costos de conservación y de fallas) sea el mínimo, y asegura que no habrá otra región en donde la combinación de los costos sea mínima. El túnel subsónico ha tenido una falla, y lo que en la práctica explica el modelo es que busca eliminar esa “frecuencia” de falla, si el número hubiese sido mayor el intervalo se hubiese reducido más para evitar la repetición de las fallas, pero siempre tomando en cuenta los costos de las fallas y los de conservación.

#### 4) Plan contingente

Las labores de mantenimiento contingente (MC) como son hechas en recursos vitales, exigen que sean atendidas por técnicos capacitados, con habilidad para el diagnóstico y rehabilitación del servicio; y que para la conservación programable (CP) en general, se emplea personal con habilidad manual en la especialidad, ya que estas labores se desarrollan cuando el recurso no está en servicio o cuando el servicio que ésta presta no tiene gran importancia y, por lo tanto, el trabajo se puede hacer con el personal más indicado, en el lugar y momento más adecuados y con los recursos necesarios, ya que esta labor obedece a una planeación previa [5].

Sin embargo, a pesar de todo, puede suscitarse una falla inesperada por causas que humanamente no pudieron preverse, independientemente de la planeación cuidadosa. Esta falla que puede suceder o no, es a lo que se llama contingencia, y nos recuerda la ley de Murphy: “si algo puede fallar, fallará”, por tanto, es necesario revisar una y otra vez el plan de conservación

a los recursos vitales para decidir en primer lugar, qué es lo que puede fallar, poniendo atención a las causas de fallas más comunes en los recursos, que se mencionan a continuación [5]:

1. Ambiente circundante: agentes agresivos y factores de operación riesgosos.
2. Ampliaciones: por deficiencia en la mano de obra, mala interpretación de los planos, o no tener en cuenta la mantenibilidad del recurso.
3. Daños por terceros
4. Envejecimiento
5. Operación, debido a la ignorancia o mala voluntad del usuario del recurso
6. Transporte, por golpes, almacenaje deficiente.

Como complemento a las causas de fallas más comunes, el analista debe considerarlos factores de riesgo que a continuación se mencionan:

- Cuando no se tiene un margen en la calidad de funcionamiento del equipo o en el tiempo.
- Cuando hay un desconocimiento del equipo o de alguna de sus partes.

- Cuando existe baja fiabilidad en el equipo o en algunas de sus partes.
- Cuando se depende de terceros para la conservación.
- Cuando existen dos o más responsables en las labores de conservación.
- Cuando los buenos resultados de la conservación no pueden detectarse fácilmente.

Analizando las anteriores consideraciones, se puede saber de antemano lo que puede fallar y, en muchos casos, hacer algo con anticipación para evitar la falla; pero en todos los casos es posible decidir también con anticipación “lo que debe hacerse” si, a pesar de todo, algo falla; el plan contingente, aminora la gravedad del probable problema y permite rehabilitar en el menor tiempo posible la calidad de servicio perdida (para aplicación, véase sección 5.3.1).

## **5) Análisis del proceso de preservación y de las construcciones [6], {9}, [10] y [11]**

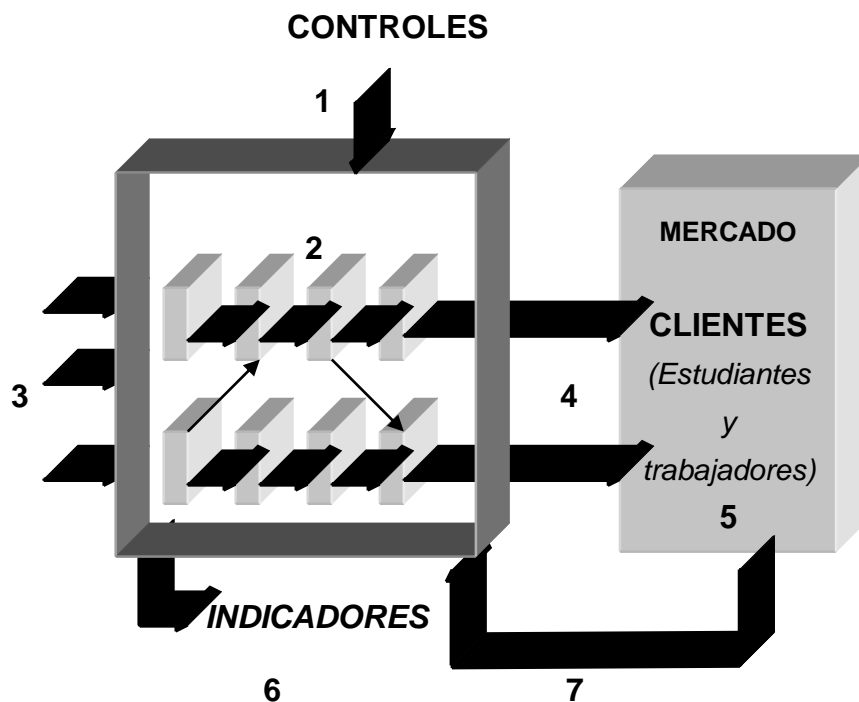
Actualmente en la Facultad, al menos en los procesos de conservación (preservación y mantenimiento), no existen



estudios acerca de los análisis de procesos en el que se describan las actividades que agregan o no valor, así como tampoco estudio de tiempos, ni de balanceo. El rediseño de los procesos nos lleva al perfeccionamiento o mejoramiento continuo, que es determinante en la eficacia de la gestión de los recursos humanos. El mejoramiento de los procesos de trabajo, de los tiempos de trabajo (estándares), del análisis de puestos, balanceo en la asignación de actividades, constituyen los elementos fundamentales de la optimización del trabajo.

### **División de la conservación en la FIMCP**

Actualmente, no se posee un estudio de análisis de los procesos de preservación ni mantenimiento de los equipos de los laboratorios y construcciones de la Facultad. Es por este motivo, que luego de la observación directa, previa al estudio de tiempos, se consideró necesario seleccionar y dividir por elementos los ciclos de trabajo de los procesos a estudiar. Para tener un marco que nos proporcione un orden específico se atenderá a la estructura siguiente:



**FIGURA 4.2** Mapa de relaciones de los servicios de conservación de la FIMCP

1. **Los controles**, a diseñar en el momento oportuno para las construcciones y los ya existentes para el mantenimiento de equipos serán la comprobación de que los trabajadores (integrantes de este estudio) y los recursos físicos y técnicos están llevando a cabo lo planeado en el tiempo considerado, con o sin desviaciones a la metodología propuesta.
2. **Procesos clave** transforman el INPUT en OUTPUT:

son los procesos de conservación (preservación y mantenimiento) *–dentro de nuestro alcance–* que proporcionan un servicio de satisfacción al cliente.

3. **INPUT claves:** requerimiento de: planes de asignación de actividades, materiales y herramientas para las actividades de conservación, recursos humanos, técnicos, etc.
4. **OUTPUT:** Obtención práctica de los objetivos de la preservación y mantenimiento de equipos de los laboratorios y construcciones de la FIMCP.
5. **Clientes:** estudiantes de pregrado (clientes externos) y trabajadores (clientes internos) de la FIMCP.
6. **Indicadores** permiten medir el desarrollo de las acciones y en base a ellos formular los futuros objetivos, con el propósito de mejorar continuamente el sistema, actualmente son los utilizados por el sistema de gestión de la calidad por certificar en la FIMCP, en el cual este proceso se desenvuelve.
7. **INPUT activador:** que se convierte en output final, los requerimientos de los clientes: se lo obtiene mediante entrevistas, encuestas, buzón de sugerencias para la mejora continua, etc.

Previo al análisis, se necesita conocer el número de trabajadores, actividades que realiza, tiempos, para ello se toma en consideración la siguiente información. La FIMCP cuenta con las siguientes personas para los procesos de preservación preventiva periódica de construcciones:

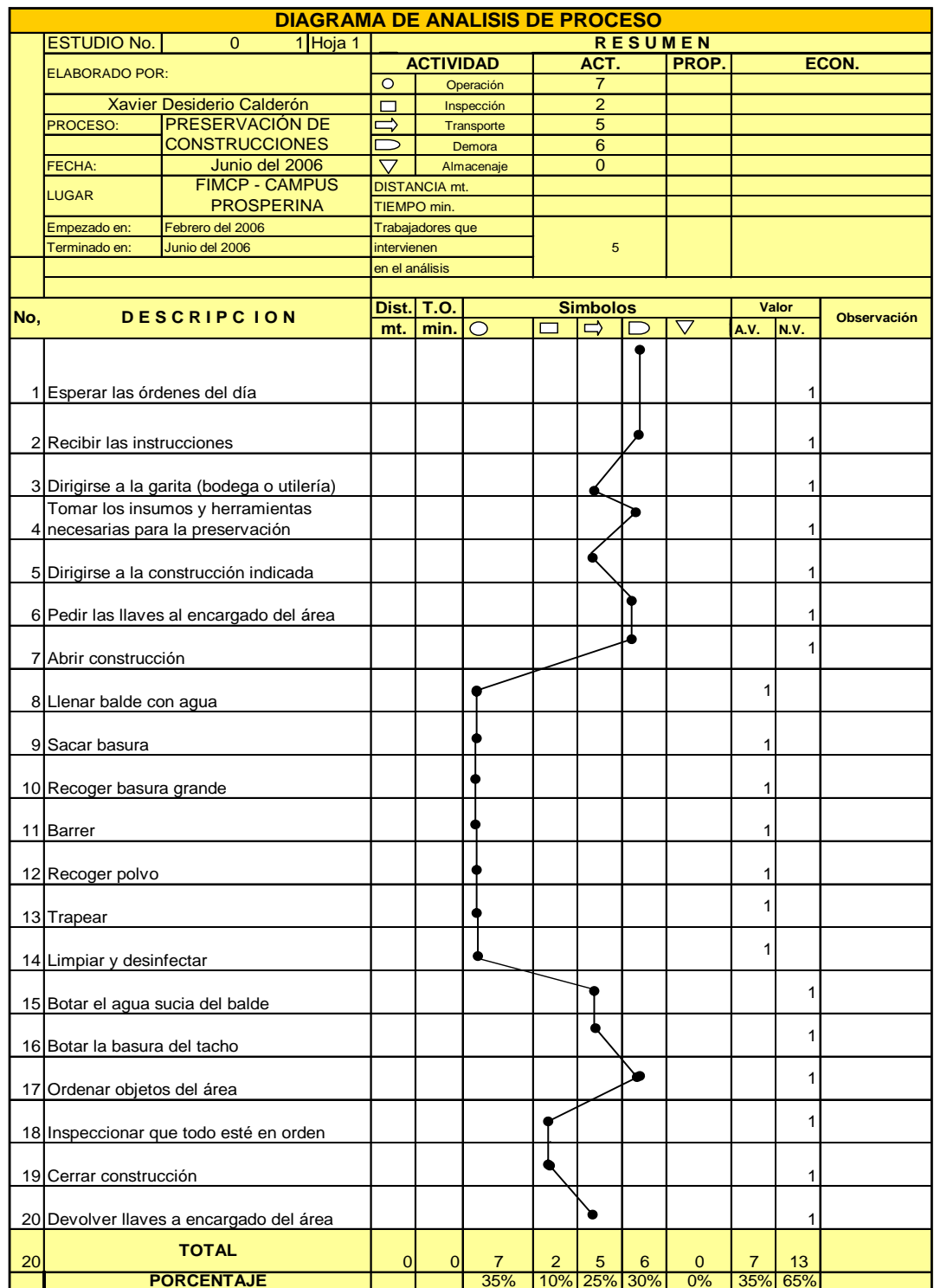
**Tabla 4.11 Auxiliares de servicio FIMCP**

1	Guillermo Laje
2	Jaime Monteros
3	José Punguil
4	Juan Calderón
5	Pascual Marcillo

Fuente: Departamento de personal, ESPOL

### **Flujo del proceso de Preservación preventiva periódica de construcciones - Actual**

De la observación directa se obtuvo la información descrita en la sección 3.4.1, la cual, está representada en la figura 4.3.



**Figura 4.3 Diagrama análisis de proceso actual de preservación de construcciones-limpieza**

Este es el esquema (luego de la observación directa, que durante algunos días se realizó) en el se desenvuelven los auxiliares de servicio de la FIMCP, para la preservación preventiva de construcciones, en ella se puede apreciar que aproximadamente el 35% de las actividades que desarrollan le agregan valor al proceso de preservación siendo éstas las actividades que directamente están relacionadas con el proceso. El resto de actividades, el 65% no agregan valor, como son demoras evitables, mucha transportación, etc., las cuales, podrían ser reducidas para que se obtenga un mejor aprovechamiento de su tiempo en el trabajo.

Se observó además que las demoras evitables alcanzan más del 15%. También existen detenciones por la falta de material para la preservación (limpieza)

### **Flujo del proceso de Preservación preventiva periódica de construcciones - Propuesto**

El auxiliar de servicio recibe del coordinador de apoyo de administrativo, el cronograma de actividades una sola vez, por mes, para la preservación preventiva de las

construcciones de la Facultad, con esta información, previo a su trabajo, ya identifica los lugares a preservar. A continuación se dirige a la garita (almacén o bodega individual, en donde guarda los insumos y herramientas para la limpieza), seleccionado los materiales requeridos para el desarrollo de sus actividades (como escoba, trapeador, desinfectante, etc.), -aquí ya no existe la falta de materiales. Luego, se dirige a las construcciones en las que desarrollará la preservación, éstas a su vez ya están abiertas o disponibles, porque el jefe o encargado del área conoce el plan de preservación de la construcción. En ese lugar el auxiliar de servicio realiza varias actividades, dependiendo si es aula de clases, servicio higiénico, laboratorio u oficina. Las actividades en común son:

- **Llevar balde con agua**
- **Depositar basura en el tacho grande**
- **Recoger basura grande**
- **Barrer**
- **Recoger polvo**
- **Trapear**

- **Limpiar y desinfectar**
- **Enjuagar trapo de limpieza**
- **Botar el agua sucia del balde**
- **Botar la basura del tacho**
- **Ordenar objetos del área**

Una vez realizadas sus actividades, estas son inspeccionadas por un encargado para el efecto, el cual, firma la hoja de control de las actividades, en donde anotará si se cumplió o no con lo programado, este registro será archivado por el Coordinador de Apoyo Administrativo. Finalmente, se dirige a la siguiente construcción.



DIAGRAMA DE ANALISIS DE PROCESO PROPUESTO											
ESTUDIO No.	0	1	Hoja 2	RESUMEN							
ELABORADO POR:				ACTIVIDAD		ACT.	PROP.	ECON.			
Xavier Desiderio Calderón				○	Operación	7	10				
PROCESO: PRESERVACIÓN DE CONSTRUCCIONES				□	Inspección	2					
FECHA: Junio del 2006				⇒	Transporte	5	1				
LUGAR: FIMCP - CAMPUS PROSPERINA				⊐	Demora	6	1				
Empezado en: Febrero del 2006				▽	Almacenaje	0					
Terminado en: Junio del 2006				DISTANCIA mt.							
				TIEMPO min.							
				Trabajadores que intervienen en el análisis		5					
No.	DESCRIPCION	Dist. mt.	T.O. min.	Simbolos					Valor		Observación
				○	□	⇒	⊐	▽	A.V.	N.V.	
1	Llenar balde con agua			●						1	Reducción de
2	Sacar basura			●						1	tiempos
3	Recoger basura grande			●						1	Reducción de
4	Barrer			●						1	distancias
5	Recoger polvo			●						1	Reducción de
6	Trapear			●						1	actividades que
7	Limpiar y desinfectar			●						1	no agregan
8	Botar el agua sucia del balde			●						1	valor
9	Botar la basura del tacho			●						1	
10	Ordenar objetos del área			●						1	
11	Entregar la construcción al encargado										1
12	Dirigirse a la siguiente construcción										1
<b>TOTAL</b>		0	0	10	0	1	1	0	10	2	
<b>PORCENTAJE</b>				83%	0%	8%	8%	0%	83%	17%	

**Figura 4.4 Análisis de proceso de preservación de construcciones-limpieza propuesto**

Con el nuevo proceso se obtuvo la reducción de actividades que no agregan valor, disminución de tiempos y distancias. El porcentaje que agrega valor es del 83% con tendencia a elevarse, pues, todo depende del encargado de la construcción para su control y de la distancia de la siguiente construcción. Para poder realizar afirmaciones más aproximadas a la realidad, luego de la observación directa y conversación con los auxiliares de servicio se llegó a la conclusión que las actividades de preservación se clasifican en los siguientes subgrupos:

- Actividades para la preservación preventiva periódica de servicios higiénicos.
- Actividades para la preservación preventiva periódica de oficinas.
- Actividades para la preservación preventiva periódica de aulas, laboratorios con pisos de cerámica
- Actividades para la preservación preventiva periódica de laboratorios con piso de cemento.
- Actividades para la preservación preventiva periódica de pasillos, corredores, escaleras.

Con lo expuesto hasta aquí se tiene un panorama general del proceso de preservación preventiva periódica de las construcciones de la Facultad, pero para profundizar en ello se necesita realizar un estudio de tiempos que se expondrá en el siguiente punto.

### **Análisis del proceso de preservación preventiva de los equipos de los laboratorios de la FIMCP**

Este proceso se detalló en la sección 3.4.2. donde se incluye el diagrama de flujo del proceso, figura 3.4, la solicitud de mantenimiento de instalaciones, la elaboración del presupuesto y análisis del trabajo, la contratación de mano de obra externa y compra de materiales, la inspección del mantenimiento y la aprobación de liquidación de gastos y cancelación.

#### **6) Estudio de tiempos**

**Para el caso de la preservación preventiva de construcciones.**

El propósito fundamental del estudio de tiempos es establecer estándares para efectuar una tarea. Estos estándares son necesarios por las siguientes razones:

1. Para programar el trabajo y asignar capacidades. Todos los métodos de programación requieren un cálculo de cuánto tiempo tomará realizar el trabajo que se está programando.
2. Proveer una base objetiva para el análisis de los procesos.
3. Para licitación de nuevos contratos y para evaluar el desempeño de los contratos existentes. Preguntas como “¿podemos hacerlo?” y “¿cómo vamos?” supone la existencia de estándares.
4. Para establecer puntos de referencia con miras al mejoramiento continuo.

### **Técnicas de medición de trabajo**

Existen varias técnicas básicas para medir el trabajo, para el caso de este estudio, se seleccionó la de estudio de tiempos con cronómetro, pues, las actividades a

analizar son repetitivas y minuciosas. Se debe recalcar que en la FIMCP no existe un estudio de tiempos previo, por lo tanto, no había datos históricos de estándares de tiempos ni de descripción de los procesos.

El siguiente estudio de tiempos se lo realizó con un cronómetro digital, en el lugar mismo lugar de trabajo de los Auxiliares de Servicio, es decir, en las construcciones que se debían preservar. El trabajo se dividió en elementos medibles, y cada elemento se cronometró individualmente. Para este estudio se siguieron los siguientes pasos:

- Selección del proceso que se estudiará.
- Obtener la información relacionada con el proceso.
- División en elementos de las actividades.
- Seleccionar al auxiliar promedio.
- Realizar la toma de tiempos
- Con los datos obtenidos, normalizar el tiempo, luego seleccionar las tolerancias.
- Estandarizar y encontrar alguna relación con los tiempos estandarizados.

Para realizar estos estudios se debe contar con el tiempo necesario, herramientas, ser observador e imparcial, saber gestionar comentarios, etc., dadas todas estas situaciones, se decidió realizar sólo un estudio de tiempos.

Para el caso de la preservación preventiva de los equipos de los laboratorios, las aproximaciones que se obtendrán, por medio de los formularios de los equipos que se tabularon en el **archivo A**, permitirán realizar las recomendaciones necesarias para el desarrollo de los planes; pero como se ha justificado a lo largo del capítulo, los puntos críticos están en los intervalos de mantenimiento, costos, fallas, balanceo de actividades, actividades del puesto de los auxiliares, etc.

Durante los meses de enero y febrero se realizaron las observaciones en el proceso de preservación preventiva de las construcciones, con lo cual, se obtuvieron los siguientes subgrupos:

1. Actividades para la preservación preventiva periódica de SSHH
2. Actividades para la preservación preventiva periódica de oficinas
3. Actividades para la preservación preventiva periódica de aulas, laboratorios con pisos de cerámica
4. Actividades para la preservación preventiva periódica de laboratorios con piso de cemento.
5. Actividades para la preservación preventiva periódica de pasillos, corredores, escaleras.

Durante esta etapa, se pudo **seleccionar** al auxiliar de servicio promedio de acuerdo con los siguientes criterios:

- Realizaba sus actividades de una forma normal, es decir, no se lo observaba que disminuía su ritmo o lo aumentaba a cada momento. Como no existía alguna norma de producción o referencia se utilizó este criterio.
- Participación en el estudio.
- La talla necesaria para realizar estos trabajos.

Además de la información de la siguiente tabla:

**Tabla 4.12 Calificación del desempeño**

<i>CALIFICACIÓN PARA GUILLERMO LAJE CON RESPECTO A LOS DEMÁS AUXILIARES DE SERVICIO</i>	
JUAN	4%
JAIME	9%
PASCUAL	2%
JOSE	6%
<b>Promedio</b>	<b>5%</b>
Guillermo Laje realiza en promedio un 5% más rápido las actividades de limpieza <i>Por lo tanto, el FACTOR DE DESEMPEÑO DE GUILLERMO LAJE ES 95%</i>	

Fuente: Datos tomados de la observación directa (aproximados)

Al obtener la información para el estudio, al operario calificado y la descripción de las actividades del proceso de preservación preventiva de construcciones se realizó la toma de tiempos.

**Número de muestras.** Se procedió a comprobar por medio de la **tabla 4.14** de Niebel [10] y el análisis estadístico el número de muestras a tomar.



**Tabla 4.13 Guía para el # de ciclos por observar**

Tpo de ciclo superior a	Más de 10 000 por año	1 000 - 10 000	Menos de 1 000
8 horas	2	1	1
3	3	2	1
2	4	2	1
1	5	3	2
48 minutos	6	3	2
30	8	4	3
20	10	5	4
12	12	6	5
8	15	8	6
5	20	10	8
3	25	12	10
2	30	15	12
1	40	20	15
0.7	50	25	20
0.5	60	30	25
0.3	80	40	30
0.2	100	50	40
0.1	120	60	50
Menos de 0.1	140	80	60

Fuente: Benjamín Niebel, Motion and Time Study, 9 ed., Homewood, IL., Richard D. Irwin, 1993, p.390

El estudio de tiempos es, en realidad, un proceso de muestreo, es decir, se toman relativamente pocas observaciones como representativas de muchos ciclos subsiguientes que deberá realizar el trabajador. En base con una gran cantidad de análisis y experimentos, la tabla de Benjamín Niebel, que se ilustra, indica que “suficiente” está en función de la longitud del ciclo y el número de repeticiones de la tarea a lo largo de un período de planeación de un año.

Para ello se tomaron **muestras en las dos primeras semanas del estudio**, para **cada subgrupo se tomaron 5 muestras iniciales**, en diferentes horas de trabajo, **al operador calificado**, considerando que trabajaba ocho horas de lunes a viernes.

Una vez tomados los primeros datos, se debía saber qué cantidad de muestras se necesitarían para el estudio, previo a ello, se contó con el siguiente fundamento estadístico:

Dada la naturaleza del estudio, por los ciclos largos de tiempo, que cada subgrupo identificado consumía, y por recomendaciones dadas por autores y la práctica, se procedió a fijar:

- Nivel de confianza ( $\alpha$ ) = 95%
- Precisión de  $\pm 10\%$

Como previamente se tomaron cinco (5) muestras iniciales para cada subgrupo, se pudo calcular la desviación típica de los elementos ( $\sigma$ )

**Fórmula para el cálculo de la desviación típica:**

$$\sigma = \sqrt{\frac{(x_i - X)^2}{N}}$$

Donde:

N: número de lecturas iniciales

X<sub>i</sub>: una muestra tomada

X: la media de las N muestras tomadas

**Fórmula para el cálculo de muestras N':**

Cuando se necesita conocer el número de lecturas o muestras a tomar uno se fundamenta en la siguiente ecuación [14]:

$$N' = 400 (\sigma / X)^2$$

**Probando normalidad de datos y tamaño de muestras**

Para ello se empieza *probando la normalidad* (con la ayuda del MINITAB V. 13 for Windows ® y basado en los

fundamentos estadísticos de la prueba K-S), luego, con la obtención del  $\sigma$  (de las muestras iniciales de la toma de tiempos, un total de cinco para cada grupo) procedemos a obtener el número de muestras necesarias, de acuerdo con los siguientes parámetros:

- Nivel de confianza ( $\alpha$ ) = 95%
- Precisión de  $\pm 10\%$

A continuación, se muestra la aplicación para cada grupo de actividades de preservación preventiva periódica.

### **Actividades para la preservación preventiva periódica de SSHH**

Sólo en este grupo se explicará cómo obtener el número de muestras, para los demás grupos el procedimiento es como el que se describe a continuación:

**Datos:**

**3.12, 3.20, 3.41, 3.69, 4.43**

**Prueba K-S (Kolmogorov - Smirnov)**

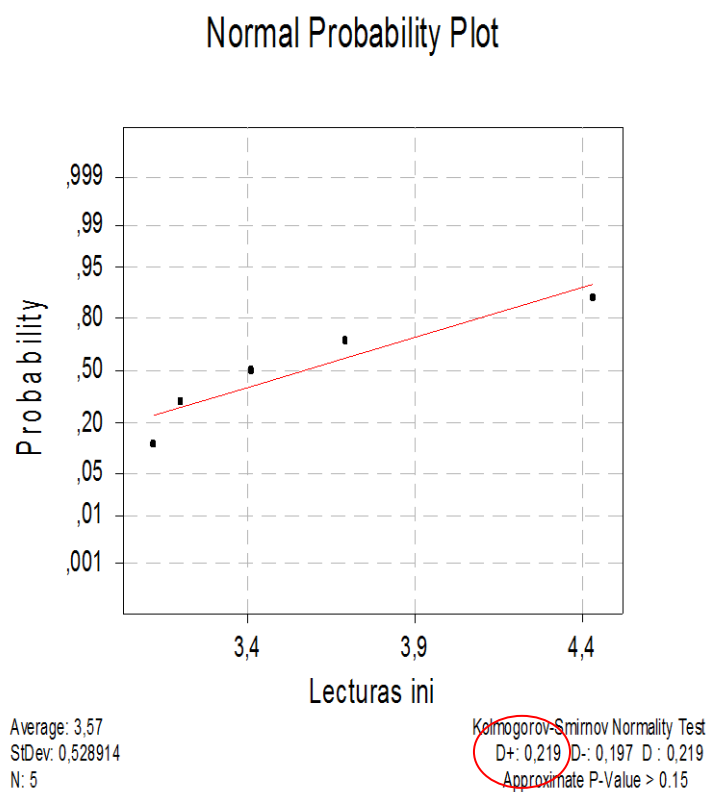
Las siguientes hipótesis:

**Ho: Los datos están distribuidos normalmente**

**H1: Los datos no están distribuidos normalmente**

**Se rechaza Ho, si  $D\alpha;n < D+$  ;  $\alpha=0.05$**

Ingresados los datos en el programa MINITAB V. 13 for Windows ®, se obtiene el siguiente gráfico:



**Figura 4.5 Prueba de normalidad para datos SSHH**

Según K-S, **Se rechaza  $H_0$ , si  $D_{\alpha;n} < D_+$  ;  $\alpha=0.05$**

De la parte inferior derecha del gráfico, se obtiene el valor  **$D_+= 0.219$**  (dentro del círculo rojo). El siguiente valor  **$D_{\alpha;n}$**  se lo obtiene de la siguiente forma:

Como  $D_{\alpha;n} = D_{0.05;5}$  , buscamos en **la tabla de valores críticos de  $D$  en la prueba de una muestra K-S [20]**, para un  $\alpha=0.05$  y tamaño de muestra de 5, por lo tanto:

$$D_{\alpha;n} = D_{0.05;5} = 0.565$$

Como  **$D_{\alpha;n} = D_{0.05;5} = 0.565 > D_+= 0.219$** , no se puede rechazar  $H_0$ , es decir, los datos están distribuidos normalmente.

**La prueba K-S se aplicará a todos los demás grupos que necesiten probar normalidad.**

A continuación se utilizan los modelos revisados anteriormente para el cálculo de la  **$\sigma$  y  $N$** , de los cinco primeros datos; cuyos resultados se muestran en la tabla 4.15.

**Tabla 4.14 Cálculo del número de muestra “SSH”**

n	xi	xi - X	(xi - X) <sup>2</sup>	(xi - X) <sup>2</sup> / n	sqrt ((xi - X) <sup>2</sup> / n)	400(σ/X) <sup>2</sup>
1	3,12	-0,45	0,20			
2	3,20	-0,37	0,14			
3	3,41	-0,16	0,03			
4	3,69	0,12	0,01			
5	4,43	0,86	0,74			
$\Sigma xi / n$	3,57	$\Sigma(xi - X)$	1,12	0,22	0,47	7,02

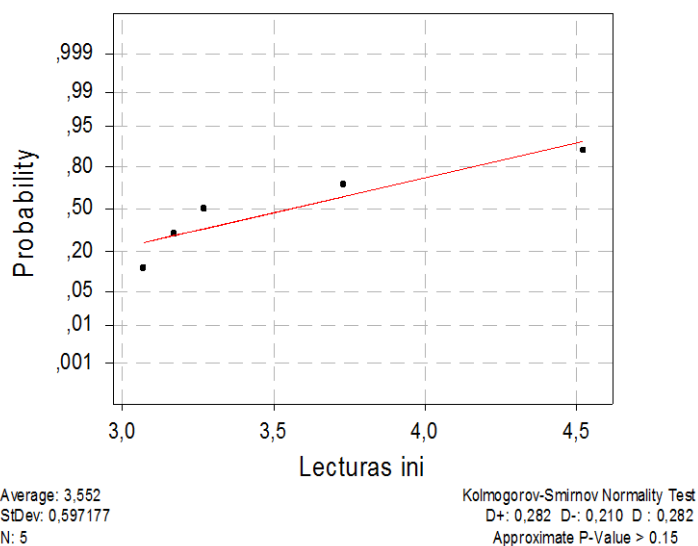
Fuente: teoría estadística y datos del estudio de tiempos esta tesis.

La cantidad de muestras mínimas a tomar es 8.

### Actividades para la preservación preventiva periódica de oficinas

Datos: 3.73, 3.27, 3.17, 3.07, 4.52

#### Normal Probability Plot

**Figura 4.6 Prueba de normalidad datos “oficinas”**

**Tabla 4.15 Cálculo del número de muestra “oficinas”**

n	xi	xi- X	(xi - X) <sup>2</sup>	(xi - X) <sup>2</sup> / n	sqrt ((xi - X) <sup>2</sup> / n)	400(σ/X) <sup>2</sup>
1	3,73	0,18	0,03			
2	3,27	-0,28	0,08			
3	3,17	-0,38	0,15			
4	3,07	-0,48	0,23			
5	4,52	0,97	0,94			
<b>Σxi / n</b>	<b>3,55</b>	<b>Σ(xi - X)<sup>2</sup></b>	<b>1,43</b>	<b>0,29</b>	<b>0,53</b>	<b>9,05</b>

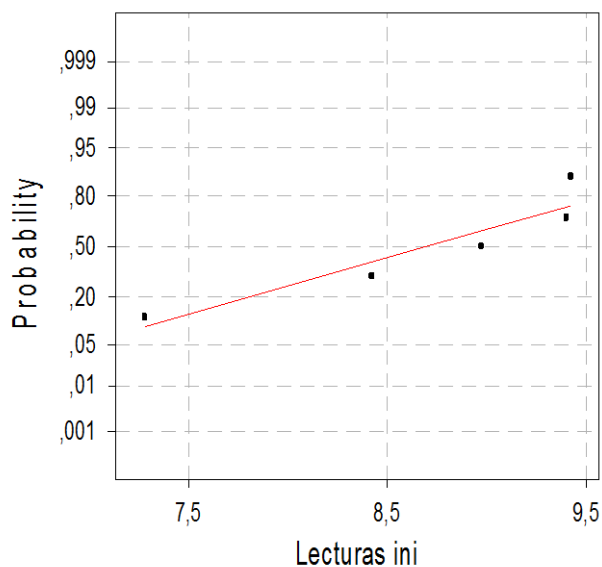
Fuente: teoría estadística y datos del estudio de tiempos esta tesis.

El número de muestras a tomar es de 10.

### Actividades para la preservación preventiva periódica de oficinas “especiales”

Datos: 7.28, 8.42, 8.97, 9.42, 9.40

#### Normal Probability Plot



Average: 8,698  
StDev: 0,891078  
N: 5

Kolmogorov-Smirnov Normality Test  
D+: 0,209 D-: 0,220 D: 0,220  
Approximate P-Value > 0,15

**Figura 4.7 Prueba de normalidad “of. Especiales”**



**Tabla 4.16 Cálculo de muestra “Ofic. especial”**

n	xi	xi - X	(xi - X) <sup>2</sup>	(xi - X) <sup>2</sup> / n	sqrt ((xi - X) <sup>2</sup> / n)	400(σ/X) <sup>2</sup>
1	7,28	-1,42	2,01		σ	N'
2	8,42	-0,28	0,08			
3	8,97	0,27	0,07			
4	9,42	0,72	0,52			
5	9,40	0,70	0,49			
<b>Σxi / n</b>	<b>8,70</b>	<b>Σ(xi - X)<sup>2</sup></b>	<b>3,18</b>	<b>0,64</b>	<b>0,80</b>	<b>3,36</b>

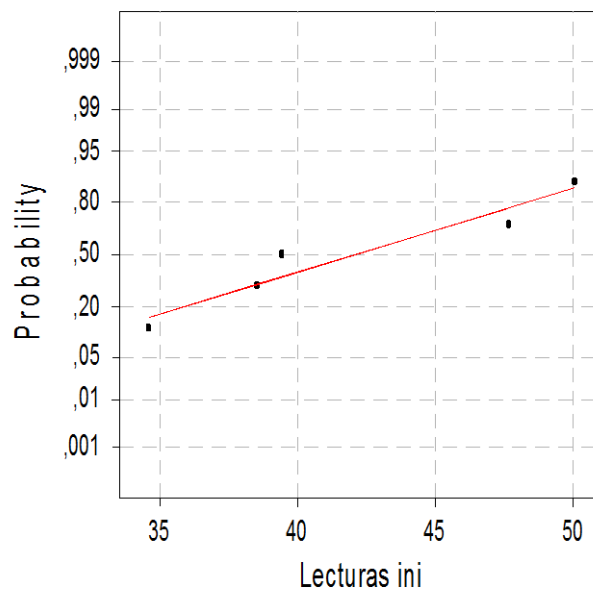
Fuente: teoría estadística y datos del estudio de tiempos esta tesis.

Se toman como mínimo 4 muestras.

### Actividades para la PPP de aulas, laboratorios con pisos de cerámica

Datos: 50.06, 39,45, 34,62, 38.56, 47.67

#### Normal Probability Plot



Average: 42,072  
StDev: 6,51704  
N: 5

Kolmogorov-Smirnov Normality Test  
D+: 0,256 D-: 0,205 D: 0,256  
Approximate P-Value > 0,15

**Figura 4.8 Prueba de normalidad “aulas, p. cerámica”**

**Tabla 4.17 Cálculo del número de muestra “aulas”**

n	xi	xi - X	(xi - X) <sup>2</sup>	(xi - X) / n	sqrt ((xi - X) <sup>2</sup> / n)	400(σ/X) <sup>2</sup>
1	50,06	7,99	63,81		σ	N'
2	39,45	-2,62	6,87			
3	34,62	-7,45	55,53			
4	38,56	-3,51	12,33			
5	47,67	5,60	31,34			
Σxi / n	42,07	Σ(xi - X) <sup>2</sup>	169,89	33,98	5,83	7,68

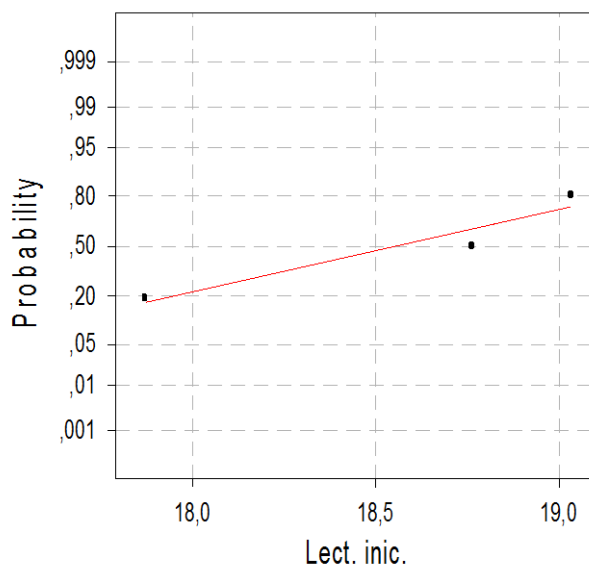
Fuente: teoría estadística y datos del estudio de tiempos esta tesis.

Se toman 8 muestras.

### Actividades para la preservación preventiva periódica de laboratorio con piso de cemento

Datos: 18.76, 19.03, 17.87

#### Normal Probability Plot



Average: 18,5533  
StDev: 0,606987  
N: 3

Kolmogorov-Smirnov Normality Test  
D+: 0,216 D-: 0,300 D: 0,300  
Approximate P-Value > 0,15

**Figura 4.9 Prueba de normalidad “lab. Piso cemento”**

**Tabla 4.18 Cálculo del número de muestra “lab. cem”**

n	xi	xi - X	(xi - X) <sup>2</sup>	(xi - X) <sup>2</sup> / n	sqrt ((xi - X) <sup>2</sup> / n)	400(σ/X) <sup>2</sup>
1	18,76	0,21	0,04		σ	N
2	19,03	0,48	0,23			
3	17,87	-0,68	0,47			
<b>Σxi / n</b>	<b>18,55</b>	<b>Σ(xi - X)<sup>2</sup></b>	<b>0,74</b>	<b>0,25</b>	<b>0,50</b>	<b>0,29</b>

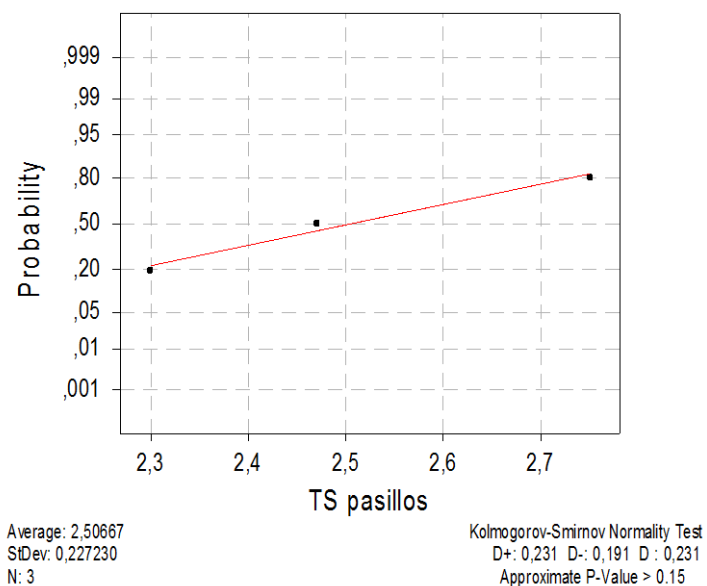
Fuente: teoría estadística y datos del estudio de tiempos esta tesis.

Áreas como laboratorio de soldadura, Termofluidos y bodega. Se toma una muestra.

### Actividades para la preservación preventiva periódica de pasillos, corredores, escaleras.

Datos: 2.30, 3.49, 2.47

Normal Probability Plot



**Figura 4.10 Prueba de normalidad “pasillos”**

**Tabla 4.19 Cálculo del número de muestra “pasillos”**

n	xi	xi- X	(xi - X) <sup>2</sup>	(xi - X) <sup>2</sup> / n	sqrt ((xi - X) <sup>2</sup> / n)	400(σ/X) <sup>2</sup>
1	2,30	-0,21	0,04		σ	N´
2	2,75	0,24	0,06			
3	2,47	-0,04	0,00			
<b>Σxi / n</b>	<b>2,51</b>	<b>Σ(xi - X)<sup>2</sup></b>	<b>0,10</b>	<b>0,03</b>	<b>0,19</b>	<b>2,19</b>

Fuente: teoría estadística y datos del estudio de tiempos esta tesis.

Las tres muestras iniciales están bien representadas.

Después de este análisis estadístico previo, se sigue con la toma de lecturas de tiempos. Sin embargo, para que el tiempo de este operador pueda ser utilizado por todos los trabajadores, es preciso incluir una medición de velocidad, o clasificación del desempeño, para “normalizar” el trabajo. La aplicación de un factor de clasificación da lo que se conoce como tiempo normal. Basado en esta tabla 4.13, se procede a calificar al auxiliar normal, con un factor de desempeño del 95%. Este factor de nivelación se puede observar en el Archivo C “Estudio de tiempos FIMCP.xls”.

El tiempo estándar (TS) se determina al agregar al tiempo normal reservas para las necesidades personales (por ejemplo, ir al baño o tomarse un café), demoras

inevitables en el trabajo (por ejemplo, averías en los equipos o carencia de materiales) y fatiga del trabajador (física o mental). Con la siguiente ecuación calculamos el tiempo estándar, y se consideraron las tolerancias proporcionadas por la OIT (véase **sección 2.11.9**, tolerancias para el estudio de tiempos), **apéndice P**.

$$TS = \frac{TN}{1 - \text{Reservas}}$$

El beneficio obvio que plantean los datos de estándares por elementos es el ahorro en costos. Se elimina la necesidad de realizar un nuevo estudio de tiempos para cada nueva tarea. Esto ahorra tiempo de personal y evita que se perturbe a la fuerza laboral. El principal requerimiento práctico de este método es que los datos sobre elementos se mantengan actualizados y sean fácilmente accesibles. Los valores se encuentran en el Archivo C “**Estudio de tiempos FIMCP.xls**”.

Luego de analizar los datos por grupos y habiendo separado las actividades que agregan valor y las que no

agregan valor, se encontró que para cada grupo existe **un modelo de relación lineal**, en el cual, la variable respuesta (tiempo estándar) es una función de la variable predictora (superficie a preservar, en metros cuadrados)

### **Relación lineal entre el tiempos estándar y áreas de construcciones de la FIMCP**

Una vez realizadas las actividades del estudio de tiempo, en los diferentes grupos, en la preservación preventiva de las construcciones, se observó una relación lineal directa: el tiempo estándar para los auxiliares de servicio obtenido y el área de superficie atendida por ellos en m<sup>2</sup>.

### **Metodología para encontrar los Modelos Lineales para la obtención del tiempo estándar de cada grupo.**

Para cada grupo, obtendremos un modelo lineal, basado en el análisis de la regresión lineal (**véase sección 2.11.12, regresión lineal**), el cual, nos permitirá justificar técnicamente y con mayor exactitud los estándares de tiempos para las actividades de preservación preventiva para las diferentes construcciones de la FIMCP

**Paso 1:** Se debe comprobar la normalidad de los datos, sugiriendo las hipótesis para cada grupo de datos, para los tiempos estándares y sus respectivas áreas.

**Paso 2:** Si se comprueba la normalidad, encontrar el grado de correlación existente entre las variables (**véase sección 2.11.12, correlación**)

**Paso 3:** Comprobadas la normalidad y correlación se procede a aplicar el siguiente fundamento estadístico para el modelo lineal:

$$\hat{m} = \frac{n \sum x_i y_i - (\sum x_i)(\sum y_i)}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2};$$

$$\hat{b} = \frac{\sum y_i - \hat{m}(\sum x_i)}{n};$$

Con la ayuda del Minitab 13 for Windows® obtenemos los modelos lineales respectivos (véase resultados en el Archivo C “**estudio de tiempos FIMCP.xls**”)

**Paso 4:** Luego, verificar el Índice  $R^2$  (R-Sq), es decir, el X% de las veces que las desviaciones de la variable no son producidas por los errores, sino por la variación de las variable del modelo”. Para este caso el Minitab 13 for Windows® proporciona este valor.

## **Actividades para la preservación preventiva periódica de SSHH**

**Paso 1:** Prueba para la normalidad de los TS (min) de la preservación preventiva periódica de los SSHH:

### **Prueba K-S (Kolmogorov - Smirnov)**

Las siguientes hipótesis:

**Ho: Los datos están distribuidos normalmente**

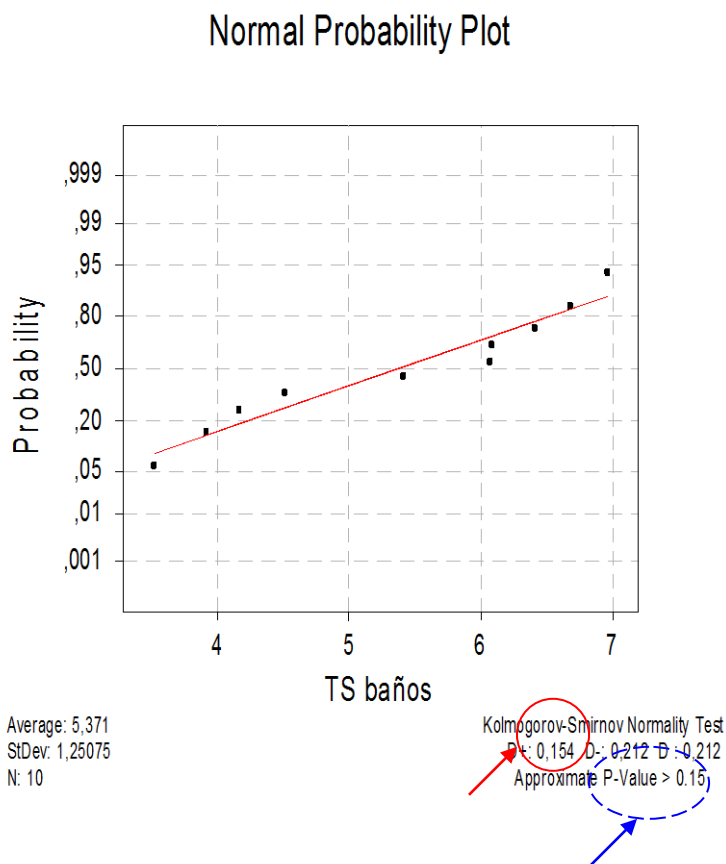
**H1: Los datos no están distribuidos normalmente**

**Fundamento de la prueba K-S:**

**Se rechaza Ho, si  $D_{\alpha;n} < D+$  ;  $\alpha=0.05$**

Ingresados los datos en el programa, se obtiene el siguiente gráfico:





**Figura 4.11 Prueba de normalidad del TS de “SSH”**

Según prueba K-S: **Se rechaza  $H_0$ , si  $D_{\alpha;n} < D+$  ;  $\alpha=0.05$**

De la parte inferior derecha del gráfico, se obtiene el valor  **$D+= 0.154$  (dentro del círculo rojo)**. El siguiente valor  **$D_{\alpha;n}$**  se lo obtiene de la siguiente forma:

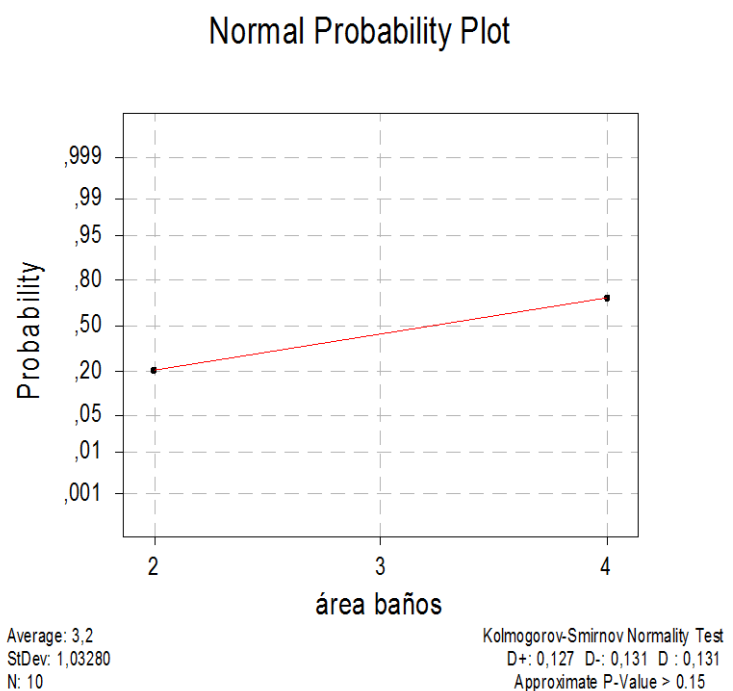
Como  $D_{\alpha;n} = D_{0.05;10}$  , buscamos en **la tabla de valores críticos de  $D$  en la prueba de una muestra K-S [20]**, para un  $\alpha=0.05$  y tamaño de muestra de 10, por lo tanto:

$$D_{\alpha;n} = D_{0.05;5} = 0.410$$

Como  $D_{\alpha;n} = D_{0.05;5} = 0.410 > D_{+} = 0.154$ , no se puede rechazar  $H_0$ , por lo tanto, los datos están distribuidos normalmente

En forma práctica, también se puede comprobar normalidad al ver el  $p\text{-value} > 0.15$  (elipse discontinuo azul, parte inferior derecha). Para todos los grupos que vienen a continuación se aplica la prueba K-S

#### Prueba para la normalidad de las áreas de SSHH:



**Figura 4.12 Prueba de normalidad áreas de “SSHH”**

Basados en el **p-value > 0.15**, ver parte inferior derecha del gráfico, se comprueba la normalidad de los datos. Recuerde que se aplicó el fundamento de la prueba K-S.

**Paso 2:** Correlación entre TS (min) y áreas (m<sup>2</sup>) de los SSHH

La correlación nos indica una mediada de asociación o entre muestras (véase **sección 2.11.12, correlación**)

**Correlación: TS SSHH; área SSHH Pearson correlation of TS SSHH and área SSHH = 0,926, como r: 0.8 y más: buena correlación (sección 2.11.12)**

Por lo tanto, según, el coeficiente Pearson =0.926, existe una fuerte relación positiva entre ambas variables (o grupos).

**Paso 3:** Análisis de Regresión lineal

Comprobadas la normalidad y la correlación, se aplica el siguiente fundamento estadístico para el modelo lineal:

$$\hat{m} = \frac{n \sum x_i y_i - (\sum x_i)(\sum y_i)}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2};$$

$$\hat{b} = \frac{\sum y_i - \hat{m}(\sum x_i)}{n};$$

Ahora ingresando los datos la variable predictora (área) y variable respuesta (tiempo estándar, TS) véase archivo C “**Estudio de tiempos FIMCP.xls**”, se ingresan en las celdas del MINITAB™, los datos referidos, el cual, al realizar los cálculos proporciona la siguiente información:

#### **Regression Analysis: TS SSHH versus área SSHH**

The regression equation is  $TS\ SSHH = 1,78 + 1,12 \text{ área SSHH}$

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	1,7817	0,5402	3,30	0,011
área bañ	1,1217	0,1614	6,95	0,000

S = 0,5001    R-Sq = 85,8%    R-Sq(adj) = 84,0%

#### **Analysis of Variance**

Source	DF	SS	MS	F	P
Regress	1	12,078	12,078	48,28	0,000
Res Err	8	2,001	0,250		
Total	9	14,079			

**Paso 4:** El Índice R2 (R-Sq) = 85.8% y el ajustado 84%, es decir, entre el 84 y el 85.8% de las veces las desviaciones de la variable no son producidas por los errores, sino por la variación de las variable del modelo”.

Lo cual, indica que con la variable ÁREA DE LA CONSTRUCCIÓN, para este grupo, explica entre el 84 y el 85.8% el comportamiento de este modelo lineal y que  $\approx 15\%$  restante se debe a los errores, para detalles véase sección 2.11.12, índice  $R^2$  (R-Sq)

**(Para los demás casos a continuación se aplica este concepto, lo que justificará la validez de los modelos).**

*Se concluye que:*

El tiempo estándar en minutos que se demora para la preservación de los SSHH está linealmente relacionado con la superficie (m<sup>2</sup>) de dichos lugares, para áreas que van de 2 a 4 m<sup>2</sup>

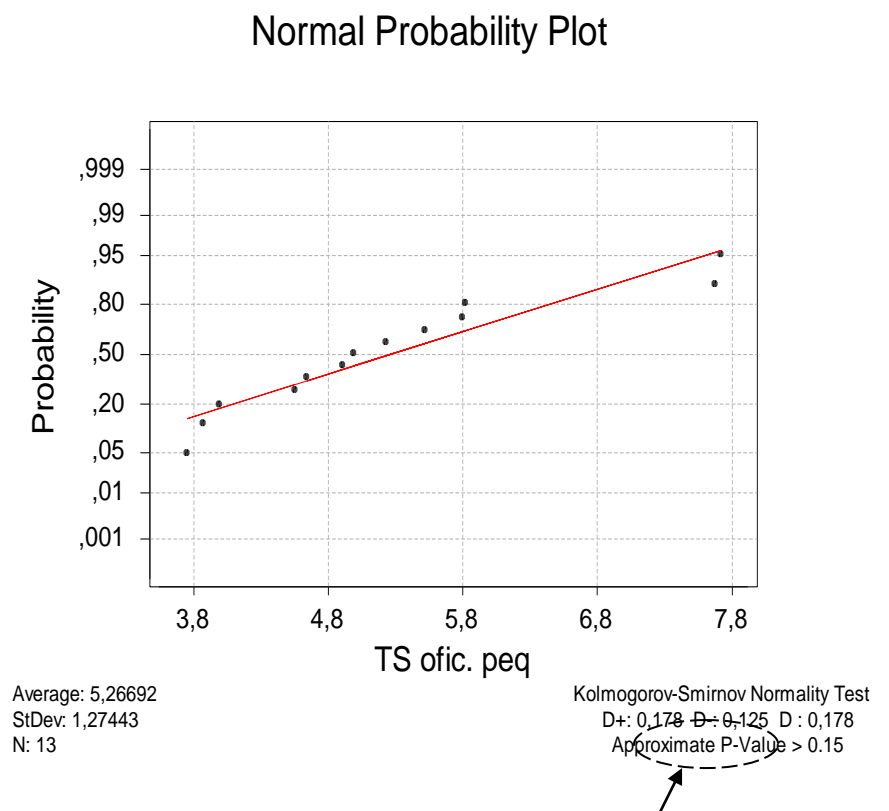
El siguiente modelo matemático refleja la situación:

$$\mathbf{TS\ SSHH = 1,78 + 1,12 \times \text{área SSHH}}$$

## Actividades para la preservación preventiva periódica de oficinas pequeñas

Para la comprobación de normalidad se aplica la prueba K-S

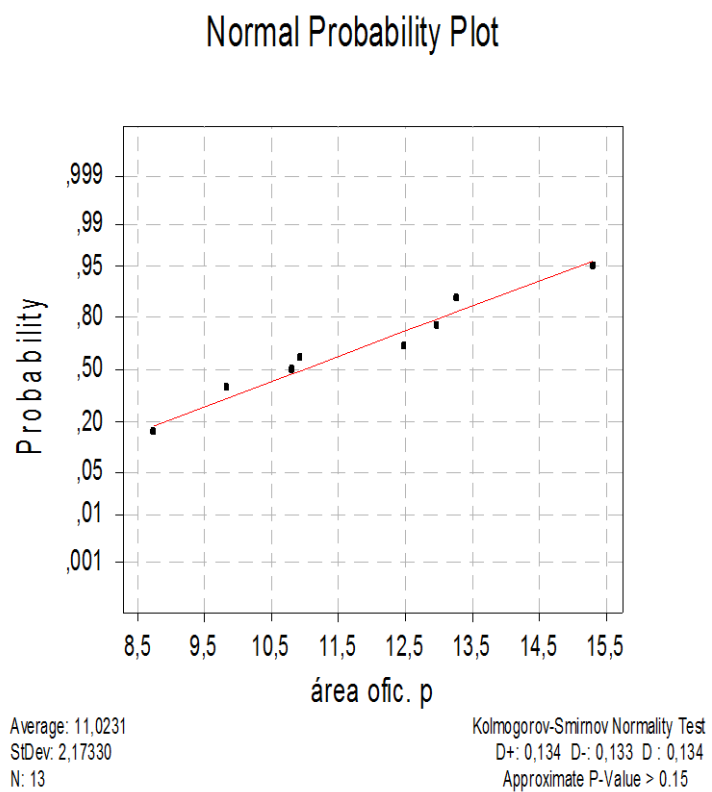
**Prueba para la normalidad de los TS (min) de preservación preventiva periódica de las oficinas pequeñas:**



**Figura 4.13 Prueba de normalidad TS de “ofic. pequeñas”**

Basándonos en el **p-value > 0.15**, ver parte inferior derecha del gráfico, se comprueba normalidad de datos.

**Prueba para la normalidad de las áreas de oficinas pequeñas:**



**Figura 4.14 Prueba de normalidad áreas de “ofic. pequeñas”**

Basados en el **p-value > 0.15**, ver parte inferior derecha del gráfico, se comprueba la normalidad de los datos.

## CORRELACIÓN

Correlations: TS ofic. peq.; área ofic. peq.

Pearson of TS ofic. peq. y área ofic. peq. = 0,792

P-Value = 0,001

## ANÁLISIS DE REGRESIÓN

### Regression Analysis: TS ofic. peq. versus área ofic. peq.

The regression equation is TS ofic. peq. = 0,15 + 0,464 área ofic. peq.

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	0,149	1,212	0,12	0,904
área ofi	0,4643	0,1080	4,30	0,001

S = 0,8132      R-Sq = 62,7%

*Se concluye que:*

El tiempo estándar en minutos que se demora para la preservación de las oficinas pequeñas está linealmente relacionado con la superficie (m<sup>2</sup>) de dichos lugares, para áreas que van de 8.74 a 15.30 m<sup>2</sup>

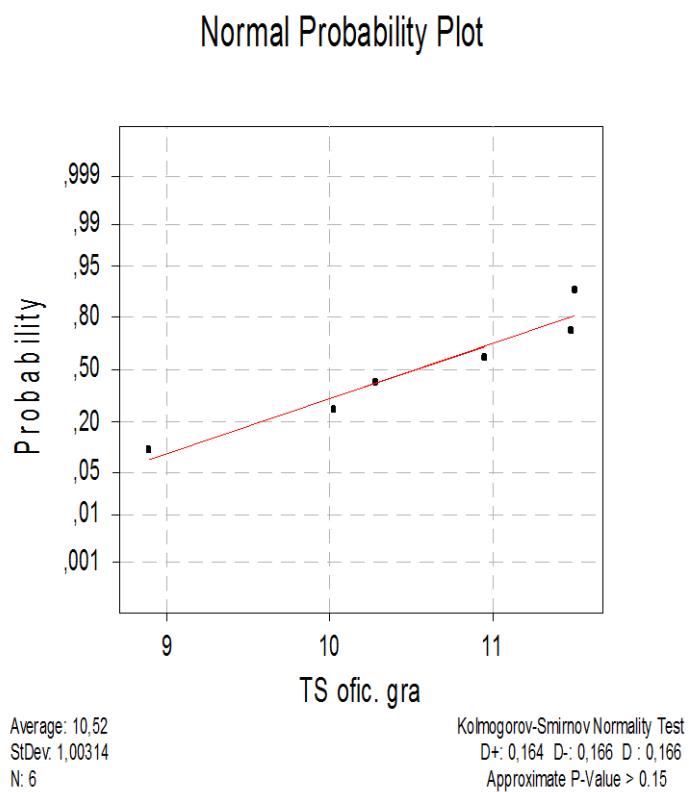
El siguiente modelo matemático refleja la situación:

$$\text{TS ofic. peq.} = 0,15 + 0,464 \text{ área ofic. peq.}$$



## Actividades para la preservación preventiva periódica de oficinas grandes

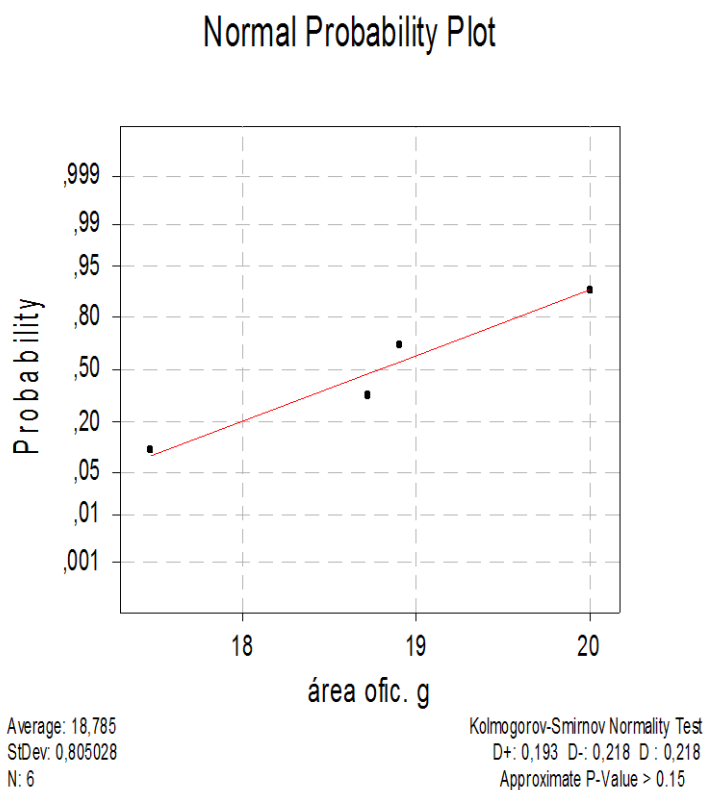
Prueba para la normalidad de los TS (min) de  
preservación preventiva periódica de las oficinas  
grandes:



**Figura 4.15 Prueba de normalidad TS de “ofic. grandes”**

Basándonos en el **p-value > 0.15**, se comprueba la normalidad de los datos.

**Prueba para la normalidad de las áreas de oficinas grandes:**



**Figura 4.16 Prueba de normalidad áreas de “ofic. grandes”**

Basados en el **p-value > 0.15**, se comprueba la normalidad de los datos

**CORRELACIÓN**

**Correlations: TS ofic. grand; área ofic. grand**

Pearson correl of TS ofic. gran y área ofic. gran = 0,836

P-Value = 0,038

## ANÁLISIS DE REGRESIÓN LINEAL

### Regression Analysis: TS ofic. grand versus área ofic. grand

The regression equation is

TS ofic. grand = - 9,04 + 1,04 área ofic. grand

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	-9,044	6,431	-1,41	0,232
área ofi	1,0415	0,3421	3,04	0,038

S = 0,6158 R-Sq = 69,9% R-Sq(adj) = 62,3%

*Se concluye que:*

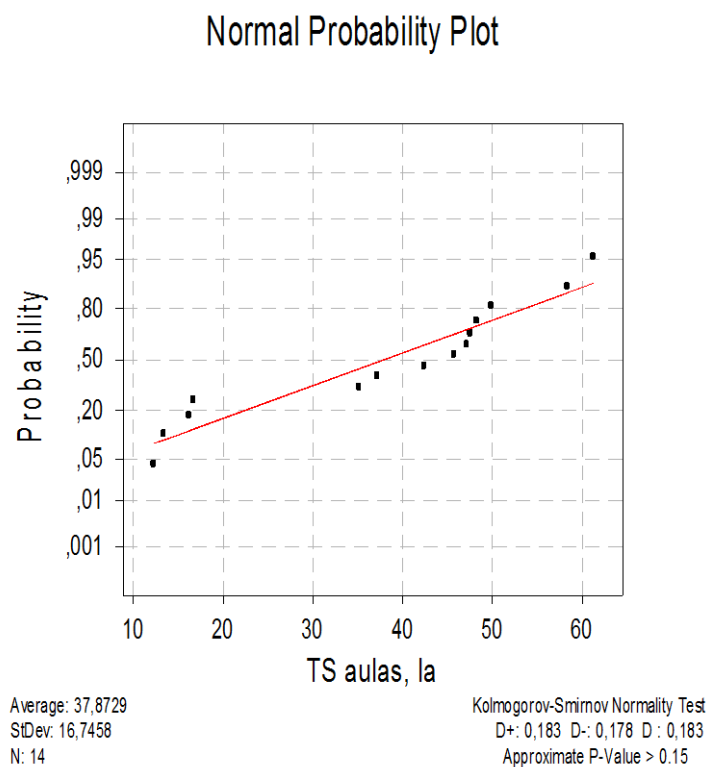
El tiempo estándar en minutos que se demora para la preservación de las oficinas grandes está linealmente relacionado con la superficie (m<sup>2</sup>) de dichos lugares, para áreas que van de 17.47 a 20.00 m<sup>2</sup>

El siguiente modelo matemático refleja la situación:

**TS ofic. grand = - 9,04 + 1,04 área ofic. grand**

**Actividades para la preservación preventiva periódica de aulas, laboratorios, SSHH grandes con pisos de cerámica**

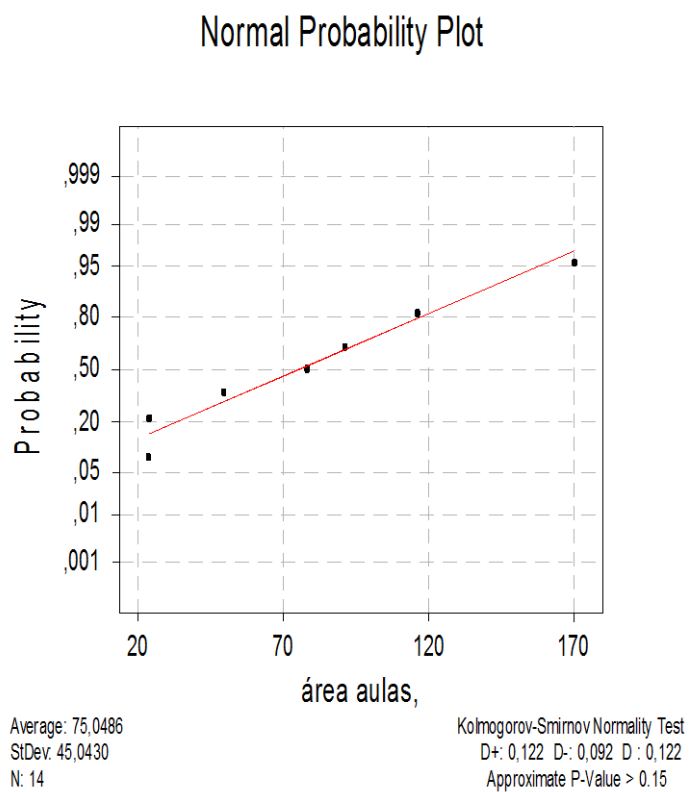
En este modelo, dado que los **TS de preservación de los SSHH grandes** tenían relación con este grupo se lo incluye aquí. **Prueba para la normalidad de los TS (min) de preservación preventiva periódica de aulas, laboratorios, SSHH grandes con pisos de cerámica:**



**Figura 4.17 Prueba de normalidad TS de “SSHH grandes”**

Basados en el **p-value > 0.15**, se comprueba la normalidad de los datos.

**Prueba para la normalidad de las áreas de aulas, laboratorios, SSHH grandes con pisos de cerámica:**



**Figura 4.18 Prueba de normalidad áreas de “SSHH grandes”**

Basados en el **p-value > 0.15**, se comprueba la normalidad de los datos

## CORRELACIÓN

Correlations: TS aulas, laboratorio; área aulas, laboratorio

Pearson correlation of TS aulas, laboratorio and área aulas, laboratorio = 0,792: existe buena correlación

P-Value = 0,001

## ANÁLISIS DE REGRESIÓN LINEAL

Regression Analysis: TS aulas, labora versus área aulas, labo, SSHH grandes

The regression equation is

TS aulas, laboratorio = 15,8 + 0,295 área aulas, labo, SSHH grandes

*Se concluye que:*

El tiempo estándar en minutos que se demora para la preservación de aulas, laboratorios, SSHH grandes está linealmente relacionado con la superficie (m<sup>2</sup>), de dichos lugares para áreas que van de 23.76 a 170.00 m<sup>2</sup>

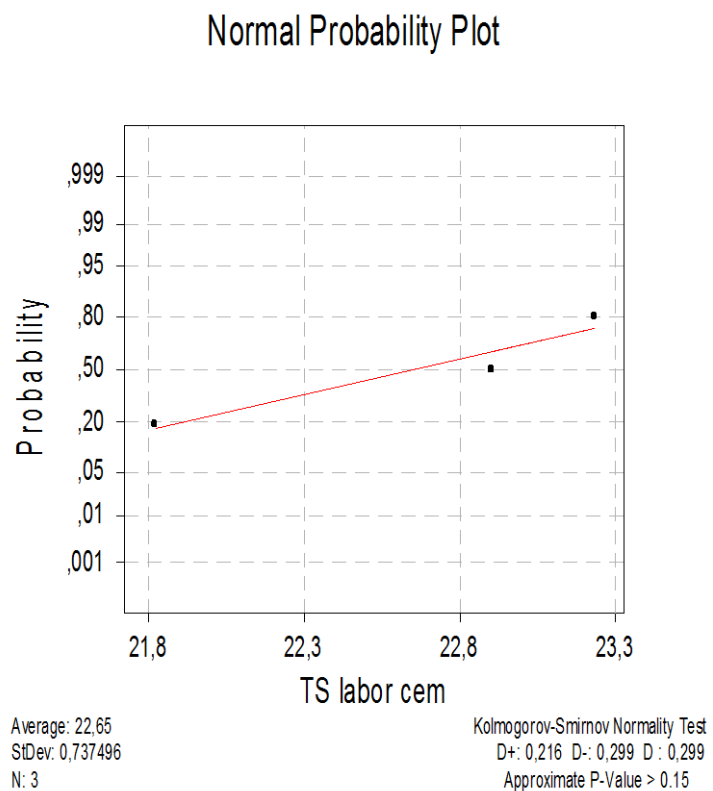
El siguiente modelo matemático refleja la situación:

**TS aulas, lab, bañ. grandes = 15,8 + 0,295  
área aulas, lab, bañ. grandes**

## Actividades para la preservación preventiva periódica de laboratorios con piso de cemento

Para la comprobación de normalidad prueba K-S

**Prueba para la normalidad de los TS (min) de  
preservación preventiva periódica de de laboratorios  
con piso de cemento:**



**Figura 4.19 Prueba de normalidad TS de “lab. Piso de cemento”**

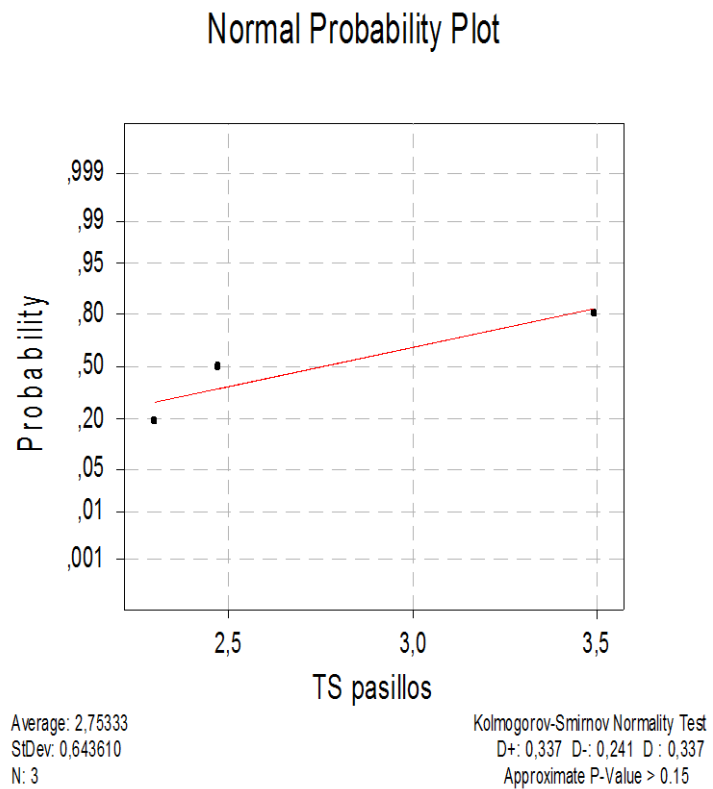
Basándonos en el **p-value > 0.15**, se comprueba la normalidad de los datos

Para este caso, se tomará como referencia, el área para los laboratorios que el caso amerite.

**Actividades para la preservación preventiva periódica de pasillos, corredores.**

Para la comprobación de normalidad se aplica la prueba K-S. **Prueba para la normalidad de los TS (min) de preservación preventiva periódica de pasillos, corredores:**

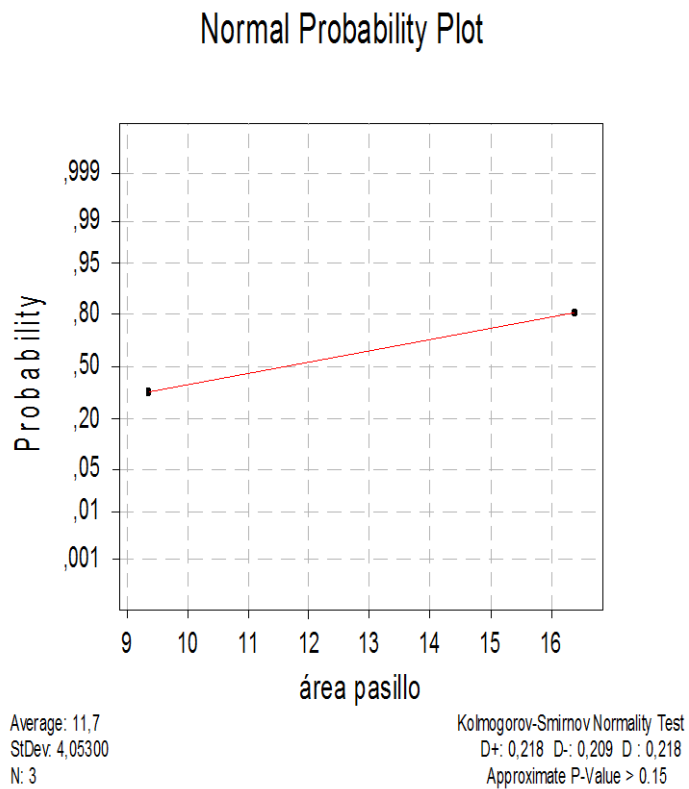




**Figura 4.20 Prueba de normalidad TS de “pasillos y corredores”**

Dado **p-value > 0.15**, se comprueba normalidad de datos

**Prueba para la normalidad de pasillos y corredores:**



**Figura 4.21 Prueba de normalidad área de “Pasillos y corredores”**

## CORRELACIÓN

Correlations: TS pasillos; área pasillo

Pearson correlation of TS pasillos and área pasillo = **0,991: muy buena correlación**

P-Value = 0,0

## ANÁLISIS DE REGRESIÓN

Regression Analysis: TS pasillos versus área pasillo

The regression equation is

$$TS \text{ pasillos} = 0,912 + 0,157 \text{ \u00e1rea pasillo}$$

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	0,9117	0,2550	3,58	0,174
\u00e1rea pas	0,15741	0,02097	7,51	0,084

S = 0,1202      R-Sq = 98,3%      R-Sq(adj) = 96,5%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	0,81402	0,81402	56,33	0,084
Residual Error	1	0,01445	0,01445		
Total	2	0,82847			

*Se concluye que:*

El tiempo est\u00e1ndar en minutos que se demora para la preservaci\u00f3n de pasillos y corredores est\u00e1 linealmente relacionado con la superficie (m<sup>2</sup>), de dichos lugares, en \u00e1reas que van de 9.36 a 16.36 m<sup>2</sup>. El siguiente modelo matem\u00e1tico refleja la situaci\u00f3n

$$\mathbf{TS \text{ pasillos} = 0,912 + 0,157 \text{ \u00e1rea pasillo}}$$

### **Estudio de tiempos para las actividades de preservación preventiva (periódica) de equipos de laboratorios FIMCP**

Para las actividades de preservación de equipos de los laboratorios de la FIMCP, se obtuvieron **valores estimados**, de acuerdo, con los datos proporcionados por los respectivos jefes de los laboratorios. Véase el Archivo B “Banco de datos de planes de conservación,xls”. Para este caso la metodología propuesta se satisface con tiempos estimados para la preservación preventiva periódica de los equipos [5].

#### **7) Estudio para los requerimiento de materiales y herramientas para los planes de conservación**

##### **Plan de materiales para el proceso de preservación periódica de construcciones o plan trivial de conservación**

La recepción y almacenamiento de los insumos (en este caso los materiales utilizados para el proceso de

limpieza) y herramientas, constituyen una entrada del proceso.

Para este estudio se utilizó un formulario, véase **apéndice G**, el cual, se tuvo que validar, con la ayuda de los propios auxiliares de servicio, obteniéndose el **apéndice H**. A partir de estos formularios se obtuvo la siguiente información:

#### **INSUMOS DE LIMPIEZA:**

Detergentes, desinfectantes, solución ácido desincrustante, cera para pisos.

#### **HERRAMIENTAS:**

Escobas, trapeador, franela, recogedor, restregador, mascarillas, guantes, limpiavidrios, escobillones, baldes, tacho.

#### **Tabulación de los datos**

Luego, se procedió a tabular la información, obteniéndose el **apéndice I**, requerimiento de insumos y herramientas para los planes de conservación, en esta

tabla están los datos proporcionados por los Auxiliares de Servicio, por la observación directa y por la validación con el Sr. Jorge Cobos, de quien se obtuvo los costos de los diferentes ítems.

### **Ubicación de los insumos y herramientas del plan**

La ubicación de los lugares en donde se almacenarán dichos insumos y herramientas, se los puede apreciar en los planos de la FIMCP, los cuales, ofrecen seguridad y espacio suficientes, cada auxiliar tiene una especie de bodega o utilería en donde guardan sus insumos y materiales. La bodega principal está a cargo del Sr. Jorge Cobos.

### **Plan de materiales para el Plan vital e importante. Requerimiento de insumos para la preservación preventiva periódica de los equipos.**

Por el alcance del estudio, solo se propondrán requerimiento de materiales para los equipos que más impactan en el proceso de servicio al cliente.

## **INSUMOS Y HERRAMIENTAS**

Lubricantes, grasas, aceites, pinturas, diluyente, Kerosén, franela, desoxidante, cepillos, brochas, bomba de aire manual, foco, lijas, manguera, porcelana nueva, tornillos micrométricos, termómetro, engrasadora.

Este plan se lo elaboró con la ayuda de los jefes de laboratorios y el formato de requisición anual de materiales de los laboratorios, en el **apéndice Q** se puede apreciar el resultado del estudio.

### **Ubicación de los insumos y herramientas del plan**

El almacenamiento de los insumos (en este caso los materiales utilizados para el mantenimiento y herramientas) se almacenan en los laboratorios, y los de limpieza son los mismos que los descritos en la sección anterior.

### **8) Balanceo de procesos**

Como se mencionó, en la sección teórica, el flujo debe garantizar el funcionamiento armónico, balanceado de la

producción junto a los recursos humanos y materiales que intervienen. Se dice que un proceso está balanceado cuando todas sus actividades tengan aproximadamente la misma capacidad total.

### **ALCANCE**

En la presente sección, sólo se realizará el estudio de balanceo para el proceso de preservación preventiva periódica de construcciones de la FIMCP, por las siguientes razones:

Durante el presente trabajo, cada jefe de laboratorio siente que no existe un problema entre los diferentes laboratorios, con respecto a las cantidades de equipos a preservar de una manera preventiva (PP), y

Los tiempos actuales para la PP de los equipos de los laboratorios son estimados, por las razones expuestas en el estudio de tiempos



**Tabla 4.20 Turno de trabajo de auxiliares de servicio  
(1 turno)**

<b>Jaime Montero</b>			
<b>Período</b>	<b>horario</b>	<b>horas</b>	<b>observaciones</b>
1	07h00-08h00	1h00min	sobretiempo
2	08h01-12h30	4h30min	trabajo
3	12h31-13h00	0h30min	almuerzo
4	13h01-16h00	3h00min	trabajo

<b>José Punguil</b>			
<b>Período</b>	<b>horario</b>	<b>horas</b>	<b>observaciones</b>
1	07h00-12h30	4h30min	trabajo
2	12h31-13h00	0h30min	almuerzo
3	13h01-16h00	3h00min	trabajo

<b>Juan Calderón</b>			
<b>Período</b>	<b>horario</b>	<b>horas</b>	<b>observaciones</b>
1	11h00-13h00	2h00min	trabajo
2	13h01-14h00	1h00min	almuerzo
3	14h01-19h00	5h00min	trabajo
4	19h01-20h00	1h00min	sobretiempo

<b>Guillermo Laje</b>			
<b>Período</b>	<b>horario</b>	<b>horas</b>	<b>observaciones</b>
1	08h00-12h30	4h30min	trabajo
2	12h31-13h00	0h30min	almuerzo
3	13h00-16h00	3h00min	trabajo

<b>Pascual Marcillo</b>			
<b>Período</b>	<b>horario</b>	<b>horas</b>	<b>observaciones</b>
1	08h00-13h30	5h30min	trabajo
2	13h31-14h00	0h30min	almuerzo
3	14h01-16h00	2h00min	trabajo

Fuente: Oficina de personal, Espol

Para el caso de los Jefes de laboratorios, el horario es el de oficina (08h00-16h00) – 1 turno

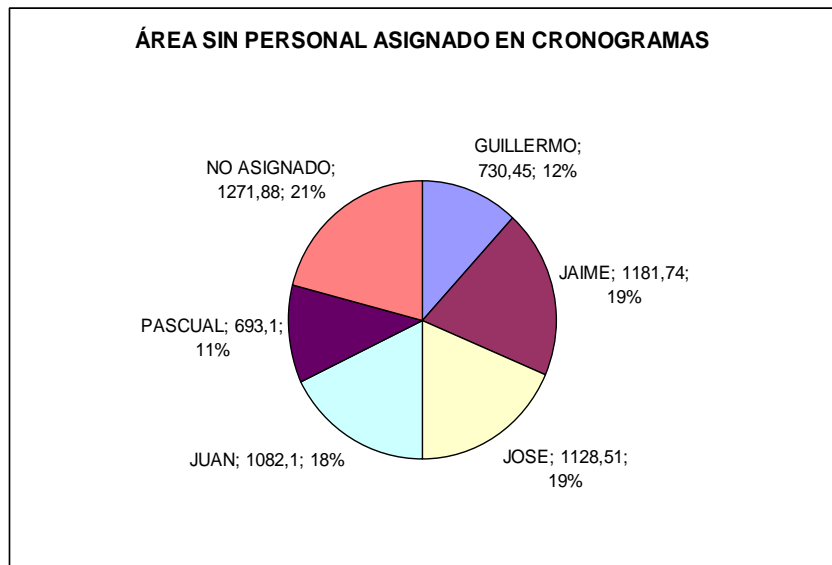
**Primera fase: Construcciones de la FIMCP asignadas a los auxiliares de servicio.**

Con la encuesta realizada a los auxiliares de servicio (**apéndices C y D**) durante el proyecto rediseño de las actividades de los auxiliares de servicio, se pudo conocer, la asignación informal de construcciones de la FIMCP que ellos poseían. Se procedió a obtener la información de los planos de la FIMCP, **sección Planos**.

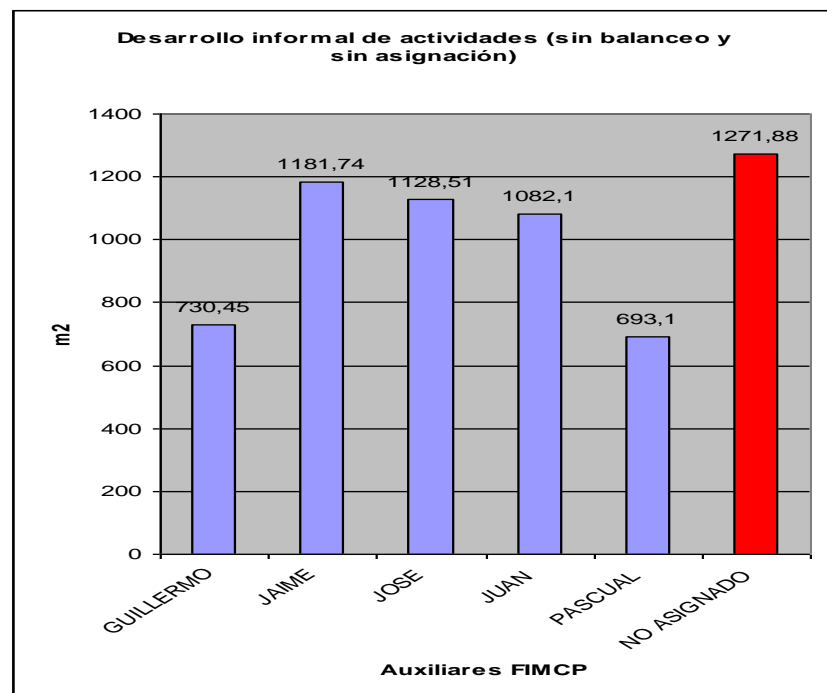
**Tabla 4.21 Construcciones de la FIMCP**

<b>CONSTRUCCIONES ASIGNADAS INFORMALMENTE ( metros cuadrados)</b>		
EDIFICIO DE LA ADMINISTRACIÓN CENTRAL (GOBIERNO DE LA FIMCP)	1128,51	José
BLOQUES 24 C ( AULAS DE MECÁNICA)	1181,74	Jaime
ASOCIACIÓN, REPRESENTACIÓN Y LABORATORIO DE MATERIALES	236,44	-
ÁREA DE LAB. DE METALURGIA Y SOLDADURA	338,39	-
ÁREA DE UNIDAD DE VAPOR Y LABORATORIO DE ALIMENTOS	381,02	-
BLOQUE 18 B (ÁREA DE METROLOGÍA Y LAB DE COMPUTACION)	1082,10	Juan
BLOQUES 18A (ÁREA LABORATORIO DE TERMOFLUIDOS)	499,70	Guillermo
BLOQUE CONVENIO FLORIDA - ESPOL, AGROPECUARIA	693,10	Pascual
BLOQUE AL LADO CONVENIO FLORIDA - ESPOL (BODEGA) 18A	230,75	Guillermo
BLOQUE DE AULAS NUEVAS 18C	316,03	-
AREA TOTAL	<b>6087,78</b>	

Si se representa, lo expuesto en la tabla anterior, se obtienen las siguientes gráficas:



**Figura 4.22 Área sin personal asignado en programa**



**Figura 4.23 Desarrollo informal de actividades.**



**FIGURA 4.24 Relación entre áreas asignadas y no asignadas a los Auxiliares de Servicio de la FIMCP**

Se puede notar, que el 40% de las construcciones, no estaban asignadas formalmente:

**Analizando, estadísticamente, los datos, prueba K-S:**

En este análisis, en el que constan las construcciones asignadas informalmente, se quiere conocer la variación de los datos y cuál es el comportamiento.

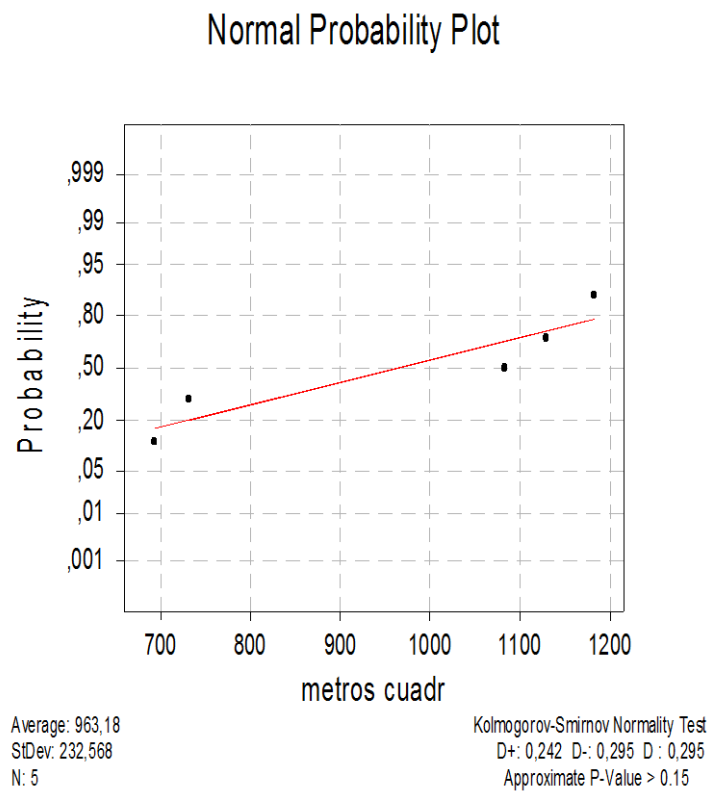
Probando normalidad de los datos tenemos:

Las hipótesis siguientes:

**H<sub>0</sub>**: Los datos están distribuidos normalmente

**H<sub>1</sub>**: Los datos no están distribuidos normalmente

**Se rechaza H<sub>0</sub> si  $D\alpha < D+$  ;  $\alpha=0.05$**



**Figura 4.25 Probando normalidad de áreas de construcciones FIMCP**

Como  $D\alpha = D0.05 = 0.565 > D+ = 0.242$  ó  $p\text{-value} > 0.15$ , por lo tanto, ***no se rechaza  $H_0$***  y los datos están **distribuidos normalmente.**

En el siguiente paso, se observa que los datos están distribuidos normalmente, con lo cual están listos para ser analizados estadísticamente. La media de los valores es 963.18 m<sup>2</sup> y una desviación típica de 232.56 m, que es una cantidad considerable que provoca que los trabajadores no tengan correctamente balanceadas las actividades entre ellos y a su vez algunos trabajadores tienen una mala percepción de su puesto sintiéndose desmotivados y produciendo el fenómeno de la Holgazanería social, en el cual, cada empleado se apoya en los otros y evita el trabajo que se le corresponde, por cuanto observa que “los demás trabajan poco” [7]. Además 1271.88 m<sup>2</sup> (aproximadamente un 21%) de construcciones de la Facultad no estaban asignadas formalmente, mediante alguna orden de trabajo.

**Se puede concluir que:**

- Existe un gran porcentaje de metros cuadrados en la

Facultad que no han sido asignados mediante órdenes de trabajo.

- Las actividades entre los auxiliares no están balanceadas, con lo cual, se puede observar, que no se utilizan herramientas de ingeniería industrial para dichas labores, y obviamente, no se cuenta con un plan.
- Cabe señalar que los auxiliares no están capacitados para preservación periódica de los equipos (con respecto al segundo nivel), es decir, en donde tengan que utilizar herramientas y aparatos de medición para componer los equipos.

La manera cómo se distribuye los insumos y herramientas para la preservación preventiva de las construcciones (limpieza) también afecta a las actividades cotidianas, pues, el no proveerlos en el tiempo oportuno origina malestar, al no poder desarrollar las actividades de limpieza de una manera eficiente.

### **Segunda fase: asignación de construcciones, previo al estudio de tiempo**

Una vez reunida la información de las medidas (metros

cuadrados) de las construcciones de la FIMCP, véase **sección Planos y apéndice R**, se procede a reasignar las áreas, buscando el balanceo entre áreas asignadas y construcciones, se tuvo presente las recomendaciones realizadas por el encargado de este proceso, Coordinador de Apoyo Administrativo- y también a la facilidad que para el control proporcionará esta asignación, cada Auxiliar de Servicio deberá preservar de una manera preventiva periódica, ver **apéndice S**:

**Tabla 4.22 Construcciones asignadas de la FIMCP**

<b>CONSTRUCCIONES ( O EDIFICACIONES) ASIGNADAS ( m2 )</b>		
EDIFICIO DE LA ADMINISTRACIÓN CENTRAL (GOBIERNO DE LA FIMCP)	1128,51	José
BLOQUES 24 C ( AULAS DE MECÁNICA)	1181,74	Jaime
ASOCIACIÓN, REPRESENTACIÓN Y LABORATORIO DE MATERIALES	236,44	Guillermo
ÁREA DE LAB. DE METALURGIA Y SOLDADURA	338,39	Guillermo
ÁREA DE UNIDAD DE VAPOR Y LABORATORIO DE ALIMENTOS	381,02	Guillermo
BLOQUE 18 B (ÁREA DE METROLOGÍA Y LAB DE COMPUTACION)	1082,1	Juan
BLOQUES 18A (ÁREA LABORATORIO DE TERMOFLUIDOS)	499,7	Pascual
BLOQUE CONVENIO FLORIDA - ESPOL, AGROPECUARIA	693,1	Pascual
BLOQUE BODEGA, PROCESOS INDUSTRIALES 18A	230,75	Pascual
BLOQUE DE AULAS NUEVAS 18C	316,03	Pascual
<b>AREA TOTAL</b>	<b>6087,78</b>	

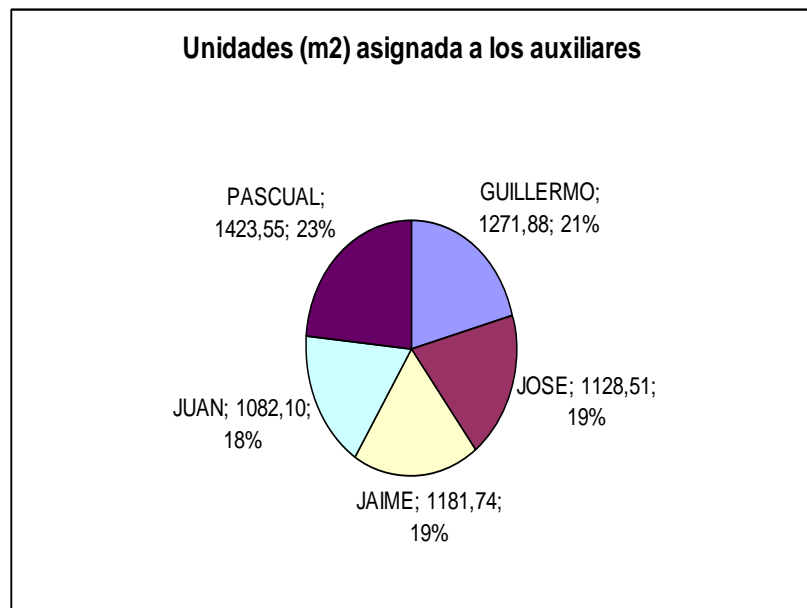
Fuente: Planos e inventario de construcciones de la FIMCP



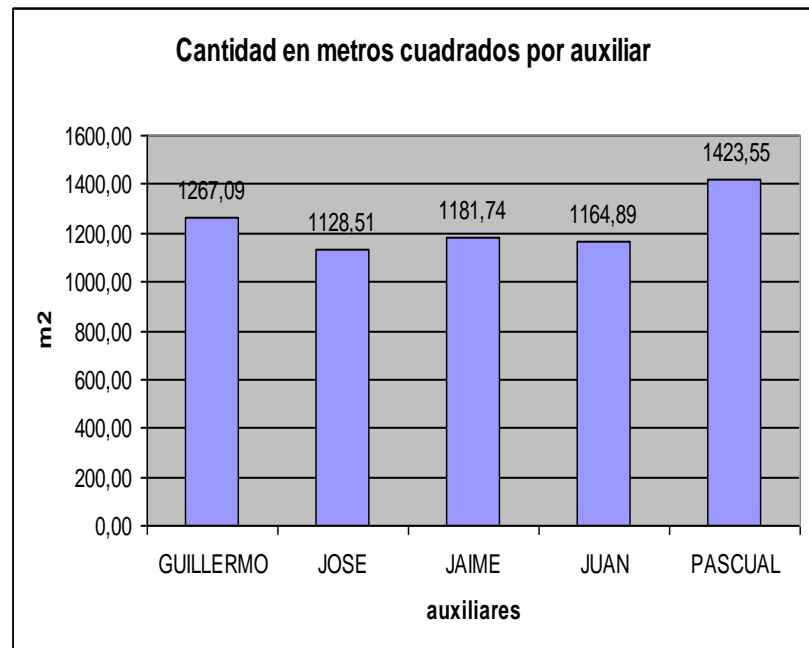
**Tabla 4.23 Asignación m<sup>2</sup> por auxiliar**

Asignación (m <sup>2</sup> ) por Auxiliar de servicio	m <sup>2</sup>	%
GUILLERMO	1271,88	20,89%
JOSE	1128,51	18,54%
JAIME	1181,74	19,41%
JUAN	1082,10	17,77%
PASCUAL	1423,55	23,38%
<b>AREA TOTAL</b>	<b>6087,78</b>	<b>100,00%</b>

**Gráficamente:**



**Figura 4.26 Unidades en metros cuadrados asignadas a los auxiliares de servicio**



**Figura 4.27 Metros cuadrados asignados a cada Auxiliar de Servicio**

Utilizando el análisis estadístico de los datos:

En este análisis, en el que constan la cantidad de metros cuadrados por auxiliar a preservar, se quiere conocer la variación de los datos, cuál es el comportamiento.

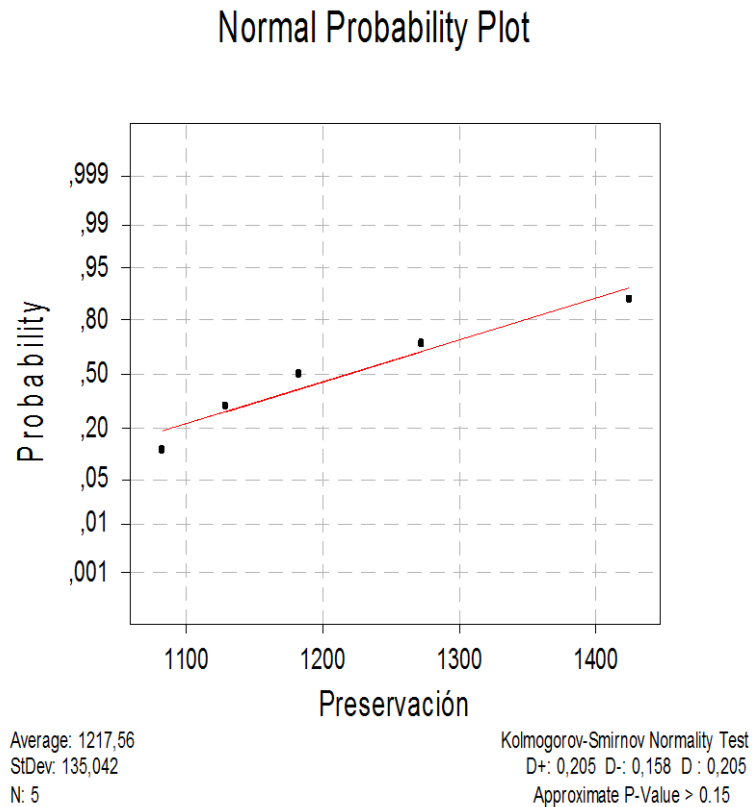
**Probando normalidad de los datos tenemos:**

Las hipótesis siguientes:

Ho: Los datos están distribuidos normalmente

H1: Los datos no están distribuidos normalmente

Se rechaza  $H_0$  si  $D\alpha < D+$  ;  $\alpha=0.05$



**Figura 4.28 Probando normalidad de “metros cuadrados asignados para cada Auxiliar de Servicio”**

Como  $D\alpha = D0.05 = 0.565 > D+ = 0.205$ ; por lo tanto, no se rechaza  $H_0$  y los datos están distribuidos normalmente. La media de los valores es  $1217.56 \text{ m}^2$  y hay una variación de  $135.04$ , **además los  $1271.88 \text{ m}^2$  (aproximadamente un 21%) de construcciones de la FIMCP fueron asignadas.**

### **Tercera fase: balanceo de actividades con tiempos estándares.**

En esta última etapa se desea comprobar: si los auxiliares de servicio pueden o no cumplir con la cantidad de preservación preventiva asignada en la fase anterior, de acuerdo con el plan de actividades propuesto (**apéndice S**), en relación con los tiempos estándares obtenidos de los modelos lineales del estudio de tiempos (ver archivo C “**estudio de tiempos FIMCP.xls**”). Y si fuera el caso reasignar las actividades para que se cumpla el balanceo de recursos que es el objetivo. Se empieza por el plan de actividades para cada auxiliar de servicio, previas recomendaciones hechas por su jefe inmediato superior y luego de un análisis detallado se obtuvieron los siguientes planes para cada uno, véase **apéndice S**. Además se soporta con una hoja (para cada auxiliar) en la cual, se indican las actividades con los tiempos estándares proporcionados por los modelos lineales del estudio de tiempos, véase **apéndice T**. Para el control de las actividades se tiene lo establecido en el **apéndice U** y el encargado de coordinar el asunto será el Coordinador de Asistente Administrativo.

Se tendrá que para los días: Lunes, miércoles y viernes los Auxiliares de Servicio se tomarán (ver tabla 4.25):

**Tabla 4.24 m<sup>2</sup> por cada día por auxiliar**

<b>Lunes, miércoles, viernes</b>		
<b>Auxiliar de servicio</b>	<b>m2</b>	<b>h</b>
<b>Guillermo</b>	899,70	7,48
<b>Jaime</b>	892,68	7,61
<b>José</b>	965,17	7,13
<b>Juan</b>	984,52	7,23
<b>Pascual</b>	874,63	6,93

Y para los Martes y jueves (ver tabla 4.26):

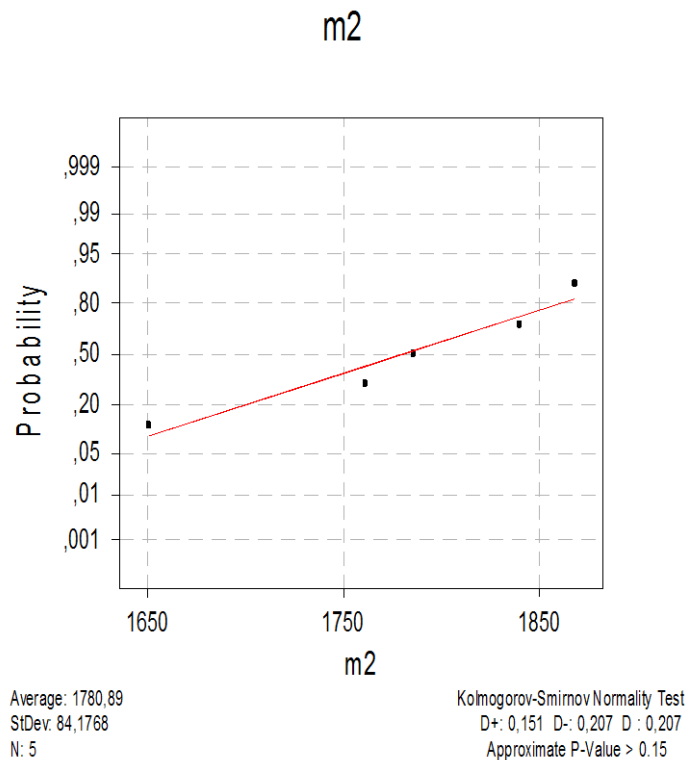
**Tabla 4.25 m<sup>2</sup> por cada día**

<b>Martes, jueves</b>		
<b>Auxiliar de servicio</b>	<b>m2</b>	<b>h</b>
<b>Guillermo</b>	967,97	7,90
<b>Jaime</b>	892,68	7,61
<b>José</b>	685,55	6,08
<b>Juan</b>	776,52	7,68
<b>Pascual</b>	965,03	7,10

Si combinamos el trabajo y tiempo que los Auxiliares se toman para completar el 100% de sus actividades, se tiene (ver tabla 4.27):

**Tabla 4.26 m<sup>2</sup> para cubrir sus actividades**

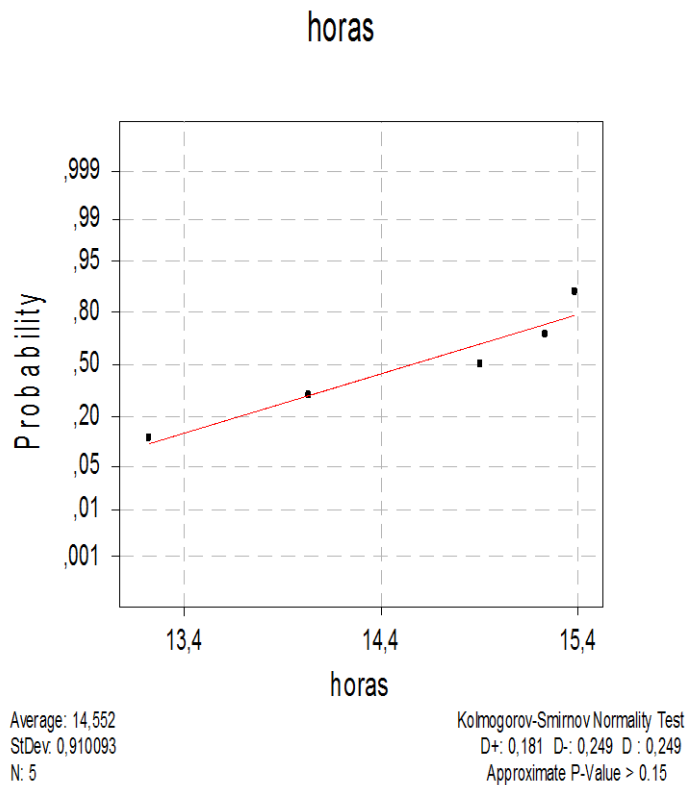
<b>Auxiliar</b>	<b>m2</b>	<b>horas</b>
<b>Guillermo</b>	1867,67	15,38
<b>Jaime</b>	1785,36	15,23
<b>José</b>	1650,72	13,22
<b>Juan</b>	1761,04	14,90
<b>Pascual</b>	1839,66	14,03



**Figura 4.29 Probando normalidad de los metros cuadrados trabajados por los Auxiliares de Servicio**

Como  $D_{\alpha} = D_{0.05} = 0.565 > D_{+} = 0.205$ ; por lo tanto, no se rechaza  $H_0$  y los datos están distribuidos normalmente.

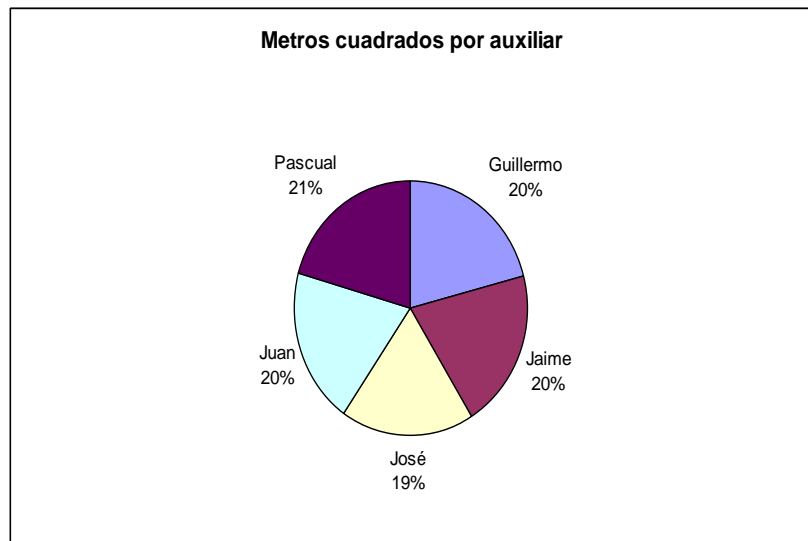
Tenemos que la media es de 1780.89 m<sup>2</sup> y una desviación típica de 84 m, es decir, se logró reducir la variación drásticamente, en m<sup>2</sup>, ahora los auxiliares, contarán con una mejor distribución de las actividades de su proceso.



**Figura 4.30 Probando normalidad de las horas trabajadas por los Auxiliares de Servicio**

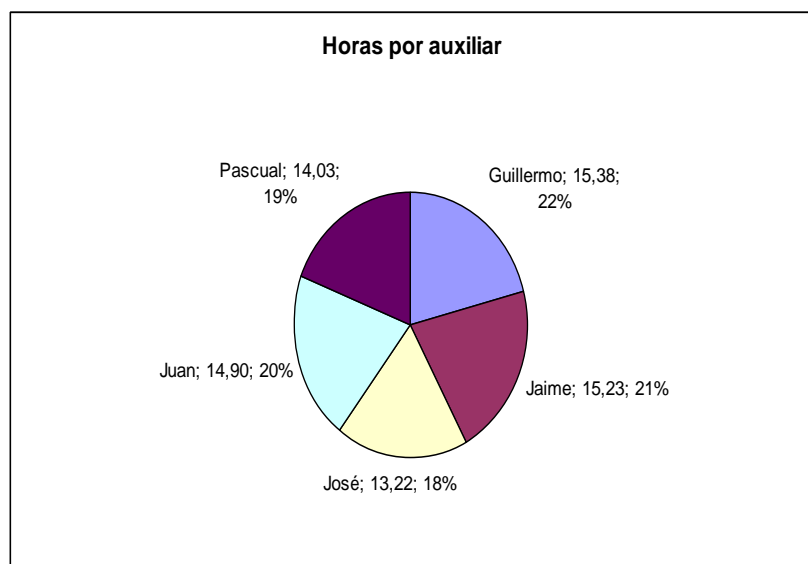
Como  $D\alpha = D_{0.05} = 0.565 > D+ = 0.205$ ; por lo tanto, no se rechaza  $H_0$  y los datos están distribuidos normalmente. Tenemos que la media es de 14.55h (14h33min) y una desviación típica de 0.91h (0h55min)

Gráficamente:



**Figura 4.31 Asignación balanceada**

Se observa que en promedio cada auxiliar tiene asignado el 20% de la PPP de construcciones.



**Figura 4.32 Tiempos estándares balanceados**

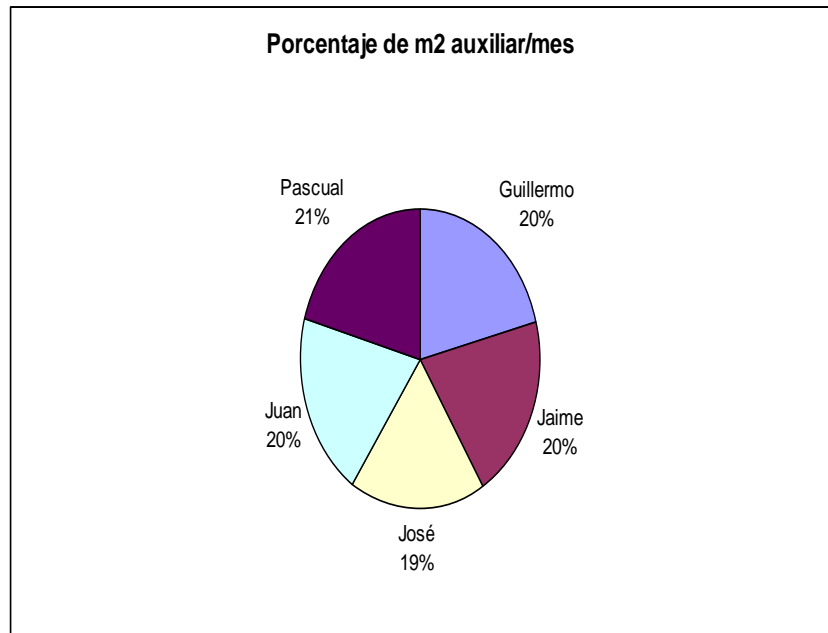


Con respecto al número de horas trabajadas, cada auxiliar tiene en promedio el 20% del total utilizado para realizar el trabajo de preservación periódica preventiva de las construcciones de la Facultad. Como se observa ningún auxiliar, pasa de las ocho horas reglamentarias, en donde se incluye 14% de tolerancia por (fatigas, posturas, etc., de acuerdo con la OIT), además se les proporciona a las 10h00 y 14h00, 15 min de descanso en cada período, no se incluye horario de lunch; como se puede notar, les resta tiempo del reglamentario. Si ahora hacemos un análisis comparativo por mes, se tiene:

**Tabla 4.27 cantidad de metros cuadrados por mes, para cada Auxiliar de Servicio**

<b>POR MES</b>		
<b>Auxiliar</b>	<b>m2</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>Guillermo</b>	18540,16	21%
<b>Jaime</b>	17853,60	20%
<b>José</b>	17066,44	19%
<b>Juan</b>	18026,40	20%
<b>Pascual</b>	18215,80	20%

Observando gráficamente:



**Figura 4.33 Metros cuadrados de construcciones “procesados” por mes por cada Auxiliar de Servicio**

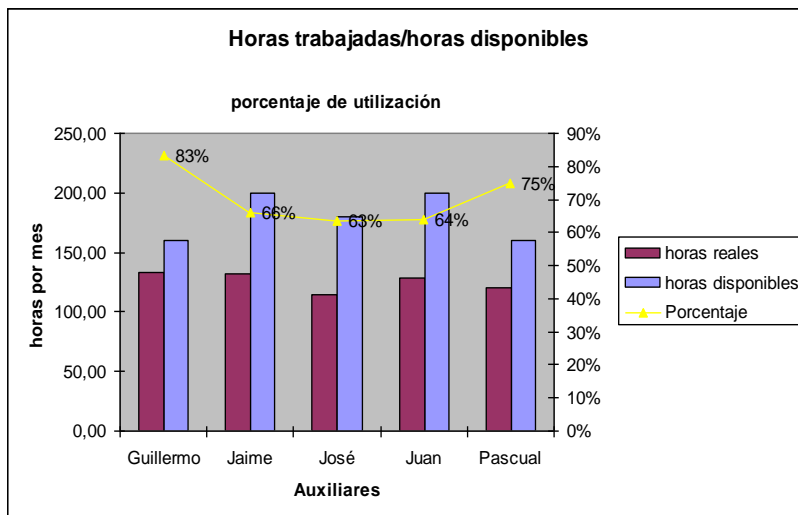
Con ello se demuestra aún más el balanceo de las actividades.

**Tabla 4.28 Horas reales vs. Disponibles por mes**

<b>POR MES</b>			
<b>Auxiliar</b>	<b>horas reales</b>	<b>horas disponibles</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>Guillermo</b>	132,97	160	83%
<b>Jaime</b>	132,28	200	66%
<b>José</b>	114,27	180	63%
<b>Juan</b>	128,15	200	64%
<b>Pascual</b>	120,00	160	75%

Por lo tanto, los auxiliares de servicio, utilizan entre el 63% y 83% de su tiempo disponible, en donde ya se les

incluye las tolerancias de la OIT.



**Figura 4.34 Horas trabajadas / horas disponibles**

En conclusión, se ha balanceado el proceso de preservación preventiva periódica de construcciones de la FIMCP.

## 9) Mantenimiento del servicio

En esta sección se aplicarán técnicas para el caso de que nuestro objetivo sea el de que el sistema continúe prestando la calidad de servicio esperada, en donde el trabajo consiste en evaluar y reforzar la fiabilidad de los eslabones de un equipo, aquí la labor es de mantenimiento correctivo o preventivo.

**Gráfica de control de calidad del servicio.**

Es aquella gráfica de control que me permite tomar decisiones acerca de que si el recurso que me provee un servicio se encuentra dentro de los límites de calidad esperados o no y poder tomar las medidas necesarias. Se relaciona con el concepto de mantenimiento de la conservación industrial.

**Mantenibilidad**

Es la rapidez con la cual las fallas, o el mantenimiento defectuoso en los equipos son diagnosticados y corregidos, o el mantenimiento programado es ejecutado con éxito. La mantenibilidad depende de factores como la habilidad del personal de preservación, mantenimiento y operación (en este caso de los jefes de laboratorios y de los auxiliares de servicio); el espacio de trabajo para ejecutar la conservación; la facilidad de acceso a los equipos; la disponibilidad de reparaciones. Por lo tanto, está en manos del equipo involucrado de la Facultad aumentar la optimización de los recursos de la Facultad aumentando su mantenibilidad

### **Propuestas para el aumento de la Mantenibilidad de equipos de la FIMCP**

El grupo involucrado en la conservación (como Coordinador de Apoyo Administrativo, Jefes de Laboratorios, Auxiliar Administrativo y Auxiliares de Servicio) debe tener como estrategias, mediante reuniones mensuales, o según se considere el caso, que:

1. Se busque la estandarización de las partes y componentes de los equipos de los laboratorios de la FIMCP, para permitir su minimización e intercambio en forma sencilla y rápida (reducción de tiempos de paros de equipos y los costos asociados, además, mano de obra)
2. Las herramientas necesarias para intervenir la máquina deben ser, en lo posible, comunes y no especializadas, ya que esto último haría surgir la necesidad de tener una gran cantidad de herramientas, con los consiguientes problemas de mano de obra y control complicados.
3. Las labores de operación y conservación sean

ejecutadas sin poner en peligro a las personas (entendiéndose como clientes internos y externos), al equipo o a otros equipos cuyo funcionamiento dependa del primero.

Existen otros puntos en consideración, pero el objetivo de este estudio es el de aclarar el concepto de mantenibilidad y dejar las bases para que el grupo involucrado planifique y ejecute acciones prácticas para la aplicación de la mantenibilidad y obtener beneficios.

### **Fiabilidad**

Se define como la probabilidad de que un equipo no falle, es decir, funcione satisfactoriamente dentro de los límites de desempeño establecidos, en una determinada etapa de su vida útil y para un tiempo de operación estipulado, teniendo como condición que el equipo se utilice para el fin y con la carga para la que fue diseñado. Conforme un equipo opera, su fiabilidad disminuye, es decir, aumenta la probabilidad de que falle; las rutinas de preservación y mantenimiento preventivo tienen la misión de diagnosticar y restablecer la fiabilidad perdida. El comportamiento de la fiabilidad en los equipos de la

FIMCP es muy importante con respecto a la calidad de servicio.

### **Fiabilidad ideal.**

El valor ideal de la fiabilidad es 100%; con esto se señala que si un equipo es 100% fiable durante un tiempo determinado, este equipo sin ninguna duda está trabajando durante ese tiempo considerado; por lo tanto:

$$\text{Fiabilidad ideal} = 1$$

En la práctica esta fiabilidad no existe, pues siempre hay la probabilidad de que un equipo falle; por lo tanto, es el complemento de la fiabilidad:

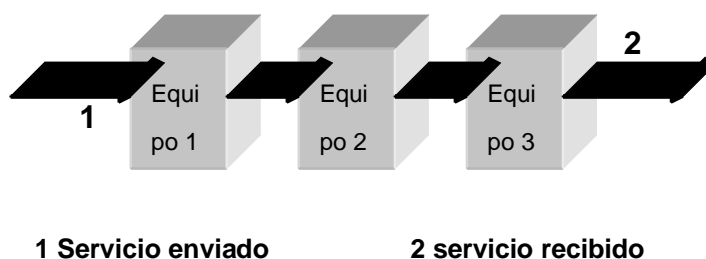
**Fiabilidad de un equipo = Fiabilidad ideal - No fiabilidad del equipo.**

Si llamamos a la fiabilidad  $F$  y a la no fiabilidad  $N$ , tenemos:

$$F = 1 - N$$

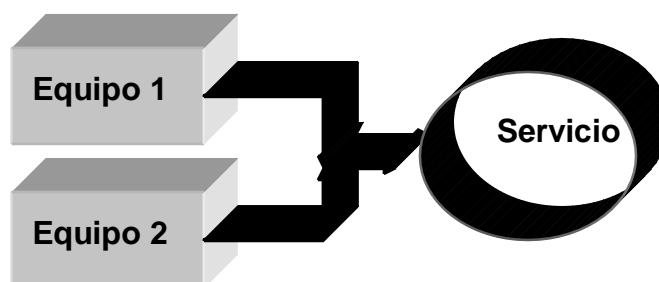
**Fiabilidad en serie.** Se le llama máquina o equipo en serie el que está instalado a continuación de otro, por lo que el servicio pasa del primero al segundo y así sucesivamente; con esta disposición, si cualquiera de los

equipos deja de funcionar, se afecta de inmediato el servicio. La fiabilidad de un sistema con componentes en serie es igual al producto de las fiabilidades de sus componentes.



**Figura 4.35 Equipos conectados en serie**

**Fiabilidad en paralelo.** Se le llama máquina o equipo en paralelo (redundante), al que está instalado junto con otro y ambos suministran el mismo servicio, de tal manera que si cualquiera de ellos deja de funcionar, el servicio continúa suministrándose sin pérdida de calidad.



**Figura 4.36 Equipos o componentes conectados en paralelo.**



Para la dotación e instalación de elementos redundantes hay que recordar que no siempre es necesario poner un equipo idéntico en paralelo al vital, para que se haga cargo del servicio cuando éste falle, sino que debe analizarse el equipo con objeto de saber cuáles son sus partes o componentes vitales, con el fin de que éstos sean los que tengan la redundancia. La fiabilidad de un sistema con componentes en paralelo se calcula restando de la fiabilidad ideal la no fiabilidad del sistema. La no fiabilidad de un sistema con componentes en paralelo es igual al producto de las no fiabilidades de cada uno de sus componentes.

### **Riesgos vs. Conservación**

Es importante destacar que cuando nos referimos a los costos variables se quiere indicar el porcentaje de ocasiones en que la tarea planificada tuvo "x" costo, mientras que cuando hablamos de costos incrementales hacemos mención a los costos unitarios de la tarea planificada al haber transcurrido "x" tiempo desde la última acción de la conservación, es decir, los costos por aumento de tareas. Además debemos añadir el

significado de impacto global, que es una función de la frecuencia con que se realizan las actividades de conservación preventiva y el riesgo que está latente al tiempo en que se ejecuten. Se obtiene al sumar punto a punto los costos de la ejecución de una tarea de conservación durante un intervalo de tiempo determinado y el riesgo que se asocia por la frecuencia de esta ejecución.

#### **10) Rediseño de las descripciones de los puestos**

La información aquí obtenida se usará para elaborar el rediseño de las descripciones de los puestos (una lista de las tareas del puesto de los auxiliares de la FIMCP). Las especificaciones del puesto se las proporciona en el manual de funciones de la ESPOL.

El estudio de esta sección se enfoca sólo al rediseño de las descripciones del puesto, del manual de funciones de los Auxiliares de Servicio de la FIMCP, porque como se mencionó se presentaban problemas en el desarrollo eficiente de las actividades de las que éstos son

responsables.

Esta información se basa en documentos teóricos [12] y [13], estudio de tiempos y balanceo, observación directa, datos proporcionados por los trabajadores y sentido común. Además se adoptaron los siguientes criterios:

- Asignar las responsabilidades de manera balanceada a los empleados.
- Ubicar a los Auxiliares en todas las construcciones actuales de la FIMCP.
- Propiciar condiciones que mejoren el compromiso organizacional.
- Eliminar requisitos y demandas innecesarias mediante la racionalización del proceso
- Conocer y evaluar las necesidades reales de recursos humanos en el puesto de los auxiliares.

Los métodos para recabar información del análisis del puesto que se utilizaron:

**Las entrevistas.** Se las aplicó a los Auxiliares de Servicio, por medio de encuestas, Jefes de Laboratorios, con formularios, al Coordinador de

Apoyo Administrativo, se le tomaron notas, para conocer a fondo el puesto que se analiza y luego, obtener una encuesta validada, que respalde lo expuesto y permita tener mayor información.

**La observación.** Se utilizó la observación directa, durante el tiempo del estudio, fue muy útil dado que este tipo de puestos incluyen mucha actividad física observable.

**Los diarios o bitácoras.** También se le pidió a los auxiliares que llenen unos diarios (bitácoras) con lo cual, confirmamos aun más las descripciones del puesto de auxiliares de servicio que más se ajusta a nuestro entorno, véase **apéndice V**.

### **Pasos para redactar descripciones de los puestos.**

**PASO 1.** Aquí se seleccionó la información necesaria para el rediseño de las descripciones del puesto. Empezando con entrevistas informales a los auxiliares y preguntarles sobre su trabajo, se recurrió

a la observación directa, al manual de funciones de la ESPOL, a descripciones de puestos con las mismas características de otras instituciones.

**PASO 2.** Aquí se procedió a revisar organigramas, gráficas de procesos. El organigrama de la Facultad permitió encontrar las relaciones de los auxiliares con sus superiores, y dónde encaja el puesto dentro de la organización. La gráfica de procesos (véase **sección 4.2.5. punto 5**) proporcionó un panorama más detallado del flujo de trabajo que el que se obtiene del organigrama solamente. La gráfica del proceso de preservación, en su forma más sencilla, mostró el flujo de los insumos para la preservación periódica y el de los productos. Por último, la existencia de la descripción del puesto, anterior a la que se rediseñó (véase manual de funciones de la FIMCP, Auxiliares de Servicio), ayudó como punto de partida para elaborar una descripción del puesto revisada.

**PASO 3. y PASO 4.** Se procedió a conocer conductas, comportamientos, etc., proporcionados por el manual de funciones de la ESPOL.

**PASO 5.** Se validó la información propuesta con los auxiliares y jefe inmediato de ellos. Esto servirá para confirmar que los datos de la información son correctos y están completos.

**PASO 6.** Se preparó el rediseño de la descripción del puesto, porque como se mencionó, la especificación del puesto, dada la situación legal, está descrita en el manual de funciones de la ESPOL. En el **apéndice W** se puede apreciar el rediseño de la descripción del puesto para cada Auxiliar de Servicio.

#### **4.2.6. Diseño de los planes de conservación**

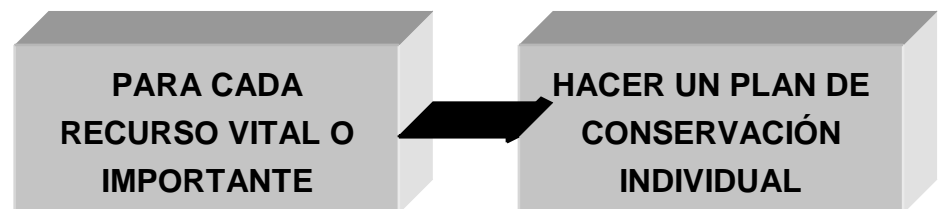
De acuerdo con el análisis de jerarquización del inventario (con la ayuda del principio de Pareto), obtuvimos tres niveles de conservación: el primer nivel lo integra los recursos vitales a los cuales se les atenderá con rutinas de conservación programada exigentes, mantenimiento preventivo y establecimiento de planes contingentes.

El segundo nivel está formado por los recursos importantes y

se les cuidará con rutinas meticulosas de conservación programada y planes contingentes; y el tercer nivel lo forman los recursos triviales, y su atención debe ser por medio del establecimiento de rutas.

### 1. Planes de conservación individuales

La política para los planes de conservación de recursos vitales e importantes es la siguiente:



**Figura 4.37 Política para planes vitales e importantes**

En la siguiente tabla se proporciona una referencia de cómo puede ser el formato para este tipo de planes:

**Tabla 4.29 Formato para el plan de conservación para equipos**

		FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN										
		PLAN DE CONSERVACIÓN PARA _____										
LABORATORIO _____ CÓDIGO DE EQUIPO _____ DESCRIPCIÓN _____												
ACTIVIDADES POR CONSERVAR	TIPO (1)	FECHA	PERIODICIDAD	MANUAL		HXH Min	COSTO			TIEMPO		
				Núm	Pág		Paros	Conservación	Total	Reparación	Conservación	
NOTAS: Proveedor (es) _____ (1) TIP(PRESERVACIÓN PREVENTIVA P MANTENIMIENTO PREVENTIVO M												

Fuente: Tomado Dounce Villanueva Enrique. La Productividad en el Mantenimiento Industrial. Editorial Continental y modificado por el autor de esta tesis.

Para formato a escala real, véase **apéndice X**. Este formato debe contener razón social, dirección, equipo vital o importante (al lado de la frase PLAN DE CONSERVACIÓN PARA), el departamento y la fecha del análisis para los registros, se incluye la tabla para conocer los costos por paro y conservación, útiles en el análisis de reducción de costos.



Además de todas las inspecciones y reparaciones que necesitará durante su vida útil; solamente se vuelve a repetir el ciclo cada año. En la columna manual, indica el nombre, número del manual y la página en donde comienza la tarea por ejecutar; la columna HXH indica el tiempo promedio estimado para hacer dicha tarea. En NOTAS se agregan las observaciones o situaciones que no se incluyan en las demás partes y que son inherentes al plan.

## **2. Planes de conservación para sistemas triviales**

Se ha mencionado que si en algún momento dado alguno o algunos de los recursos que nos proporcionen un servicio de calidad trivial fallan, el impacto negativo es insignificante, por lo que es posible diferir su atención para cuando sea más económico ocuparse de ello.

Esto hace factible que se pueda programar su atención en forma global, en otras palabras, es recomendable atenderlos por “rutas técnicas”



Para formato a escala real, véase **apéndice Y**. Se indica la razón social, dirección, la frase **PLAN GENERAL DE CONSERVACIÓN DE CONSTRUCCIONES**, el departamento y la fecha del análisis para los registros. En la columna manual, indica el nombre, número del manual y la página en donde comienza la tarea por ejecutar; la columna HXH indica el tiempo promedio estimado, en horas, para hacer dicha tarea. En NOTAS se incluyen las observaciones.

### **3. Programa anual de conservación integrado**

Basado en los planes de conservación y las herramientas de ingeniería desarrolladas en los capítulos anteriores se determina en qué fechas hay que elaborar los órdenes de trabajo que de éstos se deriven, anotándolos en el “Programa anual de conservación” que se muestra a continuación.

**Tabla 4.31 Formato para el programa anual de conservación**

PLAN CONTINGENTE		TIPO (I)	EQUIPO O CONSTRUCCIÓN	MESES																																																											
				ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE															
V				1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
T																																																															
			EQUIPOS																																																												
			CONSTRUCCIONES																																																												

PLAN DE MATERIALES DE EQUIPOS  
 PLAN DE MATERIALES DE CONSTRUCCIONES

(I) VITAL V  
 IMPORTANTE I  
 TRIVIAL T

Para formato a escala real, véase **apéndice Z**. Esta es la interfaz de la hoja electrónica (Excel ®) PROGRAMA PROPUESTO, que se adjunta en el CD de la tesis. En el siguiente capítulo se explica su aplicación y uso (implementación)

#### 4. Establecimiento de un sistema de órdenes de trabajo

Los trabajos de conservación, sean programados o contingentes, cuyo análisis pueda facilitar la mejora continua de esta función (rutinas, reparaciones por anomalías, ajustes de importancia, etc.) deben tener su origen en un documento escrito que esté basado en un plan de conservación anual,

como el expuesto en la sección anterior.

Este documento, llamado orden de trabajo es elaborado en corto plazo, es decir, una o dos semanas antes de que se estime debe empezar la tarea:

Este formato contiene cuando menos los siguientes datos, para ser llenados antes y después de la realización de la tarea:

- El número, tipo y prioridad de la orden, y los anexos que contiene (planos, dibujos, etc.)
- Explicación detallada del trabajo por ejecutar, su tiempo y costos estimados.
- Explicación detallada del trabajo ejecutado, su tiempo y costos reales.
- Lugar para los nombres y firmas del que entregó y recibió el trabajo ejecutado y a satisfacción.
- Lugar para los nombres y firmas del personal que proyectó, revisó y autorizó la orden.

**Tabla 4.32 Formato de orden de trabajo de conservación**

	FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN ORDEN DE TRABAJO DE CONSERVACIÓN		ORDEN NUM _____ RUTINARIA _____ ESPECÍFICA _____ PRIORIDAD _____
	TRABAJO A EJECUTAR _____ _____ VALES PARA MATERIAL _____ ANEXOS _____ COSTO ESTIMADO _____ TIEMPO ESTIMADO _____		
TRABAJO REALIZADO _____ FECHA _____ COSTO REAL _____ DIFERENCIA _____ TIEMPO REAL _____ DIFERENCIA _____			
OBSERVACIONES _____			
ENTREGÜE RESPONSABLE DE LA EJECUCIÓN		RECIBI RESPONSABLE DE PRODUCCIÓN	
PROYECTÓ	REVISÓ	AUTORIZÓ	

Fuente: Tomado Dounce Villanueva Enrique. La Productividad en el Mantenimiento Industrial. Editorial Continental y modificado para esta tesis por su autor.

En escala real, véase **apéndice AA**. Existen dos tipos de órdenes de trabajo:

- Rutinarias, y
- Específicas.

Para los dos casos anteriores se utiliza el formato anterior.

### **Órdenes de trabajo rutinarias**

Las órdenes de trabajo rutinarias, son aquellas que, como su nombre lo indica, se atienden en forma rutinaria o cíclica, pues, estas forman parte de un plan de conservación predeterminado y generalmente, después de ejecutadas, vuelven a repetirse con la frecuencia con la que se les ha asignado en el mencionado plan, hasta terminar con el tiempo de vida útil del equipo al cual se refieren.


### **Órdenes de trabajo específicas**

Se elaboran para la atención de alguna acción contingente (plan contingente), o para dar respuesta a alguna solicitud de trabajo o reporte de anomalías elaborados por personal de conservación; en este último caso deben ser preparadas por el proyectista de conservación analizando a fondo el problema.

### **Reportes de anomalías**

El reporte de anomalías o solicitud de trabajo deben emplearse como órdenes de trabajo para labores mínimas: por lo que se debe fijar el monto máximo en que pueden funcionar como órdenes de trabajo.

**Tabla 4.33 Formato de solicitud de orden en anomalías**

 <b>FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN</b> <b>SOLICITUD DE TRABAJO O REPORTE DE ANOMALÍAS</b> FECHA _____	
Ubicación del equipo _____	
Fecha en que estará disponible _____	Fecha en que deberá estar listo el arreglo _____
Cuenta de cargo del costo _____	Prioridad      A      B      C
TRABAJO SOLICITADO	TRABAJO EFECTUADO
SOLICITÓ _____	AUTORIZÓ _____

Fuente: Tomado Dounce Villanueva Enrique. La Productividad en el Mantenimiento Industrial. Editorial Continental y modificado por el autor de esta tesis.

Para escala real verlo en el **apéndice AB**.

#### **4.2.7. Breve descripción del modelo para el mejoramiento continuo de los planes de conservación**

Los planes de conservación seguirán un ciclo de mejora continua, con ello el ciclo PHVA, que consiste en la aplicación de las herramientas expuestas a lo largo del capítulo. Con la aplicación acertada de la metodología se pueden disminuir costos, valores no agregados a los procesos, mejorar los



controles de las actividades del programa anual de conservación, perfeccionar los modelos matemáticos de optimización de intervalos de mantenimiento y conservación planteados en el estudio, etc., es decir, perfeccionar el sistema en cada ciclo, bajo los lineamientos del actual Sistema de Gestión de la Calidad de la Espol, cumpliendo con los objetivos estratégicos de la Escuela.

**Evaluación de los planes de Conservación.** Mediante los informes de controles, objetivos cumplidos, indicadores, etc. y de acuerdo con las necesidades del mercado de clientes en determinada etapa, esto acontecerá al menos una vez por año.

**Necesidades que originan el estudio.** Se procede a transformar los datos de la evaluación en necesidades de los clientes (tanto internos como externos), para satisfacerlos. Con ello se plantean nuevos objetivos, metas, revisión de las estrategias, etc.

**Identificar el Sistema a estudiar.** Se refiere a definir el alcance del plan y los cambios propuestos.

**Obtener la información.** En esta etapa se busca la obtención

de la información primaria y secundaria existente (que consistirá en encuestas, entrevistas, etc. a los clientes), además de las recomendaciones prácticas que los trabajadores o involucrados en el plan pueden dar para la mejora continua.

**Organizar y analizar la información.** Se reúnen los integrantes del Plan de Conservación (que pueden ser los mismos involucrados en el Sistema de Gestión de Calidad, que tienen que ver en esta área) para el análisis de los resultados que se obtuvieron del plan, en el período anterior.

**Uso de herramientas de Ingeniería industrial, jerarquizar y evaluar actividades.** Con los resultados obtenidos, se aplican la metodología de la Conservación y las Herramientas de la Ingeniería Industrial propuestas en este estudio, que se introdujeren con el fin de mejorar los procesos, previo a ello se jerarquizan y evalúan las actividades para resolver problemas desde los vitales hasta los triviales (capítulo 4)

**Ejecutar en nuevo plan de conservación.** Se desarrolla la implementación del plan y luego se lo lleva a la práctica, con las recomendaciones necesarias (capítulo 5)

**Revisión de la efectividad del Plan de Conservación.** Con la ayuda de los controles, sugerencias y otros documentos afines se analiza cuán efectivo ha sido el plan implantado y de acuerdo con ello se sigue con el ciclo o modelo propuesto, para después continuar en el ciclo de mejora. Como se podrá observar, en el **apéndice AC**, se detalla un esquema del “modelo para el mejoramiento continuo de los planes de conservación”.

# **CAPÍTULO 5**

## **5. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE RECURSOS**

### **5.1. Generalidades de la Implementación de los planes de Conservación**

La implementación es el establecimiento de programas, en los que se indican, las diversas etapas que se deben seguir, así como la estructuración de organismos adecuados para la realización.

Previamente, en la etapa de la planificación se empieza estableciendo: antecedentes del estudio, definición del problema, justificación y el análisis actual de los procesos de conservación. Luego se revisa la información primaria del área como trabajos o informes y, a continuación, se empieza a definir y desarrollar la metodología de la conservación y las herramientas de ingeniería industrial, para la elaboración de los planes individuales de los recursos e integrarlos en el programa anual de conservación propuesto, con sus respectivos recursos humanos, tiempos, responsables, controles, etc.

En la fase de implementación se explica el funcionamiento del diseño de la metodología propuesta. Se debe conocer cómo opera el módulo para atender sus cinco funciones generales de conservación:

Las contingencias (CC), las rutinarias (CPV, CPI, y CCT), y las anomalías (CPA), las cuales, se analizarán en detalle en las secciones 5.2.1, 5.3.2, y 5.3.6, respectivamente.

El siguiente paso es implementar los planes de conservación ó atención a la conservación rutinaria, en donde se describe su respectivo procedimiento. Se debe tener presente la matriz de criticidad de los equipos (**apéndice M**), índice ICGM simplificado (**apéndice N**) y jerarquización de los equipos y las construcciones (**apéndice O**), y de acuerdo con estos criterios definir el impacto de los recursos, orden de los trabajos de conservación y el establecimiento de la política a seguir para cada recurso vital, importante o trivial respectivamente. Con ello se elabora el plan para cada equipo. En la siguiente fase se integran los planes, en el programa anual de conservación propuesto (**sección 5.3.5**) por último se obtienen las respectivas órdenes de trabajo descritas en la **sección 4.2.6**, e implementadas en la **sección 5.3.6**, asignando los

recursos humanos, físicos y técnicos que se requieran, además de informar con detalle el trabajo por ejecutar, los instructivos, planos, materiales por utilizar y, en fin, todo lo que la orden de trabajo exige para su preparación. Para el caso de la Facultad, en donde los equipos no operan continuamente, es necesario aprovechar el tiempo libre de los mismos con el fin de programar sus rutinas de conservación en este tiempo. Asimismo el personal de conservación debe conocer el trabajo que tiene que desarrollar. Como ésta es una labor planeada con anticipación, el Supervisor, debe tener a su disposición todos los recursos necesarios para ser entregados al trabajador responsable. Cuando se termina el trabajo, el Supervisor lo verifica y registra en los formatos de control (**apéndice U** para el caso de construcciones y en el documento **PO-FMP0105-1, Hoja de Control de Mantenimiento de equipos**, para el caso de los laboratorios), y liquida la orden de trabajo informando de tiempos y costos además de las observaciones que juzgue necesarias sobre el resultado general de la orden de trabajo (calidad del trabajo, del personal, diferencia de costos y tiempos, etcétera), descritas en la **sección 4.2.6**, e implementadas en la **sección 5.3.6**. Por lo que respecta a las contingencias y anomalías, como éstas se suscitan sin programación previa, deben ser tratadas solamente con órdenes específicas (**sección 5.3.6**), ya que están fuera del plan de

conservación a largo plazo; por lo que se procede en la forma siguiente:

- a) Los trabajos ocasionados por contingencias serán atendidas de inmediato con órdenes de trabajo específicas.
- b) Los trabajos ocasionados por anomalías pueden ser manejados de dos formas, primero que cada reporte origine una orden de trabajo específica y segundo, que por su bajo costo se acepte que el reporte de anomalías sea considerado como una orden de trabajo, por lo que tiene que ser liquidado o requisitado como tal. El personal involucrado en este estudio tiene que conocer a fondo la **Planeación para la Conservación de la FIMCP, para una panorámica**, véase **apéndice AD**. Por último no olvidar que todo este trabajo se enfoca en un modelo de mejora continua.

## **5.2. Funcionamiento general del módulo de la conservación integral**

El centro de planeación y control (para el caso de la Facultad puede estar conformado por uno ó más personas a las que se les asigne esta responsabilidad y que trabajen actualmente en el área, para requisitos ver **sección 5.6. análisis de cada función**) inicia con la recolección de la información a analizar, luego elabora el inventario de todos los recursos que atiende para su conservación (véase

metodología de la planeación y control de la conservación, **sección 4.2.5**, por medio del análisis de Pareto y código máquina –Matriz criticidad- se realiza la clasificación de recursos en: vitales, importantes y triviales) y con base en éste, desarrolla los planes contingentes, las rutinas y los programas de visitas (**secciones de la 5.3.4 a la 5.3.5**). De acuerdo con la jerarquización del inventario de equipos y construcciones (véase **apéndice O**), se obtuvieron tres niveles de conservación: **el primer nivel** lo integran los recursos **vitales** a los cuales se les atenderá con rutinas de conservación programada exigentes, mantenimiento preventivo y establecimiento de planes contingentes (con personal calificado y especialista en diagnóstico). **El segundo nivel** está formado por los recursos **importantes** que se les cuidará con rutinas meticulosas de conservación programada y planes contingentes; y **el tercer nivel** lo forman los recursos **triviales**, y su atención debe ser por medio del establecimiento de rutas (con personal que tenga habilidad en estos trabajos y no necesariamente sea especialista) y no aleatoriamente. Ahora, se debe conocer cómo opera el módulo para atender sus cinco funciones generales de conservación, a saber, con respecto a las funciones rutinarias (CPV, CPI, CCT), de contingencias (CC), y por anomalías.



### **5.2.1. Procedimiento para la atención rutinaria**

La conservación rutinaria está constituida por las labores programables que diariamente se realizan, estas son: conservación preventiva en recursos vitales (CPV), conservación preventiva en recursos importantes (CPI) y conservación preventiva y correctiva en recursos triviales (CCT). El Centro de Planeación y Control, hace una programación anual de las labores por desarrollar en todos los recursos de la empresa (vitales, importantes y triviales) y la envía junto con la documentación necesaria (rutinas, programas de visita y manuales técnicos) a las oficinas de conservación programada, donde las recibe el programador, el cual, ajusta el programa, asigna recursos, surte los vales de material, repuestos, equipos redundantes, herramientas, aparatos de prueba manuales y, en fin, todo lo que se haya previsto para ejecutar cada trabajo, de manera que estos recursos deban estar reunidos en algún lugar asignado, con el objetivo de que el personal que vaya a realizar el trabajo encuentre todo coordinado, y no realice más actividades que las estipuladas en las rutinas y programas. Después de que este personal ha ejecutado el trabajo, hace un informe por

escrito sobre el trabajo ejecutado y los recursos empleados así como las horas-hombre que se aplicaron. Este informe, junto con el trabajo, es analizado por el supervisor correspondiente y enviado al programador, al control y por último, al banco de datos para su contabilidad, registro y complementación de archivo, véase **apéndice AE**, procedimiento para la atención de la conservación rutinaria. Los siguientes planes se rigen bajo el procedimiento descrito:

1. Plan de conservación para equipos
2. Plan general de conservación de construcciones

### **5.2.2. Implementación de los programas de conservación**

La palabra programación puede tener muchos significados, para el presente análisis se refiere a:

- Colocar las diferentes operaciones en el orden mejor posible.
- Determinar el grupo y/o la persona que tiene que realizar el trabajo.
- Establecer la colocación de unos trabajos en relación a

otros trabajos y en forma óptima (véase columna cálculo para P óptimo y su relación en meses y días, optimización de intervalos de conservación, **archivo B**).

- Determinar los tiempos de los trabajos (estudio de tiempos para preservación preventiva de construcciones de la FIMCP, **archivo C**, y tiempos estimados para la preservación preventiva de los equipos, **archivo B**).
- Combinar operaciones hechas por diferentes personas responsables y coordinar todo el trabajo (**procesos de trabajos, sección 4.2.5**)

Para el desarrollo de una buena programación se definió la metodología de trabajo a aplicar en los planes y herramientas de ingeniería como métodos y estudio de tiempos. En el capítulo 4 se definieron y aplicaron las técnicas de los procesos de trabajo **sección 4.2.5**. Si no se conocen estos aspectos del trabajo no es posible una buena programación

Los métodos de programación difieren mucho y se pueden catalogar en tres grandes fases [19]:

### Fase 1: Programación preliminar

Una vez que se diseñaron los planes individuales (**sección 4.2.6**), se indica la capacidad disponible de mano de obra. Para la preservación preventiva de construcciones y equipos de la FIMCP es generalmente constante con una disminución durante el período de vacaciones; pero la capacidad nunca es al 100% de las horas de trabajo por período, se debe tener en cuenta que un trabajador toma descansos, almuerzo, etc., con lo que su nivel de trabajo está en alrededor del 80% del tiempo disponible. A continuación se muestra la capacidad aproximada, de acuerdo al departamento de personal:

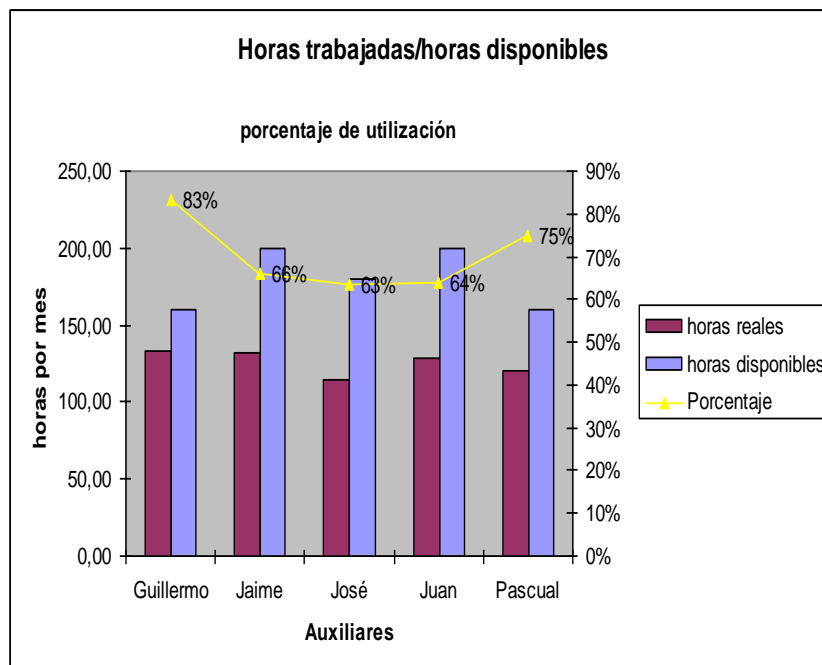
Para los auxiliares de servicio:

**Tabla 5.1 Relación entre las horas trabajadas vs. las disponibles**

<b>POR MES</b>			
<b>Auxiliar</b>	<b>horas reales</b>	<b>horas disponibles</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>Guillermo</b>	132,97	160	83%
<b>Jaime</b>	132,28	200	66%
<b>José</b>	114,27	180	63%
<b>Juan</b>	128,15	200	64%
<b>Pascual</b>	120,00	160	75%

Fuente: departamento de personal, ESPOL

Gráficamente:



**Figura 5.1 Horas trabajadas vs. disponibles**

Por medio del estudio de tiempos y el balanceo se determinó (con un intervalo de confianza del 95% y un error del 10%) que los tiempos empleados por los trabajadores para realizar la preservación preventiva de las construcciones de la FIMCP satisface dichos requerimientos, que los auxiliares de servicio tienen, en promedio, una cantidad menor al 80% del trabajo, es decir, poseen horas de descanso de acuerdo con las normas internacionales de trabajo de la OIT, según se indicó en la **sección 2.11.9**, y una tolerancia para el estudio de tiempos, que es la permitida en la práctica para un empleado.

Sin embargo, sólo en el caso del Sr. Guillermo Laje se podría reducir cierta fatiga con la disminución de trabajos como en el caso de las horas dedicadas a la preservación de instalaciones construcciones.

**Tabla 5.2 Metros cuadrados y porcentajes realizados por los auxiliares de servicio por mes.**

<b>POR MES</b>		
<b>Auxiliar</b>	<b>m2</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>Guillermo</b>	18540,16	21%
<b>Jaime</b>	17853,60	20%
<b>José</b>	17066,44	19%
<b>Juan</b>	18026,40	20%
<b>Pascual</b>	18215,80	20%

Sin embargo, si se compara la cantidad de metros cuadrados que cada uno realiza, se tiene que cada uno participa con aproximadamente el 20% de las construcciones existentes en la Facultad.

Para el caso de los Jefes de Laboratorios cada uno labora ocho horas al día; y tienen asignados una cantidad determinada de equipos, además del tiempo estimado en realizar la preservación preventiva periódica (véase archivo B); en ningún caso los jefes de los laboratorios se quejaron

por el número de equipos u horas dedicadas a la preservación preventiva (“mantenimiento”).

En conclusión, la programación preliminar es un método usado para compensar la diferencia entre la capacidad pedida y la disponible. Se considera el tiempo requerido y las posibles acciones y se escoge la manera mejor posible para evitar pérdidas en el proceso y en la mano de obra. Como se observa se han distribuido los trabajos a los grupos de individuos de una forma científica y humana, según la magnitud y utilidad general. Se ha presentado la capacidad disponible y real de mano de obra y de metros cuadrados de construcciones que los auxiliares de servicio deben preservar, mensualmente.

### **Fase 2: Programación de entrega y coordinación.**

Durante la planificación se advierte la necesidad de los materiales y herramientas para los futuros programas (ver **apéndices I y Q**). La comprobación del tiempo de entrega prometida es muy esencial y a menudo se combina con el control de la planificación general. Haciendo la coordinación de los tiempos durante la programación de entrega y

coordinación se asegura la justa consideración de los tiempos de entrega.

Para ello se sugiere, para la organización, el siguiente **almacén de conservación**.

Se facilita la organización de éste almacén, siguiendo éstos pasos:

1. Definir el objetivo, el cual puede ser: “Almacenar herramientas, equipos, repuestos y materiales usados para la conservación de la FIMCP, con un costo mínimo y proporcionarlos en el tiempo adecuado”

**Sugerencia:** En este punto intervienen planes de requerimientos de materiales como los del apéndice I y Q, planes para la correcta gestión de insumos, etc., que se deben diseñar de acuerdo con un costo mínimo, aplicando técnicas de ingeniería propuestas (sección **4.2.5. punto 7**).

2. Hacer el inventario que se va a manejar y el informe del volumen y costos de los recursos que lo componen.

**Sugerencia:** actualizar, al menos cada año, los



inventarios de los **apéndices A y B** de equipos y construcciones, respectivamente; cuando se adquiriera un nuevo equipo o se construya alguna nueva edificación, jerarquizar para su óptima gestión.

3. Con base en el inventario, preparar un croquis que muestre identificación del almacén (o almacenes), puertas, altura, extintores, etc.

**Sugerencia:** Realizar planos, como los de la **sección planos**, en donde se especifique la ubicación e identificación de los almacenes (o bodegas de materiales) y otras dimensiones. Con base en el croquis, definir los lugares donde debe ser ubicado cada tipo de material, recuérdese material voluminoso como detergentes, líquidos, etc., en el piso o en la parte baja de anaqueles y el de uso más frecuente en los lugares más accesibles.

4. Determinar el tamaño y lugar para las gavetas, para el surtido de materiales, y para las órdenes de trabajo programables, especificando las que deben estar disponibles para el personal de conservación.

**Sugerencia:** Tomar las medidas de los elementos, y de acuerdo con los registros conocer la capacidad que en promedio se utiliza (puede ser mensual, trimestral o dependiendo de las entregas), con ello se tendrá una buena aproximación, para conocer el tamaño de anaqueles y otros aspectos. Determinar el tamaño y el lugar de las gavetas para los almacenajes de herramientas, repuestos y materiales para atender cada plan contingente. Cada gaveta debe estar a cargo de un responsable de plan contingente.

5. La persona que se encargue del almacén (o los almacenes) debe desarrollar las actividades siguientes:
  - Reportar limitaciones temporales en el surtido de los repuestos, materiales y herramientas.
  - Reportar consumos anormales que indiquen:
    - a. Exceso de inventarios
    - b. Faltante de materiales, repuestos, herramientas o equipos.
    - c. Mal uso de materiales, repuestos, herramientas o

equipos.

- d. Baja calidad de materiales, repuestos, herramientas o equipos.
- e. Cooperar en la elaboración de pronósticos de consumos anuales, semestrales y mensuales.
- f. Cooperar en el establecimiento de puntos mínimos y puntos por pedir para la elaboración de órdenes de surtido o de compra
- g. Cooperar con el establecimiento de índices de consumo.
- h. Obtener especificaciones sobre los repuestos, materiales, herramientas y equipos usados en la conservación.
- i. Analizar el resultado de los programas de instalación, conservación, producción y rehabilitación para prever su impacto en el consumo de partes, materiales y equipos.
- j. Analizar y difundir catálogos de repuestos, herramientas y equipos para facilitar las solicitudes de pedido.
- k. Analizar y controlar la calidad de repuestos, equipos, herramientas y su calibración.

- l. Obtener orientación y aprobación para el uso de materiales herramientas y equipos de sustitución.
- m. Agilizar y controlar las reparaciones y reposición de equipos realizados por terceros.
- n. Generar órdenes de compra para la adecuada reposición de repuestos, materiales, herramientas y equipos de acuerdo con sus tiempos de entrega.
- o. Detectar las demoras en el surtido y efectuar las acciones procedentes para evitar contratiempos en la conservación.
- p. Vigilar la aplicación contable de repuestos, materiales, herramientas y equipos.
- q. Contar con los métodos y sistemas adecuados que garanticen la eficiencia en la conservación.
- r. Repartir en las gavetas correspondientes los materiales, herramientas y equipos que se usarán en los trabajos de conservación programada.
- s. Reponer de acuerdo con el procedimiento a establecer, el material usado en las contingencias.

La fase 3 **“Programación de la integración de la conservación”** se la detallará en la **sección 5.3.5.**

### **5.3. Implementación de los planes diseñados de equipos vitales e importantes y recursos triviales**

En esta sección se implementarán los planes, para equipos vitales e importantes, diseñados en la sección 4.2.6. Previamente se define el plan contingente o atención a la conservación contingente y su procedimiento (**secciones 5.3.1 y 5.3.2.**) requisito para este tipo de conservación y el costo combinado asociado a los paros de equipos y conservación (**sección 5.3.3**) que permitirá el análisis y reducción de costos de la conservación de equipos y costos asociados a sus paradas.

#### **5.3.1. Implementación del Plan Contingente ó Atención a la conservación contingente**

Este plan se inserta al programa de conservación anual propuesto (véase carpeta PROGRAMA PROPUESTO que se anexa en el CD de la tesis, abrir carpeta programación y ver el archivo D “**programación anual de conservación propuesto.xls**”). Para el caso de la Facultad, no es necesario contar con personal especialmente contratado para la atención de los recursos vitales o importantes en su conservación contingente (CC), ya que sólo es necesario

hacer un plan contingente para cada uno de estos recursos y nombrar también, para cada uno de los planes, un responsable escogido entre el personal de conservación (actual mantenimiento preventivo), con la condición de que conozca muy bien el equipo a su cargo y que sea hábil diagnosticando; quien continuará en sus labores habituales y cuando se suscite una emergencia en algún recurso vital o importante, suspende las labores y atiende de inmediato el plan contingente, hasta rehabilitar la calidad de servicio que se espera del recurso. Este plan está constituido por un documento vinculado al archivo D (luego de abrir el archivo D se encuentra la interfaz, en ella se observan vínculos con la frase PLAN CONTINGENTE, los que se seleccionarán dependiendo del equipo que se necesite) cuyo contenido tiene en cuenta los siguientes aspectos:

1. Nombre del plan.
2. Recursos humanos que integran el plan. Nombre tanto del responsable del plan como de las personas que queden a sus órdenes durante la contingencia.
3. Problemática o información general del porqué es necesario el plan contingente, así como de todo aquello

que se considere útil para entender a fondo los problemas que puedan suscitarse y su solución.

4. Objetivo inmediato (del plan)
5. Políticas que se observarán durante el desarrollo de plan
6. Procedimiento general de acción.

### **5.3.2. Procedimiento para la implementación contingente**

El usuario o cualquier otra persona que se dé cuenta de que alguno de los recursos nominados para ser atendidos con planes contingentes perdió su margen de calidad de servicio debe reportar de inmediato dicha situación al Centro de Planeación y Control, el que a su vez saca la “tarjeta de equipo” de archivo y registra en ésta los datos que proporciona la persona que hizo el reporte; por la tarjeta se entera quién es el responsable del plan contingente, y le informa inmediatamente la existencia del problema. El responsable avisa al Coordinador y, mientras éste reúne los recursos previamente asignados en el plan, el responsable se presenta en el lugar de los hechos y trabaja en el diagnóstico, para proceder a la rehabilitación de la calidad del servicio cuando el coordinador proporciona los recursos necesarios. Al terminar el trabajo, el responsable entrega al usuario, a

satisfacción de éste, el servicio rehabilitado, pudiendo existir alguna anomalía en el recurso atendido, la cual será arreglada por el personal de conservación programada. A continuación, el responsable elabora la orden de trabajo correspondiente (orden de trabajo específica, ver **sección 4.2.6, punto 4**) donde describe el trabajo ejecutado y los recursos empleados en éste, así como los datos que considere para usos contables o de control. Esta orden de trabajo se envía al proyectista del centro de planeación y control, quien la analiza y aprueba, en su caso, enviándola al banco de datos para su registro y tramitación y deja una copia de la misma en su archivo. En el **apéndice AF** se explica el procedimiento para la atención de contingencias, por medio de un flujograma. Los siguientes planes se rigen bajo el procedimiento descrito:

1. Planes de contingencias para recursos vitales
2. Planes de contingencias para recursos importantes.

### **Procedimiento para la implementación de anomalías**

Una anomalía puede existir por varias causas:



- a) Por agentes agresivos al recurso, el cual continúa funcionando dentro de sus límites de tolerancia.
- b) Por haberse suspendido el trabajo deliberadamente, al ser atendido un recurso dentro de un plan contingente, con objeto de reintegrar dicho recurso lo más rápidamente posible a su trabajo normal y dentro de los parámetros de tolerancia y fiabilidad adecuadas.
- c) Por haberse suspendido el trabajo deliberadamente, al ser atendido el recurso por rutina de conservación programada y no contar con los elementos necesarios, en ese momento para arreglar la anomalía.

En cualquiera de estos casos, la persona que se dé cuenta de la existencia de una anomalía debe reportarla por escrito al banco de datos del centro de planeación y control, en el Reporte de anomalías, véase **sección 4.2.6**, punto 4, el cual recibe y registra dicho reporte para tramitarlo, según su urgencia. Si es tipo A, lo entrega de inmediato al proyectista; si es tipo B, lo archiva en el sistema de pendientes para que salga en el tiempo estipulado y, si es tipo C, lo archiva junto con la tarjeta de equipo, para que sirva de orientación cuando, por algún motivo, sea analizado el comportamiento de este

recurso. Cuando el proyectista recibe un reporte de anomalías tipo A o tipo B, revisa la información necesaria en el banco de datos; si es preciso, se dirige al lugar en donde está instalado el recurso que presenta la anomalía y, con el análisis de estos elementos, elabora una orden de trabajo específica (ver sección 4.2.6, punto 4), la cual entrega en la oficina de control, donde se hace una programación inicial y se envía a la oficina de programación de conservación programada; ahí, el programador ajusta el programa, asigna recursos y obtiene materiales, herramientas, etc., para tener todo listo en la fecha de iniciación de la orden de trabajo (OT). El personal responsable ejecuta la labor, comprueba la fiabilidad de la misma; después, “liquida” o “requisita” la orden de trabajo para que sea revisada por el supervisor correspondiente, quien la regresa al programador para su conocimiento; éste la envía a la oficina de control para su revisión y aprobación, y luego es enviada al banco de datos para su registro y archivo.

En el **apéndice AG**, se observa el procedimiento para la atención de la conservación por anomalías, véase **apéndice AB**, para el formato de anomalías y tamaño real.



de los recursos. Estableciendo los criterios técnicos de cómo evaluar el costo de tiempo de paro y costo de conservación, este documento será actualizado anualmente (o según se considere) por el área de contabilidad. Los Jefes de Laboratorio informarán cada vez que se suscite un paro en cualquiera de los equipos, en el que se indicará el tiempo que se empleó para la atención de dicho recurso. Entonces, Contabilidad enviará un informe mensual detallando los gastos de conservación del período, al Decano y a las personas involucradas, con el fin de que sean analizados y comparados. Considerado los factores mencionados, se construirá la gráfica que orienta sobre cuál es la cantidad óptima de conservación que se deberá suministrar a los recursos, y con ello conocer los trabajos de conservación que hace el departamento. La tabla 5.3 se anexa al plan de conservación de equipos (véase sección 4.2.6), y se maneja tal como se indica en esta misma sección, con el objetivo de obtener una combinación óptima de estos costos. Al hacerlo se conocerá hasta qué valor se puede suministrar conservación al recurso y estar dispuestos a tolerar un costo asociado al paro del equipo, con ello la FIMCP, obtendrá costos óptimos para el desarrollo de la conservación.

### 1. Caso real de aplicación del costo mínimo combinado

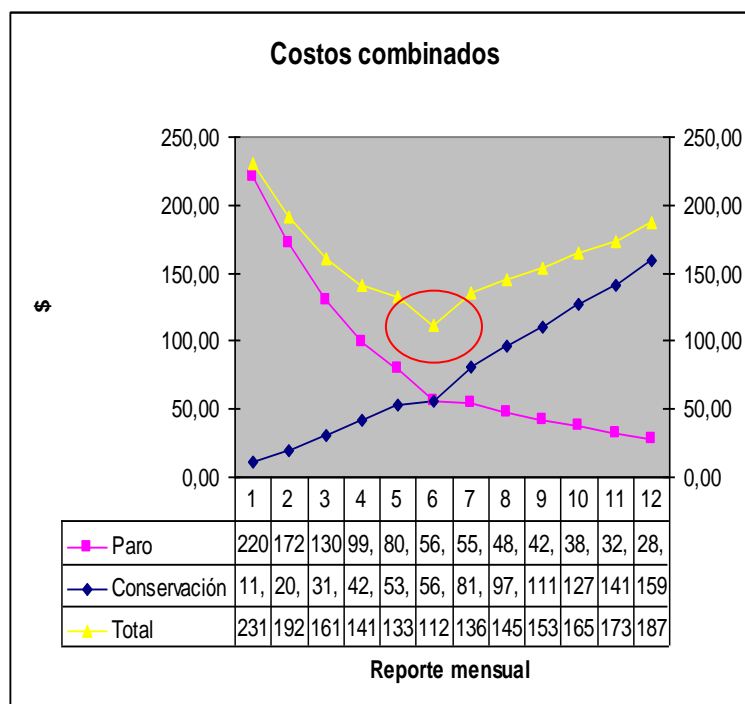
En la siguiente tabla, se obtendrá un caso, de los muchos que existen sobre la conservación de los procesos, en la columna "Paro" se indican los costos asociados al paro de los equipos, y en "Conservación" los costos que se le aplica al equipo para disminuir dichos paros. La suma de los costos de paro de equipo más el del costo de conservación que se proporciona es igual al costo total o combinado, cuyo objetivo es el de hallar el óptimo; el cual está representado en la siguiente tabla:

**Tabla 5.4 Gastos de operación, caso real**

<b>Gastos de operación Equipo CC-XYZ</b>			
<b>Reporte</b>	<b>Costo por</b>		
	<b>Paro</b>	<b>Conservación</b>	<b>Total</b>
1	220,00	11,00	231,00
2	172,00	20,00	192,00
3	130,00	31,00	161,00
4	99,00	42,00	141,00
5	80,00	53,00	133,00
6	56,00	56,00	112,00
7	55,00	81,00	136,00
8	48,00	97,00	145,00
9	42,00	111,00	153,00
10	38,00	127,00	165,00
11	32,00	141,00	173,00
12	28,00	159,00	187,00

*Fuente: Dounce Villanueva Enrique, México  
La Productividad en el Mantenimiento Industrial. pp, 131*

Al analizar la tabla se nota que en los primeros meses existe una disminución en los costos asociados al paro del equipo como consecuencia del aumento de los costos de conservación al mismo recurso, lo cual, a su vez disminuye el costo total o combinado, esto acontece hasta el mes sexto (reporte 6) en donde se muestra un costo por paro de \$56,00 y de conservación suministrado \$56,00, y un costo total combinado de \$112,00, en donde se observa que a partir de ese momento, a pesar del aumento de los costos de conservación, los costos asociados al paro del equipo ya no disminuyen considerablemente, en la misma proporción que antes, de tal forma que justifique esta inversión; el costo total combinado incluso aumenta, por lo que no se obtendrá ningún otro costo total óptimo. Si graficamos los datos se tiene lo siguiente:



**Figura 5.2 Costos combinados, caso real**

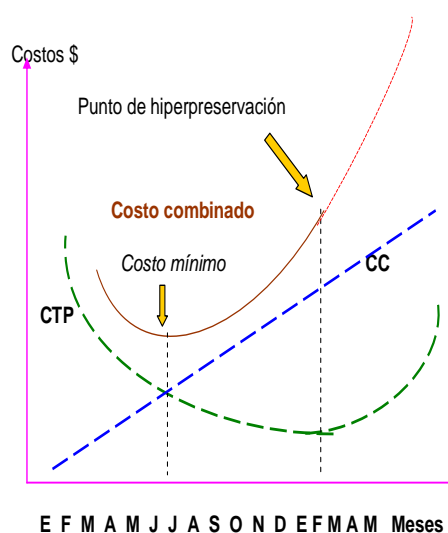
El valor que nos muestra la cantidad encerrada en el círculo rojo es un costo total de \$112.00, y que antes o después no se observa un costo óptimo, al menos en el corto plazo. Si se desea tener un nivel óptimo de conservación, el departamento responsable debe estar atento de proporcionar al equipo cuidados cuyo costo no baje del costo mínimo de conservación o de una zona óptima definida por la Facultad, es decir, invirtiendo aproximadamente \$56,00 podría obtener un costo de paro asociado de tal manera que no me

perjudicará tanto como si invirtiera menos o más de la cantidad expresada (\$56,00) pero teniendo cuidado de no llegar al punto de hiperpreservación. Es conveniente aclarar que el punto que denota el costo mínimo de conservación debe ser manejado por la empresa como una zona óptima de costos.

Aunque la conservación preventiva periódica beneficiará a la FIMCP, el abuso de ella, sin considerar su impacto, es contraproducente para los resultados, pues, no sólo se aumentan los costos de conservación en forma impresionante (como se mostró en el párrafo anterior), sino también ocasiona el demérito del equipo o recurso por atender [5]. Es importante recordar que cada recurso por conservar tiene su punto óptimo de conservación y que después de éste, los costos aumentan en desproporción con respecto a la fiabilidad obtenida, lo cual sólo se justifica si el servicio que proporciona el recurso es de una importancia absolutamente vital o si se trata de resguardar vidas humanas como, por ejemplo, en calderas; sin embargo, por ningún motivo, hay que



llegar al punto de hiperpreservación, debido a que solamente se obtienen resultados altamente contrarios, véase siguiente figura:



**Figura 5.3 Punto de hiperpreservación**

#### 5.3.4. Implementación de los planes de conservación individual

Para la implementación de este tipo de planes es necesario conocer previamente, dentro de la jerarquización de equipos y construcciones de la FIMCP (véase **apéndice O**), a qué nivel pertenece (vital o importante), porque de acuerdo con el nivel se selecciona la política para los planes de conservación individuales (**sección 4.2.6**).

## 1 Caso estudio de un equipo vital. Autoclave. FIMCP

Se escogió el **AUTOCLAVE**, Sturdy®, con código ESPOL: **41027**. A continuación se dialogó con el Jefe del laboratorio de Agropecuaria y se tomó el formato propuesto en la sección 4.2.6, formato para el Plan de conservación para equipos, plan para la conservación individual de equipos (se procede a llenar los datos como nombre del equipo, laboratorio, código, descripción, en la parte superior). El Jefe de Laboratorio indicó las actividades a conservar en el equipo, con la ayuda del plan actual de mantenimiento de equipos y el Manual de funcionamiento. Para las labores de conservación preventiva 1 persona, el jefe del laboratorio. Se obtuvo:


- Limpieza general del equipo, como frecuencia luego de cada práctica, ver Manual de funcionamiento SA-300H AUTOCLAVE-Fitopatología, página 9, con una estimación de tiempo de 15 minutos.
- Verificar sensores de temperatura, como frecuencia semestralmente, ver Manual de funcionamiento SA-300H AUTOCLAVE-Fitopatología, página 9, con una

estimación de tiempo de 30 minutos.

- Desarmar y esterilizar cañerías, como frecuencia semestralmente, ver Manual de funcionamiento SA-300H AUTOCLAVE-Fitopatología, página 9, con una estimación de tiempo de 60 minutos.
- Conservación preventiva general del equipo, como frecuencia **semestral** (de acuerdo con el plan anual actual cada seis meses, según la optimización de intervalos óptimos hacerlo cada  $4.47 \approx 5$  meses, véase **archivo B** en la penúltima columna "**P: intervalo óptimo**" del Autoclave del laboratorio de fitopatología – Agropecuaria, sin embargo, se puede seguir manteniendo la frecuencia semestral, dada la poca desviación y se justifica el tiempo, realizando chequeos en estos intervalos de 5 meses) ver Manual de funcionamiento SA-300H AUTOCLAVE-Fitopatología, página 9, con una estimación de tiempo de 480 minutos.
- Para "llenar" el área COSTO, véase **sección 5.3.3. punto 1**. Con respecto a los TIEMPOS, éstos se irán ajustando de acuerdo con los datos reales de las órdenes de trabajo.

En la siguiente tabla se muestra el plan individual del AUTOCLAVE Sturdy, código ESPOL 41027, del laboratorio de Fitopatología – Agropecuaria

**Tabla 5.5 Plan individual de conservación de un equipo vital, autoclave de la FIMCP**

 <p style="text-align: center;">FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN</p> <p style="text-align: center;">PLAN DE CONSERVACIÓN PARA AUTOCLAVE</p> <p>LABORATORIO      FITOPATOLOGÍA - AGROPECUARIA            CÓDIGO DE EQUIPO      41027            DESCRIPCIÓN      AUTOCLAVE STURDY</p>											
ACTIVIDADES POR CONSERVAR	TIPO (1)	FECHA	PERIODICIDAD	MANUAL		HXH	COSTO			TIEMPO	
				Núm*	Pág		Paros	Conservación	Total	Reparación	Conservación
Limpieza general del equipo	P	/	Luego de cada práctica	SA-300H Autoclave	9	15					15
Verificar sensores de temperatura	M	/	semestralmente	SA-300H Autoclave	9	30					30
Desarmar y esterilizar cañerías	P	/	semestralmente	SA-300H Autoclave	9	60					60
Conservación preventiva del equipo	M	/	semestralmente	SA-300H Autoclave	9	480					480
NOTAS: Proveedor (es)      STURDY      (1) TIPO: PRESERVACIÓN PREVENTIVA      P *Manual de funcionamiento SA-300H AUTOCLAVE-Fitopatología      MANTENIMIENTO PREVENTIVO      M											

Fuente: Laboratorio de Agropecuaria, metodología de conservación y herramientas de ingeniería industrial

Para ver escala real **apéndice AH**. Para observar índice de Manual de funcionamiento **de un equipo vital, autoclave de laboratorio de Fitopatología - Agropecuaria de la FIMCP**, ver **apéndice AI**, y lección de

un punto véase **apéndice AJ**.

## **2 Caso estudio de un equipo importante. Balanza electrónica. FIMCP**

Se tomó el formato propuesto en la sección 4.2.6, para la conservación individual de equipos, luego se procede a llenar los datos como nombre del equipo, laboratorio, código, descripción, en la parte superior. A continuación se dialogó con el Jefe del laboratorio de Agropecuaria, quien indicó las actividades a conservar en el equipo, con la ayuda del manual de funcionamiento u operación (en este caso limpieza, ajuste y verificación de la calibración), para el caso de la limpieza estimó un tiempo de 20 min, para luego de cada práctica, cuyos pasos se detallan en el manual de operación KERN EG/EW, versión 1.5 07/02 BALANZAS ELECTRÓNICAS DE PRECISIÓN, página 62; para los ajustes alrededor de 15 min para cada inicio de práctica o según lo indique el profesor, véase el manual de operación páginas 61 y 62; para la verificación de la calibración, se toma como referencia el mismo instructivo en las páginas 61 y 62, se estimó un tiempo de 30 min. De acuerdo con el **plan actual de mantenimiento** el período



Para ver a escala real, **apéndice AK**. Para observar lección de un punto **véase apéndice AL**.

### **Controles**

Para el caso de la preservación preventiva de equipos (“mantenimiento”) se deja el actual del Sistema de Gestión de la Calidad: hoja de control de mantenimiento de equipos PO-FMP0105-1. Ver también **sección 5.4**.

### **3 Caso estudio de recursos triviales. Construcciones de la FIMCP**

Para este caso, cuando se cuenta con varios recursos triviales, se debe hacer un plan por rutas (**sección 4.2.6**). Es más económico atender su conservación por rutas que en forma aleatoria. La economía impacta en forma considerable a toda la FIMCP, pues los recursos triviales, representan alrededor del 70% de los recursos a conservar”. Se utiliza el mismo esquema tanto para equipos como para construcciones. Dada la actual situación, se selecciona el grupo de las construcciones en vez de los equipos.

Por lo antes expuesto, se procedieron a aplicar herramientas de la ingeniería industrial que permitan entre otros puntos:

- Conocer el inventario de las construcciones de la FIMCP (**apéndice B**)
- Planos de la Facultad (**Sección planos**)
- Matriz de criticidad de equipos y construcciones para conocer el impacto de los recursos en la Facultad (**apéndice M**)
- La jerarquización que con respecto a todos los recursos de la unidad educativa tienen las construcciones (**apéndice O**)
- Estudio de tiempos de las actividades de conservación preventiva de construcciones (véase archivo C “**Estudio de tiempos.xls**”)
- Balanceo de las actividades de conservación preventiva de construcciones con respecto al tiempo, cantidad de metros cuadrados y número de auxiliares de servicio (**sección 4.2.5 punto 8**)
- Rediseño de las descripciones de los puestos de los auxiliares de servicios (**apéndice W**) y para ver el



desarrollo de obtención véase **sección 4.2.5 punto 10**.

Con los resultados anteriores se procedió a la realización de los planes semanales de los recursos triviales (véase **apéndice S**). Para ello se tomó el formato de la **sección 4.2.6** Formato para el plan de conservación de construcciones.

### **Explicación para los planes triviales**

Se obtuvo el inventario de construcciones (**apéndice B**), por medio de esquemas y mediciones. Después y de acuerdo con lo descrito en la metodología de la conservación del capítulo cuatro (4) se elabora la Matriz de criticidad (**apéndice M**) para obtener la criticidad o Código máquina (para indicar los recursos críticos que necesitan mayor atención con respecto a la calidad que proporcionan, a este punto se le denomina también Código Máquina) que indica la importancia que para la calidad y productividad del producto tiene el recurso analizado (equipo o construcción), clasificando con puntuación del 1 al 10, por lo que el inventario se puede

formar en 10 grupos (**para los criterios de código máquina véase apéndice J**).

Una vez obtenido el código máquina se combina con el Principio de Pareto y se obtiene **el apéndice O**, jerarquización de equipos y construcciones de la FIMCP. Con esto se comprueba que estos recursos son triviales y que representan el 67.20%, con lo cual, se aplica la política para planes triviales (sección 4.2.6). Sin embargo y previo a ello se tenían algunos problemas:

No existían los diagramas de análisis de los procesos de conservación (limpieza y mantenimiento actuales)

No había un estudio de tiempos de las actividades de conservación preventiva de construcciones ni un Balanceo de las actividades de conservación preventiva de construcciones, con respecto al tiempo y metros cuadrados, para asignar una cantidad de metros cuadrados a los auxiliares de servicio de acuerdo con los tiempos.

### **Solución al problema**

Por lo tanto, se desarrolló un análisis de operaciones en los que se muestran cómo se realizaban estas actividades antes del estudio y cómo deben ser (diagrama propuesto, figura 4.4) para el desarrollo de las actividades en las construcciones; para el caso del “mantenimiento” de equipos, resulta conveniente esperar a que las actuales mediciones den los resultados esperados, estos planes fueron diseñadas para la norma ISO. En el caso de estudio de tiempos se obtuvieron los tiempos estándares, más tarde se realizó el balanceo de actividades que lleva al resultado que se muestra en los **apéndices T**, y en base a esto se elaboraron los planes de conservación de construcciones que se muestran en los **apéndices S**.

### **Control de actividades de construcciones**

Para el **control** de estas actividades se tienen los formatos del **apéndice U**, que son manejados por los encargados de las respectivas áreas de las construcciones, en donde se anota 1 si cumple la labor y 0 si no la realiza, al final estos documentos pasan al Asistente Administrativo quien elabora un informe para el Decano.



### **5.3.5. Procedimiento para la implementación e integración del programa anual de conservación**

**Fase 3: Programación de la integración de la conservación.** En la tabla 5.8 se muestra el formato del Programa anual de conservación (la base para la integración de los planes individuales). Se necesita la siguiente información:

1. Contar con los planes individuales de conservación para equipos y construcciones, en donde se indiquen, las actividades, responsables y fechas, ver **apéndices S y T**.
2. La matriz de jerarquización de equipos y construcciones de la Facultad, **apéndice O**.
3. Los planes contingentes para los equipos vitales e importantes, **sección 5.3.1 y 5.3.2**.
4. Los intervalos de conservación para los equipos (para este caso la optimización de los intervalos de conservación, ver **sección 4.2.5** y los resultados el **archivo B**
5. Planes de requerimientos de insumos y herramientas para los programas de preservación preventiva periódica de construcciones y equipos de la FIMCP, **apéndices I y Q**.



Laboratorio, será el responsable de llevar a cabo el programa mensual de conservación del mes siguiente, basado en el programa anual, también de la solicitud de los materiales para la preservación preventiva de equipos, véase total pedido, **apéndice Q.**

En la sección **4.2.5 punto**, se diseñó la forma en la que se pueden obtener los intervalos de conservación desde un punto de vista técnico.

A continuación, se detalla el procedimiento para la integración de los planes individuales de conservación en un programa anual de conservación:

## **PROCEDIMIENTO**

### **INICIO**

1. Localice la carpeta **Programa propuesto.**
2. Ingresar a la carpeta **C:\PROGRAMA PROPUESTO\PROGRAMACION**, dentro de la cual tendrá el archivo principal **PROGRAMACION ANUAL DE CONSERVACION PROPUESTO. XLS** (hoja

electrónica de Excel ®).

3. Ingrese al archivo **PROGRAMACION ANUAL DE CONSERVACION PROPUESTO. XLS**, haciendo doble clic sobre él y tendrá en su pantalla el programa “listo para trabajar”, este documento se identifica como **POFMP0104-1**, dentro del Sistema de Gestión de la Calidad ISO 9001:2000, la única diferencia es que esta tesis propone mejoras para el plan anual de equipos actual.
  
4. En la columna **TIPO** se encuentra la jerarquización de los recursos que variará con el tiempo, de acuerdo con la calidad de servicio que se espere de los recursos analizados. Para crear un vínculo con la matriz de jerarquización situarse sobre la palabra TIPO y con el botón derecho del Mouse seleccione el comando HIPERVÍNCULO, en donde seguirá la ruta C:\PROGRAMA PROPUESTO\JERARQUIZACIÓN llegando al archivo jerarquización de equipos y construcciones de la FIMCP.



5. De regreso a PROGRAMACION ANUAL DE CONSERVACION PROPUESTO. XLS, en la primera columna del lado izquierdo aparece el título PLAN CONTINGENTE y bajo esta columna se ubican los PLANES DE CONTINGENCIA para los equipos vitales e importantes (los triviales no tienen tanto impacto en la calidad esperada del recurso en el caso de una falla y es más económico atender su conservación por rutas que en forma aleatoria) se pone sobre ella y con el botón derecho del mouse se crea el vínculo (C:\PROGRAMA PROPUESTO \ CONSERVACIÓN \ AGROPECUARIA\fitopatologia\CONTINGENTE)
  
6. Bajo la columna **EQUIPO O CONSTRUCCIÓN**, ubicar los recursos de acuerdo al tipo que pertenece (registrarlo en la columna TIPO), es decir, vital, importante o trivial. En la parte inferior derecha se tiene las iniciales de los tipos de recursos (Vitales V, importantes I, triviales T). Para cada **EQUIPO O CONSTRUCCIÓN**, descritos bajo estos títulos, se los vincula, al ponerse sobre ellos y con el botón derecho del mouse (ratón de la computadora) se crea el vínculo

**C:\PROGRAMAPROPUUESTO\CONSERVACIÓN\**

**AGROPECUARIA\fitopatologia** en donde aparecen los archivos de los planes individuales para cada recurso.

7. Para vincular **el control de las actividades**, se pone sobre uno de los números (1, 2, 3, 4) que aparecen bajo la palabra **MESES** y con el botón derecho del mouse se crea el vínculo (que sigue la ruta **C:\PROGRAMAPROPUUESTO\HOJACONSERVACIONFITOPATOLOGIA**); aparecerá el documento **PO-FMP0105-1 HOJA DE CONTROL DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS**.
  
8. Para el control de las actividades de las construcciones, la cantidad de mano de obra, tiempos, etc., se pone sobre la palabra **CONSTRUCCIONES** (de la columna **EQUIPO O CONSTRUCCIONES**, de los recursos triviales) y con el botón derecho del mouse se crea el vínculo, por medio de la ruta **C:\PROGRAMA PROPUESTO\CONTROL CONSTRUCCIONES**, para el archivo Plan para el control de construcciones

FIMCP.

9. Para anotar los consumos de materiales y herramientas tanto de equipos como de construcciones, es necesario crear un vínculo, como los explicados en los puntos anteriores, en este caso se ubica sobre las frases PLAN DE REQUISICIÓN DE MATERIALES DE EQUIPOS y PLAN DE REQUISICIÓN DE MATERIALES DE CONSTRUCCIONES, se crean los vínculos, y cada vez que regrese a la hoja de trabajo podrá anotar las necesidades de materiales y herramientas en el formato POFMP0106-1 HOJA DE REQUISICIÓN DE MATERIALES Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS, para el caso de los equipos) y para las construcciones uno al indicado en el **apéndice I**.

10. Bajo el título MESES, se colocó el intervalo de conservación (“mantenimiento”). El nuevo programa propuesto tiene como objetivo reducir costos, para ello se tomó como herramienta de cálculo los intervalos óptimos de conservación. Para estos cálculos se tomó

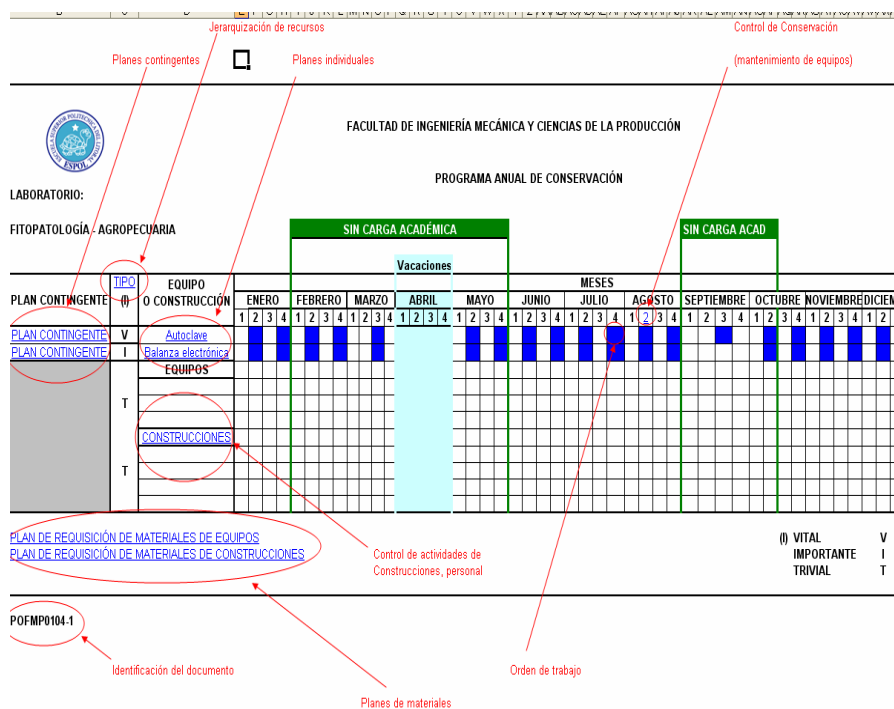
como referencia, de acuerdo con lo que establece el modelo matemático, el actual **Programa del mantenimiento anual de los equipos de laboratorio de la FIMCP**, en los cuales, cada jefe de laboratorio determinó, bajo ciertos criterios técnicos, el intervalo o periodicidad de “mantenimiento” actual.

**11.** Para las órdenes de trabajo se vincula sobre la celda “sombreada” (que intersecta a la fila del recurso por atender (horizontal) con el número de la columna de la semana (1, 2, 3 ó 4)) el intervalo o periodicidad del mantenimiento, en la que se muestran las iniciales OT (orden de trabajo, en este caso rutinaria). Se ubica sobre las iniciales OT y con el botón derecho del mouse se crea el vínculo, por medio de la ruta C:\PROGRAMA PROPUESTO\ÓRDENES DE TRABAJO, para el archivo ORDEN DE TRABAJO RUTINARIA O ESPECÍFICA.

**FIN**

La figura 5.5 muestra la interfase del programa anual de

conservación integrado propuesto.



**Figura 5.4 Interfaz del programa anual de conservación integrado**

### 5.3.6. Implementación de un sistema de órdenes de trabajo

Los trabajos de conservación, sean programados o contingentes, cuyo análisis pueda facilitar la mejora continua de esta función (rutinas, reparaciones por anomalías, ajustes de importancia, etc.) deben tener su origen en un documento escrito que esté basado en un plan de conservación a largo

plazo, como los expuestos en las secciones anteriores. Este documento, llamado orden de trabajo es elaborado en corto plazo, es decir, una o dos semanas antes de que se estime debe empezar la tarea:

**Tabla 5.9 Orden de trabajo de conservación**

	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN</b> <b>ORDEN DE TRABAJO DE CONSERVACIÓN</b>		<b>ORDEN NUM</b> _____
			<b>RUTINARIA</b> _____
			<b>ESPECÍFICA</b> _____ <b>PRIORIDAD</b> _____
<b>TRABAJO A EJECUTAR</b> _____ _____			
<b>VALES PARA MATERIAL</b> _____ <b>ANEXOS</b> _____			
<b>COSTO ESTIMADO</b> _____ <b>TIEMPO ESTIMADO</b> _____			
<b>TRABAJO REALIZADO</b> _____			
<b>FECHA</b> _____		<b>COSTO REAL</b> _____	<b>DIFERENCIA</b> _____
<b>TIEMPO REAL</b> _____		<b>DIFERENCIA</b> _____	
<b>OBSERVACIONES</b> _____ _____			
<b>ENTREGUE</b> <b>RESPONSABLE DE LA EJECUCIÓN</b>		<b>RECIBI</b> <b>RESPONSABLE DE PRODUCCIÓN</b>	
<b>PROYECTÓ</b>	<b>REVISÓ</b>	<b>AUTORIZÓ</b>	

Este formato contiene cuando menos los siguientes datos, para ser llenados antes y después de la realización de la tarea:

- El número, tipo y prioridad de la orden, y los anexos que contiene (planos, dibujos, etc.)
- Explicación detallada del trabajo por ejecutar, su tiempo y

costos estimados.

- Explicación detallada del trabajo ejecutado, su tiempo y costos reales.
- Lugar para los nombres y firmas del que entregó y recibió el trabajo ejecutado y a satisfacción.
- Lugar para los nombres y firmas del personal que proyectó, revisó y autorizó la orden.

Para las órdenes de trabajo: **Rutinarias**, y **Específicas** se utiliza el formato antes explicado.

### 1. Órdenes de trabajo rutinarias

Se atienden en forma rutinaria, pues, estas forman parte del plan de conservación propuesto y generalmente, después de ejecutadas, vuelven a repetirse con la frecuencia con la que se les ha asignado en el mencionado plan, hasta terminar con el tiempo de vida útil del equipo al cual se refieren. Se almacenan en las carpetas existentes en las áreas en que se encuentran.

## 2. Órdenes de trabajo específicas

Se elaboran para la atención de alguna acción contingente (plan contingente, **sección 5.3.1 y 5.3.2**), o para dar respuesta a alguna solicitud de trabajo o reporte de anomalías elaborados por el personal de conservación; en este último caso deben ser preparadas por el proyectista de conservación analizando a fondo el problema, es decir, si al proyectista le llega un reporte de anomalías correspondiente a una máquina vital o importante a la cual se le ha notado un funcionamiento defectuoso, pero sin perder aún la calidad del servicio que se espera de ella, procede a obtener la información que sobre este recurso existe en su tarjeta de registro, la analiza y, si lo considera necesario, irá al lugar en donde está instalada la máquina, la inspeccionará, le hará pruebas y todo lo que estime conveniente, hasta determinar el trabajo que deba ejecutarse para corregir la falla, expidiendo la orden de trabajo específica con la documentación que se estime necesaria. Si el estudio demuestra que la rutina de conservación es inadecuada, corrige el plan de conservación correspondiente.



#### **5.4. Control del programa de conservación integrado**

El control comprueba que las personas y los recursos físicos y técnicos estén llevando a cabo lo planeado en el tiempo considerado, con o sin desviaciones de la norma predeterminada.

Se debe verificar el desempeño del personal durante la ejecución de las órdenes de trabajo para corroborar su calidad, así como detectar si los recursos físicos presentan deficiencias de diseño, instalación, funcionamiento, fiabilidad o mantenibilidad. Para esto es indispensable apoyarse en los supervisores, los cuales, tienen la posibilidad de conocer si se está cumpliendo la calidad y productividad esperadas. Su labor es preponderantemente táctica debiendo estar alertas para identificar, desde su inicio, los problemas que puedan suscitarse (ellos deben escoger el personal adecuado al trabajo por realizar, combinar sus destrezas, planificar las variaciones que se originen, corroborar que materiales, herramientas o instructivos, se hayan obtenido con oportunidad y estén siendo correctamente empleados; así como comprobar el avance de los trabajos con respecto al tiempo estimado). Terminado el trabajo, comprobarán que éste haya quedado bien y que el responsable de la operación esté conforme con el mismo, procediendo a liquidar o requisitar la orden de trabajo respectiva, anotando en ella las

observaciones que estimen puedan ayudar a los altos niveles de planeación para conseguir mejorar ésta. En es nivel de supervisión es donde se conocen los resultados de la conservación y es necesario que éstos sean anotados lo más rápidamente posible en sus respectivos registros para que contengan información realista y actual, a fin de que sirvan de base a la estadística y a la preparación de los diferentes informes de resultados, tanto los estratégicos que sirven a la alta dirección, como los tácticos al servicio de la gerencia y del mismo personal de conservación; todo esto con las herramientas y procedimientos de control autorizados por la Facultad.

#### **5.4.1. Gráfica de control de calidad del mantenimiento del servicio**

Cuando las expectativas en cuanto al servicio cambian, las labores de mantenimiento deben adecuarse. Es necesario puntualizar que existe una relación muy estrecha entre equipo y servicio, pero nuestro enfoque debe dirigirse a este último que, a fin de cuentas, es al que debemos mantener dentro de la calidad que se desea. Si se consideran las ideas anteriores, se pueden trazar las gráficas de control de calidad del servicio.

Cuando la gráfica de control incluye tres puntos consecutivos en el tiempo que permanecen unidos al óptimo o la media ( $\bar{X}$ ) se dice que hay adherencia al valor central. Si existen tres valores consecutivos que forman una línea hacia el límite de control superior o inferior se dice que hay una tendencia hacia el límite correspondiente, lo cual debe atenderse porque puede llegarse a salir de los límites y caer a un mantenimiento correctivo.

#### **5.4.2. Controles de los procesos de preservación de vitales, importante y triviales. Aplicaciones.**

En esta sección se definirá uno de los puntos que conforman el ciclo PHVA, como es la verificación por medio del control de los procesos de conservación.

##### **1. Controles para la preservación preventiva periódica de equipos. Aplicaciones.**

Para la preservación de equipos (“mantenimiento”) se

utiliza la documentación del sistema de calidad: **hoja de control de mantenimiento de equipos PO-FMP0105-1**

## **2. Controles para la preservación preventiva periódica de construcciones. Aplicaciones.**

Para el caso del control de las actividades realizadas por los auxiliares de servicio se cuenta con el control de los **apéndice U**, Control de actividades de los planes de conservación de las construcciones, en donde consta el nombre del Auxiliar de Servicio, nombre del área y del responsable; la hora, días en que se deben cumplir las labores y el lugar donde se marca 1 si se realizan las actividades o se marca 0.

### **5.5. El Supervisor en el trabajo**

Cada trabajador del área de conservación de la FIMCP, debe conocer el papel que se espera que él desarrolle y cuál es su ubicación en el grupo de trabajo, además de los conocimientos y habilidades que debe poseer. Es por este motivo que el supervisor juega un papel muy importante. Los objetivos generales de un

supervisor se enfocan a auxiliar al nivel gerencial en las labores técnico-administrativas del departamento a fin de:

- Asegurar la obtención de grupos y equipos humanos de trabajo, con conocimientos, habilidades y actitudes adecuadas al logro de la calidad y productividad de servicio esperadas.
- Asegurar la óptima instalación y recepción de equipos, instalaciones y construcciones participando en la realización y verificación de los trabajos necesarios para consolidar la expansión de la FIMCP con calidad y oportunidad.
- Indicar y ayudar en los trabajos de preservación y mantenimiento, auxiliado por el personal asignado (jefes de los laboratorios y auxiliares de servicio) y según las indicaciones de su jefe inmediato a través de la atención al programa de conservación.

Para obtener los objetivos del puesto, el Supervisor desarrollará actividades como las que aquí se analizan y las cuales representan las más comunes al iniciarse la atención a una orden de trabajo.

1. Al presentar una orden de trabajo se presenta con su personal en el Taller para recibir la documentación, herramientas y materiales necesarios.

2. Atiende las instrucciones de su jefe inmediato sobre el trabajo a desarrollar y la fecha en que debe terminarse.
3. Analiza la orden de trabajo y comprueba que la cantidad y calidad de recursos (humanos, físicos y técnicos) con que cuenta, sean los adecuados para llevar a buen término el trabajo.
4. Divide el trabajo y determina cuál deberá atender directamente y cuál cada trabajador de su área de responsabilidad.
5. Se traslada junto con sus recursos al lugar en donde debe hacer el trabajo.
6. Coordina las acciones para que cada técnico empiece a hacer la labor que le fue asignada y ejecutará la que él mismo se asignó.
7. Se interrelaciona con cada técnico para comprobar si no tiene problemas para conseguir la productividad y calidad esperadas.
8. Informar a su jefe las novedades que se hayan presentado (ausencias, permisos, falta de herramientas o materiales, etcétera).
9. Al terminar una orden de trabajo la “liquida” y entrega a su jefe junto con las herramientas y materiales sobrantes.
10. Esporádicamente auxiliará a su jefe inmediato a fin de determinar cuáles de los técnicos dentro de su área de responsabilidad necesitan ser mejorados en sus conocimientos y habilidades (en qué, por quién y cuándo).

11. Con la frecuencia que resulte necesaria, instruye teórica y prácticamente a los técnicos que así lo requieran.

El supervisor asiste a los niveles gerenciales en todas las áreas básicas y derivadas de la instalación, recepción y conservación de los recursos físicos de la empresa. Sus acciones están apoyadas en la confianza que le tiene su jefe inmediato, ya que ésta es la base sobre la que se desarrolla la actuación de los supervisores.

Un buen supervisor debe poseer y desarrollar estos atributos esenciales:

- Conocimiento del trabajo.
- Conocimiento de sus responsabilidades.
- Habilidad para instruir.
- Habilidad para comunicar
- Habilidad para mejorar los procedimientos de trabajo.

## **5.6. Organización del departamento de conservación**

Para el desarrollo de los planes y procesos de la conservación integral se debe establecer el personal necesario, con sus responsabilidades, dentro de un marco económico que proporcione

la productividad esperada en el departamento de conservación (o mantenimiento) de la Facultad. En la figura anterior se muestra cómo debe estar estructurado el departamento de conservación en la FIMCP (ver organigrama propuesto en el **apéndice AM**)

#### **5.6.1. Análisis de cada función propuesta para el departamento de conservación (mantenimiento) de la FIMCP**

##### **Decano**

Los mostrados en el Manual de funciones de la ESPOL, y la interrelación que exista con respecto a los planes de conservación (construcciones y equipos actuales)

##### **Jefe de Conservación**

Planear, organizar, dirigir y controlar todas las operaciones de conservación realizadas en la Facultad asegurando que todos los recursos humanos, técnicos y físicos estén proporcionando el margen de calidad de servicio esperado dentro del marco económico adecuado; para ello dicha gerencia coordinará las acciones de los departamentos de centro de planeación y control, de conservación mecánica, eléctrica y general, etc., y buscará la cooperación y apoyo del



resto de departamentos de la FIMCP y ESPOL.

**Actividades:**

- Participar en la elaboración e interpretación de las políticas de conservación de la FIMCP-ESPOL.
- Analizar el estado de los recursos de la unidad académica y de las oportunidades de mejora, bajo el punto de vista de fiabilidad y mantenibilidad de éstos.
- Auxiliar a los jefes de los laboratorios, coordinador de apoyo de administrativo, auxiliar administrativo, supervisor de conservación, para definir: el cambio de equipos o instalaciones obsoletas; fechas de paro y tiempos necesarios de los que se considere deberán estar sujetas a trabajos de conservación programada; fechas de recepción y puestas en servicio de nuevos equipos, instalaciones y construcciones que quedarán a cargo de la gerencia de conservación; análisis de la correcta calificación del índice ICGM (RIME); elaboración de los inventarios de equipos, instalaciones y construcciones (recursos) por conservar, corroborando la correcta aplicación del criterio de jerarquización utilizado que esté

de acuerdo con la calidad de servicio que deba proporcionar cada uno de dichos recursos con respecto al conjunto; calificación del costo por paro de cada uno de los recursos por paros de cada uno de los recursos vitales e importantes.

- Elaborar el presupuesto de conservación de la Facultad y ponerlo a consideración del Decano, hasta obtener su aprobación.
- Elaborar el plan y programa anual de conservación, de acuerdo con el presupuesto autorizado.
- Analizar mensualmente los costos de conservación contra el costo de paro, corroborando que se han tomado las acciones necesarias para corregir las desviaciones.
- Estar informado de los equipos, instalaciones y construcciones que presenten fallas y del por qué de las mismas, corroborando que se están tomando las medidas adecuadas.
- Conocer y decidir sobre los asuntos que sometan o deban someter a su consideración los funcionarios a sus órdenes.
- Corroborara que el personal de la gerencia de conservación está cumpliendo con los programas de

trabajo y de acuerdo con las normas técnicas establecidas.

- Calificar anualmente los méritos del personal a sus órdenes directas y analizar las calificaciones de méritos del resto del personal de la gerencia de conservación, tomando acciones de acuerdo con las políticas de la gerencia de personal.

### **Jefatura del centro de Planeación y Control.**

Planear, organizar, dirigir y controlar todas las operaciones que deban desarrollarse en el centro de planeación y control, interrelacionando y coordinando los recursos técnicos y administrativos del mismo, con base en los resultados obtenidos, para que de esta acción se derive un aumento constante de la productividad del equipo y construcciones puestos a su cuidado.

### **Actividades:**

- Elaborar el plan de conservación a largo plazo (estratégico) y el programa anual de conservación, éste último de acuerdo con el presupuesto autorizado.
- Coordinar la elaboración y puesta en marcha de los

programas mensuales de conservación, de acuerdo con el programa anual.

- Conocer cuál es el funcionamiento al detalle de la bodega de conservación, así como de la idoneidad de stock, que contiene y de las requisiciones urgentes de partes y repuestos para tomar las acciones correctivas necesarias.
- Analizar mensualmente los costos de conservación contra los costos por paro, tomando las acciones necesarias para corregir desviaciones.
- Poner en marcha y coordinar los programas mensuales de conservación, derivados del programa anual.
- Analizar y proponer la posibilidad de mejora de equipos, instalaciones y construcciones, en coordinación con los demás departamentos involucrados.

Para desarrollar sus actividades, esta jefatura tiene a sus órdenes dos secciones: la administrativa y la técnica; por lo que respecta a la sección administrativa la auxilian tres subsecciones veamos las funciones de la primera:

### **APOYO**

Esta sección interviene en todo lo relativo al desarrollo de

recursos humanos y al aspecto laboral; por lo tanto sus actividades son las siguientes:

**Actividades:**

- Apoyar al Decano en el reclutamiento y selección del personal de conservación.
- Investigar las necesidades de capacitación del personal de conservación y proponer su desarrollo al Decano.
- Auxiliar al Decano en el establecimiento de planes directores de capacitación y adiestramiento del personal de conservación, que permitan un desarrollo equilibrado del mismo.
- Evaluar la capacitación impartida e informar los resultados.
- Atender, en primer lugar, los problemas de relaciones laborales del personal de conservación y coordinar su solución con el Decano.
- Elaborar las tarjetas de asistencia del personal de conservación.
- Controlar la asistencia del personal de conservación.
- Elaborar, analizar y aplicar los correctivos adecuados a las acciones del personal de conservación, cuando existan

desviaciones en su asistencia, comportamiento, atrasos, etc., de acuerdo con las políticas establecidas.

### **INFORMÁTICA**

Esta sección interviene en la recepción, registro y conservación de la información necesaria para el desarrollo de los trabajos de conservación en los recursos de la Facultad; asimismo elabora la estadística, trabaja con costos y proporciona la información que se le solicite sobre sus funciones; por lo tanto, sus actividades son las siguientes:

#### **Actividades:**

- Diseñar, operar y mantener el banco de datos de conservación, el cual, deberá contener la relación de los equipos, instalaciones y construcciones calificados como vitales e importantes, así como las tarjetas de equipos correspondientes, incluyendo manuales, catálogos e informe de proveedores y fabricantes de maquinarias y repuestos.
- Recopilar toda clase de datos sobre fallas, su frecuencia e incidencia, lugares de presentación, costos de paro, tiempo y costos de reparaciones efectuadas, etc., con

objeto de elaborar la estadística correspondiente.

- Archivar oportunamente la documentación del banco de datos (planos instructivos, instrucciones, inventarios, etc.)
- Actualizar permanentemente el banco de datos.
- Procesar toda clase de datos para facilitar las labores de conservación de la Facultad.
- Llevar a cabo el manejo de la correspondencia y archivos del centro de planeación y control.
- Elaborar el sistema de calificación de eficacia, de los trabajos de conservación.
- Elaborar la estadística de conservación de la FIMCP.
- Elaborar las diversas gráficas que muestran los resultados de las labores de conservación.
- Informar con oportunidad de las desviaciones que muestren las gráficas de control de resultados sobre las operaciones de conservación.
- Elaborar, con el auxilio de los diferentes departamentos de conservación, el presupuesto anual de costos para presentarlo al Decano a fines de noviembre de cada año para obtener su aprobación.
- Calcular y actualizar el costo de la hora-hombre de conservación.

- Elaborar y actualizar la lista de precios de materiales y refacciones necesarias para la conservación de los recursos de la unidad académica.
- Analizar los costos de conservación, confrontando los resultados presupuestados con los reales e informando las desviaciones.
- Establecer y controlar el sistema de costo de paros por cada recurso calificado como vital o importante, coordinando para el efecto con involucrados en los procesos y finanzas (contabilidad).
- Valorar y asignar los valores líquidos a los factores de costos respectivos.
- Asignar a las tarjetas de equipos el material, repuestos y horas-hombre utilizados para cada una de estas al efectuar las labores de conservación.
- Actualizar en forma permanente las órdenes de trabajo de conservación informando al departamento contable de los gastos realizados en estos renglones y las cuentas a las que deben ser cargados.
- Elaborar el informe diario de averías, conforme a lo informado por los encargados de los recursos.
- Informar mensualmente sobre los cinco equipos,



instalaciones y construcciones con paros más prolongados, los cinco con paros más frecuentes y cinco con los paros más costosos.

- Controlar que los sistemas de comunicación operen correctamente en la gerencia de conservación.

## **SERVICIOS**

Esta sección interviene en todo lo que corresponde al almacén, liquidación de rutinas y órdenes de trabajo; por lo tanto, sus actividades son las siguientes:

### **Actividades**

- Establecer con la coordinación del departamento técnico el stock de materiales, repuestos y herramientas necesarias para la conservación de los recursos de la empresa.
- Operar y controlar el stock para la conservación, tanto en existencia como en el correcto empleo de los mismos.
- Elaborar un récord de la calidad y rendimiento de las diferentes marcas y tipos de refacciones (repuestos, materiales, combustibles, lubricantes, etc.) usados para la conservación.
- Elaborar y tramitar las requisiciones de compra de

materiales y refacciones de acuerdo con las soluciones y especificaciones del centro de planeación.

- Llevar el récord de consumo de energía, combustible y lubricantes de la empresa y tomar las medidas correctivas necesarias.
- Informar mensualmente respecto a los materiales de mayor consumo y las partes que se cambian con más frecuencia.
- Controlar los consumos de la Facultad en lo correspondiente a las refacciones, materiales, combustible, energía, etc., para dar recomendaciones y disminuir el desperdicio.

Por lo que respecta al departamento técnico, éste se divide en dos secciones, la de planeación y la de control; veamos la primera de ellas:

### **PLANEACIÓN**

Interviene en todo lo relativo a la planeación estratégica de la conservación de la FIMCP (planes contingentes, individuales y por rutas) definición de normas, elaboración de inventarios y del programa anual de conservación, por tanto, sus

actividades son las siguientes:

### **Actividades**

- Analizar anualmente la situación técnica de los recursos de la Facultad y su normalización, bajo el punto de vista de su fiabilidad y mantenibilidad.
- Analizar y definir el stock de materiales, refacciones y herramientas que deben existir en el almacén de conservación de la FIMCP-ESPOL, tomando en cuenta los aspectos económicos y de calidad de servicio que se espera de los equipos y construcciones por conservar, coordinando esta situación con el asistente administrativo.
- Elaborar el inventario de recursos por conservar.
- Jerarquizar el inventario con objeto de definir cuáles son los recursos vitales, cuáles los importantes y cuáles los triviales.
- Elaborar la planeación estratégica de la conservación de la unidad académica (planes contingentes, individuales y por rutas) definición de normas.
- Elaborar el programa anual de conservación.
- Efectuar un análisis permanente de materiales, refacciones, herramientas y procedimientos usados en las

labores de conservación, con objeto de recomendar las mejoras necesarias a los mismos.

- Revisar constantemente la disposición de los recursos de la empresa y de sus talleres de reparación, para verificar si se han obtenido nuevos equipos, instalaciones o construcciones, a fin de considerarlos dentro del plan estratégico de conservación.
- Elaborar los dibujos y diseños que requiere la Facultad para mejorar su distribución de planta, coordinando esta labor con las jefaturas involucradas.
- Opinar sobre la fiabilidad de los recursos que se piensen adquirir.
- Desarrollar los estudios económicos necesarios en coordinación con el departamento administrativo del centro de planeación y control, para definir dónde es necesario establecer redundancias en los equipos, sistemas o subsistemas de los recursos físicos sujetos a conservación, a fin de asegurar el servicio vital.
- Elaborar en coordinación con los diferentes departamentos de conservación, los planes contingentes para la atención emergente durante las fallas de los recursos vitales.
- Decidir, en coordinación con los jefes departamentos, las

prioridades de los servicios de contingencia que se susciten en la FIMCP.

- Elaborar los proyectos necesarios y diseño de refacciones para la conservación de los recursos, coordinando su producción con los jefes de los laboratorios y talleres existentes.
- Elaborar las normas e instructivos técnicos que respalden la correcta ejecución de los trabajos de conservación.

## **CONTROL**

Interviene en todo lo relativo a la inspección y análisis de resultados.

## **Actividades**

- Controlar el programa anual de conservación.
- Elaborar los planes y programas de inspección de la conservación para corroborar la adecuada ejecución de esta función.
- Corroborar que los procedimientos establecidos para atender la conservación, se estén realizando con la calidad y cantidad adecuada de recursos, informando a la

superioridad sobre las desviaciones detectadas.

- Interpretar las estadísticas de conservación de la Facultad y pasar los datos oportunamente a las gráficas correspondientes.
- Analizar la posibilidad de racionalizar movimientos, acortar distancias, normalizar partes, herramientas, etc.

### **CONSERVACIÓN CONTINGENTE PROGRAMADA**

Con respecto a las funciones de conservación contingente y de conservación programada debemos considerar que cada departamento desarrolla estas funciones en su especialidad y en los laboratorios y construcciones.

#### **Jefatura de conservación (Jefes de laboratorios)**

Programar, organizar, dirigir y controlar las actividades que sobre los aspectos de conservación, tanto programada como contingente, se desarrollan en los recursos de la empresa, asegurando el margen de calidad de servicio que éstos deben estar proporcionando; coordinando esta jefatura sus actividades con el resto de las jefaturas de conservación (eléctrica, mecánica, general, etc.)

**Actividades:**

- Elaborar y programar las órdenes de trabajo y rutinas, expedidas por el centro de planeación y control.
- Con base en los programas, asegurar la coordinación de los recursos humanos, físicos y técnicos para conseguir los resultados esperados.
- Asignar los recursos humanos, físicos y técnicos adecuados a las labores que debe realizar su jefatura.
- Corroborar en el terreno que el personal a sus órdenes esté desarrollando sus labores, en tiempo, lugar y calidad indicados, así como utilizando las herramientas y materiales adecuados.
- Organizar el envío a almacenes de las partes y piezas recuperadas para su futura utilización.
- Verificar que los tiempos y costos empleados en las labores, corresponden a los patrones y presupuestos establecidos.
- Especializar al personal por tipos de recursos determinando su área de acción.
- Coordinar con el centro de planeación y control el diseño de partes y piezas de equipos que deben ser modificados,

recuperados y/o fabricados.

- Verificar la calidad de los trabajos de su área de responsabilidad, tanto de los de personal interno como de los ejecutados por contrato en talleres o por personas no pertenecientes a la empresa.
- Informar diariamente por escrito de los trabajos desarrollados en la jefatura.

#### **Actividades de conservación contingente**

- Ejecutar las labores contingentes de acuerdo con el plan asignado, a fin de rehabilitar en forma segura y rápida la calidad de servicio que debe entregar el recurso con falla.
- Elaborar la orden de trabajo que resulte y la información necesaria para discutirla con el jefe inmediato y enviar la documentación resultante al centro de planeación y control.

#### **Actividades del personal de conservación programada.**

- Ejecutar las labores de conservación de pasillos,



corredores, construcciones, equipos en la Facultad.

- Hacer los trabajos de conservación de herramientas utilizadas para el trabajo de conservación desde el punto de vista del personal de usuario.
- Realizar rutinas de lubricación de los recursos de la empresa de acuerdo con las normas establecidas.
- Ejecutar los trabajos programados y ordenados por las rutinas y órdenes de trabajo específicas, elaboradas por el centro de planeación y control.
- Participar en el montaje y desmontaje de maquinarias y equipo.

A los Auxiliares de Servicio se les rediseñaron las descripciones del puesto, ver **apéndice W**, con el fin de que se tenga un contenido realista y actualizado.

### **5.7. Elaboración del cronograma de implementación**

Con este plan se desean dejar establecidos los puntos necesarios para poner en marcha el programa anual de conservación integrado propuesto en el actual estudio.

### 5.7.1. Planificación

Los puntos en los que se basa esta planificación son:

#### **Apertura del programa:**

El Decano es el encargado de anunciar la nueva filosofía y comprometerse en la ejecución del mismo. Podrá delegar a un profesor conocedor del tema de la Conservación (o a un tercero) para el dictado de los cursos o talleres introductorios, de difusión, explicativos, etc., que se refieren a la nueva filosofía a implantar.

Los pasos en que se desarrollará este ítem consiste en:

- Anuncio del Decano de la Facultad sobre la decisión de introducir y establecer un sistema integral de Conservación en la FIMCP.
  
- Realizar un curso de lanzamiento, introducción, difusión y concientización de crear una cultura de participación para la aplicación de la nueva filosofía de Conservación.

**Determinación de los recursos de la campaña:**

- Luego del conocimiento de los puntos introductorios de la Conservación, se procede a preparar los materiales para la campaña “Aplicación de una nueva filosofía de Conservación”

**Explicación de la nueva metodología:**

- Cursos de capacitación sobre la Metodología de Conservación y las herramientas de Ingeniería Industrial, que consistirán en talleres de aplicación.
- Cursos de Motivación a los trabajadores y de Integración con proveedores, clientes, etc.
- Talleres para la planificación y futura ejecución de las actividades de la nueva filosofía de Conservación

**Cada curso o taller para capacitación o motivación tendrá el siguiente esquema:**

- Objetivos del curso o taller

- Introducción
- Explicación detallada del programa
- Aplicaciones, preguntas y participación
- Conclusiones y recomendaciones.

**Cada reunión para la planificación y ejecución tendrá el siguiente esquema:**

- Objetivos de la reunión para la planificación o ejecución.
- Introducción
- Explicación detallada de los beneficios a obtener con la nueva filosofía.
- Participación de los asistentes para conocer la forma óptima para la organización de los recursos, responsables, tiempos de entregas de materiales, de desarrollo de actividades, estimados, etc., en el programa de conservación.
- Conclusiones y recomendaciones.

### **5.7.2. Cronograma de implantación**

Con la ayuda de un diagrama de Gantt se obtiene el

**apéndice AN**, el cual, se lo desarrolló de la siguiente manera:

- En la columna izquierda (**ACTIVIDADES**) se ha desarrollado un listado con diez (10) actividades, en el caso de implantación del proyecto.
- En las siguientes columnas se determinó el tiempo disponible para el cronograma de implantación, y la duración para cada una de las diez actividades, en donde **S** indica la semana en la que se realice el evento.
- En la parte derecha se observa la columna de los costos.

### **5.7.3. Costos de los cursos en el programa de implantación**

Los costos para el dictado de los cursos fue tomado en base a un valor de \$30,00/hora, más \$100,00 por refrigerio y \$100,00 por materiales. En total suman **\$3900,00** (tres mil novecientos dólares americanos). Todos estos costos se los puede apreciar en el **apéndice AN**.

# CAPÍTULO 6

## 6. RESULTADOS

### 6.1. Resultados esperados con los planes de conservación

A continuación se hará una división para la explicación de los resultados teóricos y los prácticos de la implementación del programa de conservación.

#### 6.1.1. Resultados teóricos preliminares.

Al inicio de la tesis se indicaban los siguientes beneficios:

- Reducir costos, estandarizar actividades de los procesos en estudio, mejorar la atención a los clientes y reducir las actividades que no agregan valor a los procesos.
- Planificar, gestionar, organizar y controlar los procesos de Conservación de la FIMCP.
- Disponer de una metodología de conservación y herramientas de la ingeniería industrial para mejorar los procesos de forma continua.

- Gestionar la mejora continua en los procesos objeto de este estudio.

Con la aplicación de la metodología de la Planeación y Control de la Conservación y de las herramientas de la ingeniería industrial se demuestra que todos estos beneficios teóricos son consistentes con los beneficios expuestos en la tesis.

La demostración práctica de los resultados se la desarrolla en la siguiente **sección (6.1.2)**.

### **6.1.2. Resultados prácticos esperados**

#### **1. Inventario jerarquizado de las construcciones y planos actuales de la FIMCP**

Para obtener el inventario de las construcciones (o edificaciones) se tuvo que realizar las mediciones en las diferentes áreas de la Facultad, véase planos de la FIMCP (**sección planos**), pues, se necesitaba de esa información para la identificación de los lugares, para el

balanceo de actividades de los auxiliares de servicio, los estudios de jerarquización, para el rediseño de descripciones de puestos y para futuras mejoras.

## **2. Obtención del índice ICGM simplificado.**

El ICGM es muy importante porque permite jerarquizar la expedición de las labores de conservación de acuerdo con su importancia relativa, y con ello la elaboración racional del presupuesto anual para los gastos de conservación, esto se explica si se considera que, por estudios económicos de la ESPOL, se determina disminuir el presupuesto de gastos de conservación en un X%; esto obliga a considerar los trabajos de la FIMCP con los ICGM más altos hasta que éstos agoten el presupuesto autorizado (aquí se observa claramente la racionalización del presupuesto para aplicarlo en aquellos trabajos de conservación que lo hagan más eficaz).

## **3. Jerarquización de los recursos de la FIMCP**



Esta jerarquización se basa en la calidad de servicio que deben proporcionar los recursos de la Facultad a los clientes, para ello se diseñó, validó y aplicó el formulario del **apéndice F**, de acuerdo con la metodología de la conservación. Se combinó el código máquina (para criterios del código máquina, **ver apéndice J** y para los resultados **apéndice M**) con el principio de Pareto con lo que se obtiene el inventario jerarquizado de conservación de recursos (vital, importante y trivial, véase **apéndice O**)

En síntesis, la jerarquización de los recursos a conservar nos permite racionalizar la planeación de la conservación en toda la FIMCP, pues, se obtiene la clasificación de los recursos (en vitales, importantes y triviales) y con ello se aplica un plan específico para cada uno, lo que lleva a reducir considerablemente los gastos de Conservación por la aplicación de la metodología que proporciona la calidad de servicio que los clientes esperan, y conocer el impacto que cada recurso tiene en la FIMCP (**sección 4.2.5.**). La jerarquización podrá variar en el tiempo dependiendo de la calidad de servicio esperada del recurso, por parte del cliente.

#### **4. Eliminación de las actividades que no agregan valor a los procesos.**

Para la preservación preventiva periódica de construcciones se observa la eliminación de actividades que no agregaban valor al proceso de acuerdo con las recomendaciones expuestas; con respecto a la de equipos se necesita revisar los resultados de los controles para conocer cuán efectivo es y si es el caso cambiar, mantener o mejorar el proceso. A lo largo del trabajo se busca la eliminación de actividades que no agregan valor ya sea redefiniendo descripciones de puestos (**apéndice W**); aplicación de herramientas de conservación e ingeniería para, por ejemplo, jerarquizar los recursos y atenderlos de acuerdo a su importancia, etc. La reducción o eliminación de actividades que no agregan valor permite obtener procesos flexibles, en donde se identifiquen claramente las entradas como materiales y herramientas a utilizar, definir actividades que se adapten a los requerimientos de los clientes, establecer procedimientos y con ello estandarización; mejores controles de las actividades y de los recursos

involucrados, seleccionar los indicadores que se necesitan, englobar los procesos en un ciclo de mejora continua.

**5. Entrega a tiempo de los recursos necesarios para los planes de conservación.**

Abarca el área de preservación preventiva periódica de construcciones (o edificaciones) y equipos de laboratorios de la FIMCP, a nivel de pregrado, como apoyo al servicio de docencia. Para ello, se obtuvieron los planes de requerimientos de materiales anuales (**véanse los apéndices I y Q**) sobre la base de los formularios para el estudio de los materiales para los planes de conservación (**apéndice H**) y para el desarrollo de los planes de conservación análisis de criticidad, conservación y jerarquización, sección materiales (**apéndice F**), con la finalidad de gestionar y controlar los recursos para su eficiente asignación, pues ellos son inputs claves (críticos) de los procesos de conservación, **sección 4.2.6.**

**6. Definición y comunicación de funciones y responsabilidades del personal, de acuerdo con las actuales necesidades de la Facultad**

El manual de funciones de la ESPOL 2006, sirvió de base. En el proceso de preservación preventiva periódica (PPP) de construcciones se tuvo que **rediseñar la descripción del puesto de los auxiliares de servicio**, dados los nuevos requerimientos de conservación **apéndice w**, en donde se le indica las labores o actividades adicionales a desarrollar, legalmente justificadas.

**7. Conservación de la Infraestructura de la FIMCP, de acuerdo con el alcance de este estudio, necesaria para lograr la conformidad con los requisitos de la norma ISO 9001:2000.**

La infraestructura incluye construcciones (o edificaciones), espacio de trabajo y equipos de los laboratorios. Se diseñaron e implementaron los planes individuales y programa integral de conservación, con

sus respectivos formatos con el fin de tener un mejor control de los procesos enfocándose en la mejora continua y satisfacción de los clientes.

#### **8. Estudio de tiempos y análisis de las actividades de los procesos de conservación para la estandarización (de construcciones y equipos de la FIMCP)**

El estudio de tiempos permite establecer tiempos estándares, para este caso con la ayuda de modelos lineales, para efectuar las actividades de preservación preventiva periódica de construcciones y justificar el tiempo que necesita cada Auxiliar de Servicio para realizar sus labores y junto al análisis de los procesos conservación identificar y eliminar actividades que no le agregan valor. Para el caso de los equipos, se consideró el tiempo estimado de la preservación preventiva. Para ello se obtuvo el flujograma del proceso de preservación preventiva periódica de construcciones propuesto, de acuerdo con la **observación directa** y encuestas a los Auxiliares de Servicio (**apéndice D**); además sirvió para

definir las actividades elementales del proceso de preservación preventiva periódica de construcciones para el estudio de tiempos (**sección 4.2.5**); para el caso de la preservación preventiva periódica de equipos se realizó los comentarios del caso, en la misma sección.

#### **9. Balanceo de procesos de preservación preventiva periódica de construcciones de la FIMCP**

Con la ayuda del estudio de tiempos y análisis de las actividades de los procesos de conservación para la estandarización (de construcciones de la FIMCP), mostrados en el punto anterior (**8**), se realizó el balanceo de actividades para el proceso de preservación preventiva periódica de construcciones con ello se logró **equilibrar** la asignación de actividades para cada auxiliar de servicio con respecto a los tiempos estándares y metros cuadrados de construcciones de la FIMCP.

#### **10. Control y reducción de costos. Lograr el costo mínimo total por la Optimización de los intervalos de Conservación**

Consiste en el abandono del empirismo en favor de un sistema de obtención de períodos óptimos de conservación preventiva, basado en la minimización del factor económico que es el costo. Se fundamentan en costos anuales mínimos y como se trata de optimización, la revisión periódica de los cálculos (con el pasar de los años surgen datos cada vez más consistentes de las fallas de los equipos) conducirá a un proceso iterativo que tenderá realmente a minimizar los costos totales necesarios para mantener los equipos operando en condiciones adecuadas y seguras.

**11. Se establecen las directrices de un departamento de conservación, con base al de mantenimiento actual, para la FIMCP**

Implica la integración de los procesos de conservación, los cuales, a su vez trabajarían con contabilidad, personal, informática, de servicios, etc., de una forma sistemática, buscando el beneficio para los clientes y la FIMCP.

## **12. Integración del Programa anual de conservación propuesto**

Con la aplicación de la metodología de la Planeación y Control de la Conservación y de las herramientas de ingeniería industrial se obtuvieron los formatos de los planes individuales (vitales e importantes) y por rutas técnicas (en el caso de los triviales), así como un técnicas, herramientas, procedimientos que permitirán llegar al objetivo final propuesto en esta tesis como es el PROGRAMA ANUAL DE CONSERVACIÓN

## **13. Cumplimiento del capítulo seis gestión de los recursos, requerido por la norma ISO 9001:2000, para mantener la certificación en el Sistema de Gestión de la Calidad de la ESPOL.**

Que lo han ido demostrando las diversas auditorias internas realizadas hasta ahora en la FIMCP.



## 6.2. Análisis costo beneficio

Para poner en práctica las actividades de mejora, de un proyecto, es necesario conocer, por el costo que representan, si son o no factibles implantarlas, por lo tanto, se deben justificar ante los interesados (Decano, Consejo Directivo de la FIMCP, Rector) que estos costos son mínimos, comparados con los beneficios y ahorros que se esperan. Se va a demostrar que los beneficios de la mejora van a reducir el déficit entre lo que la ESPOL invierta por alumno y el ingreso promedio que recibe por registros y materias tomadas. Luego se desarrolla el análisis de sensibilidad y posteriormente, los resultados generados, por el proyecto, permitirán llegar a una conclusión de su viabilidad o no.

### **Análisis financiero**

Véase en el **apéndice AO** una explicación de los costos fijos del proyecto de tesis para la implantación de las mejoras propuestas.

**Nota:** las actividades del Departamento de Conservación propuesto (**sección 5.6**) son similares a la de los trabajadores actuales de la FIMCP y se relacionan con la Gestión de los Recursos, por lo que se

considera que con la capacitación de éstos y la contratación de un conocedor del tema de Conservación (Jefe de Conservación) son suficientes para poner en marcha el nuevo Departamento.

**Tabla 6.1 Cantidad de estudiantes por carreras en los últimos seis años en la FIMCP**

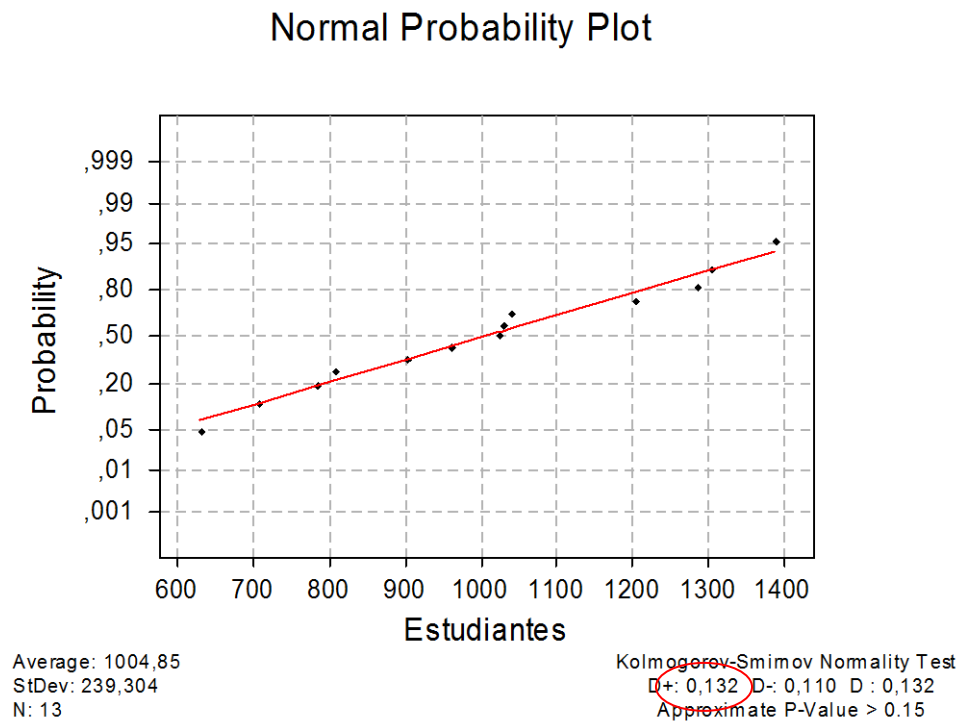
ANO	IM	IAPI	IAL	IAG	SUBTOTAL	TOTAL
<b>2000</b>	185	283	78	84	630	<b>1336</b>
	239	289	93	85	706	
<b>2001</b>	244	308	130	100	782	<b>1590</b>
	262	307	144	95	808	
<b>2002</b>	271	330	185	116	902	<b>1863</b>
	301	321	220	119	961	
<b>2003</b>	275	366	260	122	1023	<b>2052</b>
	282	352	281	114	1029	
<b>2004</b>	274	357	303	107	1041	<b>2246</b>
	467	324	326	88	1205	
<b>2005</b>	482	383	333	105	1303	<b>2588</b>
	465	391	331	98	1285	
<b>2006</b>	513	410	354	111	1388	<b>1388</b>

Fuente: Secretaría del Subdecanato de la FIMCP, 2006

La carrera de Tecnología en Agricultura no se considera en este análisis ya que se estima que su variación en el número estudiantes por año es mínima y no afecta los resultados en esta sección.

**Probando normalidad de datos y tamaño de muestras**, para los datos de la columna Total, de la tabla anterior, se tiene que:

**Se rechaza  $H_0$ , si  $D_{\alpha;n} < D^+$  ;  $\alpha=0.05$ .** Ingresados los datos en el programa Minitab V. 13 for Windows ®, se obtiene el siguiente gráfico:



**Figura 6.1 Prueba de normalidad de “la cantidad de estudiantes por carreras en los últimos seis años”**

Según K-S, **Se rechaza  $H_0$ , si  $D_{\alpha;n} < D^+$  ;  $\alpha=0.05$**

De la parte inferior derecha del gráfico, se obtiene el valor  **$D^+ = 0.132$**  (dentro del círculo rojo). El siguiente valor  **$D_{\alpha;n}$**  se lo obtiene de la siguiente forma:

Como  $D_{\alpha;n} = D_{0.05;13}$ , se lo busca en **la tabla de valores críticos de  $D$  en la prueba de una muestra K-S [20]**, para un  $\alpha=0.05$  y tamaño de muestra de 13, por lo tanto:

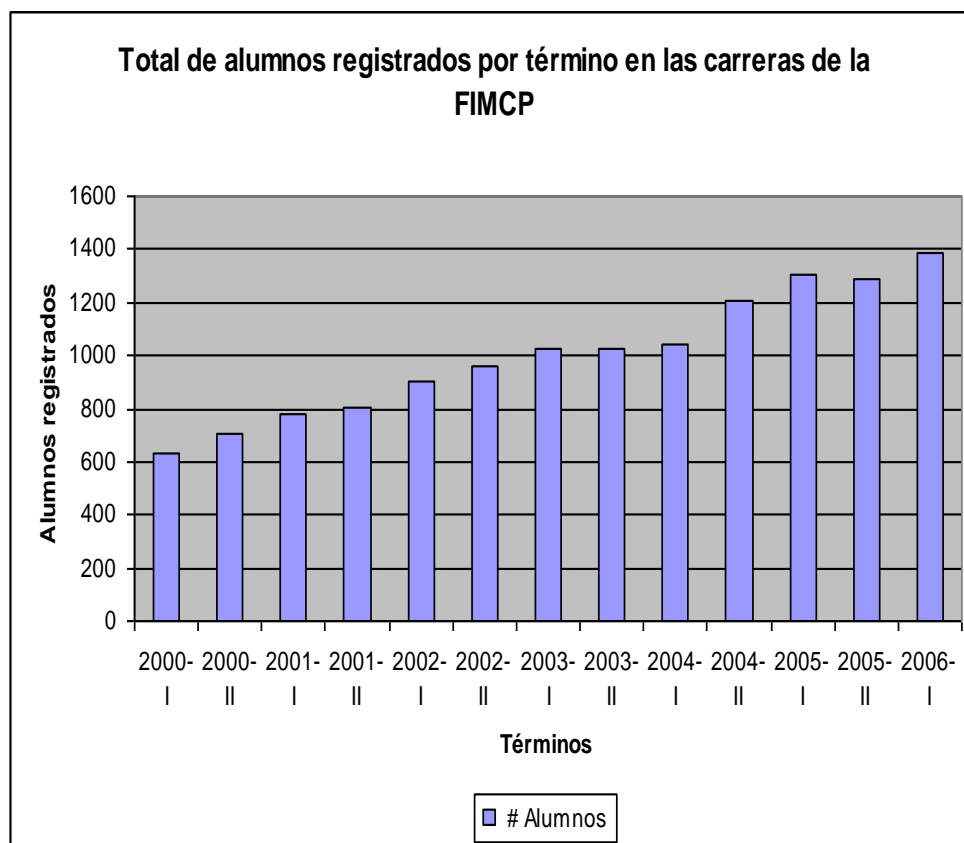
$$D_{\alpha;n} = D_{0.05;13} = 0.361$$

Como  $D_{\alpha;n} = D_{0.05;13} = 0.361 > D_{+} = 0.132$ , **no se puede rechazar  $H_0$** , por lo tanto, los datos están distribuidos normalmente.

### **Análisis de tendencias**

Como se observó en el análisis estadístico de los datos éstos **demuestran que siguen normalidad, con una media de 1004.85 alumnos y una desviación estándar de 239.30 alumnos**. Si se toman estos datos para la tendencia se observa que para el caso del cálculo de la media móvil (es decir, tomar los 13 datos de la tabla y dividirlos para esta cantidad se tendría al final un error muy grande). Se comprobó además que para la media móvil ponderada existía también error, aunque menor con respecto a la media móvil.

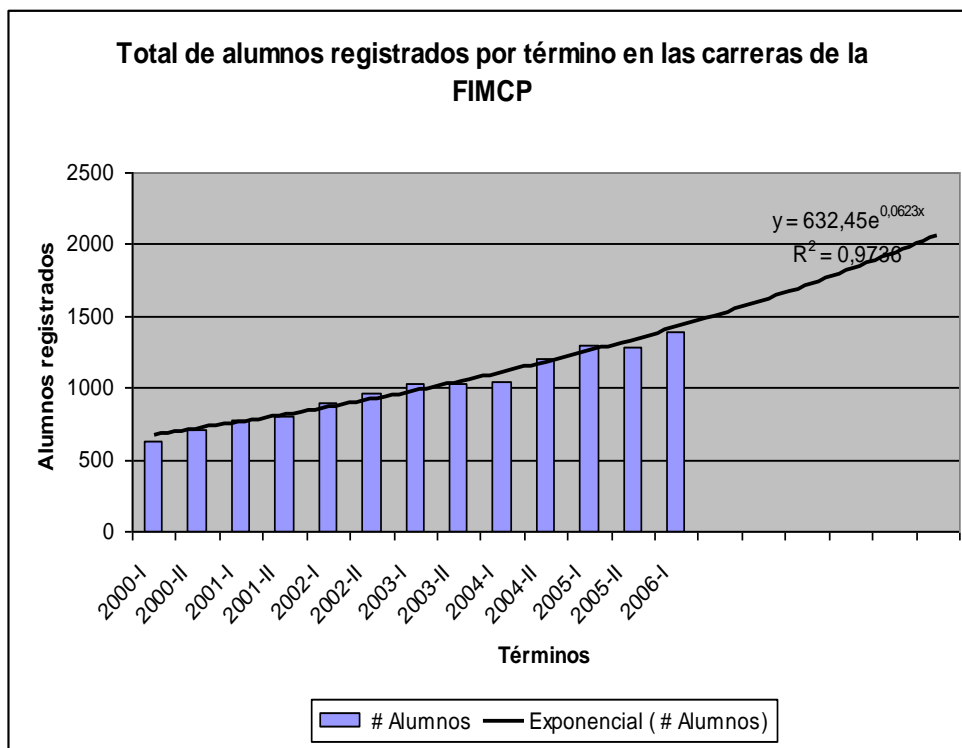
Graficando los datos se obtienen:



**Figura 6.2 Total de alumnos registrados en las carreras de la FIMCP período 2000-2006**

Basado en los fundamentos de la teoría Estadística [14], se obtienen las tendencias, para el posterior análisis financiero. Para obtener un error mínimo, se seleccionará la tendencia de entre los siguientes casos:

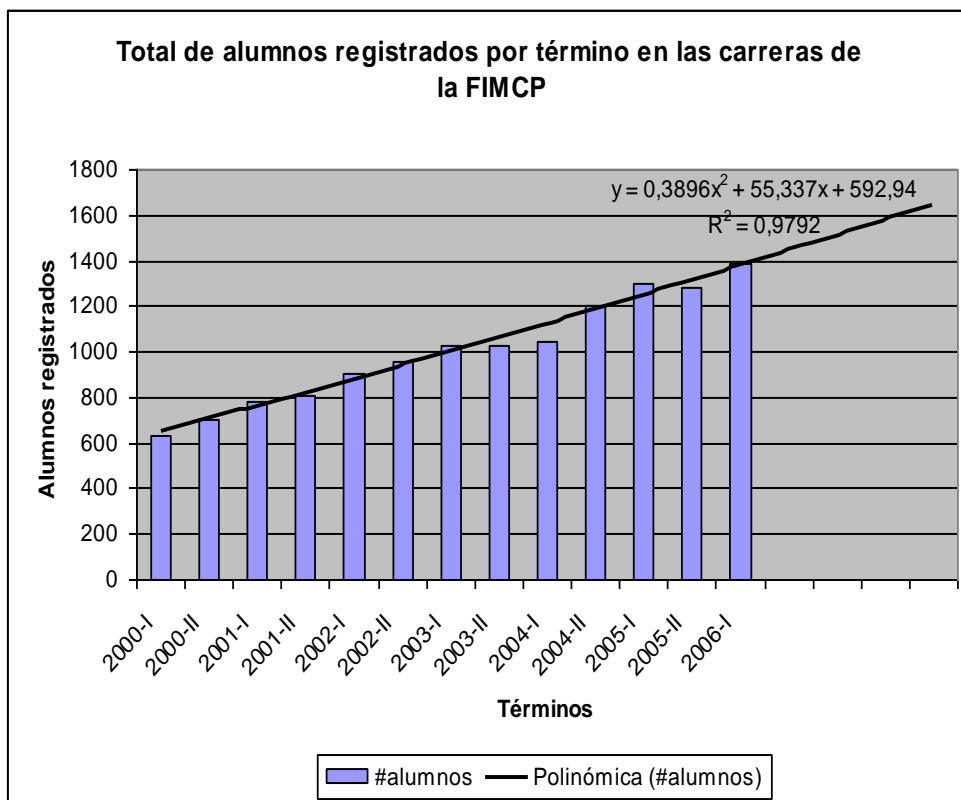
Si se acomodan a una **función exponencial**, se observa:



**Figura 6.3 Gráfica exponencial de tendencia del total de alumnos registrados en las carreras de la FIMCP, período 2000-2006**

Señala que en el modelo encontrado el  $R^2 = 97.36\%$  de las veces las desviaciones de la variable número de alumnos no son producidas por los errores, lo cual indica, que la potencia de explicación del modelo es muy buena, ya que  $\approx 2.64\%$  de las veces las desviaciones en el número de alumnos, serán producidas por los errores.

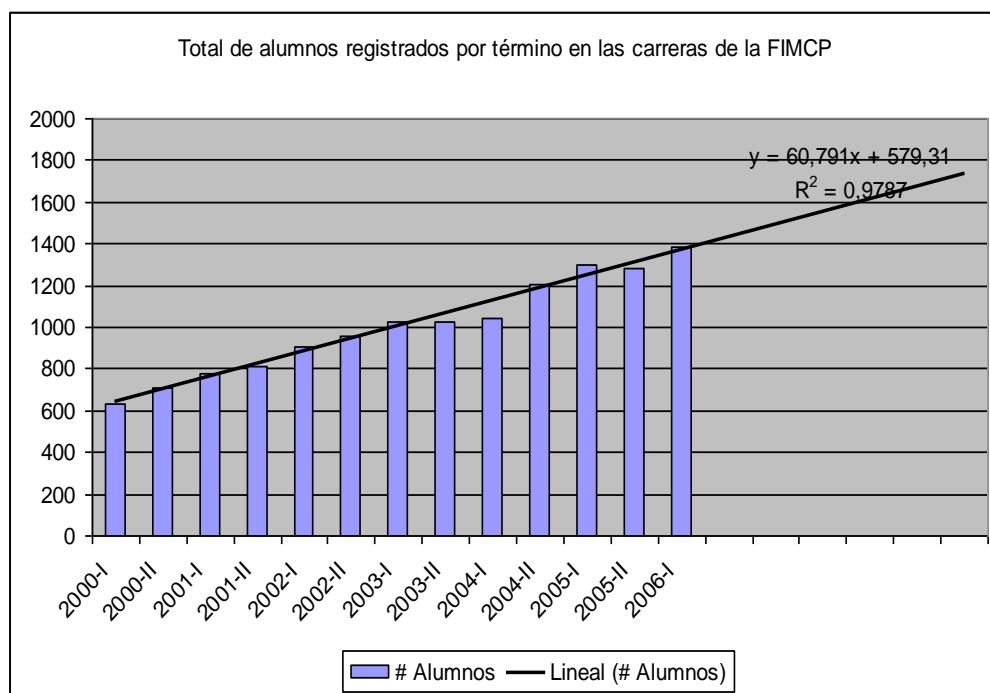
Para el caso que los datos se acomoden a una **función polinómica**



**Figura 6.4 Gráfica polinómica de tendencia del total de alumnos registrados en las carreras de la FIMCP, período 2000-2006**

Indica que en el modelo encontrado el  $R^2 = 97.92\%$  de las veces las desviaciones de la variable número de alumnos no son producidas por los errores, lo cual indica, que la potencia de explicación del modelo es muy buena, ya que  $\approx 2.08\%$  de las veces las desviaciones en el número de alumnos, serán producidas por los errores.

Para el caso que los datos se acomoden a una **función lineal**



**Figura 6.5 Gráfica lineal de tendencia del total de alumnos registrados en las carreras de la FIMCP, período 2000-2006**

Muestra que en el modelo encontrado el  $R^2 \approx 97.9\%$  de las veces las desviaciones de la variable número de alumnos no son producidas por los errores, lo cual indica, que la potencia de explicación del modelo es muy buena, ya que  $\approx 2.1\%$  de las veces las desviaciones en el número de alumnos, serán producidas por los errores.



Se tomará la tendencia lineal que es la más práctica y que de acuerdo con los cálculos que muestra la figura 6.6 tiene aproximadamente el mismo error, que el de la tendencia polinómica.

Por lo tanto, para el pronóstico se aplicará el método de los mínimos cuadrados (véase sección 2.11.12). De acuerdo con los antecedentes históricos se tiene la siguiente relación:

**Tabla 6.2 Relación entre el año – término y número de alumnos**

<b>Término</b>	<b>#alumnos</b>
2000-I	630
2000-II	706
2001-I	782
2001-II	808
2002-I	902
2002-II	961
2003-I	1023
2003-II	1029
2004-I	1041
2004-II	1205
2005-I	1303
2005-II	1285
2006-I	1388

Fuente: Secretaría del Subdecanato de la FIMCP, 2006

Para la aplicación del método de los mínimos cuadrados y para simplicidad se obtuvo la siguiente tabla:

**Tabla 6.3 Cálculos para la obtención de la ecuación de regresión lineal de tendencia**

Término	x	#alumnos ( y )	xy	x <sup>2</sup>	y <sup>2</sup>
2000-I	-6	630	-3.780	36	396.900
2000-II	-5	706	-3.530	25	498.436
2001-I	-4	782	-3.128	16	611.524
2001-II	-3	808	-2.424	9	652.864
2002-I	-2	902	-1.804	4	813.604
2002-II	-1	961	-961	1	923.521
2003-I	0	1.023	0	0	1.046.529
2003-II	1	1.029	1.029	1	1.058.841
2004-I	2	1.041	2.082	4	1.083.681
2004-II	3	1.205	3.615	9	1.452.025
2005-I	4	1.303	5.212	16	1.697.809
2005-II	5	1.285	6.425	25	1.651.225
2006-I	6	1.388	8.328	36	1.926.544
<b>Total</b>	<b>0</b>	<b>13.063</b>	<b>11.064</b>	<b>182</b>	<b>13.813.503</b>

Fuente: Datos tomados de la tabla 6.2, para la ecuación de regresión lineal véase sección 2.11.12.

Se asumió 2003-I = 0 para que la suma de los valores de x sea cero [20]. Reemplazando en las ecuaciones proporcionadas en la **sección 2.11.12 Regresión Lineal:**

La línea de regresión, para la tendencia, puede determinarse a partir del siguiente cálculo:

$$m = \frac{13(11064) - (0)(13063)}{11(182) - (0)^2} = \frac{143832}{2002} \rightarrow m = 71.84$$

$$b = \frac{13063}{13} - 71.84 (0/13) = \frac{13063}{13} \rightarrow b = 1004.85$$

La ecuación será:

$$Y = 71.84x + 1004.85$$

La demanda pronosticada de los próximos cinco (5) términos o dos años y medios es:

**Tabla 6.4 Resultados de la relación lineal de tendencia**

AÑO	71,84	x	1004,9	Y teórico	Y real	DIFERENCIA	Tendencia teórica	Porcentaje teórico	Tendencia real	Porcentaje real
2000	71,84	-6	1004,9	573,86	630	56,14				
	71,84	-5	1004,9	645,70	706	60,30	72	11%	76	10,76%
2001	71,84	-4	1004,9	717,54	782	64,46	72	10%	76	9,72%
	71,84	-3	1004,9	789,38	808	18,62	72	9%	26	3,22%
2002	71,84	-2	1004,9	861,22	902	40,78	72	8%	94	10,42%
	71,84	-1	1004,9	933,06	961	27,94	72	8%	59	6,14%
2003	71,84	0	1004,9	1004,90	1023	18,10	72	7%	62	6,06%
	71,84	1	1004,9	1076,74	1029	-47,74	72	7%	6	0,58%
2004	71,84	2	1004,9	1148,58	1041	-107,58	72	6%	12	1,15%
	71,84	3	1004,9	1220,42	1205	-15,42	72	6%	164	13,61%
2005	71,84	4	1004,9	1292,26	1303	10,74	72	6%	98	7,52%
	71,84	5	1004,9	1364,10	1285	-79,10	72	5%	-18	-1,40%
2006	71,84	6	1004,9	1435,94	1388	-47,94	72	5%	103	7,42%
	71,84	7	1004,9	1507,78	?	?	72	5%	?	?
2007	71,84	8	1004,9	1579,62	?	?	72	5%	?	?
	71,84	9	1004,9	1651,46	?	?	72	4%	?	?
2008	71,84	10	1004,9	1723,30	?	?	72	4%	?	?
	71,84	11	1004,9	1795,14	?	?	72	4%	?	?
						Promedio	72	9%	63	6%

Fuente: Análisis de la figura 6.6, cálculos de la tabla 6.3

Nota: aplicando el método de los mínimos cuadrados se tiene un error menor comparado con el de la media móvil y la media móvil ponderada. Si se aplica el concepto de suavizado exponencial, para este fin sería poco práctico, puesto que en primer lugar se deben definir los coeficientes  $\alpha$  y además se comprobó que el error era mayor que el que nos ofrece el método de los mínimos cuadrados [6]

Como se mencionó en la **sección 2.11.12** de la regresión lineal el coeficiente de correlación mide el grado de correlación que existe entre las variables  $x$  e  $y$ . Sin embargo es más utilizado el coeficiente de determinación,  $r^2$ , que indica qué tan correcto es el estimado de la ecuación de regresión.

Más concretamente, representa la proporción de la variación total en  $y$ , que se explica por la ecuación de regresión, pudiendo asumir un valor entre 1 y 0. Se calcula:

$$r^2 = \frac{[13(11064) - (0)(13063)]^2}{[13(182) - (0)^2][13(13813503) - (13063)^2]}$$

$$r^2 = 0.97$$

Esto significa que el 97% de la variación total del número de alumnos que ingresan a las carreras de la FIMCP se explica por el

término, y queda el restante 3% sin explicar, ó que en el modelo encontrado el 97% de las veces las desviaciones de la variable número de alumnos que ingresan a las carreras de la FIMCP no son producidas por los errores, lo cual indica que la potencia de explicación del modelo es muy buena, ya que  $\approx 3\%$  de las veces las desviaciones del número de alumnos que ingresan a las carreras de la FIMCP, serán producidas por los errores.

### **Fórmulas para la obtención de los valores de registro.**

A continuación una breve descripción de la simbología o abreviaturas a aplicar:

**Tabla 6.5 Valores de registro para Ingeniería en Administración de la Producción Industrial  $\geq 2\ 003$**

<b>Factor P entre 3 y 10</b>	<b>Factor P entre 11 y 17</b>
$VRM = [(32,52 + (0,22 \cdot P) + (10,35 \cdot NH))(1,06)]$	$VRM = [32,52 + (0,22 \cdot P) + 10,35 \cdot NH + (0,15 \cdot Fa \cdot (P - 10)^2)](1,06)$
<b>Factor P entre 18 y 39</b>	<b>Factor P = 40</b>
$VRM = [39,92 + (0,22 \cdot P) + (10,35 \cdot NH) + (6,43 \cdot Fa \cdot (P - 17))](1,06)$	$VRM = 318$

Fuente: Valores de registro por materias, fórmulas Coordinación del IAPI

**Tabla 6.6 Valores de las constantes a incluir en las fórmulas**

Constante de tesis	CT	0,22
Constante general	CG < 18	32,52
	CG ≥ 18	39,92
Constante de horas	CM	10,35
Constante de factor	CFP < 18	0,15
	CFP ≥ 18	6,43
P		
Factor académico	Fa	
Número de horas		3 a 7

Fuente: Valores constantes para el cálculo de fórmulas Coordinación del IAPI, Alimentos, Agropecuaria

Las fórmulas para la obtención del valor de registro por materia para cada carrera se muestran a continuación:

**Tabla 6.7 Fórmula para cálculo de registro carreras de Ingeniería en Alimentos y Agropecuaria 2004-2005**

P ≤ 10	$CG+(CT*P)+(CM*NH)$	$VR = 32,52 + 0,22*P + 10,35*NH$
$10 < P \leq 17$	$CG+(CT*P)+(CM*NH)+(CFP*Fa*(P-10)^2)$	$VR = 32,52 + 0,22*P + 10,35*NH + 0,15Fa*(P-10)^2$
$17 < P \leq 39$	$CG+(CT*P)+(CM*NH)+(CFP*Fa*(P-17))$	$VR = 32,52 + 0,22*P + 10,35*NH + 6,43Fa*(P-17)$
P = 40	300	VR = 300

Fuente: Valores de registro por materias, fórmulas Coordinación de Alimentos y Agropecuaria

Si se quiere hallar el VRM (valor de registro por materia), para IAL (Ingeniería en Alimentos) o Ingeniería Agropecuaria, se deben tener en cuenta los requisitos establecidos en las tablas anteriores, además de remplazar en las fórmulas los valores de las constantes, por ejemplo:

Para  $P \leq 10$ ; IAL

Se selecciona la fórmula de la tabla 6.6, para  $P \leq 10$ , y reemplazo los valores de las constantes de la tabla 6.8.

$$\text{VRM} = 32.52 + 0.22 * 10 + 10.35 * 5$$

$$\text{VRM} = 86.47$$

Así se obtienen los valores para los diferentes rangos, por carreras. Para obtener las tablas completas con los valores de los registros, se puede recurrir a las diferentes coordinaciones de la FIMCP. En las siguientes tablas se muestran, en promedio, los ingresos que tiene la FIMCP, por medio de los registros:

**Tabla 6.8 Número de estudiantes por factor “P” en la FIMCP en el primer término del 2006**

CARRERA	Número de alumnos por factor socioeconómico "P"				Total de estudiantes
	3 a 7 ( $\leq 10$ )	8 a 13	14 a 21	22 a 40	
Ingeniería Agropecuaria	20	52	27	12	111
Ingeniería en Alimentos	47	173	97	37	354
IAPI	99	182	78	51	410
Ingeniería Mecánica	134	212	103	52	501
Tecnología Agrícola	12	0	0	0	12
<b>Total</b>	<b>312</b>	<b>619</b>	<b>305</b>	<b>152</b>	<b>1388</b>

Fuente: Jefe de Bienestar estudiantil. M.Sc. Nelson C. Paz, rangos del factor socioeconómico “P” del número de estudiantes, para las carreras de la FIMCP, primer término del 2006.

**Tabla 6.9 Valores de registro por materia, por término, que realizan los estudiantes de acuerdo con el factor P, en la FIMCP**

CARRERA	Valores de registro por materia, por término, que realiza el estudiante de acuerdo con el factor "P"			
	3 a 7 ( $\leq 10$ )	8 a 13	14 a 21	22 a 40
Ingeniería Agropecuaria	86,47	87,33	102,22	134,56
Ingeniería en Alimentos	86,47	87,33	102,22	134,56
Ingeniería y Administración de la Producción Industrial	70,00	70,75	86,25	181,58
Ingeniería Mecánica	83,00	83,00	132,50	316,79
Tecnología Agrícola	83,00	83,00	132,50	316,79
<b>Total</b>	<b>408,94</b>	<b>411,40</b>	<b>555,69</b>	<b>1084,27</b>

Fuente: Coordinaciones de las carreras de la FIMCP, **asumiendo que se toman 5 materias, en promedio.**



**Tabla 6.10 Ingresos anuales para la FIMCP, en promedio, 10 materias por año, por alumno.**

<b>Ingresos anuales para la FIMCP, en promedio, 10 materias por año, por alumno</b>					<b>Total por carrera</b>
<b>CARRERA</b>	<b>3 a 7 (<math>\leq 10</math>)</b>	<b>8 a 13</b>	<b>14 a 21</b>	<b>22 a 40</b>	
Ingeniería Agropecuaria	17.294,00	45.409,00	27.599,40	16.146,80	106.449,20
Ingeniería en Alimentos	40.640,90	151.072,25	99.153,40	49.785,97	340.652,52
IAPI	69.300,00	128.765,00	67.275,00	92.605,26	357.945,26
Ingeniería Mecánica	22.244,00	35.192,00	27.295,00	32.946,11	117.677,11
Tecnología Agrícola	1.992,00	0,00	0,00	0,00	1.992,00
<b>Total FIMCP</b>	<b>151.470,90</b>	<b>360.438,25</b>	<b>221.322,80</b>	<b>191.484,14</b>	<b>924.716,09</b>

Fuente: Cálculo basado la multiplicación de las tablas 6.8 y 6.9, asumiendo que se toman 10 materias, en promedio, por año por alumno.

## **COSTOS**

A continuación se desea mostrar cuánto le cuesta a la ESPOL graduar a un estudiante, promedio:

Se asume que, **al alumno promedio le toma cuatro años** en terminar su programa de materias (entre carreras de ingeniería, modulares, tecnologías). Y de acuerdo con los datos proporcionados por el CRECE y Departamento Financiero de la ESPOL:

**Tabla 6.11 Total de estudiantes en la ESPOL**

Término actual	8,989.00
Sistema modular	890.00
Prepolitécnico	2,121.00
<b>Total</b>	<b>12,000.00</b>

Fuente: CRECE-ESPOL, término I, 2006

**Tabla 6.12 Presupuesto de la ESPOL 2006**

Asignación del Gobierno Nacional	15'622,754.55
Gestión interna	13'262,245.45
<b>Total</b>	<b>28'885,000.00</b>

Fuente: Departamento Financiero de la ESPOL, 2006

Si el Presupuesto de la ESPOL 2006 lo dividimos para el total de estudiantes y a esa cantidad la multiplicamos por los cuatro años, que en promedio, se toma el estudiante en graduarse, se tiene:

$$(\$ 28'885,000.00/12,000.00\text{estudiantes}) \times 4 \text{ años}$$

$$= \$ 9628.34 \text{ año / estudiante}$$

Es decir, si a las asignaciones del Gobierno Nacional y de autogestión, se divide para el número de estudiantes y esto se lo multiplica por el promedio de años que le toma graduarse, se observa que a la ESPOL, le cuesta **\$ 9628.34** graduar a un estudiante.

En la FIMCP, para el primer término del 2006, hay 1388 estudiantes, de acuerdo con la tabla 6.2 a la ESPOL le cuesta graduar cada uno **\$ 9628.34**, entonces se tiene un presupuesto referencial (**\$ 9628.34 x 1388 estudiantes**) **de \$ 13'364,135.92 dólares americanos, para esta Facultad durante cuatro años.** Para el presente caso se necesitan los costos por término, con lo cual, si se divide \$ 13'364,135.92 entre 8 (porque fue un presupuesto referencial que abarca 4 años, 8 términos) resulta **\$ 1'670,516.99** como presupuesto referencial por término de la FIMCP.

### **Criterios para el análisis teórico del aumento futuro de alumnos en las carreras de la FIMCP**

Los escenarios que se considerarán para el desarrollo de este análisis consisten en:

**Pesimista (4%):** Que la demanda (ingreso de alumnos a las carreras de la Facultad) aumente, luego de la implementación de la nueva metodología, a un nivel mínimo promedio, es decir, se tomará la tendencia real actual, que puede observarse en la **tabla 6.4**.

**Moderado (6%):** Aplicada la metodología, dentro del ambiente de mejora continua, se espera que la cantidad de alumnos que ingresen igualen, en promedio, a la tendencia actual real de estudiantes en la FIMCP.

**Optimista (10%):** De acuerdo con los datos históricos de la FIMCP, a las expectativas del proyecto y los éxitos que tienen otras empresas en el país que han aplicado metodologías semejantes a las aquí expuestas. Estos beneficios serían obtenidos debido a que se reducen, por ejemplo, las reclamaciones de los clientes debido a defectos o fallas en el servicio (como consecuencia del buen funcionamiento de los procesos de apoyo a la docencia) y por ende permiten proyectar “nuevas ventas”, es decir, el ingreso de nuevos estudiantes (quienes pueden haber escuchado de las mejoras en los servicios de apoyo de la Facultad) a eso se le suma el prestigio con el que cuenta la ESPOLE como institución educativa.

**Tabla 6.13 Cantidad de estudiantes esperados, de acuerdo con los criterios: pesimista, moderado y optimista**

MEDIDA	ACTUAL Total de estudiantes Facultad	IMPACTO Aumentan estudiantes	DESPUES DE IMPLANTACIÓ N	DIFERENCIA
estudiantes a ingresar a las carreras de la FIMCP en los próximos términos	1388	10%	1527	139
	1388	6%	1471	83
	1388	4%	1444	56

Fuente: Tabla 6.2 y criterios pesimista, moderado y optimista.

## **BENEFICIO**

El beneficio de esta unidad educativa (FIMCP) se considerará para objeto de este estudio igual al ingreso total por registro por materias de todos los estudiantes menos los costos totales en los que incurre la Facultad por el servicio de docencia que proporciona al total de alumnos.

$$\text{Beneficio} = \text{Ingresos por materias} - \text{costos por estudiante}$$

**En la tabla 6.10** (Ingresos anuales para la FIMCP, en promedio, 10 materias por año, por alumno) luego de los cálculos realizados **se obtuvo como ingresos \$ 924.716,09 para el presente término.**

Si se aplica la siguiente ecuación:

**Beneficio = Ingreso total por materias – costos total estudiante**

Se tiene:

$$\text{Beneficio} = \$ 924,716.09 - \$ 1'670,516.99$$

$$\text{Beneficio} = \$ - 745,800.90$$

Para este estudio, se espera disminuir el diferencial **\$ - 745,800.90**.

Por estudiante:

$$\text{Beneficio} = \$ 924,716.09/1388 - \$ 1'670,516.99/1388$$

$$\text{Beneficio} = \$ 666.22 - \$ 1203.55$$

$$\text{Beneficio} = \$ - 537.32$$

Por lo tanto, si se mantiene constante el ingreso por valores totales de registros por materia, la manera para reducir el déficit unitario (estudiante) **\$ - 537.32**, es por medio de la disminución del costo por alumno que tiene la Facultad.

### **CÁLCULOS**

Para referencia, recuérdese que si se divide **\$ 1'670,516.99 / 1388**, se obtiene **\$ 1203.55** costo unitario para la FIMCP por estudiante

### Escenario 1

Al dividir \$ 1'670,516.99 entre (Criterio pesimista 4%, ver tabla 6.13) 1444 alumnos, se tiene \$ 1156.87 de costo para la FIMCP por alumno por término.

- Para un aumento del 4% (Criterio pesimista):

\$ 1203.55 - \$ 1156.87 = \$ 46.68 (en esta cantidad disminuye el costo para la FIMCP por alumno en un término)

$$\text{Beneficio} = \$ 666.22 - \$ 1156.87$$

$$\text{Beneficio} = \$ - 490.65$$

### Escenario 2

Si se divide \$ 1'670,516.99 entre (Criterio moderado 6%) 1471, se tiene \$ 1135.63 de costo para la FIMCP por alumno por término.

- Para un aumento del 6% (Criterio moderado):

\$ 1203.55 - \$ 1135.63 = \$ 67.92 (en esta cantidad disminuye el costo para la FIMCP por alumno en un término)

$$\text{Beneficio} = \$ 666.22 - \$ 1135.63$$

$$\text{Beneficio} = \$ - 469.41$$

### Escenario 3

Luego, dividiendo **\$ 1'670,516.99** entre (Criterio optimista 10%, ver tabla 6.13) 1527 alumnos, se tiene **\$ 1093.99** de costo para la FIMCP por alumno por término.

- Para un aumento del 10% (Criterio optimista):

**\$ 1203.55 - \$ 1093.99 = \$ 109.56 (en esta cantidad disminuye el costo para la FIMCP por alumno en un término)**

$$\text{Beneficio} = \$ 666.22 - \$ 1093.99$$

$$\text{Beneficio} = \$ - 427.77$$

**Tabla 6.14 Beneficios esperados en dólares luego de la implantación**

MEDIDA	IMPACTO Aumentan estudiantes	Diferencia	Valores	Beneficio	Beneficio al año
Tendencia de los estudiantes a ingresar a las carreras de la FIMCP en los próximos términos	10%	139	147,60	20.486,88	40.973,76
	6%	83	109,56	9.124,16	18.248,31
	4%	56	46,68	2.591,67	5.183,35

Fuente: Análisis de tendencias tabla 6.13



### Cálculo del VAN y de la TIR [21]

**VAN:** Conocer el valor presente neto de una inversión. Esto se hace descontando los ingresos durante la vigencia de la inversión para determinar si son iguales o superan la inversión requerida. Para el cálculo del VAN se tiene en cuenta la inversión \$ -14.000,12.

**TIR:** busca determinar el rendimiento sobre una inversión. Para la TIR se tiene una TMAR = 4%

**Tabla 6.15 Cálculo del VAN y de la TIR**

FLUJO DE EFECTIVO ANUAL							
ANO	0	1	2	3	VA	VAN	TIR
Optimista - 10%	\$ -14.000,12	40.973,76			39.397,85	25.397,73	193%
Moderado - 6%	\$ -14.000,12	18.248,31			17.546,46	3.546,34	30%
Pesimista - 4%	\$ -14.000,12	5.183,35	5.183,35	5.183,35	14.384,26	384,14	5%

### PRESUPUESTO

La inversión necesaria para implantar las mejoras consideradas como viables, en este estudio, es de \$ **14,000.12** dólares de los Estados Unidos de Norteamérica, para justificación ver **apéndice AO**.

# CAPÍTULO 7

## 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 7.1. Conclusiones

1. Que la implementación del programa anual integrado de conservación, sustentado con la metodología de la planeación y control de la conservación así como las herramientas de la ingeniería industrial permite reducir costos y actividades que no agregan valor; clasificar y ordenar procesos; optimizar los intervalos de manutención; controlar y buscar la integración de los procesos de preservación y mantenimiento preventivo de construcciones y equipos de los laboratorios, en un ambiente de mejora continua.
2. Se pudo conocer la situación actual de los equipos de los laboratorios y construcciones de la Facultad con los datos proporcionados por el levantamiento de la información a través de formularios y encuestas, además de la identificación de los problemas con la ayuda del análisis causa –efecto.

3. Con el criterio de criticidad de equipos y construcciones se obtuvo la matriz de criticidad de equipos y de construcciones, cuyos valores finales se definieron como el código máquina.
4. Se obtuvo el índice ICGM simplificado con el criterio del código máquina y criterio de código de trabajo, para indicar el orden en que se deben realizar los trabajos de conservación para optimizar el presupuesto de conservación de los recursos.
5. Se jerarquizaron los equipos de los laboratorios y construcciones de la Facultad, por medio, del código máquina y la utilización del análisis de Pareto con el objeto de obtener los niveles de los recursos a conservar y con ello aplicar la política que permita la mejor gestión y control de dichos recursos, de acuerdo con la metodología de la planeación y control de la conservación.
6. La aplicación de las herramientas de la ingeniería industrial permitió establecer estándares de tiempos para las actividades del proceso de preservación de construcciones, así como el balanceo de dichas actividades para la gestión eficaz y eficiente de los recursos; se rediseñaron las especificaciones del puesto

de los Auxiliares de acuerdo con la situación actual; se estandarizaron actividades.

7. En el análisis costo beneficio indica, para cada criterio (pesimista, moderado y optimista), la reducción del costo (déficit) para la Facultad va desde el 8.69% al 29.37%, respectivamente, si se toma en cuenta un período entre 1 a 3 años.
8. En el análisis financiero, para una  $TMAR\%=4$ , se obtuvo, para cada criterio (pesimista, moderado y optimista), un VAN mayor a cero y la TIR% entre el 5% y 193%.

## **7.2. Recomendaciones**

1. Proponer como una nueva filosofía en la Facultad el mejoramiento continuo, para que las metas por alcanzar no queden en un simple papel o para aprobar auditorias de seguimiento, empezar desde la alta gerencia (Decano) hasta el personal de línea (Auxiliar de Servicio) en un ambiente de confianza.

2. Para dar los nuevos pasos hacia la nueva filosofía de mejora continua se debe cumplir con el cronograma para la implantación de las mejoras propuestas que se indica en el apéndice AN.
3. Capacitar al personal en los cursos originados de las propuestas de conservación.
4. Realizar reuniones periódicas, las cuales, pueden ser sugeridas por el Decano y/o cuando se desee realizar mejoras al Sistema de Gestión de Calidad en concordancia con la filosofía de la Conservación y recibir una retroalimentación que sirva para obtener mayor eficiencia en la aplicación y con ello satisfacción a los clientes.
5. Establecer el Plan Anual de Conservación Integrado, con la ayuda de los puntos arriba mencionados, la participación de todos los trabajadores de la Facultad y, si se cree conveniente, ir hacia el Plan de Mantenimiento Preventivo (TPM) en un futuro no muy lejano.

6. Aprovechar las técnicas de la metodología de la Planificación y Control de la Conservación que se pueden aplicar fácilmente, como: el índice ICGM, el cual, permite racionalizar el presupuesto de manutención de la ESPOL.

## **APÉNDICE**

## APÉNDICE A

### INVENTARIO DE EQUIPOS DE LOS LABORATORIOS DE LA FIMCP

No.	NOMBRE DEL EQUIPO	CÓDIGO DE INVENTARIO	MARCA
1	Autoclave	41027	STURDY
2	Balanza electrónica	40943	KERN
3	Balanza mecánica		
4	Cámara de flujo laminar	42637	NUAIRE
5	Centrífuga		
6	Destilador de agua	40942	GFL
7	Esteroscopios	41108	MOTIC ST-39
8	Estufa	40954	BINDER
9	Incubadora	40955	BINDER
10	Microscopios	41112	MOTIC SFC - 28
11	Olla de esterilización	40952	
12	Plato caliente agitador		
13	Platos calientes		
14	Potenciómetros		
15	Autoclave vertical	43277	STURDY INDUSTRY
16	Balanza de triple brazo	38631	GRAMERA
17	Balanza analítica	39175	KERN
18	Baño María	36009	BM100
19	Caldero de 400lb/vap	43676	TERMPACIFIC
20	Esteroscopios	42939	MOTIC
21	Estufa universal, cap 108 l	42434	MEMMERT
22	Estufa universal, cap 32 l	36008	MEMMERT
23	Evaporador de película ascendente	40485	ARMPFIELD
24	Incubadora microbiológica	39176	BINDER
25	Microscopio biológico	36007	MOTIC
26	Microscopio medical	42236	RATHENOW-ASKANIA
27	Olla de presión	39187	SANOCCLAY
28	Videoflex	36952	KEN-A-VISION
29	Máquina de impacto	1875	TINIUS-OLSEN
30	Máquina de torque	1873	AMETEK
31	Máquina universal de ensayo	1428	INSTRON
32	Máquina universal de ensayo	LME-MUE-002	ESPOL
33	Aparato impacto de Chorro	2695	TECQUIPMEN
34	Aparato Medidores de Flujo	2694	TECQUIPMEN
35	Banco de bombas	3701	GILKES
36	Banco de prueba con motor de 4 cilindros a gasolina	3051	CUSSON
37	Banco oleohidráulico	3705	SPERRY
38	Caldera de 10 Bar	2971	THOMPSON
39	Compresor de aire de 1ra. etapa	3082	GILKES



40	Compresor de aire de 2da. etapa	3083	GILKES
41	Condensador de superficie	2976	GREENBAT
42	Equipo de aire acondicionado didáctico	3090	CARRIER
43	Equipo de convección natural y radiación	3087	PLINT PARTNERS
44	Equipo de Flujo Laminar y Turbulento	2691	PLINT PARTNERS
45	Intercambiador De calor con medidores de flujo	2975	WARD HEAT
46	Motor de 4 tiempo a diesel	3064	PETTERS
47	Motor de cuatro tiempos, 1 cilindro-gasolina y con presión variable	2996	PLINT & PARTNERS
48	Planta de tratamiento de agua con medidor	2967	DEARBORN CHEMICALS
49	Súper calentador con panel de control y motor	2964	NUMAY
50	Taladro eléctrico de pedestal	3524	NSD-13R
51	Torre de enfriamiento l compuesto con motor	2981	HALL TERMOTANK 16
52	Túnel de humo	2699	PLINT
53	Túnel subsónico de Viento	2689	AEROVENT
54	Túnel supersónico de Viento	2690	GILKERS
55	Turbina de vapor de 10 KW de 1 etapa LAVAL	2977	GREENBAT LAVAL
56	Turbina Francis	2697	GILKES
57	Turbina Pelton	2698	GILKES
58	Balanza analítica	43322	SANTORIOUS
59	Banco metalográfico	2772	OLYMPUS
60	Cortadora de discos	2743	STRUERS
61	Desionizador de agua	NN	KOLE-PARMER
62	Electroplating	21744	BRODHAD
63	Horno de tratamiento térmico	2930	LINDERBERG
64	Laminadora experimental	2903	NIAGARA
65	Lámpara de luz negra	2909	MAGNAFLUX
66	Máquina de soldar	2990	ESAB
67	Medidores de dureza	2910	ROCKWELL
68	Microscopio metalográfico	2778	VAUSCH-LOMB
69	Microscopios (2)	2775	VAUSCH-LOMB
70	Negatoscopio	2798	FERR-AMERICA
71	Pulido electrolítico	2773	STRUERS
72	Spectronic	21745	MILTON-ROYL

## APÉNDICE B

### INVENTARIO DE LAS CONSTRUCCIONES DE LA FIMCP

CONSTRUCCIONES	Área (aprox.)
<b>A.) Edificio de la Administración Central (Gobierno de la FIMCP)</b>	<b>1128.51 m<sup>2</sup></b>
<b>PLANTA BAJA</b>	
A.1) Decanato y secretaría	
A.2) Sub-decanato y secretaría	
A.3) Sala de Sesiones y Oficinas de Profesores	
A.4) Coordinación de Alimentos y Agropecuaria	
A.5) Aulas de Postgrados, pasillos y escalinatas	
A.6) Baños del edificio	
A.7) Cuarto ( 17 - 104 ) anexo a la Sala de Postgrado y jardinera	
A.8) Hall o área de espera entre el Decanato, Sub-decanato y Salas de Profesores	
<b>PLANTA ALTA</b>	
A.9) Incluye pasillos, baños, Salas de Profesores, Coordinación IAPI, EJE	
<b>B.) BLOQUES 24 C ( AULAS DE MECÁNICA)</b>	<b>1181.74 m<sup>2</sup></b>
<b>PLANTA BAJA</b>	
B.1) Todas las aulas serie 100, dos (2) baterías sanitarias (baños), Sala de Dibujo	
B.2) Pasillos, jardineras, escalinatas, escaleras, asientos públicos, garitas de control	
<b>PLANTA ALTA</b>	
B.3) Todas las aulas serie 200, pasillos.	
<b>C.) ASOCIACIÓN, REPRESENTACIÓN Y LABORATORIOS DE MATERIALES INDUSTRIALES</b>	<b>236.44 m<sup>2</sup></b>
I.1) Laboratorio 18B – 301, pasillos y escaleras.	
I.2) Aso. De Estudiantes FIMCP, Oficina Empresa Estudiantil (EJE), Representación estudiantil	
I.3) Sala de computadora, bodega y pasillos.	
<b>D.) AREA DE LABORATORIO DE METALURGIA Y SOLDADURA</b>	<b>338.39 m<sup>2</sup></b>
J.1) Aulas 18B-215, 216, 217, 221, 222, Aula de Materiales Industriales.	
J.2) Área de Exposición de trabajos y tesis, pasillos.	
J.3) Área Laboratorio de soldadura, escaleras, corredores, garita.	

<b>E.) ÁREA DE UNIDAD DE VAPOR Y LABORATORIO DE ALIMENTOS</b>	<b>381.02 m<sup>2</sup></b>
H.1) Área de caldero, y Lab. Anexo (en construcción)	
H.2) Aulas 18B en el bloque, Lab. Microbiología, césped con FIEC	
<b>F.) BLOQUE 18 B ÁREA DE METROLOGÍA (PLANTA BAJA) Y BIBLIOTECA</b>	<b>1082.10 m<sup>2</sup></b>
<b>PLANTA BAJA</b>	
F.1) Aulas 18B (101, 102, 103, 104....), Servicios higiénicos, pasillos, escalinatas, garitas.	
F.2) Laboratorio de METROLOGÍA (TODO), ASEPLAS, ESCALERAS, CALDERO	
<b>PLANTA BAJA</b>	
F.3) Aulas 18B 201 - 202, biblioteca, LAB, DE COMPUTACIÓN, baños, Salas de Estudios Libres	
F.4) Pasillos, escaleras	
<b>G.) BLOQUES 18A (ÁREA LABORATORIO DE TERMOFLUIDOS)</b>	<b>499.70 m<sup>2</sup></b>
C.1) El área de máquinas (piso en el cual están las máquinas), bodega (al lado del baño)	
C.2) Laboratorio de Aire Acondicionado, Aula - laboratorio y Baño, Aulas 18A-103 Y 104	
<b>I.) BLOQUE CONVENIO FLORIDA - ESPOL Y AGROPECUARIA</b>	<b>693.10 m<sup>2</sup></b>
E.1) Pasillos, servicios higiénicos, laboratorios, escalinatas.	
E.2) Oficinas de Profesores y Convenio FLORIDA - ESPOL	

<b>J.) BLOQUE AL LADO CONVENIO FLORIDA - ESPOL (BODEGA) 18A</b>	<b>230.75 m<sup>2</sup></b>
G.1) BODEGA, AULA 18A – 110, Laboratorio Procesos industriales 18A	
<b>K.) BLOQUE DE AULAS NUEVAS 18C-1, 2, 3, Consulting Junior</b>	<b>316.03 m<sup>2</sup></b>
<b>ÁREA APROXIMADA</b>	<b>6087.78 m<sup>2</sup></b>

## APÉNDICE C

### ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

#### CUESTIONARIO DE GESTIÓN DE RRHH

Nombre: \_\_\_\_\_

1.- Conoce la misión, visión y valores de la ESPOL: \_\_\_\_\_

2.- Cuán satisfecho está con su trabajo:

Alta insatisfac. \_\_\_ insatisfecho \_\_\_ Medio \_\_\_ satisfecho \_\_\_ altamente satisfecho \_\_\_

3.- Cuántos años ha trabajado para la ESPOL \_\_\_\_\_

4.- Sus habilidades son suficientes para realizar su trabajo: Sí \_\_\_ No \_\_\_

5.- Con cuál de estas frases está de acuerdo:

“Lo que me pasa está controlada por fuerzas externas como la suerte y la oportunidad” \_\_\_\_\_

“Soy el arquitecto de mi propio destino” \_\_\_\_\_

6.- En mi trabajo formal con qué compañeros trabajo muy bien:

\_\_\_\_\_

7.- En mis momentos informales de trabajo con quiénes mejor comparto las actividades:

\_\_\_\_\_

8.- Si se usaran nuevas técnicas para desarrollar sus actividades estaría de acuerdo en su aplicación

Sí \_\_\_

No \_\_\_

9.- Sugerencias \_\_\_\_\_

## APÉNDICE C

### ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

#### CUESTIONARIO DE DATOS ESTADÍSTICOS DE RRHH

Nombre: \_\_\_\_\_

1.-Materiales necesarios para su trabajo:

\_\_\_\_\_

2.-En qué condiciones está el material actualmente utilizado:

\_\_\_\_\_

3.- Material (es), cantidad (es) que recibe, (litros, libras, galones, etc)

\_\_\_\_\_

4.- Cuánto del material utiliza por día (litros, libras, etc):

\_\_\_\_\_

5.- Es seguro el lugar donde guarda los materiales:

Sí \_\_\_\_\_

No \_\_\_\_\_

6.- A quién reporta la falta de materiales:

\_\_\_\_\_

7.- Llene la hoja de actividades en la siguiente página:

\_\_\_\_\_

## APÉNDICE C

### ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

#### CUESTIONARIO DE DATOS ESTADÍSTICOS DE RRHH

Nombre: \_\_\_\_\_

Contrato / Nombramiento: \_\_\_\_\_

Horario de entrada: \_\_\_\_\_

Horario de salida: \_\_\_\_\_

Horario del lunch: \_\_\_\_\_

1.- Realiza sobretiempos \_\_\_\_ Cuántas horas \_\_\_\_\_

2.- Número de áreas preasignadas, pasillos y corredores

\_\_\_\_\_

3- Áreas preasignadas (edificios, aulas, oficinas)

\_\_\_\_\_

4.- Pasillos y corredores: \_\_\_\_\_

5.- Materiales necesarios para su trabajo: \_\_\_\_\_

6.- Material (es), cantidad (es) que recibe, cuánto tiempo dura el material:

\_\_\_\_\_

7.- Cuánto del material utiliza por día (especifique):

\_\_\_\_\_

8.- Describa sus actividades y cuánto tiempo en promedio necesita:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

9.- Están definidas y claras sus actividades a realizar en su trabajo (indique):

\_\_\_\_\_

10.-Sugerencias para mejorar \_\_\_\_\_

## APÉNDICE D

### VALIDACIÓN DE LA ENCUESTA A LOS AUXILIARES DE SERVICIO DE LA FIMCP

**OBJETIVO:** Conocer información básica de los auxiliares de servicio, así como la situación actual en la que se desenvuelven, la percepción que tienen de su puesto de trabajo y a la recomendación de nuevas tecnologías; insumos para la preservación de las construcciones (limpieza) y su control; datos sobre sus horarios de trabajo, áreas de trabajo asignadas, definición de sus actividades y recomendaciones para la mejora

Nombre: \_\_\_\_\_

Peso \_\_\_\_\_ edad \_\_\_\_\_ altura \_\_\_\_\_

1. Conoce la misión, visión y valores de la ESPOL: Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

2. En su trabajo se siente:

Insatisfecho \_\_\_\_\_

Satisfecho \_\_\_\_\_

3. Son sus habilidades suficientes para realizar su trabajo: Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

4. Si se le recomendaran nuevas técnicas para el desarrollo de sus actividades, ¿estaría de acuerdo con su aplicación?

Sí \_\_\_\_\_

No \_\_\_\_\_

5. Qué Insumos (materiales de limpieza) son necesarios para su trabajo

\_\_\_\_\_

6. En qué condiciones está el material actualmente utilizado

\_\_\_\_\_

7. Material (es), cantidad (es) que recibe, (litros, libras, galones, etc)

\_\_\_\_\_

8. Cuánto del material utiliza por día (litros, libras, etc)

\_\_\_\_\_

9. Es seguro el lugar donde guarda los materiales

Sí \_\_\_\_\_

No \_\_\_\_\_

10. A quién reporta la falta de materiales

\_\_\_\_\_

11. Datos sobre el trabajo:

Contrato / Nombramiento:

\_\_\_\_\_

Horario de entrada:

\_\_\_\_\_

Horario de salida:

\_\_\_\_\_

Horario del almuerzo

\_\_\_\_\_

12. Cuántos años ha trabajado para la ESPOL \_\_\_\_\_

13. Realiza sobre tiempos \_\_\_\_\_ Cuántas horas \_\_\_\_\_

14. Número de áreas preasignadas, pasillos y corredores

\_\_\_\_\_



15. Áreas preasignadas (edificios, aulas, oficinas)

---

---

---

---

16. Pasillos y corredores: \_\_\_\_\_

---

---

17. Están definidas y claras sus actividades a realizar en su trabajo (indique):

---

18. Sugerencias para mejorar \_\_\_\_\_

---

## APÉNDICE E

### Formulario de ANÁLISIS DE CRITICIDAD

Identificación	Nombre del Equipo:		
	Marca:	Color:	
	Modelo:	Serie:	
	Magnitud Relevante:		
	Código de Inventario:		
Código Numérico de Agrupación:			
Localización	Localidad en la que se encuentra:		
	Edificio:		
	Nivel de Detalle de Piso:		
	Oficina/Lugar Específico:		
	Tipo de Uso:	Código de Ubicación:	
Costos	Costo del Equipo (Protec Gneral+MP):		
	Costo de Compra del Equipo:		
	Costo de las Reparaciones:		
Impacto de Fallo	Una falla en este equipo afecta a:		
	Servicio al Cliente	<input type="text"/>	Funcionamiento de Otros <input type="text"/>
	Seguridad de los clientes	<input type="text"/>	Funcionamiento de Otros Procesos <input type="text"/>
	Seguridad del Personal	<input type="text"/>	Instalaciones Físicas <input type="text"/>
			Medio Ambiente <input type="text"/>
Tiempos	Tiempo de Operación	<input type="text"/>	Tiempo de Deterioro: <input type="text"/>
	Días de Operación	<input type="text"/>	Tiempo de Obsolescenci <input type="text"/>
	¿Llegó el equipo al límite de su vida útil?		
	SI <input type="text"/>	NO <input type="text"/>	
Cambios, Controles y Respaldo	El equipo ha tenido algún tipo de:		El equipo utiliza:
	Desarrollo <input type="text"/>		Lubricante <input type="text"/>
	Modificación <input type="text"/>		Grasas <input type="text"/>
	ha cambiado <input type="text"/>		No Utiliza <input type="text"/>
	¿Necesita Mayor Contol Preventivo?		¿Cuenta con un Equipo de Respaldo?
	SI <input type="text"/>		SI <input type="text"/>
	NO <input type="text"/>		NO <input type="text"/>
Proveedores	Número de proveedores con servicio técnico		
	Número de proveedores de repuestos		
	Número de proveedores con mantenimiento de respaldo		
	Tiempo de respuesta del representante autorizado		
	Muy Rápido <input type="text"/>	Lento <input type="text"/>	
	Rápido <input type="text"/>	Muy Lento <input type="text"/>	
Piezas del Equipo	Qué porcentaje de piezas del equipo pueden ser reemplazadas por piezas genéricas?		
	menos del 25% <input type="text"/>	Entre el 50 y 75% <input type="text"/>	
	entre 25 y 50% <input type="text"/>	Más del 75% <input type="text"/>	
	Qué porcentaje de piezas del equipo permiten adaptaciones locales o modificaciones?		
	menos del 25% <input type="text"/>	Entre el 50 y 75% <input type="text"/>	
	entre 25 y 50% <input type="text"/>	Más del 75% <input type="text"/>	

## APÉNDICE E

Manuales	¿El equipo cuenta con un manual?			
	Del Fabricante	<input type="text"/>	Creado por Mantenimien	<input type="text"/>
	De un Equipo Similar	<input type="text"/>	No cuenta	<input type="text"/>
Mantenimiento	La dificultad para llevar a cabo el mantenimiento del equipo es:			
	Alta	<input type="text"/>	Baja	<input type="text"/>
	Normal	<input type="text"/>	Muy Baja	<input type="text"/>
Competencia	¿Hay personas en el medio, ajenas a la compañía, que posean el mismo equipo?			
	SI	<input type="text"/>	NO	<input type="text"/>

Supervisor:  (F)

Jefe del Area:  (F)

Encuesta Realizada por:  (F)

## APÉNDICE F

FORMULARIO PARA EL DESARROLLO DE LOS PLANES DE CONSERVACIÓN			
ANÁLISIS DE CRITICIDAD, CONSERVACIÓN Y JERARQUIZACIÓN			
Identificación	Nombre del Jefe de laboratorio		
	Nombre del Equipo:		
	Marca:		
	Magnitud Relevante:		
	Código de Inventario:		
Localización	Código Numérico de Agrupación:		
	Localidad en la que se encuentra:		
	Edificio:		
	Nivel de Detalle de Piso:		
	Oficina/Lugar Específico:		
Costos	Tipo de Uso:		
	Costo del Equipo (Protec Gneral+MP):		
	Costo de Compra del Equipo:		
Impacto de Fallo	Número de prácticas por año		
	Una falla en este equipo afecta a:		
	Servicio al Cliente	<input type="text"/>	Funcionamiento de Otros Equipos <input type="text"/>
	Seguridad de los clientes	<input type="text"/>	Funcionamiento de Otros Procesos <input type="text"/>
	Seguridad del Personal	<input type="text"/>	Instalaciones Físicas <input type="text"/>
		Medio Ambiente <input type="text"/>	
	Número de fallas por año del equipo		<input type="text"/>
Tiempos	Tiempo de Operación	<input type="text"/>	Días de Operación Continua: <input type="text"/>
	¿Llegó el equipo al límite de su vida útil?		
	SI	<input type="text"/>	NO <input type="text"/>
Cambios, Controles y Respaldo	El equipo ha tenido algún tipo de:		El equipo utiliza:
	Desarrollo	<input type="text"/>	Lubricante <input type="text"/>
	Modificación	<input type="text"/>	Grasas <input type="text"/>
	No ha cambiado	<input type="text"/>	No Utiliza <input type="text"/>
	¿Necesita Mayor Control Preventivo?		¿Cuenta con un Equipo de Respaldo?, ¿cuántos?
	SI	<input type="text"/>	SI <input type="text"/>
	NO	<input type="text"/>	NO <input type="text"/>
Proveedores	Número de proveedores con servicio técnico		<input type="text"/>
	Número de proveedores de repuestos		<input type="text"/>
	Número de proveedores con mantenimiento de respaldo		<input type="text"/>
	Tiempo de respuesta del representante autorizado		
	Muy Rápido	<input type="text"/>	Lento <input type="text"/>
Rápido	<input type="text"/>	Muy Lento <input type="text"/>	

## APÉNDICE F

Piezas del Equipo	Qué porcentaje de piezas del equipo pueden ser reemplazadas por piezas genéricas?			
	Menos del 25%	<input type="text"/>	Entre el 50 y 75%	<input type="text"/>
	Entre 25 y 50%	<input type="text"/>	Más del 75%	<input type="text"/>
	Qué porcentaje de piezas del equipo permiten adaptaciones locales o modificaciones?			
	Menos del 25%	<input type="text"/>	Entre el 50 y 75%	<input type="text"/>
	Entre 25 y 50%	<input type="text"/>	Más del 75%	<input type="text"/>
Manuales	¿El equipo cuenta con un manual?			
	Del Fabricante	<input type="text"/>	Creado por Mantenimiento	<input type="text"/>
	De un Equipo Similar	<input type="text"/>	No cuenta	<input type="text"/>
Mantenimiento	La dificultad para llevar a cabo el mantenimiento del equipo es:			
	Alta	<input type="text"/>	Baja	<input type="text"/>
	Normal	<input type="text"/>	Muy Baja	<input type="text"/>
Tipo de mantenimiento	Tipos de mantenimientos			
	Inspección	<input type="text"/>	Limpieza	<input type="text"/>
	General	<input type="text"/>	otro	<input type="text"/>
Valores	Tiempo para realizar las reparaciones		<input type="text"/>	
	Costo de las reparaciones		<input type="text"/>	
	Tiempo por equipo para realizar mantenimiento preventivo		<input type="text"/>	
	Costo del Mantenimiento preventivo		<input type="text"/>	
	Costo del mantenimiento correctivo / año		<input type="text"/>	
Competencia	¿Hay personas en el medio, ajenas a la compañía, que posean el mismo equipo?			
	SI	<input type="text"/>	NO	<input type="text"/>
	Necesita ayudante	<input type="text"/>	Con conocimientos en _____	<input type="text"/>
MATERIA LES	Señale los materiales y repuestos utilizados en el MP			
	<input type="text"/>			
	<input type="text"/>			

Jefe del Laboratorio  (F)

Encuesta Realizada por:  (F)

Fecha

## APÉNDICE G

### FACULTAD DE MECÁNICA Y CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN

#### FORMULARIO PARA EL ESTUDIO DE LOS MATERIALES PARA EL PLAN DE TRABAJO DE ORDEN Y LIMPIEZA (PLAN DE CONSERVACIÓN CONSTRUCCIONES)

NOMBRE \_\_\_\_\_ ÁREA \_\_\_\_\_

1.-) A quién solicita los materiales para la limpieza

\_\_\_\_\_

2.-) Los pide por escrito o verbalmente y cada qué tiempo

Escrito \_\_\_ Verbal \_\_\_ qué tiempo \_\_\_\_\_

3.-) Cada qué tiempo le proporcionan los materiales \_\_\_\_\_

4.-) Es entregado en la cantidad solicitada: Sí \_\_\_ No \_\_\_

Si es no, por qué, porcentaje \_\_\_\_\_

#### MATERIALES

MATERIAL	EMPAQUE	DIMENSIONES	CANTIDAD	USO DIARIO	POR TÉRMINO
Ítem	(Funda, botella, etc)	(ancho, largo, alto, cm)	(Kg, litros, etc)	(Kg, litros, etc)	En unidades
Desinfectante					-----
Detergente					-----
Balde					
Escoba					
Franela					
Recogedor					
Restregador					
Trapeador					
Tacho grande					
Tacho pequeño					
Otros					



## APÉNDICE H

### FACULTAD DE MECÁNICA Y CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN

### FORMULARIO PARA EL ESTUDIO DE LOS MATERIALES PARA LOS PLANES DE CONSERVACIÓN

NOMBRE \_\_\_\_\_ ÁREA \_\_\_\_\_

1.-) A quién solicita los materiales para la limpieza

---

2.-) MATERIALES Y HERRAMIENTAS

	<b>EMPAQUE</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>USO DIARIO</b>	<b>POR TÉRMINO</b>
<b>MATERIAL</b>	(Funda, botella, etc)	(Kg, litros, etc)	(Kg, litros, etc)	En unidades
Desinfectante				-----
Detergente				-----
Solución desincrustante				
Cera para pisos				
<b>HERRAMIENTAS</b>				<b>UNIDADES POR TÉRMINO</b>
Escoba				
Trapeador				
Franela				
Recogedor				
Restregador				
Mascarillas				
Guantes				
Limpiavidrios				
Escobillones				

3.-) La calidad de los materiales, con respecto a la función que cumplen es:

Alta\_\_\_\_ buena\_\_\_\_ mala\_\_\_\_

En qué se basa, especifique \_\_\_\_\_



## APÉNDICE I



### REQUERIMIENTOS DE INSUMOS Y HERRAMIENTAS PARA EL PLAN DE PRESERVACIÓN PERIÓDICA DE CONSTRUCCIONES DE LA FIMCP

INSUMOS DE LIMPIEZA (MENSUAL)	Jaime Monteros		Pascual Marcillo		Guillermo Lage		Juan Calderón		José Punguil		COMPRAS MES	COSTO INSUMOS	COSTO MENSUAL	COSTO ANUAL
	SEMANA	MES	SEMANA	MES	SEMANA	MES	SEMANA	MES	SEMANA	MES	TOTAL	(por Kg y por litro)		
DETERGENTE	1,00 Kg	4,00 Kg	1,00 Kg	4,00 Kg	1,00 Kg	4,00 Kg	1,00 Kg	4,00 Kg	1,00 Kg	4,00 Kg	20,00 Kg	\$2,02 / Kg	\$40,32	\$483,84
DESINFECTANTE	1,00 litros	4,00 litros	1,00 litros	4,00 litros	1,00 litros	4,00 litros	1,00 litros	4,00 litros	1,00 litros	4,00 litros	20,00 litros	\$3,14 / litro	\$62,72	\$752,64
SOLUCIÓN ANTISARRO	0,25 litros	1,00 litros	0,25 litros	1,00 litros	0,25 litros	1,00 litros	0,25 litros	1,00 litros	0,25 litros	1,00 litros	5,00 litros	\$1,00 / litro	\$5,00	\$60,00
CERA PARA PISOS	0,30 litros	1,20 litros	0,30 litros	1,20 litros	0,30 litros	1,20 litros	0,30 litros	1,20 litros	0,30 litros	1,20 litros	6,00 litros	\$1,75 / litro	\$10,50	\$126,00
<b>SUBTOTAL</b>													<b>\$118,54</b>	<b>\$1.422,48</b>
HERRAMIENTAS ( POR TÉRMINO)	J. Monteros		P. Marcillo		G. Lage		J. Calderón		J. Punguil		COMPRAS AÑO	COSTO UNITARIO	COSTO MENSUAL	COSTO ANUAL
ESCOBA	3 u / año		3 u / año		3 u / año		3 u / año		3 u / año		15 u / año	\$7,00	\$8,75	\$105,00
TRAPEADOR	1 u / año		1 u / año		1 u / año		1 u / año		1 u / año		5 u / año	\$1,50	\$0,63	\$7,50
FRANELA	12 m2 / año		12 m2 / año		12 m2 / año		12 m2 / año		12 m2 / año		60 m2 / año	\$2,00	\$10,00	\$120,00
RECOGEDOR	1 u / año		1 u / año		1 u / año		1 u / año		1 u / año		5 u / año	\$7,00	\$2,92	\$35,00
RESTREGADOR	4 u / año		4 u / año		4 u / año		4 u / año		4 u / año		20 u / año	\$2,00	\$3,33	\$40,00
MASCARILLAS	10 u / año		10 u / año		10 u / año		10 u / año		10 u / año		50 u / año	\$0,16	\$0,67	\$8,00
GUANTES	4 pares / año		4 pares / año		4 pares / año		4 pares / año		4 pares / año		20 pares / año	\$1,25	\$2,08	\$25,00
LIMPIAVIDRIOS	2 u / año		2 u / año		2 u / año		2 u / año		2 u / año		10 u / año	\$1,51	\$1,26	\$15,10
ESCOBILLONES (repartirse tiempo)	1 u / año		0 u / año		1 u / año		0 u / año		1 u / año		3 u / año	\$9,00	\$2,25	\$27,00
<b>SUBTOTAL</b>													<b>\$31,88</b>	<b>\$382,60</b>
<b>TOTAL</b>													<b>\$150,42</b>	<b>\$1.805,08</b>

## APÉNDICE J

### CRITERIOS PARA LA ELABORACIÓN DEL CÓDIGO DE MÁQUINA O CRITICIDAD DE EQUIPOS

<b>Código máquina</b>	<b>Concepto</b>
10	<b>RECURSOS VITALES.</b> Aquellos que influyen en más de un proceso, o cuya falla originan un problema de tal magnitud que la alta dirección de la empresa no está dispuesta a correr riesgos. Por ejemplo, líneas de distribución de vapor, gas, aire, calderas, hornos.
9	<b>RECURSOS IMPORTANTES.</b> Aquellos que, aunque están en la línea de producción, su función no es vital, pero sin ellos no puede operar adecuadamente el equipo vital y, además no existen máquinas redundantes o de reserva, como montacargas, grúas, frigoríficos, transportadores de material hacia las líneas de producción, etc.
8	<b>RECURSOS DUPLICADOS SITUADOS EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN.</b> Similares a los anteriores [7]. Pero de los cuales existe reserva.
7	<b>RECURSOS QUE INTERVIENEN EN FORMA DIRECTA EN LA PRODUCCIÓN.</b> Como dispositivos de medición para control de calidad, equipos de prueba, equipos para manejo de materiales y

	máquinas de inspección, entre otros.
<b>6</b>	<b>RECURSOS AUXILIARES DE PRODUCCIÓN SIN REMPLAZO.</b> Tales como: equipo de aire acondicionado para el área de pruebas, equipos móviles, equipo para surtimiento de materiales en almacén
<b>5</b>	<b>RECURSOS AUXILIARES DE PRODUCCIÓN CON REMPLAZO.</b> Similares al punto anterior, pero que sí tienen remplazo
<b>4</b>	<b>RECURSOS DE EMBALAJE Y PINTURA.</b> Como: compresoras. Inyectores de aire, máquina de pintura de acabado final, y todo aquello que no sea imprescindible para la producción y de lo que, además, se tenga remplazo.
<b>3</b>	<b>EQUIPOS GENERALES.</b> Unidades de transporte de materiales o productos, camionetas de carga, unidad refrigeradora, equipos de recuperación de desperdicios, etc.
<b>2</b>	<b>EDIFICIOS PARA LA PRODUCCIÓN Y SISTEMAS DE SEGURIDAD.</b> Alarmas, pasillos, almacenes, calles o estacionamientos.
<b>1</b>	<b>EDIFICIOS E INSTALACIONES ESTÉTICAS.</b> Todo aquello que no participa directamente en la producción: jardines, campos deportivos, sanitarios, fuentes, entre otros.

## APÉNDICE K

### CRITERIOS PARA LA ELABORACIÓN DEL CÓDIGO TRABAJO

CÓDIGO TRABAJO	DESCRIPCIÓN DE TRABAJOS
10	<b>PAROS.</b> Todo aquello que se ejecuta para atender las causas de pérdida del servicio de la calidad esperada, proporcionado por las máquinas, instalaciones y construcciones, vitales e importantes; o aquellos trabajos de seguridad hechos para evitar pérdidas de vidas humanas o afectaciones a la integridad física de los individuos.
9	<b>ACCIONES PREVENTIVAS URGENTES.</b> Todo trabajo tendente a eliminar los paros o conceptos discutidos en el punto anterior (10), que pudieran seguir en inspecciones, pruebas, avisos de alarma, etc..
8	<b>TRABAJOS DE AUXILIO A PRODUCCIÓN.</b> Modificaciones tendentes a optimizar la producción o surgidas por cambio de producto o para mejorar al mismo.
7	<b>ACCIONES PREVENTIVAS NO URGENTES.</b> Todo trabajo tendente a eliminar a largo plazo los paros o conceptos analizados en el punto (10); lubricación atención de desviaciones con consecuencias a largo plazo, trabajos para eliminar o reducir la labor repetitiva, entre otros.
6	<b>ACCIONES PREVENTIVAS GENERALES.</b> Todo trabajo tendente a

	eliminar paros, acciones preventivas urgentes, acciones preventivas no urgentes y donde no se hayan visualizado posibles fallas.
<b>5</b>	<b>ACCIONES RUTINARIAS.</b> Trabajos en máquinas o equipos de repuesto, en herramientas de conservación y en rutinas de seguridad.
<b>4</b>	<b>ACCIONES PARA MEJORÍA DE LA CALIDAD.</b> Todo trabajo tendente a mejorar los resultados de producción y conservación.
<b>3</b>	<b>ACCIONES PARA LA DISMINUCIÓN DEL COSTO.</b> Todo trabajo tendente a minimizar los costos de producción y conservación que no esté considerado en ninguna de las anteriores categorías (mejora del factor potencia eléctrica en la fábrica, disminuir la temperatura de la caldera de suministro de agua caliente en el verano, etcétera)
<b>2</b>	<b>ACCIONES DE SEGURIDAD Y ESTÁTICA.</b> Todo trabajo tendente a asegurar la salubridad y conservación de muebles e inmuebles donde el personal de limpieza no puede intervenir, debido a los riesgos o delicadeza del equipo por atender (pintura, aseo, desinfección de lugares como subestación eléctrica y salas de computación, entre otros).
<b>1</b>	<b>ACCIONES DE ASEO Y ORDEN.</b> Trabajos de distribución de herramientas y aseo de instalaciones del departamento de conservación.


## APÉNDICE L

### CRITERIOS PARA LA MATRIZ DE CRITICIDAD DE EQUIPOS Y CONSTRUCCIONES DE LA FIMCP

<b>CRITERIOS DE CRITICIDAD</b>	
<b>Horas de operación en relación con fallas y reparación</b>	<b>1</b>
<b>Falla o mal estado produce detenciones</b>	<b>2</b>
<b>Servicio al cliente</b>	<b>3</b>
<b>Equipo de alto Costo</b>	<b>4</b>
<b>Fallo o mal estado afecta seguridad usuarios</b>	<b>5</b>
<b>Fallo o mal estado produce daños a otros equipos</b>	<b>6</b>
<b>Fallo o mal estado produce mal func. a otros eq.</b>	<b>7</b>
<b>Afecta instalaciones físicas o medio ambiente</b>	<b>8</b>
<b>Posee equipo de emergencia</b>	<b>9</b>
<b>Componentes no disp. en mercado directo</b>	<b>10</b>
<b>No adaptables respuestos no originales</b>	<b>11</b>
<b>Dificultad para llevar el mantenimiento</b>	<b>12</b>


## APÉNDICE M

### MATRIZ DE CRITICIDAD DE EQUIPOS Y CONSTRUCCIONES DE LA FIMCP

 FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN MATRIZ DE CRITICIDAD DE EQUIPOS Y CONSTRUCCIONES																
No.	EQUIPOS Y CONSTRUCCIONES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	TOTAL	CANTIDAD CRITICIDAD	CÓDIGO MÁQUINA
1	Caldera (didáctica), lab. termo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	5	10
2	Caldero de 400lb/vap	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	5	10
3	Máquina de soldar, lab. Metalurgia	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	5	10
4	Banco de pruebas 4t a gasolina, lab. termo	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11	5	9
5	Banco metalográfico, lab. Metalurgia	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11	5	9
6	Horno de tratamiento térmico, lab. Metalurgia	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	11	5	9
7	Pulido electrolítico, lab. Metalurgia	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		11	5	9
8	Turbina de vapor (caldera), lab. termo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		11	5	9
9	Autoclave vertical, lab. alimentos	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1		10	4	8
10	Cámara de flujo laminar, agropecuaria		1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	10	4	8
11	Estufa universal, cap 108 l, lab. alimentos	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1		10	4	8
12	Evaporador de película ascendente		1	1	1	1	1	1	1	1		1		9	4	8
13	Autoclave, agropecuaria		1	1	1	1	1	1	1	1		1		9	4	8
14	Cortadora de discos, lab. Metalurgia	1	1	1	1	1	1	1		1		1		9	4	8
15	Electroplating, lab. Metalurgia		1	1	1		1	1	1	1	1	1		9	4	8
16	Estufa universal, cap 32 l, lab. alimentos	1	1		1	1	1	1	1	1		1		9	4	8
17	Estufa, agropecuaria	1	1		1	1	1	1	1	1		1		9	4	8
18	Intercambiador de calor, lab. termo		1	1	1	1	1	1		1	1	1		9	4	8
19	Supercalentador (caldera), lab. termo	1	1		1	1	1	1	1	1	1			9	4	8
20	Compresor 1 etapa, lab. termo	1		1	1	1			1	1	1	1		8	3	7
21	Compresor 2 etapas, lab. termo	1		1	1	1			1	1	1	1		8	3	7
22	Destilador de agua, agropecuaria		1	1	1	1	1	1	1	1				8	3	7
23	Incubadora microbiológica, lab. alimentos	1	1	1	1	1	1					1	1	8	3	7
24	Incubadora, agropecuaria	1	1	1	1	1	1		1	1				8	3	7
25	Motor 4 t diésel, lab. termo			1	1	1			1	1	1	1	1	8	3	7
26	Túnel de humo, lab. termo		1	1	1	1			1	1	1	1		8	3	7
27	Túnel supersónico, lab. termo		1	1	1	1	1	1			1	1		8	3	7
28	Centrífuga, agropecuaria		1	1	1	1			1	1		1		7	3	6
29	Equipo banco de bombas, lab. termo	1	1		1	1				1	1	1		7	3	6
30	Máquina de impacto, lab. Met y ens	1		1	1	1				1	1	1		7	3	6

## APÉNDICE M

### MATRIZ DE CRITICIDAD DE EQUIPOS Y CONSTRUCCIONES DE LA FIMCP


 FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN MATRIZ DE CRITICIDAD DE EQUIPOS Y CONSTRUCCIONES																
No.	EQUIPOS Y CONSTRUCCIONES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	TOTAL	CANTIDAD CRITICIDAD	CÓDIGO MÁQUINA
31	Máquina universal de ensayo, ESPOL	1	1	1	1	1	1						1	7	3	6
32	Máquina universal de ensayo, INSTRON	1	1	1	1	1	1						1	7	3	6
33	Olla de esterilización, lab. agropecuaria		1		1	1	1	1	1			1		7	3	6
34	Planta de tratamiento de agua, cald lab. termo			1	1		1	1		1	1	1		7	3	6
35	Torre de enfriamiento, lab. termo			1	1		1	1		1	1	1		7	3	6
36	Túnel subsónico, lab. termo		1	1	1	1				1	1	1		7	3	6
37	Condensador, lab. termo		1		1	1		1		1		1		6	3	5
38	Equipo de medidores de flujo, lab. termo		1	1	1					1	1	1		6	3	5
39	Medidores de dureza, lab. Metalurgia		1	1	1	1	1					1		6	3	5
40	Motor 4 t compresión variable, lab. termo				1				1	1	1	1	1	6	3	5
41	Plato caliente agitador, lab. agropecuaria				1	1			1	1		1	1	6	3	5
42	Potenciómetros, lab. agropecuaria				1	1			1	1		1	1	6	3	5
43	Turbina Francis, lab. termo		1	1	1					1	1	1		6	3	5
44	Turbina Pelton, lab. termo		1	1	1					1	1	1		6	3	5
45	Aire acondicionado (didáctico), lab. termo			1	1	1				1		1	1	5	2	4
46	Balanza analítica, lab. Metalurgia	1		1	1					1		1		5	2	4
47	Balanza electrónica, lab. alimentos		1	1	1							1	1	5	2	4
48	Equipo de convección y radiación, lab. termo			1	1					1	1	1		5	2	4
49	Lámpara de luz negra, lab. Metalurgia				1	1	1	1				1		5	2	4
50	Platos calientes, lab. agropecuaria				1	1			1	1		1		5	2	4
51	Taladro de pedestal, lab. termo	1			1	1				1		1		5	2	4
52	Balanza electrónica, agropecuaria			1	1							1	1	4	2	3
53	Banco oleohidráulico, lab. termo				1					1	1	1		4	2	3
54	Equipo de flujo laminar, lab. termo				1					1	1	1		4	2	3
55	Equipo de impacto de chorro, lab. termo				1					1	1		1	4	2	3
56	Esteroscopios, lab. alimentos				1	1				1		1		4	2	3
57	Microscopio metalográfico, lab. Metalurgia	1			1			1				1		4	2	3
58	Microscopios (2), lab. Metalurgia		1		1	1						1		4	2	3
59	Negatoscopio, lab. Metalurgia				1		1	1				1		4	2	3
60	Videoflex, lab. alimentos			1	1					1		1		4	2	3





## APÉNDICE N

### ÍNDICE ICGM SIMPLIFICADO

 <b>FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN</b> <b>ÍNDICE ICGM</b>					
No.	EQUIPOS Y CONSTRUCCIONES	CANTIDAD CRITICIDAD	CÓDIGO MÁQUINA	CÓDIGO TRABAJO	ÍNDICE ICGM
1	Caldera (didáctica), lab. termo	5	10	10	100
2	Caldero de 400lb/vap	5	10	10	100
3	Máquina de soldar, lab. Metalurgia	5	10	10	100
4	Banco de pruebas 4t a gasolina, lab. termo	5	9	9	81
5	Banco metalográfico, lab. Metalurgia	5	9	9	81
6	Horno de tratamiento térmico, lab. Metalurgia	5	9	9	81
7	Pulido electrolítico, lab. Metalurgia	5	9	9	81
8	Turbina de vapor (caldera), lab. termo	5	9	9	81
9	Autoclave vertical, lab. alimentos	4	8	8	64
10	Cámara de flujo laminar, agropecuaria	4	8	8	64
11	Estufa universal, cap 108 l, lab. alimentos	4	8	8	64
12	Evaporador de película ascendente	4	7	7	49
13	Autoclave, agropecuaria	4	7	7	49
14	Cortadora de discos, lab. Metalurgia	4	7	7	49
15	Electroplating, lab. Metalurgia	4	7	7	49
16	Estufa universal, cap 32 l, lab. alimentos	4	7	7	49
17	Estufa, agropecuaria	4	7	7	49
18	Intercambiador de calor, lab. termo	4	7	7	49
19	Supercalentador (caldera), lab. termo	4	7	7	49
20	Compresor 1 etapa, lab. termo	3	6	6	36
21	Compresor 2 etapas, lab. termo	3	6	6	36
22	Destilador de agua, agropecuaria	3	6	6	36
23	Incubadora microbiológica, lab. alimentos	3	6	6	36
24	Incubadora, agropecuaria	3	6	6	36
25	Motor 4 t diésel, lab. termo	3	6	6	36
26	Túnel de humo, lab. termo	3	6	6	36
27	Túnel supersónico, lab. termo	3	6	6	36
28	Centrífuga, agropecuaria	3	5	5	25
29	Equipo banco de bombas, lab. termo	3	5	5	25
30	Máquina de impacto, lab. Met y ens	3	5	5	25
31	Máquina universal de ensayo, ESPOL	3	5	5	25
32	Máquina universal de ensayo, INSTRON	3	5	5	25
33	Olla de esterilización, lab. agropecuaria	3	5	5	25
34	Planta de tratamiento de agua, cald lab. termo	3	5	5	25
35	Torre de enfriamiento, lab. termo	3	5	5	25

## APÉNDICE N

### ÍNDICE ICGM SIMPLIFICADO

36	Túnel subsónico, lab. termo	3	5	5	25
37	Condensador, lab. termo	3	5	5	25
38	Equipo de medidores de flujo, lab. termo	3	5	5	25
39	Medidores de dureza, lab. Metalurgia	3	5	5	25
40	Motor 4 t compresión variable, lab. termo	3	5	5	25
41	Plato caliente agitador, lab. agropecuaria	3	5	5	25
42	Potenciómetros, lab. agropecuaria	3	5	5	25
43	Turbina Francis, lab. termo	3	5	5	25
44	Turbina Pelton, lab. termo	3	5	5	25
45	Aire acondicionado (didáctico), lab. termo	2	4	4	16
46	Balanza analítica, lab. Metalurgia	2	4	4	16
47	Balanza electrónica, lab. alimentos	2	4	4	16
48	Equipo de convección y radiación, lab. termo	2	4	4	16
49	Lámpara de luz negra, lab. Metalurgia	2	4	4	16
50	Platos calientes, lab. agropecuaria	2	4	4	16
51	Taladro de pedestal, lab. termo	2	4	4	16
52	Balanza electrónica, agropecuaria	2	3	3	9
53	Banco oleohidráulico, lab. termo	2	3	3	9
54	Equipo de flujo laminar, lab. termo	2	3	3	9
55	Equipo de impacto de chorro, lab. termo	2	3	3	9
56	Esteroscopios, lab. alimentos	2	3	3	9
57	Microscopio metalográfico, lab. Metalurgia	2	3	3	9
58	Microscopios (2), lab. Metalurgia	2	3	3	9
59	Negatoscopio, lab. Metalurgia	2	3	3	9
60	Videoflex, lab. alimentos	2	3	3	9
61	Esteroscopios, agropecuaria	1	2	2	4
62	Máquina de torque, lab. Met y ens	1	2	2	4
63	Balanza de triple brazo, lab. alimentos	1	1	1	1
64	Balanza mecánica, agropecuaria	1	1	1	1
65	Baño María, lab. alimentos	1	1	1	1
66	Laminadora experimental, lab. Metalurgia	1	1	1	1
67	Microscopio biológico, lab. alimentos	1	1	1	1
68	Microscopio medical, lab. alimentos	1	1	1	1
69	Microscopios, agropecuaria	1	1	1	1
70	Olla de presión, lab. alimentos	1	1	1	1
71	Desionizador de agua, lab. Metalurgia	0	0	0	0
72	Spectronic, lab. Metalurgia	0	0	0	0
a	Pasillos, corredores	0	1	1	1
b	Construcciones de los baños	0	1	1	1
c	Construcciones de las aulas	0	1	1	1
d	Construcciones de las oficinas	0	1	1	1
e	Construcciones de los laboratorios	0	1	1	1

## APÉNDICE O

### JERARQUIZACIÓN DE EQUIPOS Y CONSTRUCCIONES CON CÓDIGO DE MÁQUINA Y PARETO

 <b>FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN</b> <b>JERARQUIZACIÓN POR CÓDIGO MÁQUINA Y/O CRITICIDAD</b>						
No.	EQUIPOS Y CONSTRUCCIONES	#	CRITICIDAD	CÓDIGO MÁQUINA	% ACUM	CLASIFICACIÓN
1	Caldera (didáctica), lab. termo	1	5	10	19 / 189  =  10,05%	V  I  T  A  L  E  S
2	Caldero de 400lb/vap	1	5	10		
3	Máquina de soldar, lab. Metalurgia	1	5	10		
4	Banco de pruebas 4t a gasolina, lab. termo	1	5	9		
5	Banco metalográfico, lab. Metalurgia	1	5	9		
6	Horno de tratamiento térmico, lab. Metalurgia	1	5	9		
7	Pulido electrolítico, lab. Metalurgia	1	5	9		
8	Turbina de vapor (caldera), lab. termo	1	5	9		
9	Autoclave vertical, lab. alimentos	1	4	8		
10	Cámara de flujo laminar, agropecuaria	1	4	8		
11	Estufa universal, cap 108 l, lab. alimentos	1	4	8		
12	Evaporador de película ascendente	1	4	8		
13	Autoclave, agropecuaria	1	4	8		
14	Cortadora de discos, lab. Metalurgia	1	4	8		
15	Electroplating, lab. Metalurgia	1	4	8		
16	Estufa universal, cap 32 l, lab. alimentos	1	4	8		
17	Estufa, agropecuaria	1	4	8		
18	Intercambiador de calor, lab. termo	1	4	8		
19	Supercalentador (caldera), lab. termo	1	4	8		

## APÉNDICE O

### JERARQUIZACIÓN DE EQUIPOS Y CONSTRUCCIONES CON CÓDIGO DE MÁQUINA Y PARETO

20	Compresor 1 etapa, lab. termo	1	3	7		
21	Compresor 2 etapas, lab. termo	1	3	7		
22	Destilador de agua, agropecuaria	1	3	7		
23	Incubadora microbiológica, lab. alimentos	1	3	7		
24	Incubadora, agropecuaria	1	3	7		
25	Motor 4 t diésel, lab. termo	1	3	7		
26	Túnel de humo, lab. termo	1	3	7		
27	Túnel supersónico, lab. termo	1	3	7		
28	Centrífuga, agropecuaria	1	3	6		I
29	Equipo banco de bombas, lab. termo	1	3	6		
30	Máquina de impacto, lab. Met y ens	1	3	6		
31	Máquina universal de ensayo, ESPOL	1	3	6		M
32	Máquina universal de ensayo, INSTRON	1	3	6		
33	Olla de esterilización, lab. agropecuaria	1	3	6		
34	Planta de tratamiento de agua, cald lab. termo	1	3	6		P
35	Torre de enfriamiento, lab. termo	1	3	6		
36	Túnel subsónico, lab. termo	1	3	6		
37	Condensador, lab. termo	1	3	5		O
38	Equipo de medidores de flujo, lab. termo	1	3	5		
39	Medidores de dureza, lab. Metalurgia	1	3	5		
40	Motor 4 t compresión variable, lab. termo	1	3	5		R
41	Plato caliente agitador, lab. agropecuaria	1	3	5	43 / 189	
42	Potenciómetros, lab. agropecuaria	1	3	5		
43	Turbina Francis, lab. termo	1	3	5	=	T
44	Turbina Pelton, lab. termo	1	3	5		
45	Aire acondicionado (didáctico), lab. termo	1	2	4	22,75%	A
46	Balanza analítica, lab. Metalurgia	1	2	4		
47	Balanza electrónica, lab. alimentos	1	2	4		
48	Equipo de convección y radiación, lab. termo	1	2	4		
49	Lámpara de luz negra, lab. Metalurgia	1	2	4		N
50	Platos calientes, lab. agropecuaria	1	2	4		
51	Taladro de pedestal, lab. termo	1	2	4		
52	Balanza electrónica, agropecuaria	1	2	3		T
53	Banco oleohidráulico, lab. termo	1	2	3		
54	Equipo de flujo laminar, lab. termo	1	2	3		
55	Equipo de impacto de chorro, lab. termo	1	2	3		E
56	Esteroscopios, lab. alimentos	1	2	3		
57	Microscopio metalográfico, lab. Metalurgia	1	2	3		
58	Microscopios (2), lab. Metalurgia	1	2	3		
59	Negatoscopio, lab. Metalurgia	1	2	3		S
60	Videoflex, lab. alimentos	1	2	3		
61	Esteroscopios, agropecuaria	1	1	3		
62	Máquina de torque, lab. Met y ens	1	1	3		

## APÉNDICE O

### JERARQUIZACIÓN DE EQUIPOS Y CONSTRUCCIONES CON CÓDIGO DE MÁQUINA Y PARETO


<b>FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN</b> <b>JERARQUIZACIÓN POR CÓDIGO MÁQUINA Y/O CRITICIDAD</b>						
No.	EQUIPOS Y CONSTRUCCIONES	#	CRITICIDAD	CÓDIGO MÁQUINA	% ACUM	CLASIFICACIÓN
63	Balanza de triple brazo, lab. alimentos	1	1	2	127 / 189	T R I
64	Balanza mecánica, agropecuaria	1	1	2		
65	Baño María, lab. alimentos	1	1	2		
66	Laminadora experimental, lab. Metalurgia	1	1	2		
67	Microscopio biológico, lab. alimentos	1	1	2		
68	Microscopio medical, lab. alimentos	1	1	2		
69	Microscopios, agropecuaria	1	1	2	=	V I A L
70	Olla de presión, lab. alimentos	1	1	2		
71	Desionizador de agua, lab. Metalurgia	1	0	0		
72	Spectronic, lab. Metalurgia	1	0	0		
a	Pasillos, corredores	25	0	1		
b	Construcciones de los baños	20	0	1		
c	Construcciones de las aulas	25	0	1		
d	Construcciones de las oficinas	40	0	1		
e	Construcciones de los laboratorios	7	0	1		
<b>TOTAL</b>		<b>189</b>				

## APÉNDICE P

<b>Calificación de las tolerancias para auxiliares de servicio</b>	
PERSONAL	1%
FATIGAS	2%
ESTAR DE PIE	2%
POSTURA ANORMAL	2%
EMPLEO FUERZA MUSCULAR	1%
ILUMINACIÓN	2%
CONDICIONES ATMOSFÉRICAS	2%
ATENCIÓN AL TRABAJO	2%
TOTAL DE TOLERANCIA	14%

Fuente: OIT, oficina internacional del trabajo

## APÉNDICE Q

 <b>REQUERIMIENTOS DE INSUMOS Y HERRAMIENTAS PARA EL PLAN DE PRESERVACIÓN PREVENTIVA PERIÓDICA DE EQUIPOS DE LA FIMCP</b>			
	Cantidad	Costo	Total
		(\$)	(\$)
<b>EQUIPOS DE METALURGIA</b>			
<b>Sr. Marco Rojano</b>			
Grasa azul	5,00 libras	3,00	<b>15,00</b>
Aceite hidráulico, SAE 20	5,00 galones	4,00	<b>20,00</b>
Aceite superfino	1,00 galón	70,00	<b>70,00</b>
Kit limpiador de lentes	3 u	5,00	<b>15,00</b>
Aceite soluble	5,00 galones	7,00	<b>35,00</b>
Aceite pesado, SAE 120	4,00 galones	16,00	<b>64,00</b>
<b>EQUIPOS DE METROLOGIA Y ENSAYO</b>			
<b>Tecn. Víctor Guadalupe</b>			
Aceite 40	1,00 galón	11,00	<b>11,00</b>
Diésel	5,00 galones	1,03	<b>5,15</b>
Guaípe	10,00 kilos	1,40	<b>14,00</b>
Grasa	1,00 libra	3,00	<b>3,00</b>
Vaselina sin olor	2,00 libra	6,00	<b>12,00</b>
Engrasadora	1 u	12,00	<b>12,00</b>
Cepillo cerda metálica	1 u	1,00	<b>1,00</b>
Brocha	3 pulg	3,00	<b>9,00</b>
<b>EQUIPOS DE TERMOFLUIDOS</b>			
<b>Ing. Freddy Chávez</b>			
Pintura anticorrosiva negra	1,00 galón	15,00	<b>15,00</b>
Diluyente	2,00 galones	6,00	<b>12,00</b>
Lija grano medio	4 pliegos	0,40	<b>1,60</b>
Desoxidante	1,00 galón	54,00	<b>54,00</b>
Aceite de dos tiempos, aditivado	2,00 litros	7,00	<b>14,00</b>
Manguera 1/2 pulgada agua caliente	10,00 metros	5,00	<b>50,00</b>
Manguera transparente 1/4	70,00 metros	3,00	<b>210,00</b>
Kerosén	2,00 litros	0,50	<b>1,00</b>
Bomba aire manual	1 u	12,00	<b>12,00</b>
<b>EQUIPOS DE ALIMENTOS</b>			
<b>Ing. Llerena</b>			
Cloro	3,00 galones	4,50	<b>13,50</b>
Amonio cuaternario, 250 ppm	3,00 galones	4,50	<b>13,50</b>
<b>EQUIPOS DE AGROPECUARIA</b>			
<b>Ing. Miguel Quilambaqui</b>			
Foco	2 u	1,00	<b>2,00</b>
Tornillo micrométrico	1 u	12,00	<b>12,00</b>
Porcelana nueva	1 u	10,00	<b>10,00</b>
Termómetro	1 u	80,00	<b>80,00</b>
<b>TOTAL</b>			<b>\$786,75</b>

Fuente: Hoja de requisición de materiales para mantenimiento de equipos



## APÉNDICE R

### ASIGNACIÓN DE ACTIVIDADES ACTUALES

CONSTRUCCIONES ( O EDIFICACIONES) ASIGNADAS ( m2 )		
EDIFICIO DE LA ADMINISTRACIÓN CENTRAL (GOBIERNO DE LA FIMCP)	1128,51	José
BLOQUES 24 C ( AULAS DE MECÁNICA)	1181,74	Jaime
ASOCIACIÓN, REPRESENTACIÓN Y LABORATORIO DE MATERIALES	236,44	Guillermo
ÁREA DE LAB. DE METALURGIA Y SOLDADURA	338,39	Guillermo
ÁREA DE UNIDAD DE VAPOR Y LABORATORIO DE ALIMENTOS	381,02	Guillermo
BLOQUE 18 B (ÁREA DE METROLOGÍA Y LAB DE COMPUTACION)	1082,10	Juan
BLOQUES 18A (ÁREA LABORATORIO DE TERMOFLUIDOS)	499,70	Pascual
BLOQUE CONVENIO FLORIDA - ESPOL, AGROPECUARIA	693,10	Pascual
BLOQUE BODEGA, MATERIALES INDUSTRIALES 18A	230,75	Pascual
BLOQUE DE AULAS NUEVAS 18C	316,03	Pascual
<b>AREA TOTAL</b>	<b>6087,78</b>	

## APÉNDICE S

### PLAN DE CONSTRUCCIONES

**SR. GUILLERMO LAJE**

HORAS	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES
08H00 a 09H00	Oficinas y Baños Metalurgia	Lab. Microbiología	Oficinas y Baños Metalurgia	Lab. Microbiología	Oficinas y Baños Metalurgia
09H00 a 10H00	Corredores y escaleras Edificio 18C metalurgia	Lab. Sensorial	Corredores y edificios 18C	Lab. De degustacion	Corredores y edificios 18C
10H00 a 11H00	Lab. Microscopia y Aulas Metalurgia	Lab. Operación Unitaria	Lab. Microscopia y Aula Metalurgia	Lab. Operaciones Unitarias	Lab. Microscopia y Aula Metalurgia
11H00 a 12H30	Lab. Soldadura, escaleras*	Lab. - Materiales*	Lab. Soldadura*	Lab. - Materiales*	Lab. Soldadura*
12H30 a 13H00	Almuerzo	Almuerzo	Almuerzo	Almuerzo	Almuerzo
13H00 a 14H00	AEFIMCP	Activid varias FIMCP	AEFIMCP	Activid varias FIMCP	AEFIMCP, Unidad vapor
14H00 a 15H00	Lab. Metalografía, aulas nuevas	Activid varias FIMCP	Lab. Metalografía, aulas nuevas	Activid varias FIMCP	Lab. Metalografía, aulas nuevas
15H00 a 16H00	Activid varias FIMCP	Activid varias FIMCP	Activid varias FIMCP	Activid varias FIMCP	Activid varias FIMCP

*Como máximo cada 30 días limpieza de tumbados. Otras actividades consultar con su jefe*

\*Piso del área de máquinas lab. Termofluidos

Elaborado por: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Aprobado por: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

## APÉNDICE S

### PLAN DE CONSTRUCCIONES

#### SR. JAIME MONTEROS

<b>HORAS</b>	<b>LUNES</b>	<b>MARTES</b>	<b>MIÉRCOLES</b>	<b>JUEVES</b>	<b>VIERNES</b>
	Abrir y limpiar pizarrones aulas FIMCP	Abrir y limpiar pizarrones aulas FIMCP	Abrir y limpiar pizarrones aulas FIMCP	Abrir y limpiar pizarrones aulas FIMCP	Abrir y limpiar pizarrones aulas FIMCP
07:00- 07:30	Entrega de carpetas y mat Audiovisuales	Entrega de carpetas y mat Audiovisuales	Entrega de carpetas y mat Audiovisuales	Entrega de carpetas y mat Audiovisuales	Entrega de carpetas y mat Audiovisuales
07:30 - 08:00	limpieza de baños edificio 24 C	limpieza de baños edificio 24 C	limpieza de baños edificio 24 C	limpieza de baños edificio 24 C	limpieza de baños edificio 24 C
08:00 - 09:00	limpieza de aulas ed.24 C planta alta	limpieza de aulas ed.24 C planta alta	limpieza de aulas ed.24 C planta alta	limpieza de aulas ed.24 C planta alta	limpieza de aulas ed.24 C planta alta
09:00 - 11:00	limpieza de corredores y aulas ed.24Cplanta baja	limpieza de corredores y aulas ed.24Cplanta baja	limpieza de corredores y aulas ed.24Cplanta baja	limpieza de corredores y aulas ed.24Cplanta baja	limpieza de corredores y aulas ed.24Cplanta baja
11:00 - 12:30	ALMUERZO	ALMUERZO	ALMUERZO	ALMUERZO	ALMUERZO
12:30 - 13:00	Limpieza de sala seminarios y Dibujo	Limpieza de sala seminarios y Dibujo	Limpieza de sala seminarios y Dibujo	Limpieza de sala seminarios y Dibujo	Limpieza de sala seminarios y Dibujo
13:00 - 14:00	limpieza de Escaleras y plazoleta ed. 24 C	limpieza de Escaleras y plazoleta ed. 24 C	limpieza de Escaleras y plazoleta ed. 24 C	limpieza de Escaleras y plazoleta ed. 24 C	actividades varias (limpieza vidrios y act. FIMCP)
14:00 - 16:00	limpieza de pizarrones y revision de aulas FIMCP	limpieza de pizarrones y revision de aulas FIMCP	limpieza de pizarrones y revision de aulas FIMCP	limpieza de pizarrones y revision de aulas FIMCP	actividades varios (limpieza vidrios y act. FIMCP)
16:00 - 17:00					

*Como máximo cada 30 días limpieza de tumbados. Otras actividades consultar con su jefe*

Elaborado por: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Aprobado por: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

## APÉNDICE S

### PLAN DE CONSTRUCCIONES

**SR. JOSÉ PUNGUIL**



#### FACULTAD DE INGENIERÍA EN MECÁNICA Y CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN

PLAN PARA LA CONSERVACIÓN DE CONSTRUCCIONES

JOSÉ PUNGUIL Horario de trabajo de 7H00 a 16 H00

HORAS	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES
07H00 a 08H00	Limp. área Decano	Limp. Ofc. Sub Decano	Limp. área Decano	Limp. Ofc. Sub Decano	Limpieza corredores int, ext
08H00 a 09H00	Limp. Coord. IAL	Limp. Ofcnas. Ing. Orces Ing. Pazmiño.	Limp. Coord. IAL	Limp. Ofcnas. Ing. Orces Ing. Pazmiño.	Lmp. Arreglo.Salas Postgrados Lmp. Arreglo.Salas Postgrados
09H00 a 10H00	Limp. Coordnacion Agropecuaria	Limp. Ofc. Ing. Cevallos, Ing, Espinoza, Arq. Rada	Limp. Coordnacion Agropecuaria	Limp. Ofc. Ing. Cevallos, Ing, Espinoza, Arq. Rada	Lmp. Arreglo.Salas Postgrados Lmp. Arreglo.Salas Postgrados
10H00 a 11h00	limp. Corredores, Interiores y Exterior.	Limp. Corredores, Interiores y Exterior.	Limp. Corredores, Interiores y Exterior.	Limp. Corredores, Interiores y Exterior.	Lmp. Arreglo.Salas Postgrados Lmp. Arreglo.Salas Postgrados
11H00 a 13H00	Limpieza General	Limpieza otras oficinas	Limpieza General	Limpieza otras oficinas	Limpieza General, oficinas
13H00 a 13H30	Almuerzo	Almuerzo	Almuerzo	Almuerzo	Almuerzo
13H30 a 16H00	Limp. Ofc. IAPI, EJE	Limp. Ofc. Ing. Tapia, Ing. Patiño, Dr. Barriga	Limp. Ofc. IAPI, EJE	Limp. Ofc. Ing. Tapia, Ing. Patiño, Dr. Barriga	Limp. Ofc. IAPI, EJE

*Como máximo cada 30 días limpieza de tumbados. Otras actividades consultar con su jefe*

Elaborado por: \_\_\_\_\_

Aprobado por: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

## APÉNDICE S

### PLAN DE CONSTRUCCIONES

#### SR. JUAN CALDERÓN



#### FACULTAD DE INGENIERÍA EN MECÁNICA Y CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN

PLAN PARA LA CONSERVACIÓN DE CONSTRUCCIONES

JUAN CALDERÓN Horario de trabajo de 11H00 a 20 H00

HORAS	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES
11:00 - 13:00	Limp corredores, Sala de Estudios libres y baños Ed 18B	Limp corredores, Sala de Estudios libres y baños Ed 18B	Limp corredores, Sala de Estudios libres y baños Ed 18B	Limp corredores, Sala de Estudios libres y baños Ed 18B	Limp corredores, Sala de Estudios libres y baños Ed 18B
13:00 - 13:30	ALMUERZO	ALMUERZO	ALMUERZO	ALMUERZO	ALMUERZO
13:30 - 14:30	Lab de Metrologia y Ensayos	Limp. Oficina Semillas	Lab de Metrologia y Ensayos	Almuerzo	Lab de Metrologia y Ensayos
14:30 - 15:00	Conv. Espol- Armada	Actividades Varias	Conv. Espol- Armada	AULAS 18B 105	Conv. Espol- Armada
15:00 - 16:00	Biblioteca	Actividades Varias	Biblioteca	Ofc. Semillas	Biblioteca
16:00 - 17:00	Biblioteca	Biblioteca	Biblioteca	Biblioteca	Biblioteca
17:00 - 18:00	Lab de Computacion	Laboratorio Comput.	Lab de Computacion	Lab de Computacion	Lab de Computacion
18:00 - 19:00	Limp de aulas 18 B 105 y Aulas Bloque 24C	Limp de aulas 18 B 105 y Aulas Bloque 24C	Limp de aulas 18 B 105 y Aulas Bloque 24C	Limp de aulas 18 B 105 y Aulas Bloque 24C	Limp de aulas 18 B 105 y Aulas Bloque 24C
19:00 - 20:00	Limpieza de aulas de bloque 24 C	Limpieza de aulas de bloque 24 C	Limpieza de aulas de bloque 24 C	Limpieza de aulas de bloque 24 C	Limpieza de aulas de bloque 24 C

*Como máximo cada 30 días limpieza de tumbados. Otras actividades consultar con su jefe*

Elaborado por: \_\_\_\_\_

Aprobado por: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

## APÉNDICE S

### PLAN DE CONSTRUCCIONES

#### SR. PASCUAL MARCILLO



### FACULTAD DE INGENIERÍA EN MECÁNICA Y CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN

PLAN PARA LA CONSERVACIÓN DE CONSTRUCCIONES  
PASCUAL MARCILLO Horario de trabajo de 08H00 a 16 H00

HORAS	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES
08:00 - 09:00	Convenio ESPOL - FLORIDA	Convenio ESPOL - FLORIDA	Convenio ESPOL - FLORIDA	Convenio ESPOL - FLORIDA	Convenio ESPOL - FLORIDA
09:00 - 10:00	Laboratorio de agropecuaria en Ed.	Laboratorio de agropecuaria en Ed.	Laboratorio de agropecuaria en Ed.	Laboratorio de agropecuaria en Ed.	Laboratorio de agropecuaria en Ed.
10:00 - 11:00	Laboratorio de alimentos Ed. Espol Florida	Laboratorio de alimentos Ed. Espol Florida	Laboratorio de alimentos Ed. Espol	Laboratorio de alimentos Ed. Espol Florida	Laboratorio de alimentos Ed. Espol Florida
11:00 - 12:30	Lab Termo, aulas, baño	Lab Termo, aulas, baño	Lab Termo, aulas, baño	Lab Termo, aulas, baño	Lab Termo, aulas, baño
12:30 - 13:00	ALMUERZO	ALMUERZO	ALMUERZO	ALMUERZO	ALMUERZO
13:00 - 14:00	Limpieza de aulas 18 A-110, 18 B 101	Limpieza de corredores, escaleras y	Limpieza de aulas 18 A-110, 18 B 101	Limpieza de corredores, escaleras y	Limpieza de aulas 18 A-110, 18 B 101
14:00 - 15:00	limpieza de aulas 18 B 1,2,3	Limpieza de laboratorios de Harinas	limpieza de aulas 18 B 1,2,3	Limpieza de laboratorios de Harinas	limpieza de aulas 18 B 1,2,3
15:00 - 16:00	Limpieza de aulas nuevas 18C	laboratorio de procesos Industriales y bodega	Limpieza de aulas nuevas 18C	laboratorio de procesos Industriales y bodega	Limpieza de aulas nuevas 18C

*Como máximo cada 30 días limpieza de tumbados. Otras actividades consultar con su jefe*

Elaborado por: \_\_\_\_\_

Aprobado por: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

## APÉNDICE T

### ACTIVIDADES CON SUS TIEMPOS ESTÁNDARES OBTENIDOS DE LOS MODELOS LINEALES DE TIEMPO Y BALANCEO

 <b>AUXILIAR DE SERVICIO : SR. GUILLERMO LAJE</b> <b>LUNES, MIÉRCOLES Y VIERNES</b> <b>EDIFICIO 18C: ÁREA METALURGIA</b>				
<b>APLICACION DE LOS MODELOS LINEALES TS = A + B x AREA</b>				
<b>TS</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>AREA</b>	<b>NOTA</b>
<b>minutos</b>			<b>metros cuadrados</b>	
	<b>1,78</b>	<b>1,12</b>		<b>BAÑOS</b>
6,26	1,78	1,12	4,00	Baño 18B-215
6,26	1,78	1,12	4,00	Baño 18B-216
	<b>0,15</b>	<b>0,464</b>		<b>OFICINAS PEQUEÑAS</b>
4,21	0,15	0,464	8,74	Sala de archicos
4,21	0,15	0,464	8,74	Of. Comp. VLIR 6
5,16	0,15	0,464	10,80	Of. Ing. Rigail
6,16	0,15	0,464	12,96	Of. Asistentes de metalurgia
6,16	0,15	0,464	12,96	Of. Ing. Peña
6,83	0,15	0,464	14,40	Área de tesis
	<b>15,8</b>	<b>0,295</b>		<b>AULAS, LABORATORIOS</b>
30,46	15,8	0,295	49,68	Aula clases metalurgia 24C-106
22,81	15,8	0,295	23,76	Lab. Sr. Rojano 18-222
	<b>0,912</b>	<b>0,157</b>		<b>ÁREA CORREDORES</b>
3,48	0,912	0,157	16,38	pasillo aulas Comp 6
8,76	0,912	0,157	50,00	pasillo exterior Metalurgia
				<b>ÁREA LAB PISO CEMENTO</b>
18,56			57,60	Lab de Soldadura, piso cemento
	<b>0,15</b>	<b>0,464</b>		<b>OFICINAS PEQUEÑAS</b>
7,25	0,15	0,464	15,30	ASME
4,33	0,15	0,464	9,00	REFIMCP
	<b>-9,04</b>	<b>1,04</b>		<b>OFICINAS GRANDES</b>
11,76	-9,04	1,04	20,00	AEFIMCP
10,62	-9,04	1,04	18,90	AEFIMCP AUXILIAR
	<b>0,912</b>	<b>0,157</b>		<b>ÁREA CORREDORES</b>
4,29	0,912	0,157	21,51	Interno en la AEFIMCP
45,00			360,97	<b>Piso área de máquinas Termofluidos</b>
	<b>15,8</b>	<b>0,295</b>	<b>ASIGNADOS</b>	<b>BLOQUE 18C (AULAS NUEVAS)</b>
29,08	15,8	0,295	45,00	Aulas 18C-1
29,08	15,8	0,295	45,00	Aulas 18C-2
29,08	15,8	0,295	45,00	Aulas 18C-3
29,08	15,8	0,295	45,00	Aula Consulting Junior
				<b>ALMUERZO</b>
60,00				<b>ACTIVIDADES VARIAS</b>
				15 min descanso 10h00 y 15 min a las 14h00
<b>388,86</b>	<b>min</b>	<b>6,48</b>	<b>horas</b>	<b>899,7 m2</b>
El tiempo estándar que se tomará, lunes, miércoles y viernes será Se les da 15 min de descanso, a las 10h00 y a las 14h00 en el contenedor, seleccione o deje el material, tome un breve descanso, etc Estos tiempos estandarizados tienen un 14% de tolerancia				<b>6,48 horas</b>

## APÉNDICE T


### ACTIVIDADES CON SUS TIEMPOS ESTÁNDARES OBTENIDOS DE LOS MODELOS LINEALES DE TIEMPO Y BALANCEO

	APLICACION DE LOS MODELOS LINEALES $TS = A + B \times \text{AREA}$			
TS	A	B	AREA	NOTA
minutos			metros cuadrados	
	<b>1,78</b>	<b>1,12</b>		<b>BANOS</b>
6,26	1,78	1,12	4,00	Baño 18B-215
6,26	1,78	1,12	4,00	Baño 18B-216
	<b>15,8</b>	<b>0,295</b>		<b>AULAS, LABORATORIO</b>
42,65	15,8	0,295	91,00	Laboratorio Microbiología
22,82	15,8	0,295	23,80	Laboratorio Sensorial
23,47	15,8	0,295	26,00	Operaciones unitarias
50,02	15,8	0,295	116,00	Laboratorio de Materiales
20,00			10,00	Unidad de vapor
	<b>0,912</b>	<b>0,157</b>		<b>AREA CORREDORES</b>
2,48	0,912	0,157	10,00	Corredor entre lab Materiales y AEFIMCP
<b>30,00</b>	<b>ASIGNADOS</b>		<b>322,20</b>	<b>Bodega al lado de Procesos Industriales</b>
<b>30,00</b>			<b>360,97</b>	<b>Piso área de máquinas Termofluidos, estimado</b>
				ALMUERZO
180,00				ACTIVIDADES VARIAS
				15 min descanso 10h00 y 15 min a las 14h00
<b>413,96</b>	<b>min</b>	<b>6,90</b>	<b>horas</b>	<b>967,97 m2</b>
El tiempo estándar que se tomará martes y jueves será Se les da 15 min de descanso, a las 10h00 y a las 14h00 en el contenedor, seleccione o deje el material, tome un breve descanso, etc Estos tiempos estandarizados tienen un 14% de tolerancia				<b>6,90 horas</b>




## APÉNDICE T

### ACTIVIDADES CON SUS TIEMPOS ESTÁNDARES OBTENIDOS DE LOS MODELOS LINEALES DE TIEMPO Y BALANCEO

 <b>AUXILIAR DE SERVICIO : DON JAIME MONTEROS</b> <b>LUNES A VIERNES</b> <b>EDIFICIO 24C</b>				
<b>APLICACION DE LOS MODELOS LINEALES <math>TS = A + B \times \text{AREA}</math></b>				
TS	A	B	AREA	NOTA
minutos			metros cuadrados	
30,00				Abrir y limpiar pizarrones aulas valores preestablecidos
30,00				Entrega de carpetas y material audiovisual
	<b>15,8</b>	<b>0,295</b>		<b>BAÑOS GRANDES</b>
18,01	15,8	0,295	7,50	WC HOMBRE
18,00	15,8	0,295	7,45	WC MUJERES
	<b>15,8</b>	<b>0,295</b>		<b>AULAS PLANTA BAJA</b>
22,83	15,8	0,295	101,20	24C-101 (DIBUJO)
19,10	15,8	0,295	75,90	24C-102
15,65	15,8	0,295	52,54	24C-106
15,86	15,8	0,295	53,96	24C-107
15,97	15,8	0,295	54,72	24C-108
				<b>AULAS PLANTA ALTA</b>
36,48	15,8	0,295	70,10	24C-201
31,93	15,8	0,295	54,67	24C-202
31,70	15,8	0,295	53,90	24C-203
39,34	15,8	0,295	79,80	24C-204
39,68	15,8	0,295	80,94	24C-205
	<b>0,912</b>	<b>0,157</b>		<b>ÁREA CORREDORES</b>
32,31	0,912	0,157	200,00	Planta baja
				Planta alta
				ALMUERZO
				15 min descanso 10h00 y 15 min a las 14h00
<b>396,85</b>	<b>min</b>	<b>6,61 horas</b>	<b>892,68 m2</b>	
El tiempo estándar que se tomará, lunes, miércoles y viernes será Se les da 15 min de descanso, a las 10h00 y a las 14h00 en el contenedor, seleccione o deje el material, tome un breve descanso, etc Estos tiempos estandarizados tienen un 14% de tolerancia				<b>6,61 horas</b>


## APÉNDICE T

### ACTIVIDADES CON SUS TIEMPOS ESTÁNDARES OBTENIDOS DE LOS MODELOS LINEALES DE TIEMPO Y BALANCEO

 <b>AUXILIAR DE SERVICIO : DON JAIME MONTEROS</b> <b>LUNES A VIERNES</b> <b>EDIFICIO 24C</b>				
<b>APLICACIÓN DE LOS MODELOS LINEALES <math>TS = A + B \times \text{ÁREA}</math></b>				
TS	A	B	ÁREA	NOTA
minutos			metros cuadrados	
20,00				Abrir y limpiar pizarrones aulas valores preestablecidos
20,00				Entrega de carpetas y material audiovisual
	<b>15,8</b>	<b>0,295</b>		<b>BAÑOS GRANDES</b>
18,01	15,8	0,295	7,50	WC HOMBRE
18,00	15,8	0,295	7,45	WC MUJERES
	<b>15,8</b>	<b>0,295</b>		<b>AULAS PLANTA BAJA</b>
45,65	15,8	0,295	101,20	24C-101 (DIBUJO)
38,19	15,8	0,295	75,90	24C-102
31,30	15,8	0,295	52,54	24C-106
31,72	15,8	0,295	53,96	24C-107
31,94	15,8	0,295	54,72	24C-108
				<b>AULAS PLANTA ALTA</b>
18,24	15,8	0,295	70,10	24C-201
15,96	15,8	0,295	54,67	24C-202
15,85	15,8	0,295	53,90	24C-203
19,67	15,8	0,295	79,80	24C-204
19,84	15,8	0,295	80,94	24C-205
	<b>0,912</b>	<b>0,157</b>		<b>ÁREA CORREDORES</b>
32,31	0,912	0,157	200,00	Planta baja Planta alta
				ALMUERZO
				15 min descanso 10h00 y 15 min a las 14h00
<b>376,69</b>	<b>min</b>	<b>6,28</b>	<b>horas</b>	<b>892,68 m2</b>
El tiempo estándar que se tomará, lunes, miércoles y viernes Se les da 15 min de descanso, a las 10h00 y a las 14h00 en el contenedor, seleccione o deje el material, tome un breve descanso, etc Estos tiempos estandarizados tienen un 14% de tolerancia				<b>6,28 horas</b>

## APÉNDICE T

### ACTIVIDADES CON SUS TIEMPOS ESTÁNDARES OBTENIDOS DE LOS MODELOS LINEALES DE TIEMPO Y BALANCEO

 <b>AUXILIAR DE SERVICIO : DON JOSÉ PUNGUIL</b> <b>LUNES, MIÉRCOLES Y VIERNES</b> <b>EDIFICIO DE LA ADMINISTRACIÓN FIMCP</b>				
<b>APLICACION DE LOS MODELOS LINEALES <math>TS = A + B \times \text{ÁREA}</math></b>				
<b>TS</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>ÁREA</b>	<b>ÁREAS A VISITAR</b>
<b>minutos</b>			<b>metros cuadrados</b>	
				<b>OFICINAS GRANDES PLANTA BAJA</b>
115,76	-9,04	1,04	120,00	Decanato, secretaría, Asesoría, Aula de Sesiones
6,56	-9,04	1,04	15,00	Coordinación IAL
6,56	-9,04	1,04	15,00	Aula 17-117
16,96	-9,04	1,04	25,00	Coordinación Ingeniería Agropecuaria
	<b>15,8</b>	<b>0,295</b>		<b>AULAS PLANTA BAJA</b>
35,27	15,8	0,295	66,00	Aula de postgrado 1
32,91	15,8	0,295	58,00	Aula de postgrado 2
	<b>0,15</b>	<b>0,464</b>		<b>OFICINAS PEQUEÑAS DEL IAPI, EJE</b>
4,21	0,15	0,464	8,74	Sala de archivos
4,21	0,15	0,464	8,74	Cafetería
4,71	0,15	0,464	9,83	sala de juntas
5,22	0,15	0,464	10,93	Oficina frente a la de asistentes
5,94	0,15	0,464	12,48	Oficina auxiliar EJE
6,30	0,15	0,464	13,26	Oficina principal EJE
	<b>-9,04</b>	<b>1,04</b>		<b>OFICINAS GRANDES IAPI</b>
9,13	-9,04	1,04	17,47	Recepción
10,43	-9,04	1,04	18,72	Oficina de Asistentes
	<b>1,78</b>	<b>1,12</b>		<b>BAÑOS PEQUEÑOS</b>
6,26	1,78	1,12	4,00	WC HOMBRE
6,26	1,78	1,12	4,00	WC MUJERES
6,26	1,78	1,12	4,00	WC HOMBRE
6,26	1,78	1,12	4,00	WC MUJERES
	<b>0,912</b>	<b>0,157</b>		<b>ÁREA CORREDORES</b>
42,96	0,912	0,157	300,00	Planta baja
35,80	0,912	0,157	250,00	Planta alta
				<b>ALMUERZO</b>
				<b>ACTIVIDADES VARIAS</b>
				15 min descanso 10h00 y 15 min a las 14h00
<b>367,96</b>	<b>min</b>	<b>6,13 horas</b>	<b>965,17 m2</b>	
El tiempo estándar que se tomará, lunes, miércoles y viernes será Se les da 15 min de descanso, a las 10h00 y a las 14h00 al contenedor, seleccione o deje el material, tome un breve descanso, etc Estos tiempos estandarizados tienen un 14% de tolerancia				<b>6,13 horas</b>

## APÉNDICE T

### ACTIVIDADES CON SUS TIEMPOS ESTÁNDARES OBTENIDOS DE LOS MODELOS LINEALES DE TIEMPO Y BALANCEO



**AUXILIAR DE SERVICIO : DON JOSÉ PUNGUIL  
MARTES Y JUEVES  
EDIFICIO DE LA ADMINISTRACIÓN FIMCP**

APLICACION DE LOS MODELOS LINEALES $TS = A + B \times \text{AREA}$				
TS	A	B	AREA	NOTA
minutos			metros cuadrados	
<b>TS</b>	<b>-9,04</b>	<b>1,04</b>		<b>OFICINAS GRANDES PLANTA BAJA</b>
27,36	-9,04	1,04	35,00	Sub-decanato
11,76	-9,04	1,04	20,00	Secretaría de la FIMCP
	<b>0,15</b>	<b>0,464</b>		<b>OFICINAS PEQUENAS</b>
2,93	0,15	0,464	6,00	Oficina del Ing. Orcés
2,93	0,15	0,464	6,00	Oficina del Ing. Pazmiño
2,93	0,15	0,464	6,00	Oficina del Ing. Cevallos
2,93	0,15	0,464	6,00	Oficina del Ing. Espinoza
4,71	0,15	0,464	9,83	Oficina del Arq. Rada
2,93	0,15	0,464	6,00	Oficina del Ing. Patiño
2,93	0,15	0,464	6,00	Oficina del Dr. Barriga
	<b>-9,04</b>	<b>1,04</b>		<b>OFICINAS GRANDES PLANTA ALTA</b>
10,43	-9,04	1,04	18,72	Oficina del Ing. Tapia
	<b>1,78</b>	<b>1,12</b>		<b>BAÑOS PEQUEÑOS</b>
6,26	1,78	1,12	4,00	WC HOMBRE
6,26	1,78	1,12	4,00	WC MUJERES
6,26	1,78	1,12	4,00	WC HOMBRE
6,26	1,78	1,12	4,00	WC MUJERES
	<b>0,912</b>	<b>0,157</b>		<b>AREA CORREDORES</b>
48,01	0,912	0,157	300,00	Planta baja
40,16	0,912	0,157	250,00	Planta alta
120,00				Limpieza general
				ALMUERZO
-				ACTIVIDADES VARIAS
				15 min descanso 10h00 y 15 min a las 14h00
<b>305,08</b>	<b>min</b>	<b>5,08 horas</b>	<b>685,55 m2</b>	
<p>El tiempo estándar que se tomará, lunes, miércoles y viernes Se le agregan 10 min para que deposite basura del tacho grande al contenedor, seleccione o deje el material, tome un breve descanso, etc Estos tiempos estandarizados tienen un 14% de tolerancia</p>				<b>5,08 horas</b>











## APÉNDICE U

### CONTROL DE ACTIVIDADES DE LAS CONSTRUCCIONES



**FACULTAD DE INGENIERÍA EN MECÁNICA Y CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN  
CONTROL DE ACTIVIDADES DE CONSERVACIÓN DE CONSTRUCCIONES**

Responsable del área \_\_\_\_\_  
 Nombre del área \_\_\_\_\_  
 Trabajador Guillermo Lage

SI CUMPLE . 1  
 NO CUMPLE. 0  
 Período de registro: \_\_\_\_\_

HORA	LUNES, MIÉRCOLES Y VIERNES	L	M	V		L	M	V
08:00 - 09:00	Oficinas y Baños Metalurgia							
09:00 - 10:00	Corredores y escaleras, Edificio 18C METALURGIA							
10:00 - 11:00	Laboratorio de Microscopia y Aula de Metalurgia							
11:00 - 12:30	Lab. Soldadura, escaleras*							
12:30 - 13:00	ALMUERZO							
13:00 - 14:00	AEFIMCP - Asuntos varios, Unidad vapor							
14:00 - 15:00	Laboratorio de Metalografía, aulas nuevas 18C							
15:00 - 16:00	Actividades varias							

	MARTES Y JUEVES	M	J		M	J
08:00 - 09:00	Lab. Microbiología					
09:00 - 10:00	Lab. De Degustación					
10:00 - 11:00	Lab. Operaciones Unitarias					
11:00 - 12:30	Lab. Materiales, Bodega al lado de Procesos industriales					
12:30 - 13:00	ALMUERZO					
13:00 - 14:00	Actividades varias FIMCP					
14:00 - 15:00	Actividades varias FIMCP					
15:00 - 16:00	Actividades varias FIMCP					

\_\_\_\_\_  
Responsable del área

\_\_\_\_\_  
Supervisado por

## APÉNDICE U

### CONTROL DE ACTIVIDADES DE LOS PLANES DE CONSERVACIÓN DE LAS CONSTRUCCIONES



**FACULTAD DE INGENIERÍA EN MECÁNICA Y CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN  
CONTROL DE ACTIVIDADES DE CONSERVACIÓN DE CONSTRUCCIONES**

Responsable del área \_\_\_\_\_  
 Nombre del área \_\_\_\_\_  
 Trabajador JAIME MONTEROS DUQUE

SI CUMPLE .                   **1**  
 NO CUMPLE.                 **0**  
 Período de registro: \_\_\_\_\_

HORA	LUNES A JUEVES	L	M	M	J		L	M	M	J
07:00- 07:30	Abrir y limpiar pizarrones de aulas FIMCP									
07:30 - 08:00	Entrega de carpetas y materiales Audiovisuales a Profesores									
08:00 - 09:00	Limpieza de baños edificio 24 C									
09:00 - 11:00	Limpieza de aulas edificio 24 C planta alta									
11:00 - 12:30	limpieza de corredores y aulas planta baja									
12:30 - 13:00	ALMUERZO									
13:00 - 14:00	limpieza de sala de seminarios y sala de dibujo									
14:00 - 16:00	limpieza de escalera y plazoleta frente edificio 24 C									
16:00 - 17:00	limpieza de pizarrones y revision de aulas de la FIMCP									


	VIERNES	V		V	
07:00- 07:30	Abrir y limpiar pizarrones de aulas FIMCP				
07:30 - 08:00	Entrega de carpetas y materiales Audiovisuales a Profesores				
08:00 - 09:00	Limpieza de baños edificio 24 C				
09:00 - 11:00	Limpieza de aulas edificio 24 C planta alta				
11:00 - 12:30	limpieza de corredores y aulas planta baja				
12:30 - 13:00	ALMUERZO				
13:00 - 14:00	limpieza de sala de seminarios y sala de dibujo				
14:00 - 16:00	Actividades Varias Limpieza de vidrios y actividades de FIMCP)				
16:00 - 17:00	Actividades Varias Limpieza de vidrios y actividades de FIMCP)				

\_\_\_\_\_  
Responsable del área

\_\_\_\_\_  
Supervisado por

## APÉNDICE U

### CONTROL DE ACTIVIDADES DE LOS PLANES DE CONSERVACIÓN DE LAS CONSTRUCCIONES

	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA EN MECÁNICA Y CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN</b> <b>CONTROL DE ACTIVIDADES DE CONSERVACIÓN DE CONSTRUCCIONES</b>							
Responsable del área _____								SI CUMPLE . <b>1</b>
Nombre del área _____								NO CUMPLE. <b>0</b>
Trabajador <u>José Punguil</u>								Periodo de registro: _____

HORA	LUNES, MIÉRCOLES Y VIERNES	L	M	V		L	M	V
07:00 - 08:00	Limp. área Decano							
08:00 - 09:00	Limp. Coord. IAL							
09:00 - 10:00	Limp. Coordinación Agropecuaria							
10:00 - 11:00	Limp. Corredores, interiores y exteriores							
11:00 - 13:00	Limpieza general							
13:00 - 13:30	ALMUERZO							
13:30 - 16:00	Limp. Ofc. IAPI, EJE							

	MARTES Y JUEVES	M	J		M	J	
07:00 - 08:00	Limp. Ofc. Sub Decano						
08:00 - 09:00	Limp. Ing. Orcés, Ing. Pazmiño						
09:00 - 10:00	Limp. Oficina Ing Cevallos, Ing. Espinoza, Arq. Rada						
10:00 - 11:00	Limp. Corredores, interiores y exteriores						
11:00 - 13:00	Limpieza general						
13:00 - 13:30	ALMUERZO						
13:30 - 16:00	Limp. Ofc. Ing. Tapia, Ing. Patiño, Dr. Barriga						

_____ <b>Responsable del área</b>	_____ <b>Supervisado por</b>
--------------------------------------	---------------------------------

## APÉNDICE U

### CONTROL DE ACTIVIDADES DE LOS PLANES DE CONSERVACIÓN DE LAS CONSTRUCCIONES



**FACULTAD DE INGENIERÍA EN MECÁNICA Y CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN  
CONTROL DE ACTIVIDADES DE CONSERVACIÓN DE CONSTRUCCIONES**

Responsable del área \_\_\_\_\_  
 Nombre del área \_\_\_\_\_  
 Trabajador Juan Calderón

SI CUMPLE . **1**  
 NO CUMPLE. **0**  
 Período de registro: \_\_\_\_\_

HORA	LUNES, MIÉRCOLES Y VIERNES	L	M	V		L	M	V
11:00 - 13:00	Limpieza de los BAÑOS, área de estudios libres,corredores ED18b							
13:00 - 13:30	HORA DEL ALMUERZO							
13:30 - 14:30	Laboratorio de Metrologia y Ensayo y aula 18 B103							
14:30 - 15:00	Convenio ESPOL- ARMADA							
15:00 - 16:00	Biblioteca							
16:00 - 17:00	Biblioteca							
17:00 - 18:00	Laboratorio de Computacion							
18:00 - 19:00	Limpieza de aulas 18 B 105 y Aulas Bloque 24C							
19:00 - 20:00	LIMPIEZA DE AULAS BLOQUES 24 C							

	MARTES Y JUEVES	M	J		M	J
11:00 - 13:00	Limpieza de los BAÑOS, área de estudios libres,corredores ED18b					
13:00 - 13:30	HORA DEL ALMUERZO					
13:30 - 14:00	Oficina de semillas					
14:00 - 16:00	ACTIVIDADES VARIAS ( requeridas por la Facultad)					
16:00 - 17:00	Biblioteca					
17:00 - 18:00	Lab. De Computacion					
18:00 - 19:00	Limpieza de aulas 18 B 105 y Aulas Bloque 24C					
17:00 - 18:00	LIMPIEZA DE AULAS BLOQUES 24 C					

\_\_\_\_\_  
Responsable del área

\_\_\_\_\_  
Supervisado por

## APÉNDICE U

### CONTROL DE ACTIVIDADES DE LOS PLANES DE CONSERVACIÓN DE LAS CONSTRUCCIONES



**FACULTAD DE INGENIERÍA EN MECÁNICA Y CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN  
CONTROL DE ACTIVIDADES DE CONSERVACIÓN DE CONSTRUCCIONES**

Responsable del área \_\_\_\_\_  
 Nombre del área \_\_\_\_\_  
 Trabajador **PASCUAL MARCILLO**

SI CUMPLE . **1**  
 NO CUMPLE. **0**  
 Período de registro: \_\_\_\_\_

HORA	LUNES, MIÉRCOLES Y VIERNES	L	M	V		L	M	V
08:00 - 09:00	Convenio ESPOL - FLORIDA							
09:00 - 10:00	Laboratorio de agropecuaria en Ed. Espol Florida							
10:00 - 11:00	Laboratorio de alimentos Ed. Espol Florida							
11:00 - 12:30	Laboratorio Termofluidos							
12:30 - 13:00	ALMUERZO							
13:00 - 14:00	Limpieza de aulas 18 B 101							
14:00 - 15:00	limpieza de aulas 18 B 1,2,3							
15:00 - 16:00	Limpieza de aulas nuevas 18C-1, 2, 3, Consulting junior							

	MARTES Y JUEVES	M	J		M	J
08:00 - 09:00	Convenio ESPOL - FLORIDA					
09:00 - 10:00	Laboratorio de agropecuaria en Ed. Espol Florida					
10:00 - 11:00	Laboratorio de alimentos Ed. Espol Florida					
11:00 - 12:30	Laboratorio Termofluidos					
12:30 - 13:00	ALMUERZO					
13:00 - 14:00	Limpieza de corredores,escaleras y parqueadero ed.Termoluidos					
14:00 - 15:00	Limpieza de laboratorios de Harinas					
15:00 - 16:00	laboratorio de procesos Industriales y bodega					

\_\_\_\_\_  
Responsable del área

\_\_\_\_\_  
Supervisado por

## APÉNDICE V

### BITÁCORA DEL TRABAJADOR

DESARROLLO DE LAS ACTIVIDADES DE TRABAJO, ORDEN Y LIMPIEZA. SITUACION ACTUAL							
CARGO: AUXILIARES DE SERVICIO DE LA FIMCP							
ACTIVIDADES	RESPONSABLE	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO
<b>AREA DE GOBIERNO FIMCP</b>							
Limpieza de Decanato	José Punguil Martínez	X	X	X	X	X	
Subdecanato	José Punguil Martínez	X	X	X	X	X	
Oficina de Alimentos	José Punguil Martínez	X	X	X	X	X	
Oficina de Agropecuaria	José Punguil Martínez	X	X	X	X	X	
Sala de Sesiones	José Punguil Martínez	X	X	X	X	X	
Sala de Proyecciones	José Punguil Martínez	X	X	X	X	X	
Sala de Seminarios	José Punguil Martínez	X	X	X	X	X	
Limpieza de aulas	José Punguil Martínez		X			X	
P1,P2,P3	José Punguil Martínez		X			X	
Limpieza de pasillos	José Punguil Martínez	X		X		X	
Camitas	José Punguil Martínez	X		X		X	
Limpieza de Sala de profesores	José Punguil Martínez	X		X		X	
Oficinas	José Punguil Martínez	X		X		X	
Pasillos, escaleras y baños	José Punguil Martínez	X		X		X	
<b>BLOQUES DE AULA 24C</b>							
Limpieza y arreglo de aulas	Jaime Monteros Duque	X					

Limpieza de pasillos y plazoleta	Jaime Monteros Duque	X					
Limpieza de baños	Jaime Monteros Duque	X					
Limpieza y arreglo de aulas	Jaime Monteros Duque		X				
Limpieza de pasillos y plazoleta	Jaime Monteros Duque		X				
Limpieza de baños	Jaime Monteros Duque		X				
Limpieza y arreglo de aulas	Jaime Monteros Duque			X			
Limpieza de pasillos y plazoleta	Jaime Monteros Duque			X			
Limpieza de baños	Jaime Monteros Duque			X			
Limpieza y arreglo de aulas	Jaime Monteros Duque				X		
Limpieza de pasillos y plazoleta	Jaime Monteros Duque				X		
Limpieza de baños	Jaime Monteros Duque				X		
Limpieza y arreglo de aulas	Jaime Monteros Duque					X	
Limpieza de pasillos y plazoleta	Jaime Monteros Duque					X	
Limpieza de baños	Jaime Monteros Duque					X	
Limpieza de Pasillos	Jaime Monteros Duque						X
Limpieza de los baños	Jaime Monteros Duque						X

<b>BLOQUES:</b>							
Limpieza de baños	Juan Calderón	X	X	X	X	X	
limpieza de aulas y pasillos	Juan Calderón	X	X	X	X	X	
limpieza de Sala de computación	Juan Calderón	X	X	X	X	X	
Ofic. Ing. Varas	Juan Calderón	X	X	X	X	X	
Limpieza de biblioteca	Juan Calderón	X	X	X	X	X	
Laboratorio de Metrología y Ensayo	Juan Calderón	X		X			
PASO AL BLOQUE DE AULAS 24C	Juan Calderón	X	X	X	X	X	

Entrega de equipos, audiovisuales	Juan Calderón						
<b>BLOUQUES:</b>							
Limpieza de Laboratorio de Alimento y Metalurgia	Guillermo Laje	X					
Limpieza de laboratorio ARENA	Guillermo Laje	X					
Limpieza de baños	Guillermo Laje	X					
Limpieza de gradas	Guillermo Laje	X					
Limpieza del IAPI	Guillermo Laje		X				
Limpieza de Alimentos	Guillermo Laje		X				
Limpieza de la AEFIMCP	Guillermo Laje		X				
Limpieza de aulas	Guillermo Laje		X				
Limpieza de baños	Guillermo Laje		X				
Limpieza de Metalurgia	Guillermo Laje			X			
Limpieza de Alimentos	Guillermo Laje			X			
Limpieza de Laboratorio de Soldadura	Guillermo Laje			X			
Limpieza de Laboratorio de Arena	Guillermo Laje			X			
Limpieza de baños	Guillermo Laje			X			
Limpieza del IAPI	Guillermo Laje				X		
Limpieza AEFIMCP	Guillermo Laje				X		
Limpieza de baños	Guillermo Laje				X		
Limpieza de EJE	Guillermo Laje				X		
	Guillermo Laje					X	
Limpieza general	Guillermo Laje					X	
	Guillermo Laje					X	



## APÉNDICE W

### Rediseño de la descripción del puesto de Auxiliares de Servicio

#### FIMCP – ESPOL - DESCRIPCIÓN DEL PUESTO

Denominación del puesto: Auxiliar de Servicio  
Persona a cargo: Juan Calderón  
Reporta a: Tecn. Víctor Guadalupe  
Situación según la ley: No exenta  
Preparado por: Xavier Desiderio C,  
Fecha de preparación: Agosto - septiembre del 2005  
Fecha de verificación: abril del 2006  
Aprobado por:  
Fecha de aprobación:

#### ENUNCIADO DEL PUESTO

Realiza trabajos de preservación, como barrer, limpiar, trapear y recoger desperdicios de aulas, laboratorios, salas de profesores, pasillos, corredores, jardines, patio de la FIMCP, Limpiar equipos y objetos como pizarrón, bancas, vidrios, ventanas, tumbados, etc. Aseo y desinfección de los baños, lavabos, inodoros y otras áreas que lo necesiten. Prestar la ayuda necesaria en actividades internas de la FIMCP, como rozar, fumigar, reparaciones, etc., de acuerdo con sus habilidades y capacidades. Reportar daños, averías u otros que afecten a la calidad y patrimonio de la Facultad.

#### FUNCIONES ESENCIALES: BLOQUE 18 B (ÁREA DE METROLOGÍA)

##### PLANTA BAJA

- 1) Aulas 18B - 101, 102, 103, 104, 105, 106. Servicios higiénicos, pasillos, escalinatas, utilería.
- 2) Laboratorio de METROLOGÍA, ASEPLAS, escaleras, corredores y tumbados.

##### PLANTA ALTA

- 3) Aulas 18B 201 - 202, biblioteca Joaquín Zevallos, LABORATORIO DE COMPUTACIÓN (TODO), baños, Sala de Estudios Libres.
- 4) Pasillos, escaleras

#### ESPECIFICACIONES DEL PUESTO

- 1.- Poseer las habilidades y destrezas manuales para desarrollar su trabajo.
- 2.- Tener como mínimo instrucción primaria.
- 3.- Capacidad de trabajar en grupo.
- 4.- Capacidad de enfrentar nuevas situaciones en el trabajo.

#### HERRAMIENTAS

Detergente, desinfectante, escoba, tacho, recogedor, franela, balde, trapeador

## APÉNDICE W

### Rediseño de la descripción del puesto de Auxiliares de Servicio

#### FIMCP – ESPOL - DESCRIPCIÓN DEL PUESTO

Denominación del puesto: Auxiliar de Servicio  
Persona a cargo: Guillermo Laje  
Reporta a: Tecn. Víctor Guadalupe  
Situación según la ley: No exenta  
Preparado por: Xavier Desiderio C,  
Fecha de preparación: Agosto - septiembre del 2005  
Fecha de verificación: abril del 2006  
Aprobado por:  
Fecha de aprobación:

#### ENUNCIADO DEL PUESTO

Realiza trabajos de preservación, como barrer, limpiar, trapear y recoger desperdicios de aulas, laboratorios, salas de profesores, pasillos, corredores, jardines, patio de la FIMCP, Limpiar equipos y objetos como pizarrón, bancas, vidrios, ventanas, tumbados, etc. Aseo y desinfección de los baños, lavabos, inodoros y otras áreas que lo necesiten. Prestar la ayuda necesaria en actividades internas de la FIMCP, como rozar, fumigar, reparaciones, etc., de acuerdo con sus habilidades y capacidades. Reportar daños, averías u otros que afecten a la calidad y patrimonio de la Facultad.

#### FUNCIONES ESENCIALES

##### AEFIMCP, REPRESENTACIÓN Y LABORATORIO MATERIALES

- 1) Laboratorio 18B - 301, Laboratorio de Materiales, pasillos y escaleras.
- 2) AEFIMCP, Representación estudiantil, ASME.

##### AREA DE LABORATORIO DE METALURGIA Y SOLDADURA

- 1) Aulas 18B-215, 216, 217, 221, 222, Aula de Materiales Industriales
- 2) Área de Exposición de trabajos y tesis, pasillos, tumbados, salas de profesores.
- 3) Laboratorio de Soldadura, escaleras, corredores.

##### ÁREA DE UNIDAD DE VAPOR Y LAB DE ALIMENTOS -

- 1) Unidad de Vapor y laboratorios Microbiología y Sensorial
- 2) Laboratorio operaciones unitaria, aula frontal.

#### ESPECIFICACIONES DEL PUESTO

- 1.- Poseer las habilidades y destrezas manuales para desarrollar su trabajo.
- 2.- Tener como mínimo instrucción primaria.

#### HERRAMIENTAS

Detergente, desinfectante, escoba, tacho, recogedor, franela, balde, trapeador

## APÉNDICE W

### Rediseño de la descripción del puesto de Auxiliares de Servicio

#### FIMCP – ESPOL - DESCRIPCIÓN DEL PUESTO

Denominación del puesto: Auxiliar de Servicio  
Persona a cargo: Pascual Marcillo  
Reporta a: Tecn. Víctor Guadalupe  
Situación según la ley: No exenta  
Preparado por: Xavier Desiderio C,  
Fecha de preparación: Agosto - septiembre del 2005  
Fecha de verificación: abril del 2006  
Aprobado por:  
Fecha de aprobación:

#### ENUNCIADO DEL PUESTO

Realiza trabajos de preservación, como barrer, limpiar, trapear y recoger desperdicios de aulas, laboratorios, salas de profesores, pasillos, corredores, jardines, patio de la FIMCP, Limpiar equipos y objetos como pizarrón, bancas, vidrios, ventanas, tumbados, etc. Aseo y desinfección de los baños, lavabos, inodoros y otras áreas que lo necesiten. Prestar la ayuda necesaria en actividades internas de la FIMCP, como rozar, fumigar, reparaciones, etc., de acuerdo con sus habilidades y capacidades. Reportar daños, averías u otros que afecten a la calidad y patrimonio de la Facultad.

#### FUNCIONES ESENCIALES

##### BLOQUE CONVENIO FLORIDA - ESPOL Y AGROPECUARIA

- 1) Pasillos, servicios higiénicos, laboratorios (todos), aulas, escalinatas, corredores. .
- 2) Oficinas de Profesores y Convenio FLORIDA – ESPOL y demás áreas.

##### LAB TERMOFLUIDOS, LAB PROCESOS INDUSTRIALES, BODEGA

##### AULAS NUEVAS 18C

#### ESPECIFICACIONES DEL PUESTO

- 1.- Poseer las habilidades y destrezas manuales para desarrollar su trabajo.
- 2.- Tener como mínimo instrucción primaria.

#### HERRAMIENTAS

Detergente, desinfectante, escoba, tacho, recogedor, franela, balde, trapeador

## APÉNDICE W

### Rediseño de la descripción del puesto de Auxiliares de Servicio

#### FIMCP – ESPOL - DESCRIPCIÓN DEL PUESTO

Denominación del puesto: Auxiliar de Servicio  
Persona a cargo: Jaime Monteros  
Reporta a: Tecn. Víctor Guadalupe  
Situación según la ley: No exenta  
Preparado por: Xavier Desiderio C,  
Fecha de preparación: Agosto - septiembre del 2005  
Fecha de verificación: abril del 2006  
Aprobado por:  
Fecha de aprobación:

#### ENUNCIADO DEL PUESTO

Realiza trabajos de preservación, como barrer, limpiar, trapear y recoger desperdicios de aulas, laboratorios, salas de profesores, pasillos, corredores, jardines, patio de la FIMCP, Limpiar equipos y objetos como pizarrón, bancas, vidrios, ventanas, tumbados, etc. Aseo y desinfección de los baños, lavabos, inodoros y otras áreas que lo necesiten. Prestar la ayuda necesaria en actividades internas de la FIMCP, como rozar, fumigar, reparaciones, etc., de acuerdo con sus habilidades y capacidades. Reportar daños, averías u otros que afecten a la calidad y patrimonio de la Facultad.

#### FUNCIONES ESENCIALES

##### BLOQUES 24 C

##### PLANTA BAJA

- 1.-) Todas las aulas 24C-101 a 24C –108 y tumbados dos servicios higiénicos (hombre y mujer)
- 2.-) Sala de Dibujo, pasillos, jardineras, escalinatas, escaleras, asientos públicos, garitas de control, carteleras.

##### PLANTA ALTA

- 3) Aulas 24C – 201, 202, 203, 204, 205, pasillos, bancas, tumbados.

#### ESPECIFICACIONES DEL PUESTO

- 1.- Poseer las habilidades y destrezas manuales para desarrollar su trabajo.
- 2.- Tener como mínimo instrucción primaria.

#### HERRAMIENTAS

Detergente, desinfectante, escoba, tacho, recogedor, franela, balde, trapeador

## APÉNDICE W

### Rediseño de la descripción del puesto de Auxiliares de Servicio

#### FIMCP – ESPOL - DESCRIPCIÓN DEL PUESTO

Denominación del puesto: Auxiliar de Servicio  
Persona a cargo: José Punguil  
Reporta a: Tecn. Víctor Guadalupe  
Situación según la ley: No exenta  
Preparado por: Xavier Desiderio C,  
Fecha de preparación: Agosto - septiembre del 2005  
Fecha de verificación: abril del 2006  
Aprobado por:  
Fecha de aprobación:

#### ENUNCIADO DEL PUESTO

Realiza trabajos de preservación, como barrer, limpiar, trapear y recoger desperdicios de aulas, laboratorios, salas de profesores, pasillos, corredores, jardines, patio de la FIMCP, Limpiar equipos y objetos como pizarrón, bancas, vidrios, ventanas, tumbados, etc. Aseo y desinfección de los baños, lavabos, inodoros y otras áreas que lo necesiten. Prestar la ayuda necesaria en actividades internas de la FIMCP, como rozar, fumigar, reparaciones, etc., de acuerdo con sus habilidades y capacidades. Reportar daños, averías u otros que afecten a la calidad y patrimonio de la Facultad.

#### FUNCIONES ESENCIALES

##### Edificio de la Administración Central (Gobierno de la FIMCP)

##### (PLANTA BAJA)

- 1) Decanato y secretaría, Sub-decanato y secretaría, área de espera
- 2) Sala de Sesiones, Oficinas de Profesores, Aulas de postgrados, pasillos, escaleras.
- 3) Todas las baterías sanitarias (baños) del edificio

##### (PLANTA ALTA)

- 9) Incluye pasillos, baños, Salas de Profesores, IAPI, EJE

#### ESPECIFICACIONES DEL PUESTO

1. Poseer las habilidades y destrezas manuales para desarrollar su trabajo.
2. Tener como mínimo instrucción primaria.

#### HERRAMIENTAS

Detergente, desinfectante, escoba, tacho, recogedor, franela, balde, trapeador







## APÉNDICE Z

### Formato para el Programa anual de conservación integrado

FACULTAD DE INGENIERÍA EN MECÁNICA Y CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN

PROGRAMA ANUAL DE CONSERVACIÓN

LABORATORIO:

PLAN CONTINGENTE	TIPO (I)	EQUIPO O CONSTRUCCIÓN	MESES																																																			
			ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE							
			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
	V																																																					
	I																																																					
	T	EQUIPOS																																																				
	T																																																					
	T	CONSTRUCCIONES																																																				
	T																																																					


PLAN DE MATERIALES DE EQUIPOS  
 PLAN DE MATERIALES DE CONSTRUCCIONES

(I) VITAL            V  
 IMPORTANTE        I  
 TRIVIAL             T




## APÉNDICE AA

### Formato de Orden de Trabajo de Conservación

	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA EN MECÁNICA Y CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN</b> <b>ORDEN DE TRABAJO DE CONSERVACIÓN</b>	<b>ORDEN NÚM</b> _____ <b>RUTINARIA</b> _____ <b>ESPECÍFICA</b> _____ <b>PRIORIDAD</b> _____
TRABAJO A EJECUTAR _____ _____		
VALES PARA MATERIAL _____ ANEXOS _____		
COSTO ESTIMADO _____ TIEMPO ESTIMADO _____		
TRABAJO REALIZADO _____		
FECHA _____ COSTO REAL _____ DIFERENCIA _____		
TIEMPO REAL _____ DIFERENCIA _____		
OBSERVACIONES _____ _____		
ENTREGUÉ RESPONSABLE DE LA EJECUCIÓN	RECIBÍ RESPONSABLE DE PRODUCCIÓN	
PROYECTÓ	REVISÓ	AUTORIZÓ

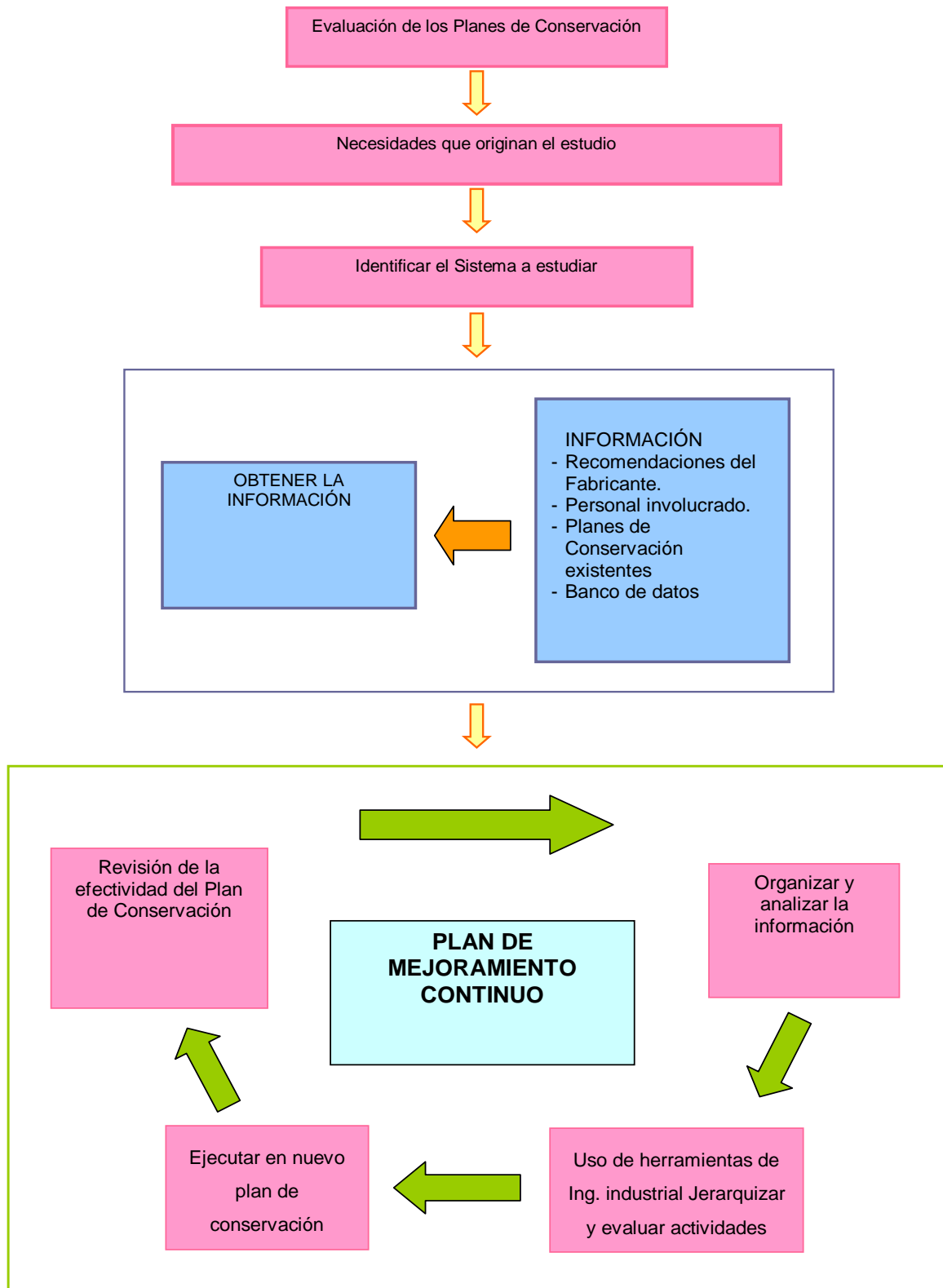
## APÉNDICE AB

### Formato de Solicitud de Orden en Anomalías

 <p><b>FACULTAD DE INGENIERÍA EN MECÁNICA Y CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN</b> <b>SOLICITUD DE TRABAJO O REPORTE DE ANOMALÍAS</b></p> <p>FECHA _____</p>	
Ubicación del equipo _____	
Fecha en que estará disponible _____	Fecha en que deberá estar listo el arreglo _____
Cuenta de cargo del costo _____	Prioridad      A      B      C
<b>TRABAJO SOLICITADO</b>	<b>TRABAJO EFECTUADO</b>
<b>SOLICITÓ</b>	<b>AUTORIZO</b>
_____	_____

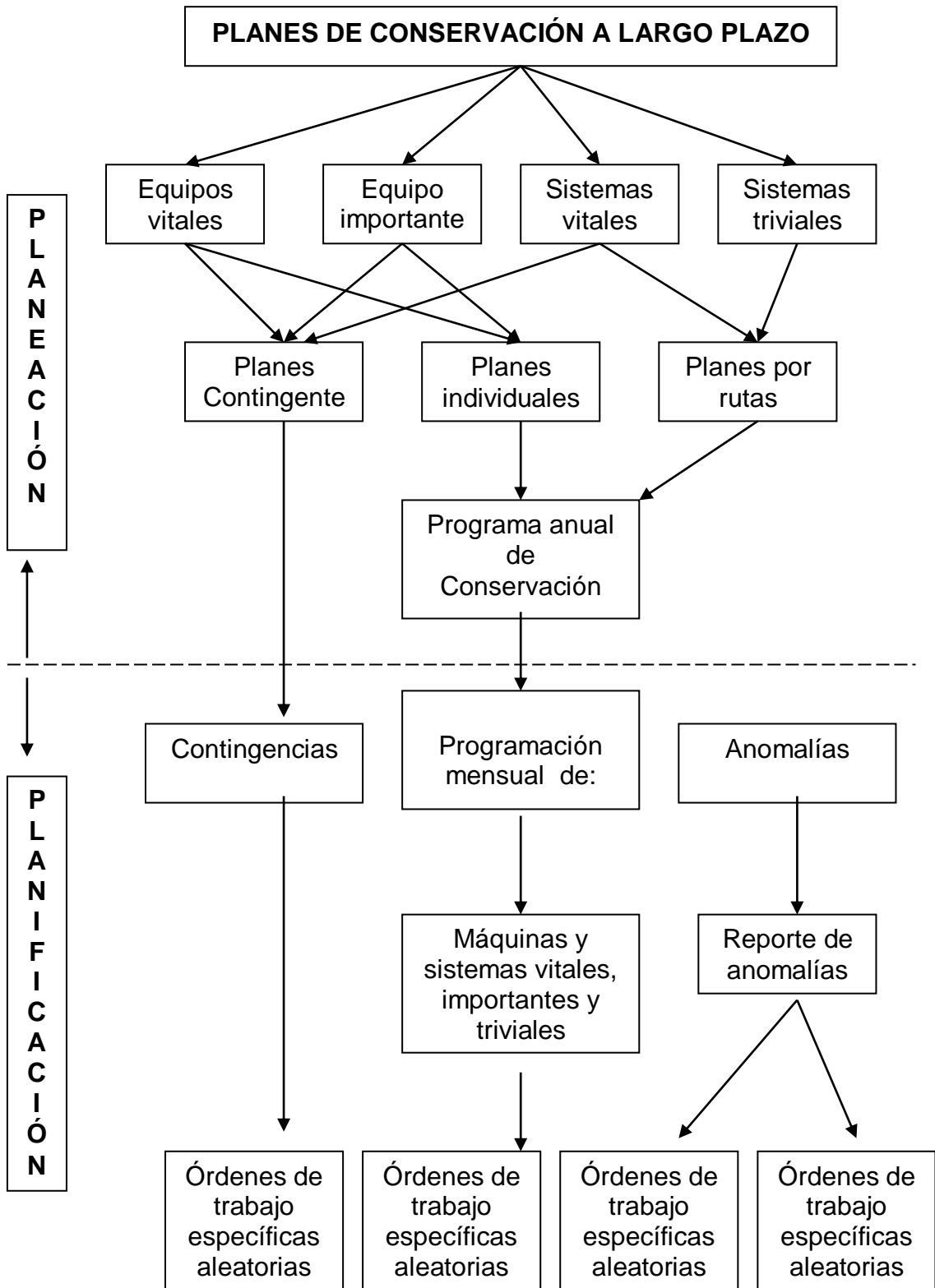
## APÉNDICE AC

### MODELO PARA LA MEJORA CONTINUA DE LOS PLANES DE CONSERVACIÓN



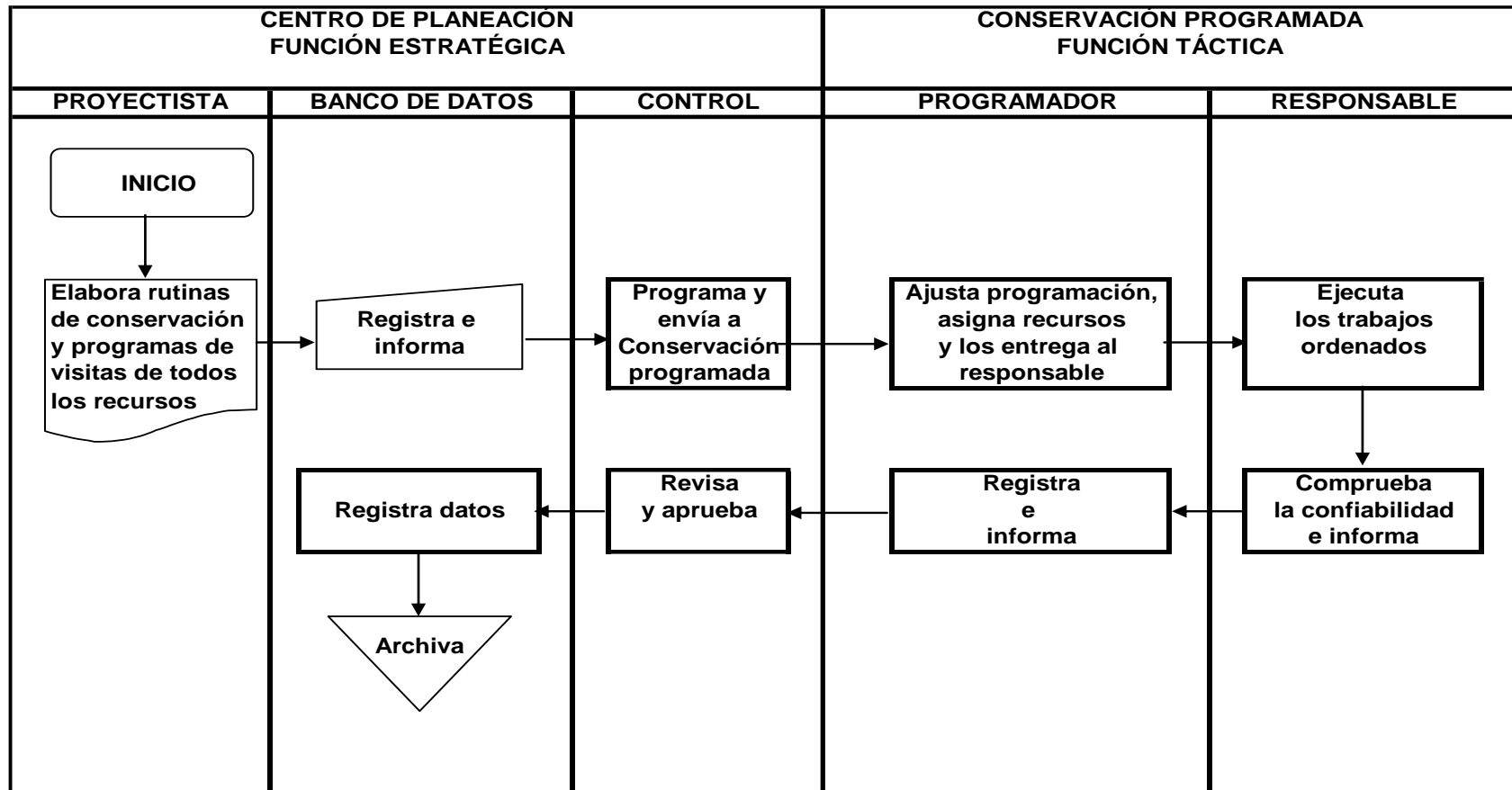
# APÉNDICE AD

## Panorámica de la planeación para la conservación



## APÉNDICE AE

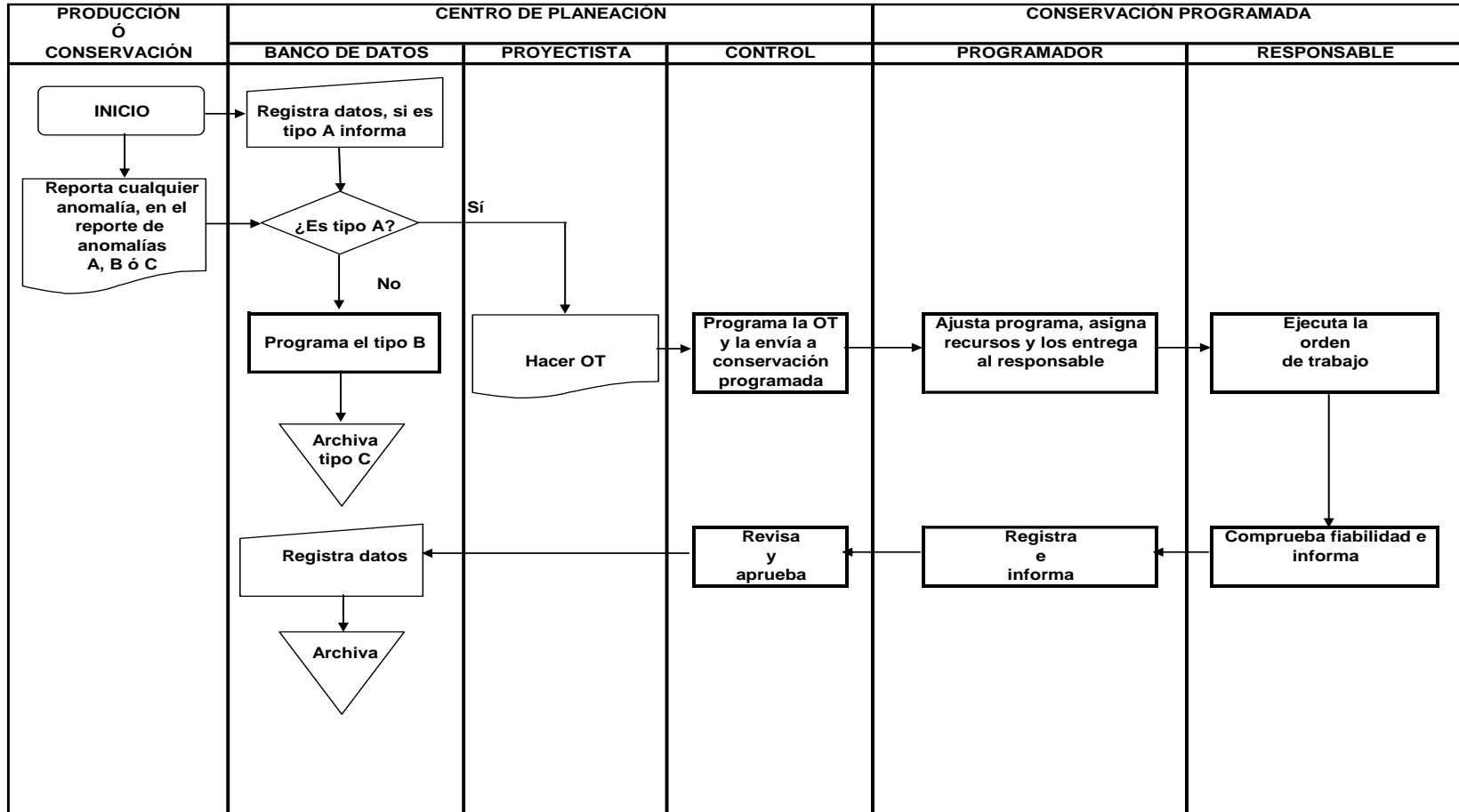
### Procedimiento para la atención de la conservación rutinaria.





## APÉNDICE AG

### Procedimiento para la atención de la conservación por anomalías



## APÉNDICE AH

### Plan individual de conservación de un equipo vital, autoclave de la FIMCP

		<b>FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN</b>									
		<b>PLAN DE CONSERVACIÓN PARA AUTOCLAVE</b>									
<b>LABORATORIO</b>		<b>FITOPATOLOGÍA - AGROPECUARIA</b>									
<b>CÓDIGO DE EQUIPO</b>		<b>41027</b>									
<b>DESCRIPCIÓN</b>		<b>AUTOCLAVE STURDY</b>									
ACTIVIDADES POR CONSERVAR	TIPO (1)	FECHA	PERIODICIDAD	MANUAL		HXH Min	COSTO			TIEMPO	
				Núm*	Pág		Paros	Conservación	Total	Reparación	Conservación
Limpieza general del equipo	P	/	Luego de cada práctica	SA-300H Autoclave	9	15					15
Verificar sensores de temperatura	M	/	semestralmente	SA-300H Autoclave	9	30					30
Desarmar y esterilizar cañerías	P	/	semestralmente	SA-300H Autoclave	9	60					60
Conservación preventiva del equipo	M	/	semestralmente	SA-300H Autoclave	9	480					480
<b>NOTAS:</b>											
<b>Proveedor (es)</b>		<b>STURDY</b>				<b>(1) TIPO: PRESERVACIÓN PREVENTIVA</b>				<b>P</b>	
<b>*Manual de funcionamiento SA-300H AUTOCLAVE-Fitopatología</b>		<b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b>				<b>M</b>					



**APÉNDICE AI**  
**MANUAL DE FUNCIONAMIENTO**  
**SA – 300H**  
**FALCON – SERIES**  
**ESTERILIZADOR AUTOCLAVE AUTOMÁTICO**

**CONTENIDO**

Por favor lea este manual cuidadosamente antes de usar su nuevo autoclave Falcon®. Siguiendo las instrucciones simples contenidas en este manual le ayudará con seguridad a la facilidad de uso, libre de problemas de funcionamiento, y una vida activa más larga para su Autoclave Halcón.

Capítulo 1	Localización de los controles	P.2
Capítulo 2	La especificación	P.3
Capítulo 3	La preparación e instalación	P.4
Capítulo 4	Pasos para esterilizar	P.5
Capítulo 5	Advertencia	P.6
Capítulo 6	El apéndice	P.7
Capítulo 7	El problema simple	P.8
Capítulo 8	Requisitos de mantenimiento	P.9

**Sturdy Industrial Co.**

## **APÉNDICE AJ**

### **LECCIÓN DE UN PUNTO DE UN AUTOCLAVE**

*(Del capítulo 4 del Manual de funcionamiento, SA-300H)*

### **PASOS BÁSICOS PARA LA ESTERILIZACIÓN**

- 1.- Abra la puerta y ponga los elementos esterilizados en las bandejas o cajas de esterilización. Entonces presione el interruptor de descarga de agua (pouring water), hasta el nivel de la tapa de la estufa completamente.

***POR FAVOR NO OLVIDE PONER EL INDICADOR DE ESTERILIZACIÓN EN LA CABINA.***

- 2.- Prepare el PRESSURE CONTROL KNOB 8al lado de la puerta) 1.2 Kg/cm<sup>2</sup> a 2.1 Kg/cm<sup>2</sup>
- 3.- Cerrada la puerta, gire el asa de la puerta.
- 4.- Prepare el tiempo de la esterilización.

***ACERCA DEL TIEMPO PUESTO, POR FAVOR REFIÉRASE EL APÉNDICE ADJUNTO***

5.- Prepare el tiempo de secado (dry time). Y por favor gire la perilla a la posición ENCENDIDO "ON", si no necesita la función de secado (dry). Entonces el ciclo de la esterilización ha sido empezado ahora.


***ACERCA DEL TIEMPO PUESTO, POR FAVOR  
REFIÉRASE EL APÉNDICE ADJUNTO***

6.- Después de la presión que usted preparó en la cámara, el ENCENDIDO "ON" de la luz del cronómetro de la esterilización se encenderá. Entretanto el distribuidor del encendido para esterilización (sterilization timer) empieza a trabajar. Cuando vea la luz de "UP" del distribuidor del encendido para esterilización, eso significa que el ciclo de la esterilización está acabado. Entonces, el distribuidor del encendido para secado (dry timer) empieza a trabajar.

7.- Luego de 40 segundos un timbre (o sonido) le reportará. "mi querido profesor su orden ha sido completada.

## APÉNDICE AK

### Plan individual de conservación de un equipo importante, balanza electrónica FIMCP

 <b>FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN</b> <b>PLAN DE CONSERVACIÓN PARA BALANZA ELECTRÓNICA DE PRECISIÓN</b>											
LABORATORIO		FITOPATOLOGÍA - AGROPECUARIA									
CÓDIGO DE EQUIPO		40943									
DESCRIPCIÓN		BALANZA ELECTRÓNICA KERN									
ACTIVIDADES POR CONSERVAR	TIPO (1)	FECHA	PERIODICIDAD	MANUAL		HXH Min	COSTO			TIEMPO	
				Núm	Pág		Paros	Conservación	Total	Reparación	Conservación
Limpieza general del equipo	P	/	Después de cada práctica	KERN EG/EW	62	20					20
Ajuste	M	/	Antes de cada práctica	KERN EG/EW	61, 62	15					15
Verificar calibración	M	/	Semestralmente	KERN EG/EW	61,62	30					30
<b>NOTAS:</b>											
Proveedor (es)		KERN				(1) TIPO: PRESERVACIÓN PREVENTIVA				P	
						MANTENIMIENTO PREVENTIVO				M	

## APÉNDICE AL

### LECCIÓN DE UN PUNTO DE UNA BALANZA ELECTRÓNICA KERN

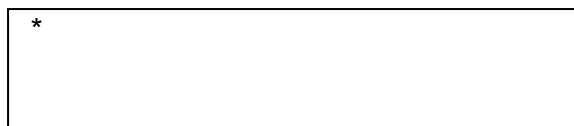
*¡Por favor, maneje la balanza de acuerdo con este procedimiento y evite usos inadecuados de la misma!*

- 1.- Conectar **el cable del adaptador** a la parte posterior de la balanza.
- 2.- Conectar **el adaptador** a la fuente de poder, en la pared, cuando le indique el profesor
- 3.- Una vez conectada la balanza **deje transcurrir unos cinco (5) minutos** antes de empezar a trabajar, para tener resultados de pesaje precisos.

La balanza se sitúa en modo “stand –by” ver:

**“Indicación power\*”**

ZERO      TARE



Si el símbolo (\*) está fijo, significa que la balanza está conectada a la red eléctrica.

- 4.- Pulse la tecla **ON / OFF** para entrar en funcionamiento.

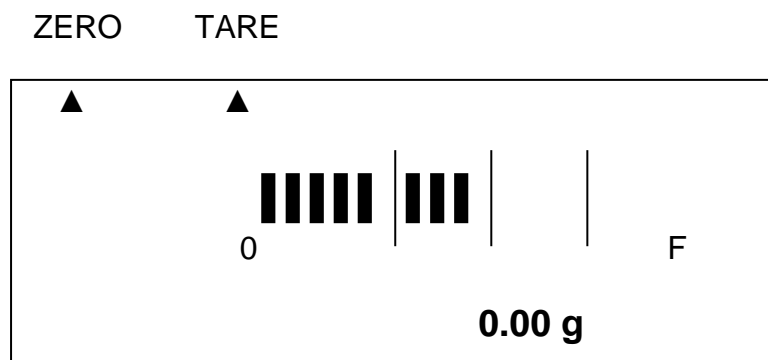
Ahora puede usar la balanza.



- El indicador se pone 0.00 g
- El peso del recipiente de tara queda memorizado interiormente
- Introducir el producto en el recipiente y leer el resultado.

El proceso de tara puede repetirse cuantas veces sea necesario, por ejemplo, para pesar por separado los diferentes componentes de una mezcla (pesaje de componentes). Se llega al límite cuando se cubre la totalidad del campo de pesaje. Al retirar el recipiente parpadea en el indicador el peso total bajo el signo menos.

### Indicación Tara



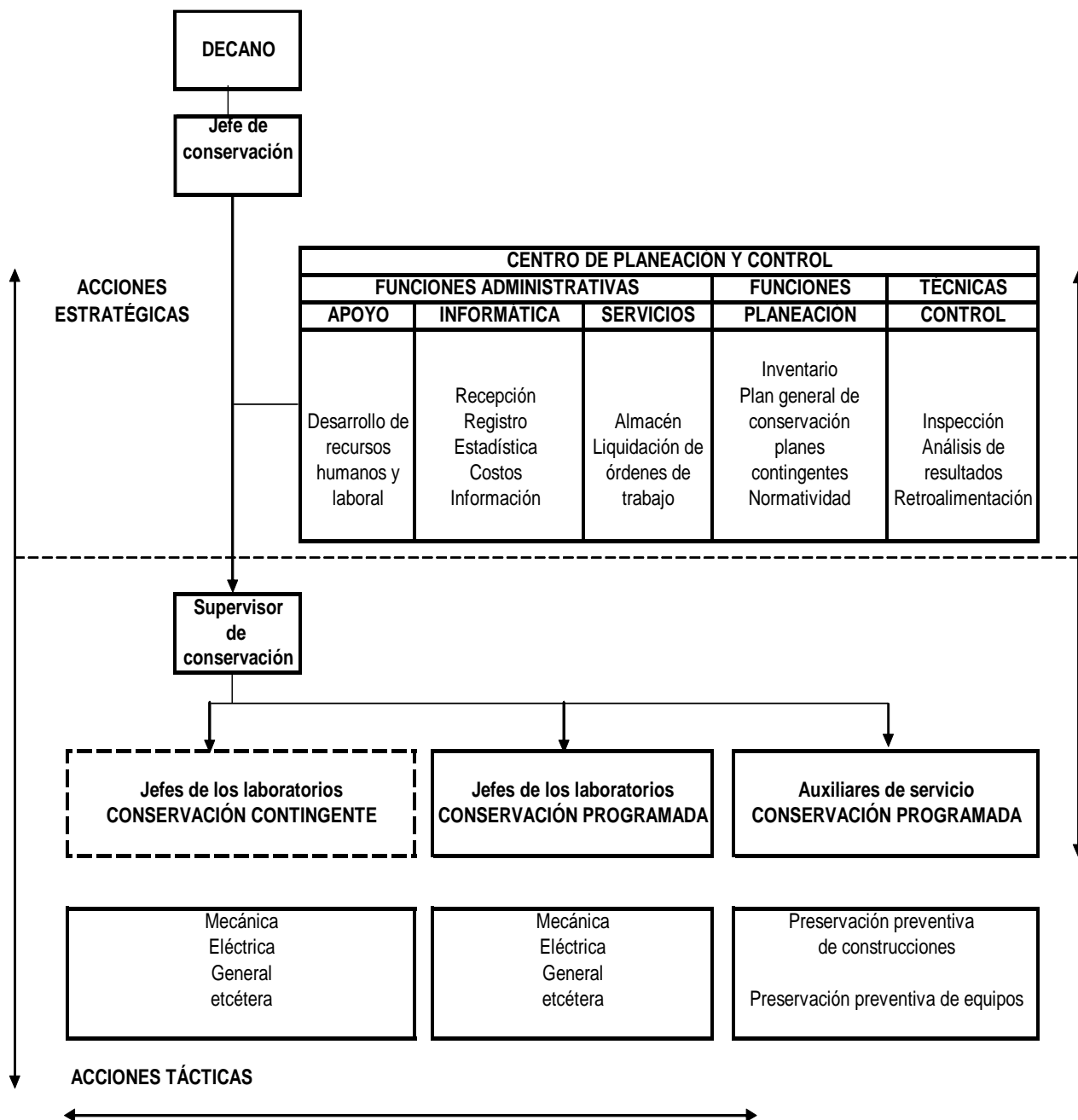
Al confirmar con la tecla Tare se activan los pesajes con tara. En el indicador aparece 0.00 g.

Al mismo tiempo aparece representado el símbolo para la indicación Tara ▲

***¡Al finalizar su trabajo, por favor, desconecte la balanza de la corriente eléctrica!***

## APÉNDICE AM

### Funciones generales propuestas del Departamento de Conservación integral de la FIMCP







## APÉNDICE AO

### Costos fijos del proyecto de tesis para la implantación de las mejoras propuestas

ACTIVIDADES DEL ESTUDIO	COSTOS	VALOR ( \$ )	IMPLANTAC IÓN (1 mes= 20 días laborables*	OBSERVACIONES
<b>Contar con los planos actuales de las construcciones (edificaciones) de la FIMCP</b>				
Pago de honorario al arquitecto, materiales, suministros, ploteos, varios	\$450,00			De acuerdo con los comentarios realizados por un arquitecto del área de construcciones
Se consideran 30 días para las mediciones de las once edificaciones, \$10,00 persona / día	\$400,00			
<b>Subtotal</b>		<b>\$850,00</b>	<b>20 días</b>	
<b>Obtención del índice ICGM, reunión semestral</b>				<b>ANUAL</b>
Jefe de Conservación, para el establecimiento de índice ICGM	\$300,00			Se estableción que el Jefe de Conservación tenga al menos tres años de experiencia en el área, y cumpla los requisitos que se le exigen en la sección 5,6,1
Jefes de los laboratorios, con formularios de equipos	\$510,82			
Supervisor de Conservación, materiales, personal, recursos necesarios	\$80,00			
Coordinador de apoyo de administrativo, recursos monetarios y control	\$129,30			
<b>Subtotal</b>		<b>\$1.020,12</b>	<b>2 días</b>	
<b>Jerarquización de los recursos de la FIMCP, semestral</b>				<b>ANUAL</b>
Jefe de Conservación, realización de la jerarquización de recursos de la Facultad	\$300,00			El Jefe de conservación debe tener la información de los recursos de acuerdo con los formularios y encuestas, entregados por jefes de laboratorios, auxiliares de servicio, supervisor y coordinador de apoyo y administrativo,
<b>Subtotal</b>		<b>\$300,00</b>	<b>2 días</b>	
<b>Realización de los Planes de requerimientos de materiales y herramientas para el programa anual de conservación integrado</b>				<b>ANUAL</b>
Supervisor de Conservación	\$80,00			A los auxiliares y jefes de laboratorios
<b>Subtotal</b>		<b>\$80,00</b>	<b>2 días</b>	
<b>Estudio de tiempos, análisis y reducción de las actividades que no agregan valor a los procesos de conservación de construcciones y equipos de la FIMCP</b>				
Jefe de Conservación, realización de los análisis de los diagramas de los procesos	\$600,00			Siempre coordinando estas actividades con los integrantes del departamento de conservación Se espera que realice el estudio con los análisis durante un mes a medio tiempo
Estudio de tiempos, Jefe de Conservación, a las actividades de Conservación	\$1.500,00			
<b>Subtotal</b>		<b>\$2.100,00</b>	<b>20 días</b>	

## APÉNDICE AO

<b>Balanceo de procesos de preservación preventiva periódica de construcciones de la FIMCP</b>				<b>ANUAL</b>
Jefe de Conservación, realización del balanceo de actividades de conservación	\$750,00			En coordinación con el Centro de Planeación y Control Tener el estudio de tiempos, planos, turnos y los requisitos que se indican en la sección 4,2,5 punto 8
<b>Subtotal</b>		<b>\$750,00</b>	<b>10 días</b>	
<b>Diseñar el plan integral anual de conservación (con sus respectivos formatos), para ello se aplicará la metodología de la planeación y control de conservación y herramientas de la ingeniería industrial.</b>				<b>ACTUALIZACIÓN ANUAL</b>
Jefe de Conservación	\$1.500,00			En coordinación con el Centro de Planeación y Control, Jefes de los laboratorios, Supervisor
<b>Subtotal</b>		<b>\$1.500,00</b>	<b>10 días</b>	
<b>Diseño y puesta en práctica del Departamento de Conservación, rediseño de puestos de auxiliares de servicio, en la FIMCP</b>				<b>UNA VEZ</b>
Ingeniero industrial o Psicólogo Organizacional	\$3.500,00			Ingeniero industrial ó Psicólogo Organizacional, incluye materiales de pruebas, análisis, etc., con la colaboración del Centro de Planeación y Control (véase actividades sección 5,6,1) y auxiliares de servicio, con el objetivo de implantarlo
<b>Subtotal</b>		<b>\$3.500,00</b>	<b>40 días</b>	
<b>Realización de las actividades del cronograma de implantación, apéndice AN</b>	\$3.900,00			Para poner en la práctica este proyecto (metodología de Planeación y Control de la Conservación y herramientas de la Ingeniería Industrial)
<b>Subtotal</b>		<b>\$3.900,00</b>	<b>14 días</b>	Las actividades del estudio se realizan dentro de los meses del cronograma de implantación, apéndice AW, se agregan 14 días por varias actividades
<b>COSTO DE LA IMPLEMENTACIÓN O COSTOS FIJOS</b>		<b>\$14.000,12</b>	<b>120 días*</b>	<b>De acuerdo con * 1 mes = 20 días laborables, por lo tanto, 120 días equivalen a los SEIS (6) MESES*</b>

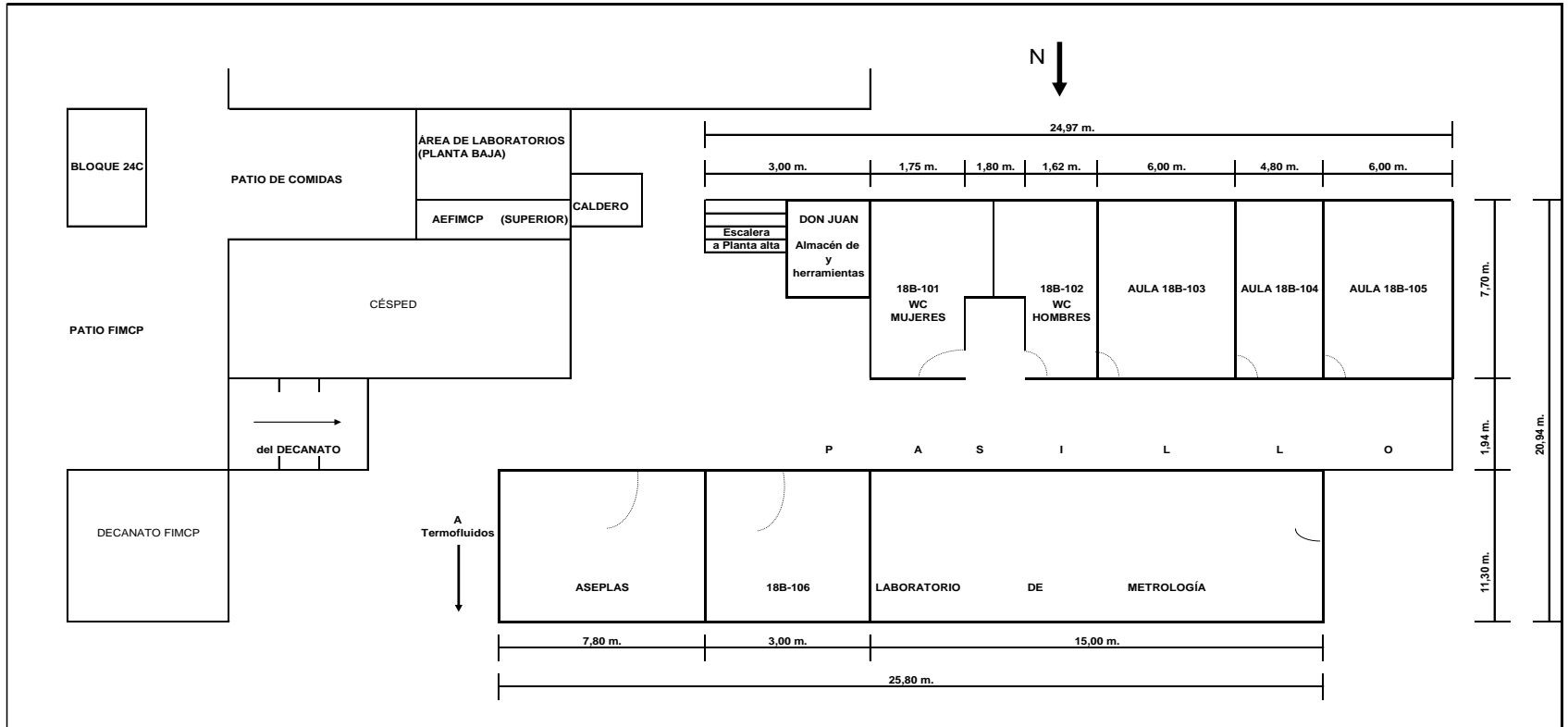
## BIBLIOGRAFÍA

1. ISO. Sistema de Gestión de la Calidad – FUNDAMENTOS Y VOCABULARIO (ISO 9000:2000). Versión español (Traducción certificada). Comité Europeo de Normalización (CEN). 2000
2. ISO. Sistema de Gestión de la Calidad, REQUISITOS (ISO 9001:2000). Versión español (Traducción certificada). Comité Europeo de Normalización (CEN). 2000.
3. ISO. Sistema de Gestión de la Calidad, DIRECTRICES PARA LA MEJORA DEL DESEMPEÑO (ISO 9004:2000). Versión español (Traducción certificada). Comité Europeo de Normalización (CEN). 2000.
4. Manual Operativo de la Calidad de la Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción (FIMCP). Vinculado a la Página Web: [www.fimcp.espol.edu.ec](http://www.fimcp.espol.edu.ec), en la parte inferior izquierda. Revisión 4. Documento MC 0401-1. Santiago de Guayaquil, 2006.
5. Dounce Villanueva Enrique. La Productividad en el Mantenimiento Industrial. Compañía Editorial Continental, S.A. de C.V. Segunda reimpresión México, 2000.
6. Chase Richard, Administración de Producción y Operaciones. Octava edición. Editorial Mc. Graw-Hill Interamericana, S.A. USA 2000.
7. Robbins Stephen P. Comportamiento Organizacional. Octava Edición. Prentice Hall. México, 1999. pp. 522-523.
8. Sousa Azevedo Edgard, Ing., Martins García Carlos, Ing. Optimización de los intervalos de manutención. PETROBRAS. Petróleos Brasileños. Padrao Triel. Brasil.

9. Marsán C. Juan. La organización del trabajo. Tomos I y II. CUJAE. Ciudad de la Habana, 1976
10. Niebel Benjamín, Ingeniería Industrial, Métodos, tiempos y Movimientos, 9 ed., Alfaomega, IL., Richard D. Irwin, 1993.
11. Maynard Hodson William. Manual del ingeniero industrial. Cuarta edición. McGraw-Hill. USA, 2000.
12. Dessler Gary, Administración de Personal. Octava edición. Pearson education. México, 2001.
13. Chiavenato Adalberto, Administración de Recursos Humanos. Quinta edición. McGraw-Hill Interamericana, S.A. Colombia 2004.
14. Spiegel Murray R. Estadística. Segunda Edición. McGraw-Hill. USA, 1991.
15. Ross Stephen, Westerfield Randolph and Jaffe Jeffrey, Finanzas Corporativas. Tercera edición en español. McGraw-Hill Interamericana, S.A. España, 1997. pp.236-240.
16. Manual Operativo de la Calidad de la Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción (FIMCP). Vinculado a la Página Web: [www.fimcp.espol.edu.ec](http://www.fimcp.espol.edu.ec), en la parte inferior izquierda. Revisión 4. Documento MC 0401-1. Santiago de Guayaquil, 2006.
17. Ishikawa Kaoru. ¿Qué es el control total de calidad?. Editorial Norma. Versión en español. Colombia, 1988.
18. Dillon William, La Investigación de Mercados en un entorno de Marketing. Tercera edición. McGraw-Hill Interamericana, S.A. España, 1997.

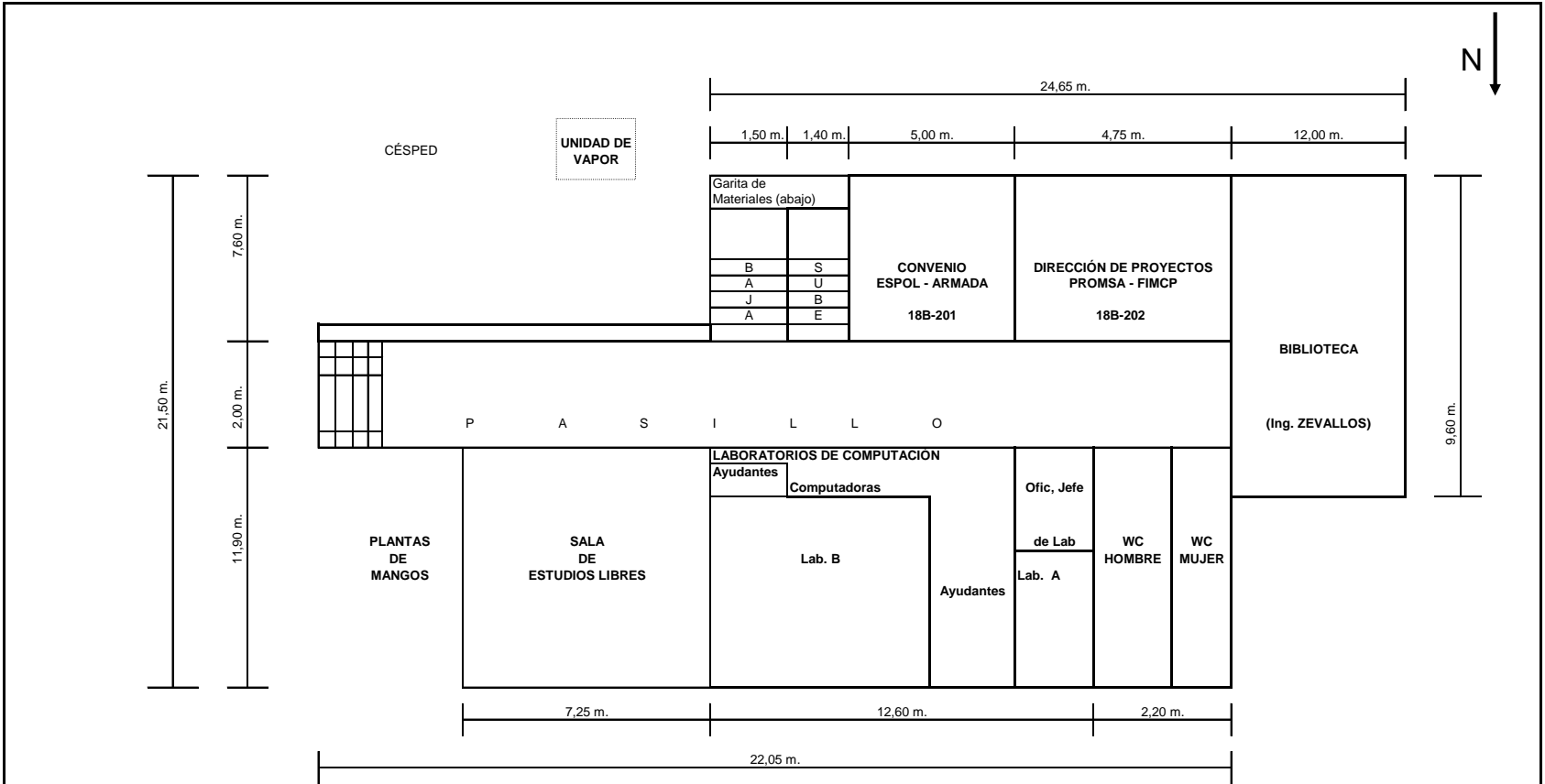
19. [www.fimcp.espol.edu.ec](http://www.fimcp.espol.edu.ec) . Página web de la Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción (FIMCP). Santiago de Guayaquil, 2006.
20. Massey, F.J., Jr. La prueba de Kolmogorov-Smirnov para la bondad del ajuste. J. Amer. Statist. A., pp. 46,70. USA 1951.
21. Block Stanley B & Hirt Geoffrey A., Fundamentos de Gerencia Financiera. Novena edición en español. Irwin McGraw-Hill Interamericana S.A. Colombia, 2001. pp. 356-365.

## PLANOS

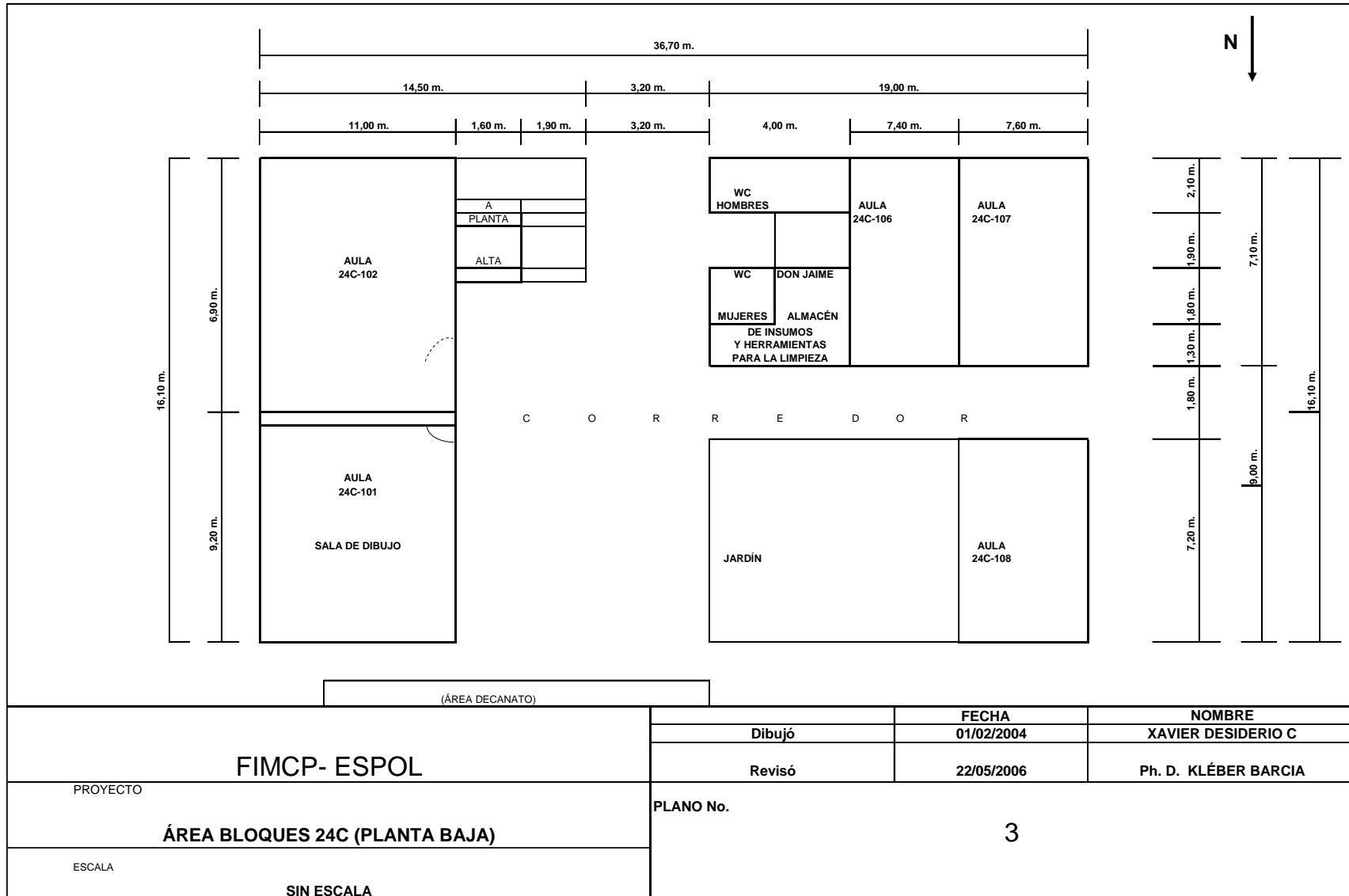


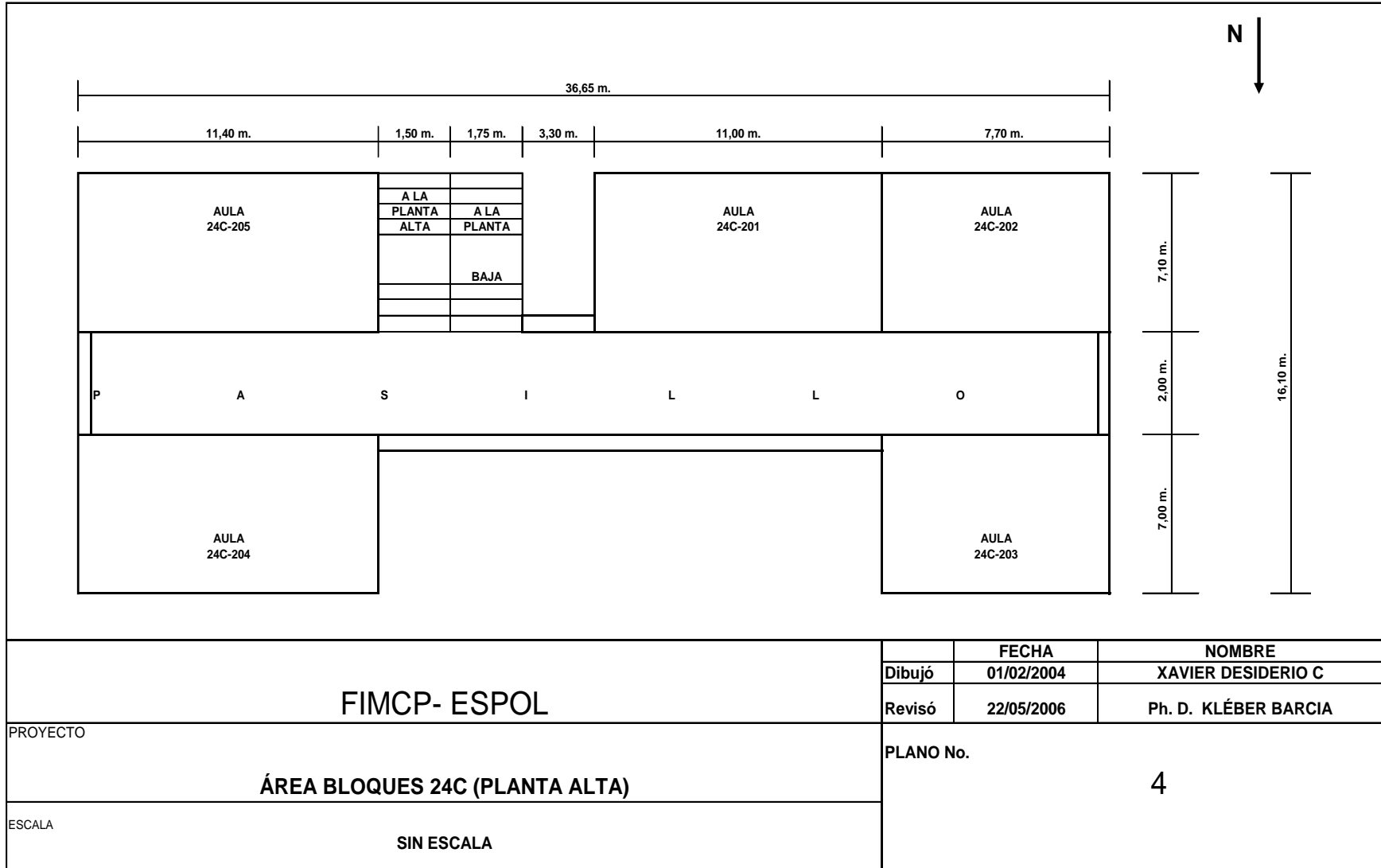
PROYECTO	<b>FIMCP- ESPOL</b>	
	Dibujó	FECHA 01/02/2004
	Revisó	NOMBRE 22/05/2006 XAVIER DESIDERIO C
ESCALA <p style="text-align: center;"><b>SIN ESCALA</b></p>		PLANO No. <span style="float: right; font-size: 2em;">1</span>
ÁREA LAB. ENSAYO Y METROLOGÍA, ASEPLAS, AULAS 18B		

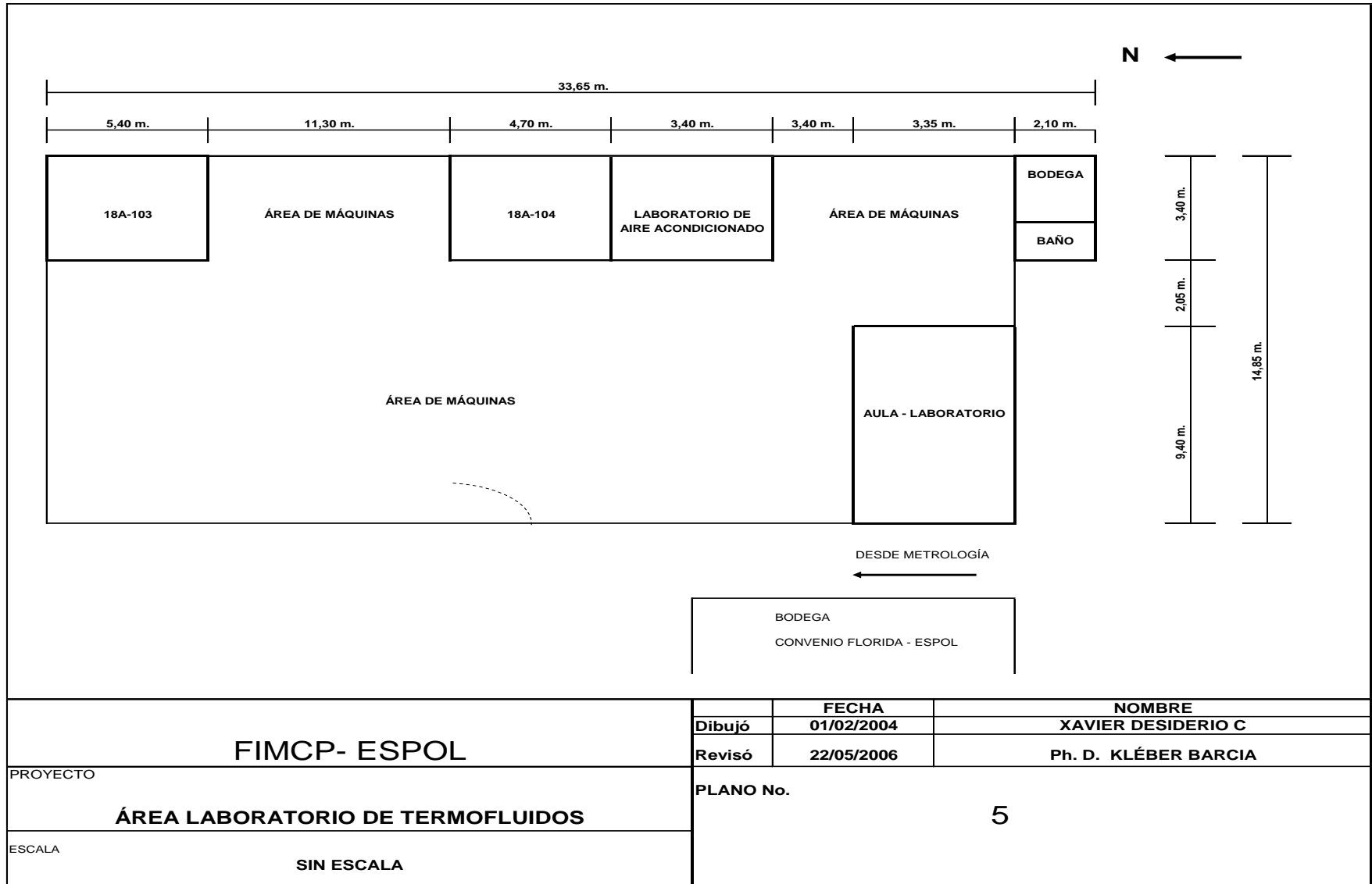




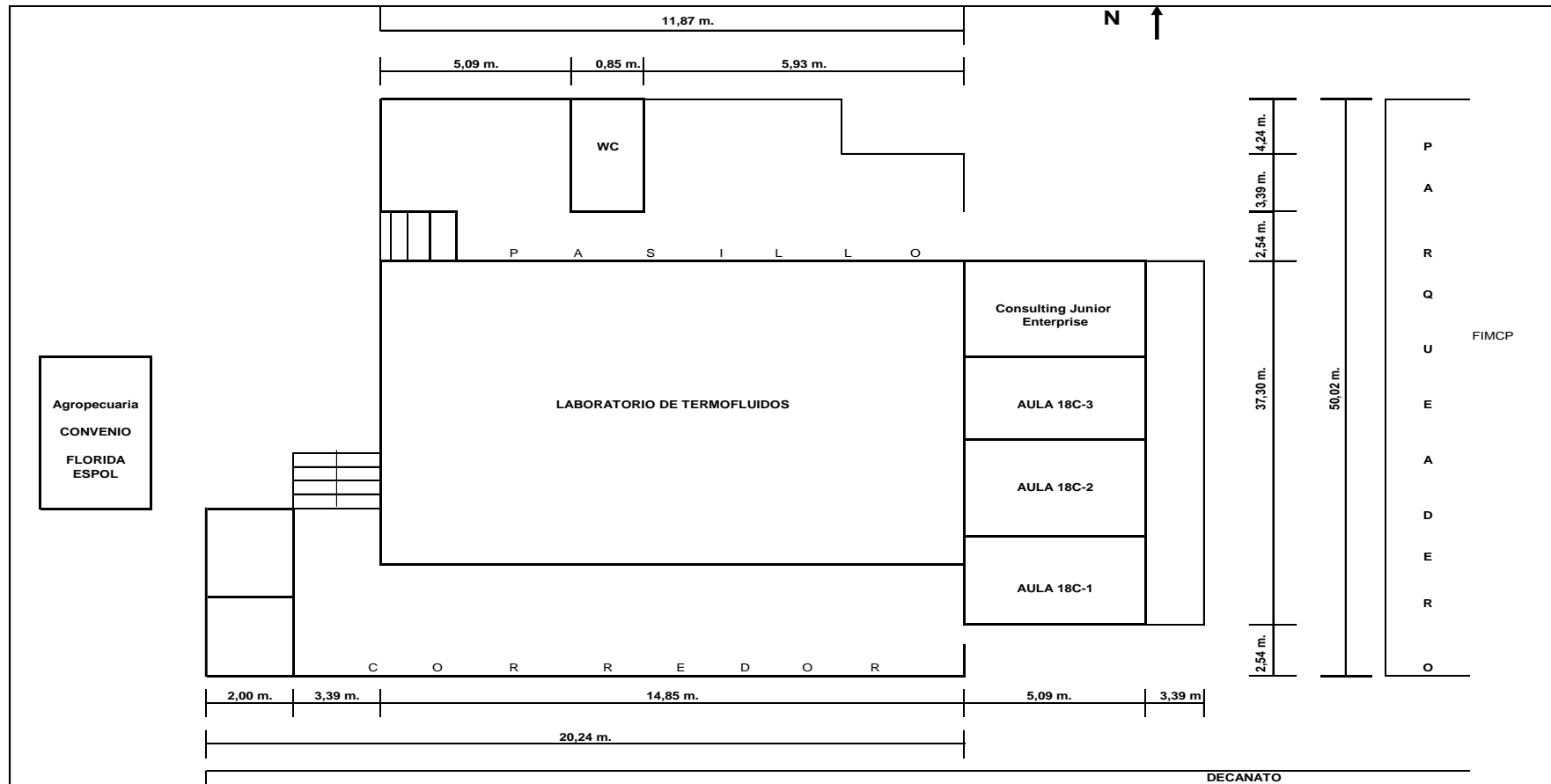
<b>FIMCP- ESPOL</b>	<b>FECHA</b>	<b>NOMBRE</b>	
	Dibujó	01/02/2004	XAVIER DESIDERIO C
	Revisó	22/05/2006	Ph. D. KLÉBER BARCIA
PROYECTO	<b>PLANO No. 2</b>		
ÁREA DE LAB. DE COMPUTACIÓN, BIBLIOTECA			
ESCALA	<b>SIN ESCALA</b>		



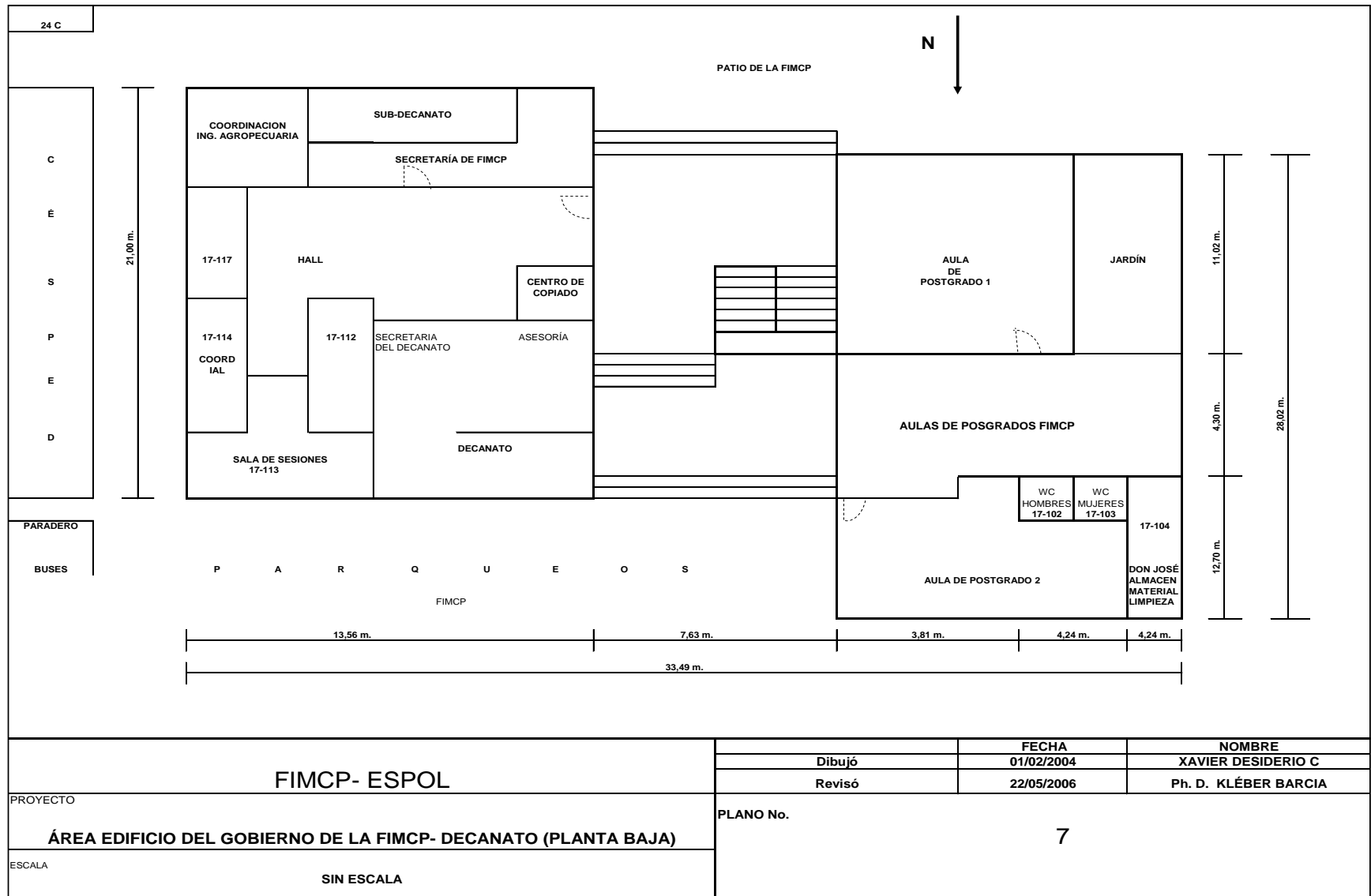


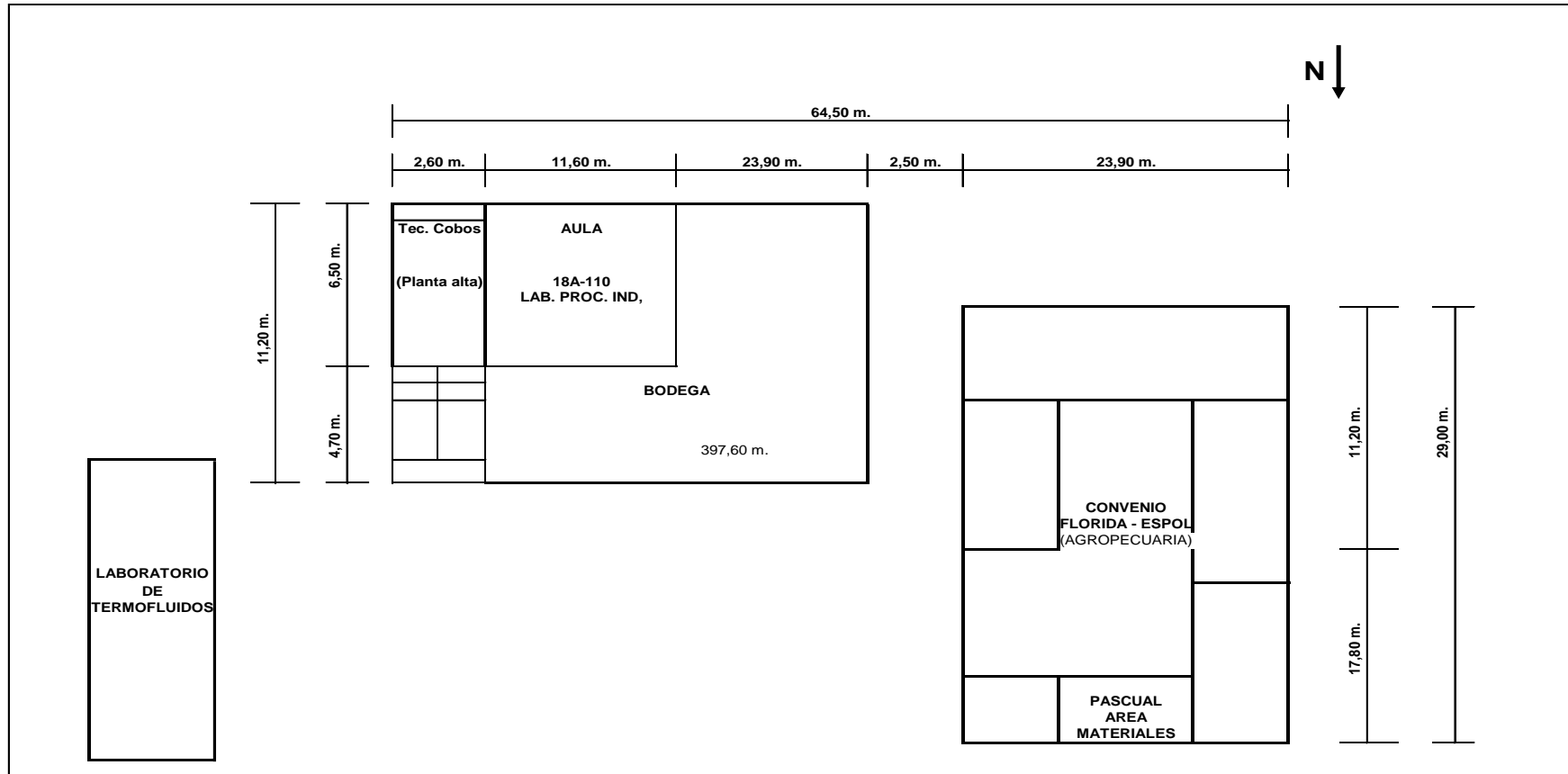


<b>FIMCP- ESPOL</b>	<b>FECHA</b>	<b>NOMBRE</b>
	Dibujó <b>01/02/2004</b>	<b>XAVIER DESIDERIO C</b>
<b>PROYECTO</b> <b>ÁREA LABORATORIO DE TERMOFLUIDOS</b>	Revisó <b>22/05/2006</b>	<b>Ph. D. KLÉBER BARCIA</b>
	<b>PLANO No. 5</b>	
<b>ESCALA</b> <b>SIN ESCALA</b>		



<b>FIMCP- ESPOL</b>	<b>FECHA</b>	<b>NOMBRE</b>	
	Dibujó	01/02/2004	XAVIER DESIDERIO C
	Revisó	22/05/2006	Ph. D. KLÉBER BARCIA
PROYECTO	PLANO No. <b>6</b>		
<b>ÁREA DE LAB. DE AULAS 18C - NUEVAS</b>			
ESCALA	SIN ESCALA		





<b>FIMCP- ESPOL</b>		<b>FECHA</b>	<b>NOMBRE</b>
	Dibujó	01/02/2004	XAVIER DESIDERIO C
Revisó		22/05/2006	Ph. D. KLÉBER BARCIA
PROYECTO	<b>PLANO No. 8</b>		
<b>ÁREA CONVENIO FLORIDA ESPOL</b>			
ESCALA	<b>SIN ESCALA</b>		

