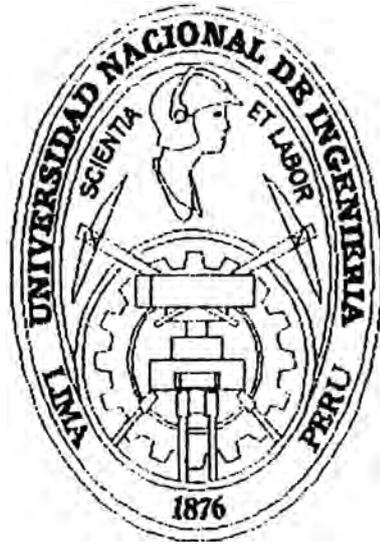


Universidad Nacional de Ingeniería
FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS



**ASEGURAMIENTO DE LA DISPONIBILIDAD DE LA BASE DE
DATOS APLICANDO PRINCIPIOS DE CALIDAD TOTAL**

T E S I S

Para Optar el Título Profesional de:

INGENIERO DE SISTEMAS

LUIS ANTONIO ROLDAN LOPEZ

**Lima - Perú
1998**

*A mis padres por darme lo que soy,
A mis hermanos por su incomparable apoyo,
A mi esposa por su comprensión,
Y a mis hijos por su inspiración.*

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO I	: INTRODUCCIÓN.....	1
1.1	Antecedentes.....	1
1.1.1	Control de calidad histórico.....	1
1.1.2	Qué es calidad	2
1.1.3	Administración de base de datos	4
1.1.4	Administración de datos.....	6
1.2	Hipótesis planteada	6
1.3	Descripción del problema	7
1.4	Objetivo del proyecto	9
CAPÍTULO II	: PRINCIPIOS DE CALIDAD APLICADOS.....	10
2.1	Principios	10
2.1.1	Mejorar continuamente el sistema de producción y de servicios	11
2.1.2	Las decisiones deben ser tomadas en base a hechos y datos.....	12
2.1.3	Atacar las causas en su raíz	13
2.1.4	El cliente es el guía del negocio.....	14
2.1.5	Los proveedores son parte de nuestro sistema de trabajo	15
CAPÍTULO III	: METODOLOGÍA A APLICAR.....	17

3.1	Captura y análisis de datos	19
3.1.1	Objetivo	19
3.1.2	Herramientas.....	19
3.1.3	Pasos	20
3.2	Análisis de causas	22
3.2.1	Objetivo	22
3.2.2	Herramientas.....	22
3.2.3	Pasos	23
3.3	Definición e implantación de soluciones.....	24
3.3.1	Objetivo	24
3.3.2	Herramientas.....	25
3.3.3	Pasos	25
3.4	Análisis de impacto.....	27
3.4.1	Objetivo	27
3.4.2	Herramientas.....	27
3.4.3	Pasos.....	28
CAPÍTULO IV	: CAPTURA Y ANÁLISIS DE DATOS.....	30
4.1	Toma de datos.....	30
4.2	Comportamiento del proceso.....	36
4.3	Identificar el problema	40
4.4	Indicador de calidad	42
CAPÍTULO V	: ANÁLISIS DE CAUSAS.....	43
5.1	Descripción del sistema actual	43

5.2	Causas del problema.....	46
5.3	Re-agrupamiento de causas.....	49
CAPÍTULO VI	: DEFINICIÓN E IMPLANTACIÓN DE SOLUCIONES ...	51
6.1	Impacto esperado de solución.....	51
6.2	Selección de soluciones	56
6.3	Implantación de soluciones	59
CAPÍTULO VII	: ANÁLISIS DE IMPACTO	61
7.1	Comportamiento del proceso.....	61
7.2	Estado del proceso	64
7.3	Beneficios	66
CAPÍTULO VIII	: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	69
ANEXOS	:	72
	Anexo A. Los 14 puntos del mejoramiento de	
	calidad de Deming.....	72
	Anexo B. Herramientas estadísticas de calidad	
	de Ishikawa	79
	• Gráfico de Tendencias	79
	• Diagrama de Pareto	79
	• Diagrama causa-efecto	81
	BIBLIOGRAFÍA	83

DESCRIPTORES TEMATICOS

- 1. Administración de Base de Datos**
- 2. Principios de Calidad Total**
- 3. Estadística básica**
- 4. Cortes de servicio**
- 5. Disponibilidad, oportunidad, confiabilidad
de la información**
- 6. Análisis en base a datos concretos**
- 7. Diagrama de Pareto**
- 8. Análisis de causas raices**
- 9. Indicador de calidad**
- 10. Impacto de la solución**

SUMARIO

El enfoque del problema desarrollado busca demostrar que las teorías, principios y herramientas de Calidad Total son aplicables también al área de sistemas de información, y en este caso específico al Soporte de Datos, y no sólo a líneas de manufactura donde tradicionalmente se aplican. Es por ello que aquí se utilizan las herramientas del Dr. Edwards Deming y del estadístico Kaoru Ishikawa, que van desde la toma de datos y gráficos de barras, hasta el análisis de causas y la aplicación de soluciones.

Desarrollando una metodología apropiada se enfrentará el problema de "cortes no programados del servicio"¹ de base de datos, en la empresa de sistemas de la Corporación Backus. El cual, como se verá, se ha incrementado, llegando a un promedio de 4.1 suspensiones del servicio por mes en el período 1994-1995.

Luego de aplicar las técnicas mencionadas logramos reducir el promedio de suspensiones a 0.62 por mes, lo cual nos indica la validez de estas herramientas y lo acertado del análisis desarrollado. Con esto se

¹ Cuando se mencione : *corte de servicio*; entiéndase como: *suspensión del servicio* y viceversa .

alcanza uno de los objetivos básicos de todo proceso de Mejoramiento de Calidad Total : el cliente es el guía del negocio y debemos satisfacer, y aun, superar sus expectativas.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

1.1.1 CONTROL DE CALIDAD HISTÓRICO

El antiguo concepto de departamento de control de calidad, ya ha desaparecido. A cualquier departamento independiente de control de calidad que se le dé la responsabilidad de la calidad del producto, se le pone en una situación difícil. Si la calidad es mala, reciben el peso, pero no tienen la verdadera autoridad para arreglar las cosas en producción. Normalmente se comienza a elaborar normas cada vez más severas para evitar que la mala calidad salga hacia los

clientes, pero esto nunca es 100% efectivo, y en resumen, consiste en descubrir el producto malo después de hecho, al final de la línea de producción, cuando el gasto ya está hecho, con más y más métodos de inspección.

Una organización de este tipo tiene los siguientes problemas :

- **burocracia innecesaria**, por la existencia de un departamento de control de calidad y un *sinnúmero* de inspectores de calidad.
- **altas tasas de desechos**, por la detección de productos defectuosos al final de la línea de producción.
- **cantidades de productos retenidos**, por la inspección cuando el producto está terminado.
- **altos costos de calidad**, porque los productos malos tienen que reprocesarse o desecharse.

1.1.2 QUE ES CALIDAD ?

En una época se definió como “conformidad con las

especificaciones”, hasta que se comprendió que las especificaciones podrían no satisfacer las expectativas de los clientes. Luego pasó a ser “la satisfacción de las expectativas del cliente” o “el producto que cumple el propósito previsto”. Por ejemplo, para un prestador de servicios de limpieza, un auto pequeño con bajo consumo de combustible con una tolva o parrilla para llevar los implementos es suficiente para su necesidad, para él, este es un auto de calidad. Por otro lado, para el gerente de una empresa, un auto de lujo que use el combustible más fino, es un auto de calidad. Este último tiene otra expectativa, diferente al del limpiador de casas. De ahí que se deriva en otra afirmación : “calidad es conformidad con el propósito”, es decir, el producto que cumple con el propósito previsto por las expectativas del cliente. Si se incluye el concepto de eficiencia como el óptimo uso de los recursos se tiene : “calidad es conformidad con el propósito al menor costo posible”.

La Calidad Total en la actualidad comprende tres aspectos :

a) Calidad del producto o servicio. Está enfocado en el cliente, vale decir que es el cliente quien será el primer

indicador de la calidad de nuestro producto o servicio. Así se tienen los atributos de : hecho a la medida, justo a tiempo, atención personalizada, 100% de concordancia.

b) Calidad en el uso de recursos. Está enfocado en problemas de productividad y costo, se manifiesta dentro de la organización, en los procesos productivos. Se tienen atributos como : 0 rechazos, 0 retrabajos, 0 desperdicios, 0 demoras, 0 inventarios.

c) Calidad de vida en el trabajo. Está enfocada en la persona, en el bienestar y adecuado ambiente laboral y familiar.

1.1.3 ADMINISTRACIÓN DE BASE DE DATOS

La base de datos es una colección organizada de datos para satisfacer las necesidades de información de muchos usuarios. El sistema de administración de base de datos (DBMS) provee las facilidades de organización, acceso y control de la base de datos. Ayuda a prevenir la pérdida de datos, restringe los accesos prohibidos y ayuda a mantener los

datos organizados de tal manera que el acceso sea rápido y fácil.

La administración de base de datos básicamente se responsabiliza por:

- **Diseño** : diseña la base de datos para reflejar las necesidades de los usuarios. Define la estructura (organización y contenido) de la base de datos. La definición de los accesos así como la ubicación física de los almacenamientos de datos.
- **Control** : Emplea técnicas que aseguren la consistencia y performance del sistema. Monitoreo y control del ambiente de base de datos para asegurar la disponibilidad continua del servicio de base de datos.
- **Evolución y seguridad** : Documenta la evolución del ambiente. Mantiene los procedimientos de seguridad, integridad, privacidad y recuperación de los datos y del sistema.

1.1.4 ADMINISTRACIÓN DE DATOS

Los datos son un importante recurso corporativo el cual debe ser administrado y controlado, un recurso que es utilizado para producir información que ayude a administrar mejor otros recursos. La administración de datos básicamente se responsabiliza por :

- Establecimiento de políticas de administración y seguridad del recurso dato.
- Establecimiento de estándares de definición de datos.

1.2 HIPÓTESIS PLANTEADA

Se busca demostrar que las teorías y principios de Mejoramiento de Calidad Total son aplicables al área de prestación de servicios de sistemas de información, y no sólo a líneas de manufactura, donde tradicionalmente se aplican y, en donde se mantienen indicadores como : puesta a punto de la línea de producción A, volumen de materia prima desperdiciada o número de productos defectuosos por turno.

La situación plantea el desarrollo de una metodología apropiada para este “giro de negocio” donde el meollo radica, principalmente, en la definición del indicador del proceso y en la especificación de los datos a recolectar.

El problema se enfoca utilizando las teorías, principios y herramientas de Calidad Total del Dr. Edwards Deming y del estadístico Kaoru Ishikawa, que van desde la toma de datos y gráficos de barras, hasta el análisis de causas y la aplicación de soluciones.

1.3 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El presente proyecto ha sido desarrollado en la empresa de servicios informáticos de la Corporación Backus y Johnston S. A. La misión de esta empresa es satisfacer las necesidades de información computarizada a todas las empresas de la Corporación. Esto abarca tanto el desarrollo de Software como también el suministro de Hardware.

Se cuenta con un ambiente mainframe IBM ES/9672, sistema VSE/ESA, y como manejador de base de datos CA-DATACOM/DB. Con esta arquitectura se presta servicio a todas las plantas cerveceras

en Lima, Chiclayo y Pucallpa. Por otro lado se tiene también una estructura de red WAN, que conecta a todas las empresas de la Corporación a nivel nacional. Es necesario resaltar que la descripción anterior sirve sólo como marco de referencia, pues, las técnicas aquí desarrolladas son aplicables a cualquier ambiente.

El problema se desarrolla en el ambiente mainframe y específicamente se enfoca al Departamento de Administración de Base de Datos, el mismo que se resume de la siguiente manera :

Se ha detectado que los servicios de sistemas y de base de datos se han estado interrumpiendo con alta frecuencia, sobre todo en horarios prohibidos. La alta incidencia en los cortes genera malestar en la comunidad de usuarios, desdican de la calidad del servicio y de la calidad profesional de quienes prestan el servicio. Aumentan los costos por tiempos muertos y el efecto multiplicador es alto si consideramos que también se detienen los sistemas de misión crítica como Logística, Facturación y Despacho.

Si se sabe que, por norma, el mantenimiento a la base de datos se debe realizar fuera del horario de servicio (como última tarea antes de reinicializar el sistema o en su defecto los fines de semana), se requiere investigar y tomar las medidas correctivas pertinentes.

1.4 OBJETIVO DEL PROYECTO

El objetivo del caso práctico es, aplicando como filosofía de trabajo los principios básicos de Calidad Total, dar solución al problema de falta de disponibilidad del recurso dato, desde el punto de vista del Administrador de Base de Datos, minimizando los cortes de servicio no programados.

CAPÍTULO II

PRINCIPIOS DE CALIDAD APLICADOS

2.1 PRINCIPIOS DE CALIDAD

El doctor Edwards Deming estudioso de ciencias, era matemático y físico, y por las épocas de la segunda guerra mundial se capacitó en Técnicas de Control de Calidad y teoría Estadística. Fué quien dirigió los censos japoneses en la post-guerra, quien estableció que la cadena de manufactura empieza en los proveedores y termina en el cliente.

Gracias a su filosofía del mejoramiento de calidad, de someter una y otra vez cada proceso al control estadístico de calidad, es que el Japón desde 1950 logra recuperarse de la pobreza y convertirse en

uno de los principales países productores de calidad.

Este proyecto se basa en los 14 puntos de la filosofía del mejoramiento de calidad del Dr. Edwards Deming, las que a su vez, utilizan las herramientas estadísticas diseñadas por Kaoru Ishikawa quien era un eminente estadístico Japonés.

Si bien es cierto que dentro de una organización deben adoptarse en su totalidad los 14 puntos para lograr un verdadero proceso de mejoramiento continuo; como producto del análisis y de la identificación con esta filosofía es que se han definido los cinco principios fundamentales que han inspirado el presente trabajo y de los cuales se pueden materializar rápidamente sus efectos. Los cinco principios que se describen a continuación constituyen la interpretación del autor, de la presente tesis, de la filosofía de Calidad de Deming. La totalidad de los principios de Deming se presentan en el anexo A.

2.1.1 Mejorar continuamente el sistema de producción y de servicios

El mejoramiento no se logra al instante, “hay que

incorporar la calidad durante la etapa de diseño y el trabajo en equipo es esencial para el proceso".²

Se sabe que una vez que se inicia un proceso o ejecución de un plan, todo cambio es costoso y causa demoras. La base de este principio está en que cumplir con las especificaciones no da como resultado el mejoramiento constante sino sólo permanecer en nuestro estado, y si sólo buscamos eso, muy pronto estaremos en decadencia, pues todo sistema es dinámico y la competencia no se queda con los brazos cruzados. Tampoco se puede trabajar como islas. Cada departamento, cada área, cada gerencia, cada hombre de la organización debe trabajar como un equipo, todos deben tener las mismas metas e iniciar el proceso de calidad.

2.1.2 Las decisiones deben ser tomadas en base a hechos y datos

La variación es parte de todo proceso, de ahí el estudio de la dinámica de sistemas, la estadística, procesos aleatorios, proyecciones, grados de confianza, etc. Todo es variable. Estas

Cómo administrar con el método Deming, pag. 74

teorías trasladadas a una organización nos muestran que los trabajadores laboran dentro de un sistema que, por más que se esfuercen, está fuera de su total control y que por más que se tengan las mismas herramientas, las mismas habilidades y los mismos recursos siempre habrá diferencia en los rendimientos.

Por lo tanto, es crítico en todo sistema basar las decisiones tanto como sea posible en datos exactos y oportunos. “Los datos son la base para la acción”³. Con esto se aislan las decisiones de la influencia de opiniones, impresiones o presentimientos, consiguiendo objetividad en las mismas.

2.1.3 Atacar las causas en su raíz

La calidad no es inspeccionar el producto terminado, hay que mejorar el proceso. Cada etapa del proceso que es mejorada generará una cuota de calidad en el producto final. La inspección es costosa, y no se pueden descubrir todos los productos defectuosos. La calidad no se produce por la inspección, sino por el mejoramiento del proceso. Por supuesto que no se puede eliminar al 100%, siempre será necesario

³ Guía del control de calidad, pag 4

inspeccionar para saber lo que se está haciendo, pero debe hacerse con otra mentalidad : para recabar datos y volcarlos en gráficos de control estadístico dentro de un proceso de calidad.

Se trata de analizar cuál es la causa primigénea del problema y eliminarla, si no se hace esto, sólo se estarán tapando los efectos. “Y eso no es mejorar calidad, es apagar incendios”.⁴

Se debe analizar en donde está el problema, en los recursos?, en el método de trabajo?, en el diseño?, en el personal?, en el equipo?, en los materiales?, en la concordancia del producto?; para esto siempre debemos preguntamos : por qué?

2.1.4 El cliente es el guía del negocio

Es el último eslabón dentro de la cadena de producción, como se muestra en la figura de la página siguiente, que estableció el Dr. Deming en 1950, pero no por ello el menos importante. Todo el esfuerzo debe ser orientado a mantener

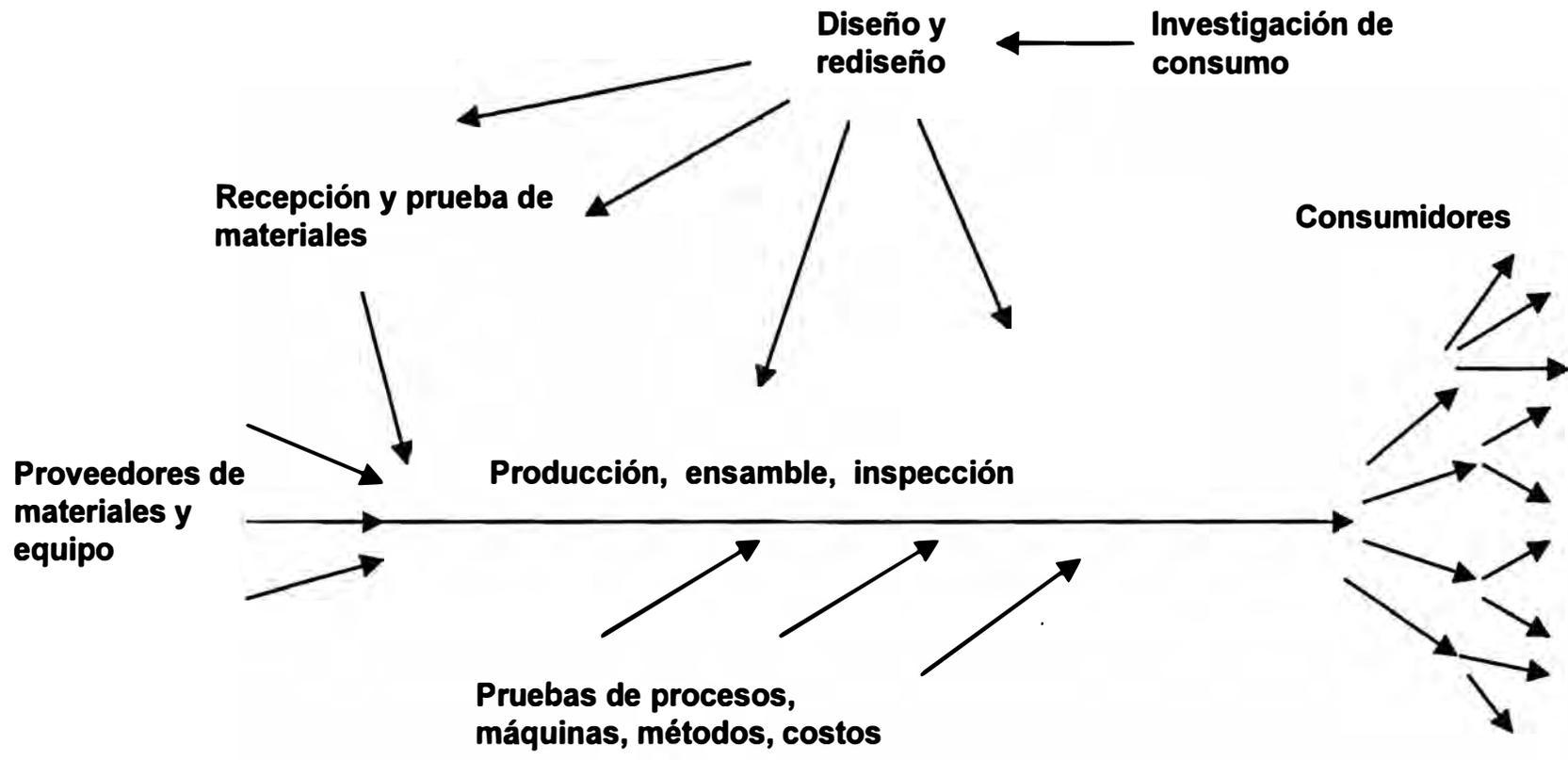
⁴ Cómo administrar con el método Deming, pag. 75

satisfecho al cliente y darle, aun, más de lo que espera.

Es muy importante saber lo que el cliente considera que está bien o mal de nuestro producto o servicio. Porque un cliente que está a gusto con nosotros tarde o temprano regresa y en ese lapso transmite a otros potenciales clientes; y esa es una ganancia que no se puede cuantificar, por el contrario un cliente insatisfecho simplemente cambia de proveedor y con él se lleva toda nuestra posible utilidad.

2.1.5 Los proveedores son parte de nuestro sistema de trabajo

Es necesario establecer relaciones a largo plazo con el proveedor y reducir al máximo el número de proveedores por cada material o suministro que se requiera. Con esto se logrará que el proveedor se involucre en nuestro proceso y se esfuerce por darnos un mejor servicio y suministros de mejor calidad.



Línea de producción de Deming

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA A APLICAR

La metodología a aplicar en el presente proyecto consta de 4 grandes etapas o pasos, cada uno de los cuales se subdividen en pasos más puntuales y concretos. En el paso 1, básicamente se busca recolectar datos y analizarlos para conocer la manifestación del problema que se pretende solucionar y con esa claridad definir un indicador que será el valor de medición del problema antes y después de aplicar las soluciones. El paso 2 subdivide el problema y ataca a la porción más importante del problema analizando sus causas raíces. El paso 3 plantea soluciones para las causas raíces encontradas considerando un % estimado en la solución total del problema. En el paso 4 se analiza el impacto real de la aplicación de las soluciones y se establecen mecanismos para mantener el proceso bajo control.

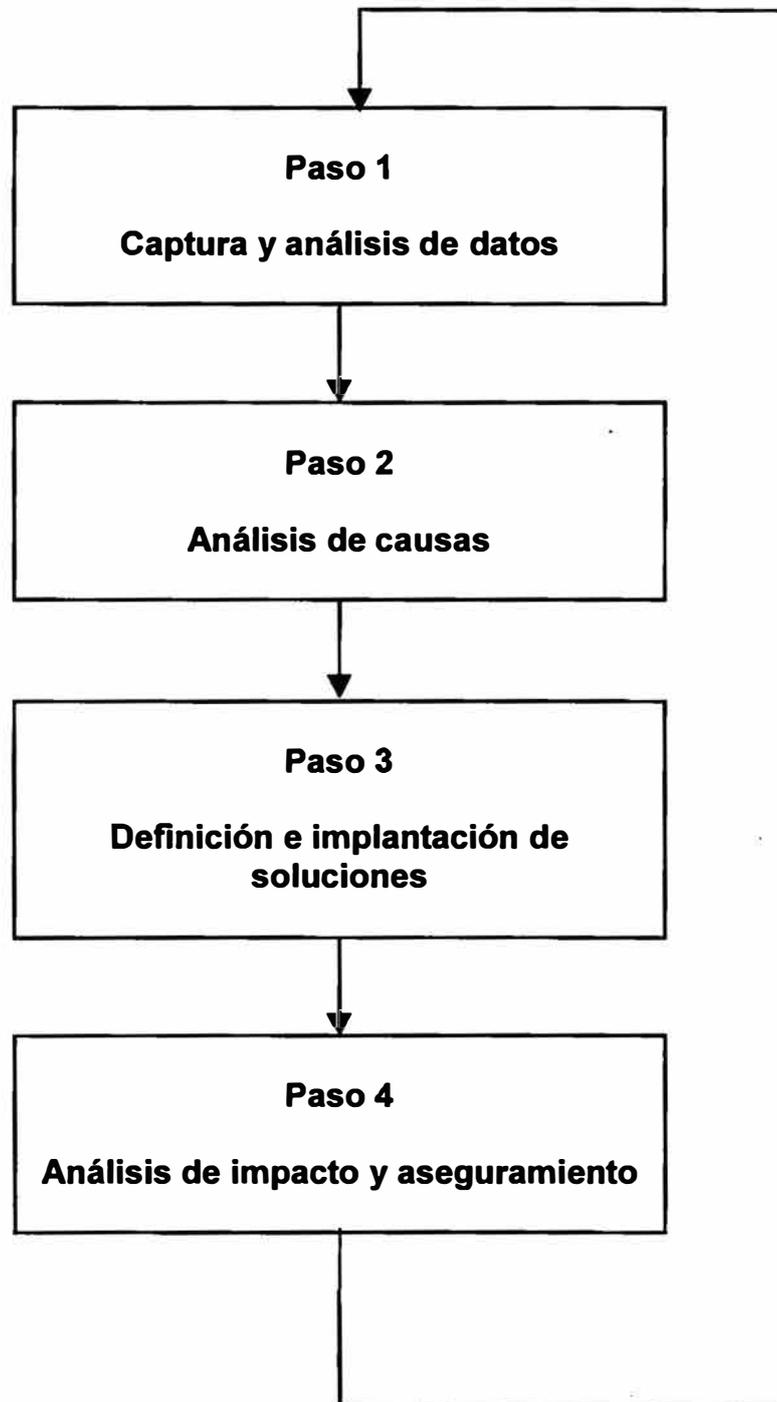


Figura 1. Metodología de calidad

3.1 CAPTURA Y ANÁLISIS DE DATOS

3.1.1 OBJETIVO

En este paso se busca **clarificar el propósito** de los datos a recoger, sólo teniendo claro este propósito podremos recolectar los datos correctos.

Clarificar significa subdividir el problema, significa cómo se podrían clasificar los datos para poder medirlos : por proceso?, por producto?, por tiempo? u otra subdivisión que ayude al análisis. Por ejemplo, en el presente trabajo se han clasificado los datos por **tipo de mantenimiento a la base de datos**.

Teniendo claro los límites del problema se puede definir con más precisión el indicador de calidad del proceso.

3.1.2 HERRAMIENTAS

Para el análisis se utilizan herramientas como Hoja de toma de datos, Gráfico de Tendencias, Histograma y Diagrama

de Pareto. Todas ellas ayudan a conocer el comportamiento del proceso en estudio, siendo el Diagrama de Pareto quien identificará la parte más crítica del problema y por lo tanto la que se debe atacar en los siguientes pasos de la metodología. La descripción de estas herramientas se encuentra en el anexo B.

3.1.3 PASOS

- a) **TOMA DE DATOS** : En este paso se tiene que definir que datos tomar para estudiar el problema planteado, se tienen que diseñar y utilizar las hojas de toma de datos.

- b) **COMPORTAMIENTO DEL PROCESO** : a través del gráfico de tendencias se puede ver como se comporta el proceso a través del tiempo.

- c) **IDENTIFICAR EL PROBLEMA** : Con el diagrama de Pareto se delimita mejor el alcance del problema, y se ve, en una primera subdivisión, qué aspecto del problema planteado inicialmente se debe atacar.

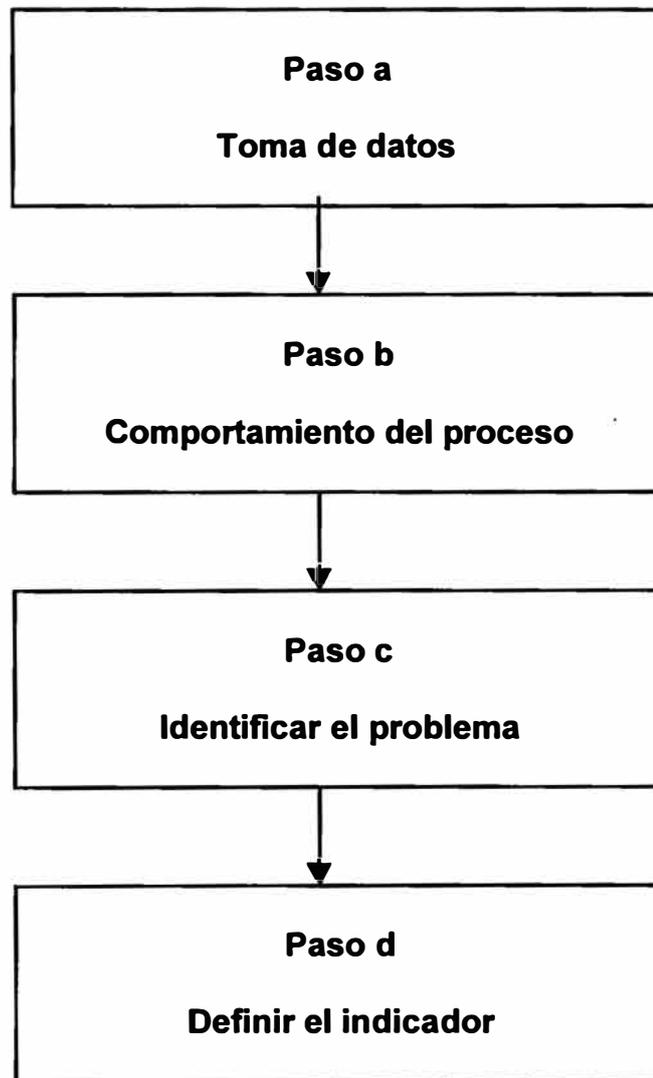


Figura 2. Captura y análisis de datos

- d) DEFINIR INDICADOR DEL PROCESO :** Este valor permitirá medir el estado actual y el estado después de implementar las soluciones al problema.

3.2 ANÁLISIS DE CAUSAS

3.2.1 OBJETIVO

El objetivo es **identificar las causas** raíces del problema, este análisis se aplica a la porción del problema que se seleccionó con el Diagrama de Pareto y que representa el 80% (como mínimo) del mismo. Aclaradas e identificadas las causas, se pueden jerarquizar según su importancia o impacto, y se seleccionan las más factibles para solucionar.

3.2.2 HERRAMIENTAS

Se utiliza como herramienta el Diagrama Causa-Efecto o Diagrama de Ishikawa descrita en el anexo B. Es de suma importancia anotar cada idea que se ocurra como causa del problema, aunque presenten dependencia entre ellas. Los análisis posteriores ayudarán a agruparlas o eliminarlas. La descripción de estas herramientas se encuentra en el anexo B.

3.2.3 PASOS

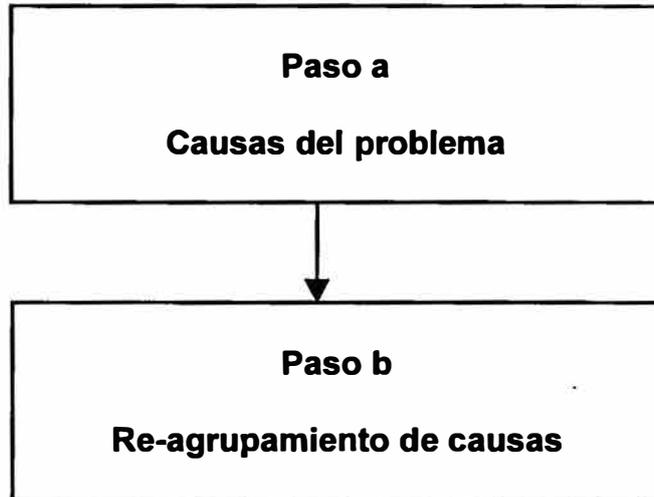


Figura 3. Análisis de causas

- a) **CAUSAS DEL PROBLEMA** : En este paso se tiene que volcar toda la experiencia y/o conocimiento del proceso en estudio para identificar las posibles causas que **originan** el problema. Esto se puede hacer : generando una lista de causas para luego llevarlas al diagrama causa-efecto o, directamente en dicho diagrama. Hacerlo directamente en el diagrama ofrece la ventaja que se tiene una visión completa de lo que se está planteando. Tener en cuenta que las ramas básicas del diagrama contemplan causas relacionadas a problemas de herramientas, métodos de trabajo, materiales y personal.

b) RE-AGRUPAMIENTO DE CAUSAS : Las causas que son definidas en el diagrama causa-efecto puede que estén relacionadas a pesar de pertenecer a diferentes ramas, o puede ser que una causa afecte directamente a más de una rama, esto se llama : afinidad entre las causas. Es necesario reagrupar las causas que tengan afinidad y cuya solución sea común, esto simplifica las tareas para el desarrollo de las soluciones.

3.3 DEFINICIÓN E IMPLANTACIÓN DE SOLUCIONES

3.3.1 OBJETIVO

En este paso se plantean posibles soluciones y se seleccionan aquellas que son factibles y que tengan mayor impacto en cuanto a la reducción del problema. Además se desarrollan las tareas relacionadas a la implantación de cada solución seleccionada.

3.3.2 HERRAMIENTAS

Las herramientas que ayudarán en esta etapa son cuadros de causas con el impacto esperado en la solución del problema, cuadros con las soluciones planteadas y cuadros de asignación de tareas. También se utilizan cualquier software, manuales, normas, políticas de la empresa, proveedores de equipos, metodologías, ect. que sirvan para desarrollar, conseguir e implantar la solución establecida.

3.3.3 PASOS

a) IMPACTO ESPERADO DE SOLUCIÓN : En este paso se establece el impacto que origina la solución de cada causa raíz en la solución del problema general. A través de la asignación de un peso o importancia a cada item. También se establece qué porcentaje del problema se va a solucionar con respecto a las causas seleccionadas.

Como se estableció en los principios de calidad, siempre habrá un margen de error que impide alcanzar la solución absoluta. Todo proceso tiene un porcentaje de variabilidad.

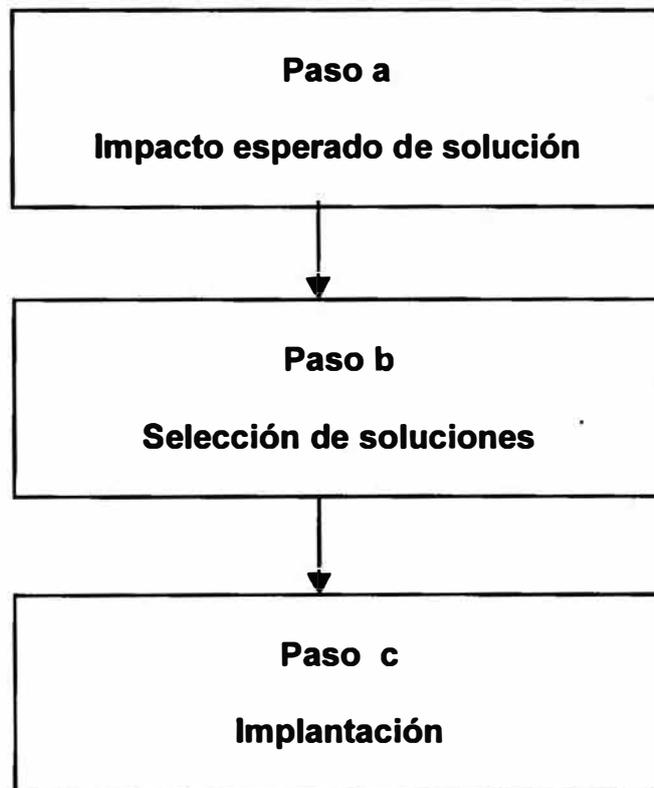


Figura 4. Definición e implantación de soluciones

b) SELECCIÓN DE SOLUCIONES : Se establecen las soluciones a desarrollar, quiénes y cuándo se llevarán a cabo.

c) IMPLANTACIÓN : Se desarrollan las actividades para implantar las soluciones establecidas y se determinan los

entregables que forman parte de la solución que pueden ser programas de computador, procedimientos, normas, productos comprados, etc.

3.4 ANÁLISIS DE IMPACTO

3.4.1 OBJETIVO

Evaluar la efectividad de las soluciones desarrolladas para el problema a través de la nueva medición del indicador del proceso. Se determinan cualitativa y cuantitativamente los beneficios alcanzados.

3.4.2 HERRAMIENTAS

Se utilizan herramientas como Hoja de toma de datos y Gráfico de Tendencias. Ellas nos ayudan a conocer el comportamiento actual del proceso.

3.4.3 PASOS

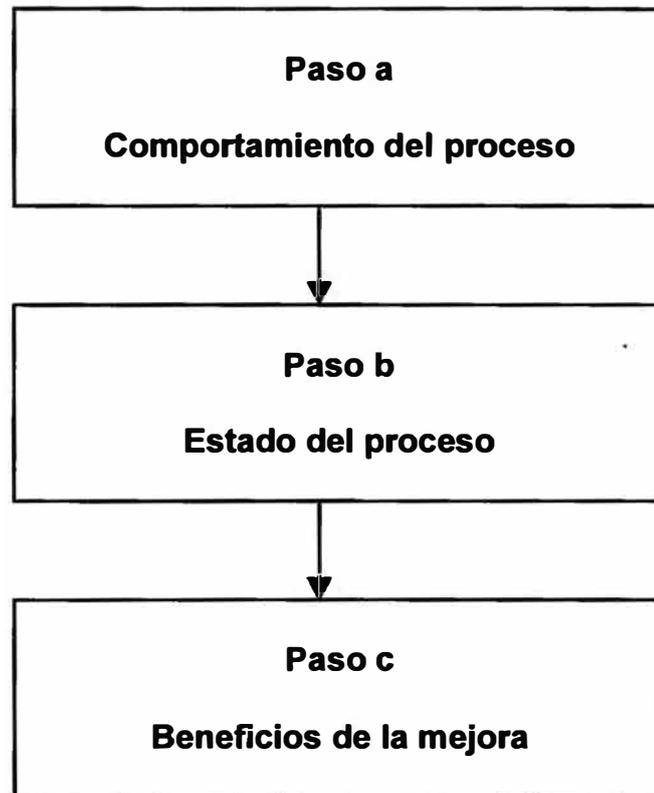


Figura 5. Análisis de impacto

- a) **COMPORTAMIENTO DEL PROCESO** : Una nueva toma de datos, durante un período determinado, permitirá trazar una nueva gráfica de tendencia en la cual se aprecia hacia dónde se dirige el proceso : si se mantiene estable o está fuera de control.

- b) ESTADO DEL PROCESO :** Se mide nuevamente el indicador y se establece la ganancia respecto a la medición inicial. Se verá si se alcanzó, se superó o no se logró la meta establecida.

- c) BENEFICIOS DE LA MEJORA :** Se establecen los beneficios cualitativos y cuantitativos obtenidos con la resolución de las causas raíces del problema inicial.

CAPÍTULO IV

CAPTURA Y ANÁLISIS DE DATOS

4.1 TOMA DE DATOS

En el cuadro No I se presenta un ejemplo de la bitácora diaria, con datos reales, del Dpto. de Base de Datos. El Administrador de Base de Datos (ABD) registra todos los eventos de mantenimiento a la Base de Datos en esta bitácora diaria. Discrimina el origen de mantenimiento: si ha sido programado o no programado; y el tipo: si es por modificación a la estructura de la BD o por requerimientos de espacio en disco. En el cuadro No II se muestra la hoja de resumen de cortes de servicio mensual, con las incidencias registradas en el Dpto. de Base de Datos de Quipudata S.A. desde Enero 94 a Agosto 95.

ADM. BASE DE DATOS						
MANTENIMIENTO A BASE DE DATOS AGOSTO 1996						
HOJA DE DETALLE						
Fecha Solicitud	Referencia	Atención		Cortes		Tipo
		Desa.	Prod.	Prog.	No prog.	
8/07/96	Modificación de tablas base 042		9/08/96	*		Estructura
12/07/96	Modificación de tablas base 042		9/08/96	*		
22/07/96	Adición de tabla base 079		19/08/96		*	
1/08/96	Adición de tablas base 069	5/08/96	30/08/96	*		
1/08/96	Adición de tablas base 053	5/08/96	30/08/96	*		Extensión
1/08/96	Modificación de tabla base 042	5/08/96	9/08/96		*	
4/08/96	Extensión de áreas		4/08/96	*		Extensión
5/08/96	Modificación de base 080	6/08/96		*		
6/08/96	Crear dataview base 061	6/08/96	6/08/96	*		
9/08/96	Extensión de áreas		9/08/96		*	
13/08/96	Adición y modificación de tablas base 060	14/08/96		*		Estructura
14/08/96	Modificación de tablas base 036	14/08/96		*		
14/08/96	Modificación de tablas base 080	15/08/96		*		
16/08/96	Adición de tablas base 044	19/08/96	30/08/96	*		
19/08/96	Adición de atributo y key base 038	19/08/96	30/08/96	*		Estructura
19/08/96	Adición de key en base 041	19/08/96	19/08/96		*	
21/08/96	Extensión de áreas		21/08/96		*	Extensión
23/08/96	Modificación de tabla base 041	24/08/96		*		Extensión
24/08/96	Extensión de áreas		24/08/96	*		
26/08/96	Adición de tabla base 072	27/08/96	30/08/96	*		
28/08/96	Extensión de áreas		28/08/96		*	
Totales		13	16			
Total solicitudes del mes			29	23	6	

Cuadro No I. Hoja de toma de datos

A continuación se analiza el cuadro No II, que contiene los datos utilizados en el presente trabajo. En las dos primeras columnas se registra el mes y año del corte de servicio, en la tercera columna se registra el número de solicitudes atendidas en cada mes. Luego sigue la clasificación o agrupamiento de **cortes por Tipo de Mantenimiento** a la base de datos, así tenemos tres clasificaciones:

- Extensión a la base de datos (incremento del tamaño de espacio físico en disco)⁵.
- Modificación a estructuras de la base de datos.⁶
- Otros, motivos varios fuera de nuestro control.

De los datos registrados se extrae la siguiente información:

% por tipo de mantenimiento = Total de cortes por tipo / (total
general de cortes)

a) % cortes por extensión a la BD = $82 / 97 = 84.54$

b) % cortes por modif. estructuras = $8 / 97 = 8.25$

c) % cortes por otros = $7 / 97 = 7.22$

⁵ La versión del DBMS instalado no administra dinámicamente el uso de disco, lo cual debe realizar el ABD manualmente.

⁶ Cambios en el diseño de las entidades (tablas, campos, vistas, índices, etc.)

% acumulado = suma de los porcentajes de cada clasificación

a) % acumulado por extensión = 84.54

b) % acumulado por estructura = 84.54 + 8.25 = 92.79

c) % acumulado por otros = 84.54 + 8.25 + 7.22 = 100

media = total de cortes por tipo / número de meses

a) media de cortes por extensión = 82 / 20 = 4.1

b) media de cortes por estructura = 8 / 20 = 0.4

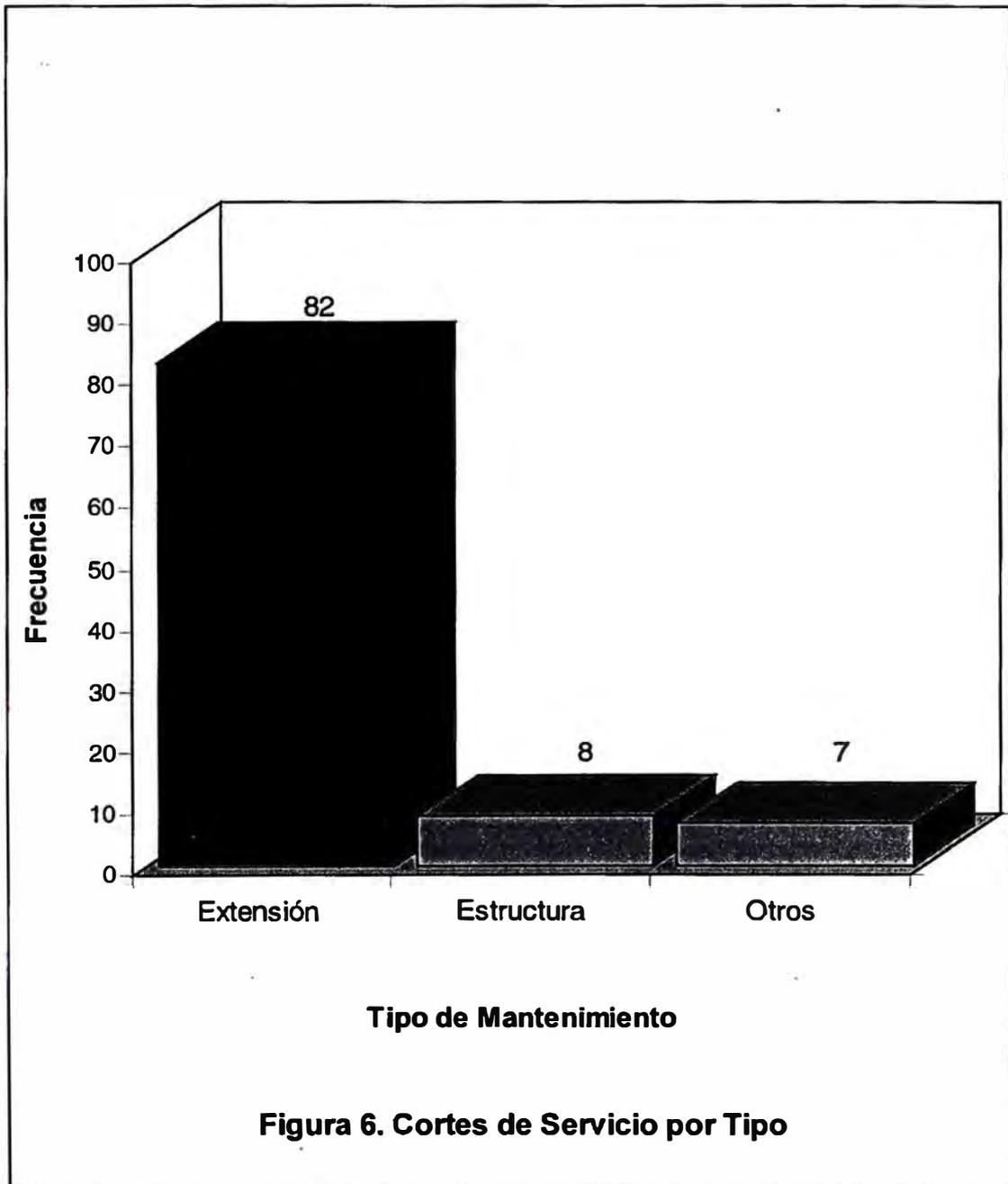
c) media de cortes por otros = 7 / 20 = 0.35

ADM. BASE DE DATOS						
MANTENIMIENTO A BASE DE DATOS						
HOJA DE RESUMEN						
Mes del corte	Año	Nro. Solic.	Cortes por mantenimiento			Total Cortes
			Extensión	Estructura	Otros	
Enero	1994	9	3	1	0	4
Febrero	1994	13	5	0	1	6
Marzo	1994	5	2	0	0	2
Abril	1994	11	4	1	0	5
Mayo	1994	13	4	1	0	5
Junio	1994	12	2	0	2	4
Julio	1994	15	4	1	0	5
Agosto	1994	18	5	0	0	5
Septiem.	1994	16	4	0	0	4
Octubre	1994	14	4	1	0	5
Noviem.	1994	21	5	0	1	6
Diciem.	1994	18	4	0	1	5
Enero	1995	35	6	1	0	7
Febrero	1995	30	6	0	0	6
Marzo	1995	27	3	0	0	3
Abril	1995	14	3	0	1	4
Mayo	1995	25	5	1	0	6
Junio	1995	30	4	1	0	5
Julio	1995	28	5	0	0	5
Agosto	1995	33	4	0	1	5
Totales		387	82	8	7	97
% por tipo de mante.			84.54	8.25	7.22	100.00
% acumulado			84.54	92.78	100.00	
Media			4.1	0.4		

Cuadro No II. Hoja de datos resumen

(Fuente: archivo del Dpto. de Base de Datos de Quipudata S.A.)

De la información obtenida se observa que la mayor cantidad de cortes se producen por **Extensión a la base de datos**, con un promedio de 4.1 cortes mensuales lo que representa el 84.54 % del total de 97 interrupciones.



Los cortes por **modificación a estructuras** representan el 8.25 % y hay un 7.22 % por motivos varios.

En la figura 6 se presenta un diagrama de frecuencia de Cortes por Tipo de Mantenimiento a la Base de Datos. Los resultados de este primer análisis nos inclinan a deducir que la mayor parte de nuestros problemas se deben a las extensiones que se hacen a la base de datos.

4.2 COMPORTAMIENTO DEL PROCESO

Enseguida, con la ayuda del cuadro No III, se halla la tendencia de los cortes de servicio aplicando regresión lineal. La columna **valores (Y)**, son la cantidad de cortes por mes, la columna **ocurrencias (X)**, señalan los meses en que se tomaron los datos, nos indicará también el número de datos tomados. Las columnas $X*Y$ y $X*X$ son los valores necesarios para hallar las constantes de regresión.

Si la curva de regresión tiene la fórmula :

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_i$$

Las constantes de regresión están dadas por :

$$\beta_1 = (n\Sigma xy - \Sigma x \Sigma y) / (n\Sigma x^2 - (\Sigma x)^2)$$

$$\beta_0 = (\Sigma y - \beta_1 \Sigma x) / n$$

Luego se tiene que :

$$n = 20$$

$$\Sigma x = 210$$

$$\Sigma y = 82$$

$$\Sigma xy = 901$$

$$\Sigma x^2 = 2870$$

Aplicando estos valores a las fórmulas de β_0 y β_1 tenemos :

$$\beta_1 = 0.06$$

$$\beta_0 = 3.47$$

La ecuación de regresión (tendencia) queda definida como :

$$y = 3.47 + 0.06x$$

Siendo β_1 la pendiente de la curva; lo que indica que las ocurrencias de cortes de servicio están creciendo a un ritmo de **0.06 cortes por mes**.

valores (Y)	ocurrencias (X)	X * Y	X * X
3	1	3	1
5	2	10	4
2	3	6	9
4	4	16	16
4	5	20	25
2	6	12	36
4	7	28	49
5	8	40	64
4	9	36	81
4	10	40	100
5	11	55	121
4	12	48	144
6	13	78	169
6	14	84	196
3	15	45	225
3	16	48	256
5	17	85	289
4	18	72	324
5	19	95	361
4	20	80	400
82	210	901	2870

Cuadro No III. Regresión de los cortes de servicio

En la figura 7 se presenta el gráfico de tendencia de los cortes por Extensión a la base de datos. Se puede observar que no hay una estacionalidad de los datos. Se observa que durante el período Julio 94 - Julio 95 el nivel de ocurrencias, en su mayoría, está por encima de 3 por mes. Y como se puede apreciar claramente, la ocurrencia de los cortes de servicio va en aumento. No es que se mantenga un nivel alto de cortes de servicio, sino que este nivel, a pesar de ser alto, sigue creciendo.

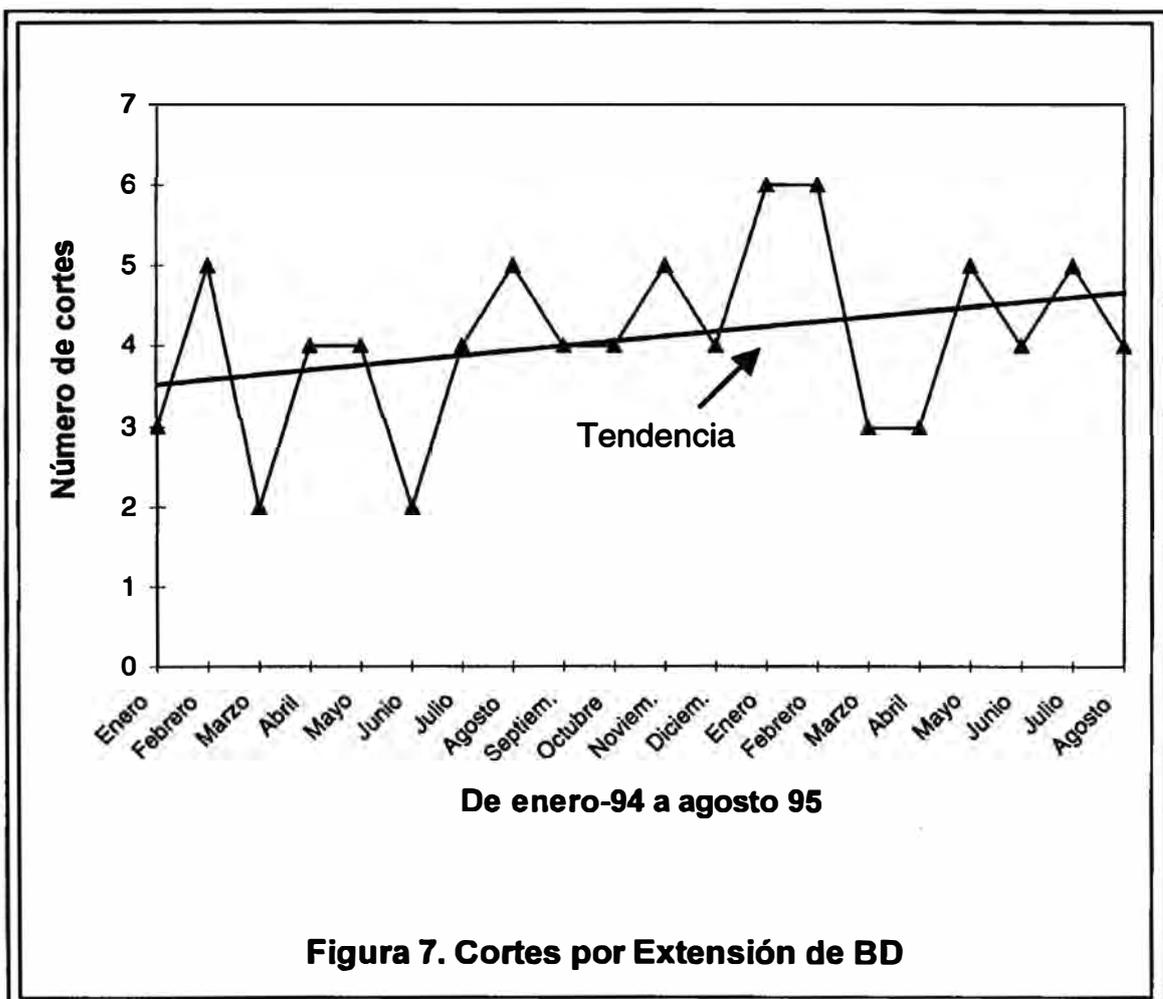


Figura 7. Cortes por Extensión de BD

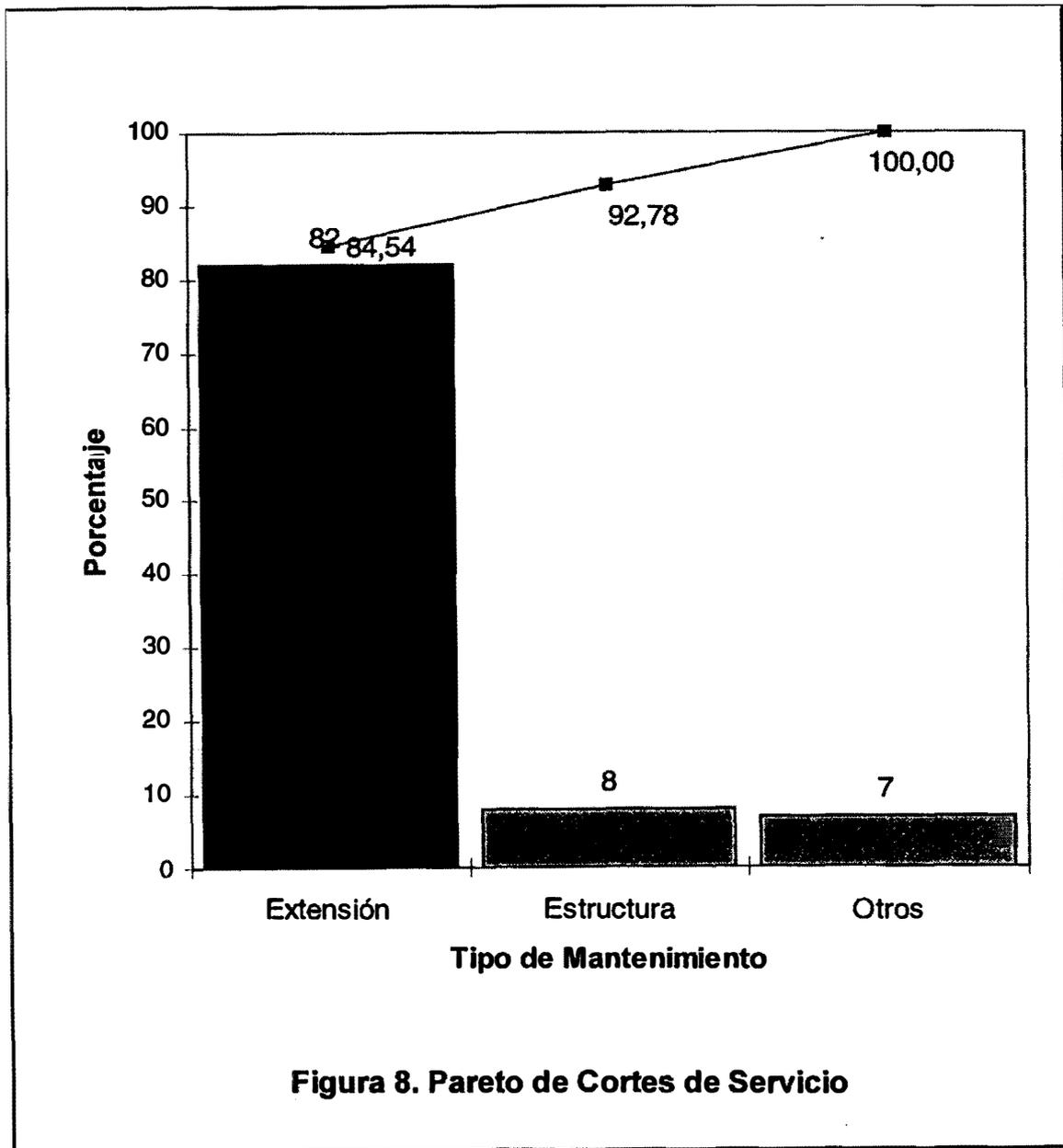
Si bien es cierto que la pendiente es casi cero, para la magnitud que se está trabajando este valor es "muy grande" y vemos que este valor seguirá aumentando si no se toman las medidas de corrección apropiadas. En base a estos datos se puede tratar de explicar si el proceso es plenamente aleatorio o si existe alguna causa especial de variación y ver además si el proceso esta bajo control o no, pero, ese es otro aspecto del mejoramiento continuo de la calidad que no se tratará en este trabajo.

4.3 IDENTIFICAR EL PROBLEMA

En la figura 8 se presenta el Diagrama de Pareto de los cortes de servicio de base de datos. Aquí se puede observar claramente que el 84.54 % del problema es generado por las Extensiones a la base de datos, la cual, si se tiene 3 agrupamientos, representa el 33.3 % de las causas del problema. En otras palabras, si se elimina el 33.3 % de las causas se soluciona el 84.54 % del problema.

Como lo indica el Diagrama de Pareto, se debe trabajar sobre el primer agrupamiento que origina como mínimo el 80% del problema, esto es, de aquí en adelante la solución del problema se basa en

analizar la suspensión por extensión a la base de datos.



4.4 INDICADOR DE CALIDAD

Como se planteó en el objetivo de este trabajo, el indicador podría ser:

Número de suspensiones

pero para tomar mediciones y poder comparar se fijará un período de tiempo, así el indicador de calidad queda definido como:

$N = \text{número de suspensiones} / \text{mes}$

El valor actual del indicador es :

4.1 suspensiones / mes

CAPÍTULO V

ANÁLISIS DE CAUSAS

5.1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ACTUAL

Habiendo esclarecido y delimitado el problema en el capítulo anterior : **suspensión del servicio por extensión a la base de datos**, es necesario tener el mejor conocimiento de cómo funciona el proceso en la actualidad. Luego se estará en la capacidad de proponer las causas raíces al problema.

Actualmente, es decir, antes de desarrollar este proyecto, el sistema funcionaba de la siguiente manera

- a) El día Lunes al levantar el sistema (6 a.m.), el Operador

ejecuta un proceso que genera un listado de estadísticas. Imprime este listado de aproximadamente 200 hojas. Una muestra de este reporte se presenta en la página siguiente.

- b) El conserje recoge el listado de estadísticas y lo lleva hacia la secretaria del Dpto. de Base de Datos, esto en el mejor de los casos, se hace entre las 9:00 am y 10:00 am.

- c) La secretaria recibe el listado, y si no tiene otra “urgencia”, comienza a revisar hoja por hoja, según las instrucciones del ABD, para detectar algún **área de base de datos crítica** las que señala con un resaltador. El Administrador de Base de Datos (ABD) tiene establecido que un área de base de datos utilizada **al 80% de su capacidad física ya es crítica**, es decir, que está a punto de llenarse y dar error de insuficiente espacio en disco. Esta labor se está terminando aproximadamente a las 3 pm.

- d) La secretaria fotocopia cada hoja que tenga por lo menos un área crítica, y la envía a cada Analista de sistemas responsable del sistema “dueño” de la base de datos en mención y también envía copia al ABD. Además archiva todo el listado en un armario. Normalmente esta tarea la

DATA AREA SPACE UTILIZATION REPORT

AREA NAME	DATA BASE	TOTAL TRACKS	TOTAL RECURDS	TOTAL BLOCKS	USED BLOCKS	PERCENT FULL	MAX	PARTIALLY EMPTY BLKS	AREA REUSE OPTION
CXX		200	N/A	2,400	903	37	37	N/A	N/A
IXX	031	234	N/A	2,808	1,131	40	67	N/A	N/A
A01	031	1	96	12	3	25	25	1	RANDOM
A02	031	11	3,933	132	75	56	56	1	RANDOM
A03	031	218	50,636	2,616	1,421	54	54	1	RANDOM
A04	031	2	1,168	24	15	62	62	1	RANDOM
A05	031	134	2,178	1,608	63	3	3	0	RANDOM
A06	031	2	592	24	11	45	45	1	RANDOM
A07	031	44	17,249	528	289	54	54	1	RANDOM
A08	031	146	22,927	1,752	523	29	85	522	RANDOM
A09	031	1	223	12	6	50	50	1	RANDOM
A10	031	1	0	12	2	16	16	1	RANDOM
A11	031	1	0	12	2	16	16	1	RANDOM
A12	031	139	35,066	1,668	903	54	54	0	RANDOM
A13	031	209	54,599	2,508	1,366	54	54	0	RANDOM
A14	031	1	69	12	5	41	41	1	RANDOM
A15	031	36	5,046	432	239	55	55	1	RANDOM
A16	031	1	349	12	7	58	58	0	RANDOM

está terminando a las 10:30 am del día Martes.

- e) Los Analistas de sistemas y el ABD reciben sus copias del reporte el día Martes entre las 11 am y 1 pm.

Como se puede apreciar, los datos que recibe el ABD el día martes ya están desactualizados puesto que no reflejan la actividad del día Lunes y Martes, y cualquier análisis sobre dichos datos arrastran un alto margen de error. Todo esto se agrava si consideramos que las copias en la mayoría de los casos están llegando a manos del ABD el día Miércoles; el margen de error es mucho mayor. Es de entender que entre el día Lunes y hasta que el ABD recibe las copias del reporte, las bases de datos pueden sobrepasar el límite de criticidad y quitar operatividad a los usuarios, es decir, generar un corte de servicio.

Adicional a estos problemas, se tiene que el ABD no puede realizar análisis de la actividad de las bases de datos, análisis de tendencias u otros, está incapacitado de explotar la data, puesto que toda la data está impresa, y tomaría mucho tiempo re-escribir esos datos en alguna herramienta de software. Por otro lado, existen los problemas de consumo de

papel y de almacenamiento de los listados que ocupan demasiado espacio.

5.2 CAUSAS DEL PROBLEMA

Habiendo tomado en el punto anterior conocimiento de cómo funciona el procedimiento de control de base de datos, se procede a aplicar el análisis del diagrama Causa-Efecto, figura 9, al agrupamiento de **Extensión a la base de datos** para obtener las causas raíces del problema, las mismas que están sub-agrupadas por su origen, como son : problemas en el método de trabajo, problemas con los materiales que se utilizan, problemas con las herramientas disponibles y problemas con el personal o recurso humano. La lista de causas es la siguiente

- capacitación del ABD
- consulta de estado en línea
- entrega de datos a tiempo
- herramientas de análisis
- reportes de estado llegan tarde
- procedimientos claros
- sistema no tiene utilidad de alarmas

- el manejador de BD es obsoleto
- no se programa el mantenimiento
- no hay informes de análisis
- la secretaria no informa
- el operador no informa

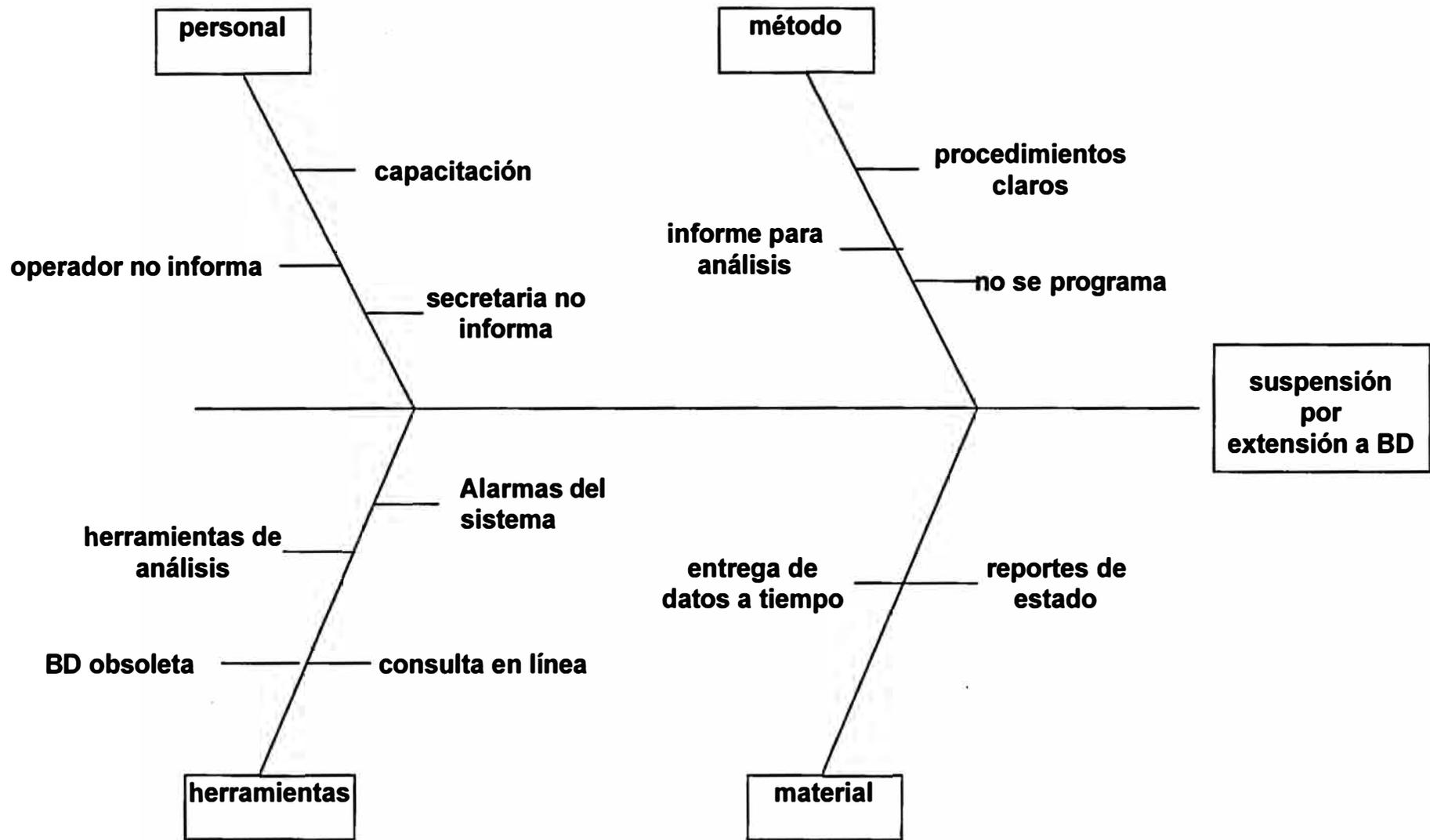


Figura 9. Diagrama Causa Efecto

5.3 RE-AGRUPAMIENTO DE CAUSAS

Muchas de estas causas están relacionadas, e incluso algunas de ellas absorben a otras, por lo tanto, se pueden re-agrupar para hacerlas más fáciles de manejar. En este análisis se puede apreciar que la mayoría de problemas están agrupados en tres grandes bloques : problemas por herramientas de software, problemas por falta de procedimientos y problemas por falta de capacitación. Este agrupamiento se puede ver en el cuadro No IV.

Agrupamiento	Causas
Herramientas	Consulta de estado en línea
	Herramientas de análisis
	Base de datos obsoleta
	Alarmas del sistema
Procedimientos	Procedimientos poco claros
	Reportes de estado llegan tarde
	Informes de análisis
	No se programa el trabajo
Capacitación	Capacitación del ABD
	Secretaria no informa
	Operador no informa

Cuadro No IV. Agrupamiento de causas afines

CAPÍTULO VI

DEFINICIÓN E IMPLANTACIÓN DE SOLUCIONES

6.1 IMPACTO ESPERADO DE SOLUCIÓN

En este paso del proceso se deben plantear algunos criterios para escoger las causas a solucionar, normalmente la empresa involucrada en un proceso de mejoramiento continuo tiene lineamientos claramente establecidos para los proyectos que se desarrollan según un Plan de Calidad Corporativo . Algunos criterios básicos son :

- a) FACTIBILIDAD** : que sean realistas y prácticas, sobre todo cuando se tiene un plazo determinado para implantar la solución

- b) **ALCANCE** : Que puedan ser resueltas por el equipo del proyecto, o en todo caso, se derive a un proyecto mayor.

- c) **COSTO** : Que puedan ser asumidos dentro del alcance del proyecto.

- d) **PLAZO** : Que puedan ser desarrolladas en el corto o mediano plazo, o que se obtengan resultados antes que cambie el sistema real por algún factor externo.

A continuación entonces, se desarrolla un cuadro de chequeo (cuadro No V) de las causas que cumplen con los lineamientos establecidos para este proyecto que son :

FACTIBILIDAD	Lo puede desarrollar el equipo del proyecto ?
ALCANCE	La solución puede afectar a más de un departamento.
COSTO	Dentro del presupuesto programado.
PLAZO	Máximo de 3 meses para implantar las soluciones

Del cuadro No V se desprende que hay dos causas que no se pueden atacar como parte de este proyecto las cuales son :

- **Base de datos obsoleta**, por ser un proyecto muy grande y que generalmente responde a la estrategia de la empresa: el costo de cambiar un RDBMS (Relational Database Manager System) es altísimo pues también requiere un cambio en todos los sistemas, mayor infraestructura de hardware y software para el proceso de migración, nuevos desarrollos en masa y reprogramación de todos los planes de la empresa.

Agrupamiento	Causas	Criterios			
		a	b	c	d
Herramientas	Consulta de estado en línea	√	√	√	√
	Herramientas de análisis	√	√	√	√
	Base de datos obsoleta		√		
	Alarmas del sistema	√	√		
Procedimientos	Procedimientos poco claros	√	√	√	√
	Reportes de estado llegan tarde	√	√	√	√
	No se programa el trabajo	√	√	√	√
	Informes de análisis	√	√	√	√
Capacitación	Capacitación del ABD	√	√	√	√
	Secretaria no informa	√	√	√	√
	Operador no informa	√	√	√	√

Cuadro No V. Chequeo de criterios

- **Alarmas del sistema**, la principal traba es el plazo y el costo, cambiar de sistema operativo al igual que la base de datos es un cambio tecnológico mayor. Por otro lado, se pueden adquirir o desarrollar utilitarios pero el costo de los mismos es alto y el desarrollo demanda un plazo mayor al establecido.

Como ya se tiene depurada la lista de causas raíces del problema, se procede a asignarles, a cada una, un peso relativo a su importancia o criticidad en la solución del problema (cuadro No VI). Luego, se puede definir qué porcentaje del problema será reducido. Ahora, porqué no se solucionan al 100%?. Nuevamente se debe tener presente que todo proceso tiene un grado de aleatoriedad, un grado de variabilidad, factores fuera de nuestro control, que por más que se plantee una solución al 100%, originarán fallas en el proceso, es decir, una caída en el indicador. Por lo tanto es necesario ser realistas y plantear una meta de solución adecuada, como lo expone Kaoru Ishikawa : “solucionar el 50% del problema es normalmente aceptado”⁷.

⁷ Guía del control de calidad, pag. 42

Agrupamiento	Causas	% Impacto	% estimado de solución	
Herramientas	Consulta de estado en línea	50	50	70
	Herramientas de análisis		90	
Procedimientos	Procedimientos poco claros	25	90	87
	Reportes de estado llegan tarde		90	
	No se programa el trabajo		80	
	Informes de análisis		90	
Capacitación	Capacitación del ABD	25	90	90
	Secretaria no informa		90	
	Operador no informa		90	

Cuadro No VI. Impacto esperado de solución

En el cuadro No VI se detalla el % esperado de solución de cada grupo de causas, que es el promedio del % estimado de solución de cada causa dentro del grupo. Como norma se tiene que cada causa no puede llegar al 100% de solución, en todo caso será como máximo del 90 %

% esperado de solución del grupo de herramientas = 70%

% esperado de solución del grupo de procedimientos = 87%

% esperado de solución del grupo de capacitación = 90%

También se tiene que el 100 % del problema está compuesto por **Herramientas, Procedimientos y Capacitación**, por lo tanto, se asigna a cada agrupamiento su participación porcentual dentro del problema total a este valor se le llama % de impacto en el problema :

% impacto del grupo de herramientas = 50%

% impacto del grupo de procedimientos = 25%

% impacto del grupo de capacitación = 25%

Esto significa que de los tres grupos de causas el grupo de herramientas es el más fuerte, es decir, que por solucionar las causas de este grupo se está contribuyendo a solucionar el 50% de todas las causas del problema principal. Asimismo, al solucionar las causas de los problemas de procedimientos y capacitación se estará solucionando el 25 % de las causas del problema principal, respectivamente.

Luego, se calcula el % esperado de solución del problema total :

% esperado de solución del problema =

$$\Sigma (\% \text{ impacto} * \% \text{ esperado del grupo}) / 100$$

Reemplazando valores se tiene :

% esperado de solución del problema =

$$((50 * 70) + (25 * 87) + (25 * 90)) / 100$$

% esperado de solución del problema = 79.25 %

6.2 SELECCIÓN DE SOLUCIONES

Con la base del conocimiento adquirido sobre el proceso durante la clarificación y clasificación del problema, el análisis de sus causas, el establecimiento de la variable para medir su comportamiento y el establecimiento del porcentaje esperado de solución del problema; se está en capacidad de plantear las soluciones al problema. En el cuadro No VII se observan las soluciones planteadas al problema.

- **El problema de las herramientas**

Se solucionará con el desarrollo de un **aplicativo de**

control estadístico del crecimiento de bases de datos, que nos permita determinar, en el momento más oportuno posible, la información del uso de disco por base de datos. También nos permitirá hacer análisis de tendencias sobre el comportamiento de las bases de datos en cuanto al número de registros.

Agrupamiento	Causas	Solución
Herramientas	Consulta de estado en línea	<ul style="list-style-type: none"> ● Aplicativo de control estadístico del crecimiento de BD
	Herramientas de análisis	
Procedimiento	Procedimientos poco claros	<ul style="list-style-type: none"> ● Procedimientos relativos a la administración del crecimiento de BD
	Reportes de estado llegan tarde	
	No se programa el trabajo	<ul style="list-style-type: none"> ● Informes generados por el aplicativo
	Informes de análisis	
Capacitación	Capacitación del ABD	<ul style="list-style-type: none"> ● Capacitación correspondiente a operadores y secretaria
	Secretaria no informa	
	Operador no informa	

Cuadro No VII. Soluciones al problema

- **La capacitación del personal** involucrado se realizará según un plan elaborado que contemple

- a) Para el operador: detección de errores y reconocimiento de mensajes.

- b) Para la secretaria: será inmediato, pues sólo se encargará de comunicar por beeper o celular al ABD y responsables de cada sistema cuando se le requiera.

- c) Para el ABD: alguna herramienta de software o utilitario para desarrollar el aplicativo.

- **Los procedimientos de administración**

Están referidos al manejo del aplicativo y a la explotación de la información que se emita. La secretaria no debe intervenir, en todo caso, su intervención será mínima.

A continuación en el cuadro No VIII, se muestran las actividades a desarrollar, donde se establece que el tiempo para el desarrollo del aplicativo de estadísticas no debe pasar de 3 semanas, para enmarcarse dentro del lineamiento de plazo establecido anteriormente. Para el correcto uso de esta herramienta se desarrollan los nuevos procedimientos de control, tarea que se le asignan dos

semanas de plazo. Las actividades 3 y 4 son de aplicación inmediata: a la secretaria se le muestra como enviar mensajes por correo, y al operador se le explica los mensajes de error que se refieren al problema de espacio en disco insuficiente y otros errores típicos relacionados al tema.

	Tarea	Plazo	Resp.	Estado
1.	Aplicativo de control estadístico de crecimiento de BD	3 semanas	ABD	Terminado
2.	Procedimientos de administración del crecimiento de BD.	2 semanas	ABD	Terminado
3.	Capacitación en uso de correo (secretaria y operador)	1 día	ABD	Terminado
4.	Capacitación al operador	1 día	ABD	Terminado

Cuadro No VIII. Cuadro de actividades

6.3 IMPLANTACIÓN DE LA SOLUCIÓN

Como se vió en el punto anterior, la solución radica en el desarrollo de un sistema de control de estadísticas de base de datos, el cual cambia todo el sistema de trabajo de la siguiente manera :

- a) Todos los días al levantar el sistema (6 a.m.), el Operador

ejecuta un proceso que genera un reporte de estadísticas.

- b)** El ABD, como primera actividad del día, baja este reporte a PC vía un mecanismo de File-Transfer. El sistema de control de estadísticas lee el reporte filtrando los datos de todas las bases de datos y almacenándolos en una base de datos Ms-Access. Como ya se tienen los datos almacenados, se generan reportes e informes de análisis que ayudan al trabajo de planificación y toma de decisiones efectivas.
- c)** El ABD genera el informe diario que envía a los Analistas responsables vía correo electrónico.
- d)** El ABD analiza y programa los mantenimientos, extensión, reorganización, reubicación o depuración de bases de datos con el fin de minimizar el corte del servicio.

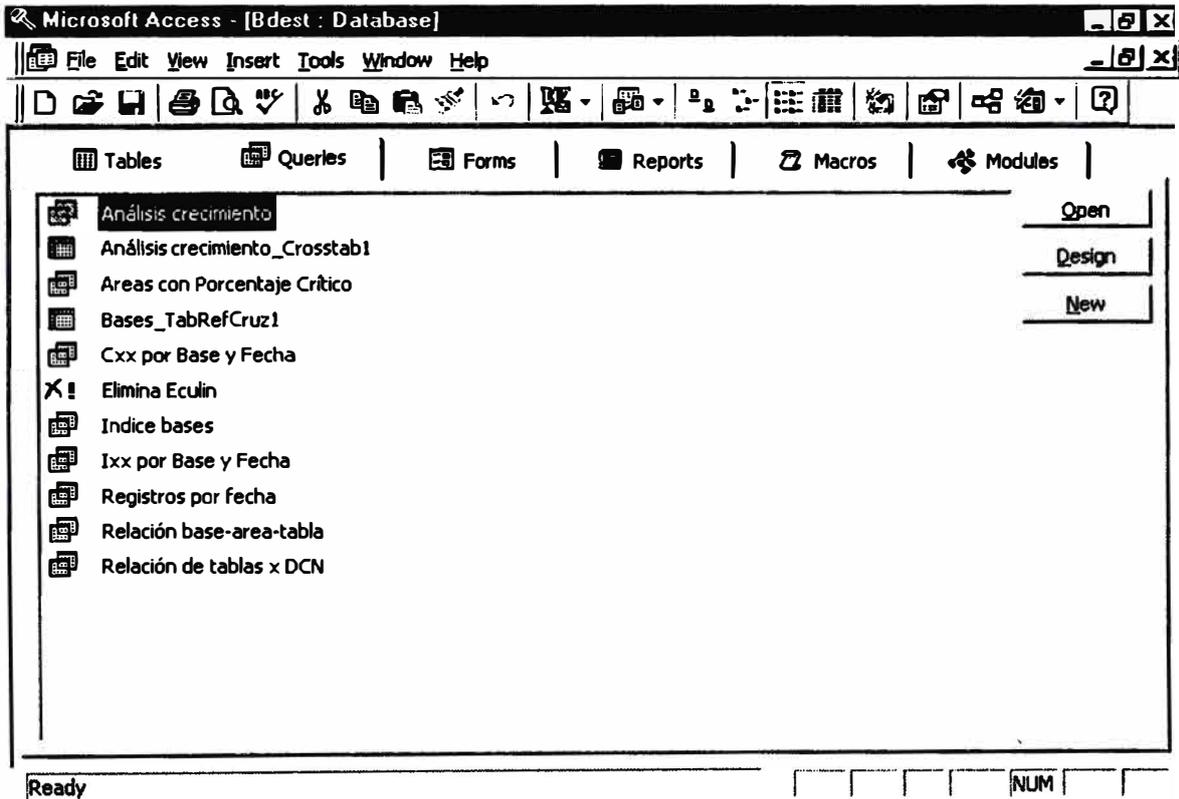
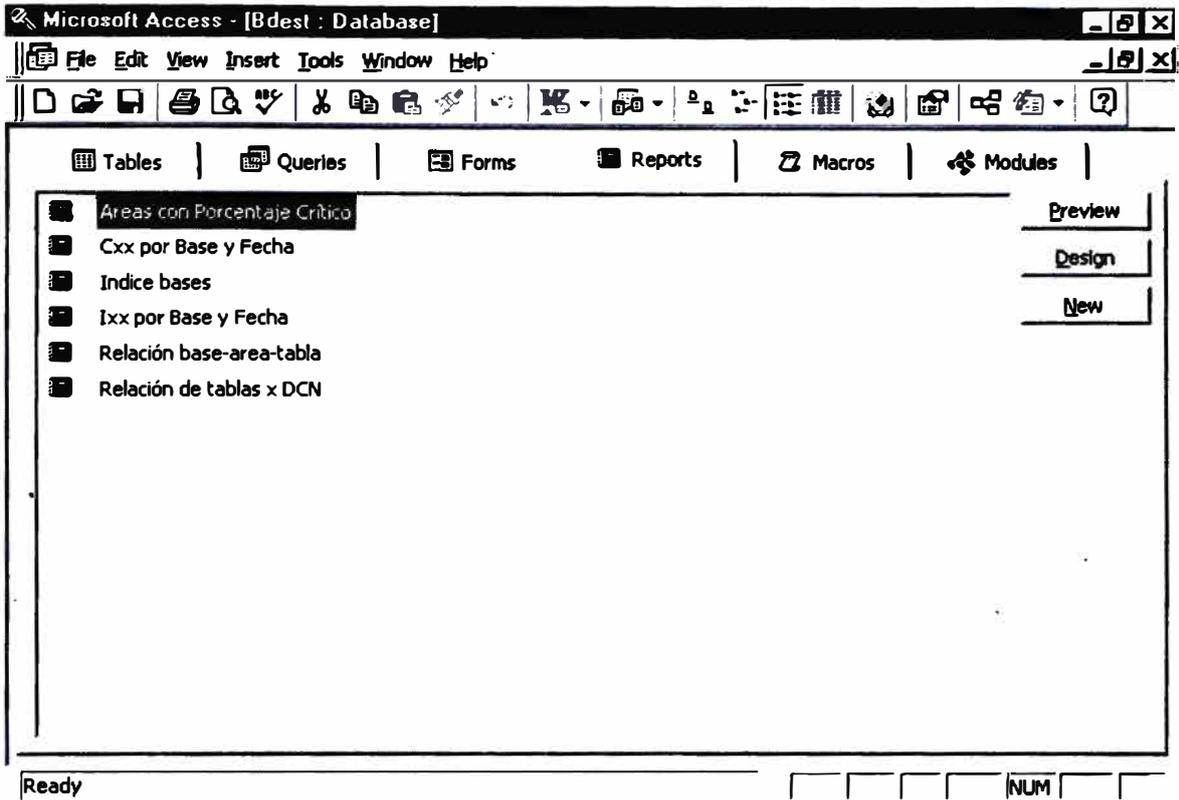
Todo este ciclo de tareas se termina diariamente a las 8:30 am con datos actualizados al día. En la página siguiente se muestra el reporte generado en el Mainframe que sirve de input al sistema y en las subsiguientes páginas se muestran las pantallas y reportes de los procesos desarrollados.

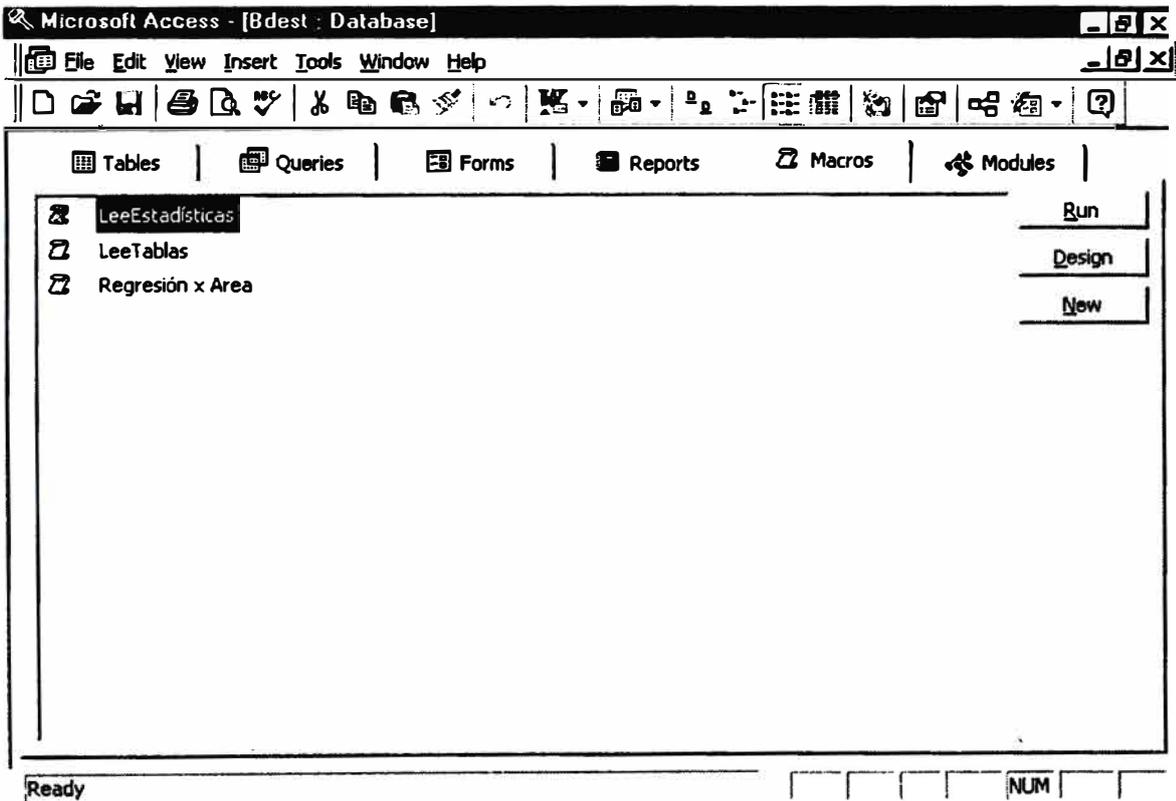
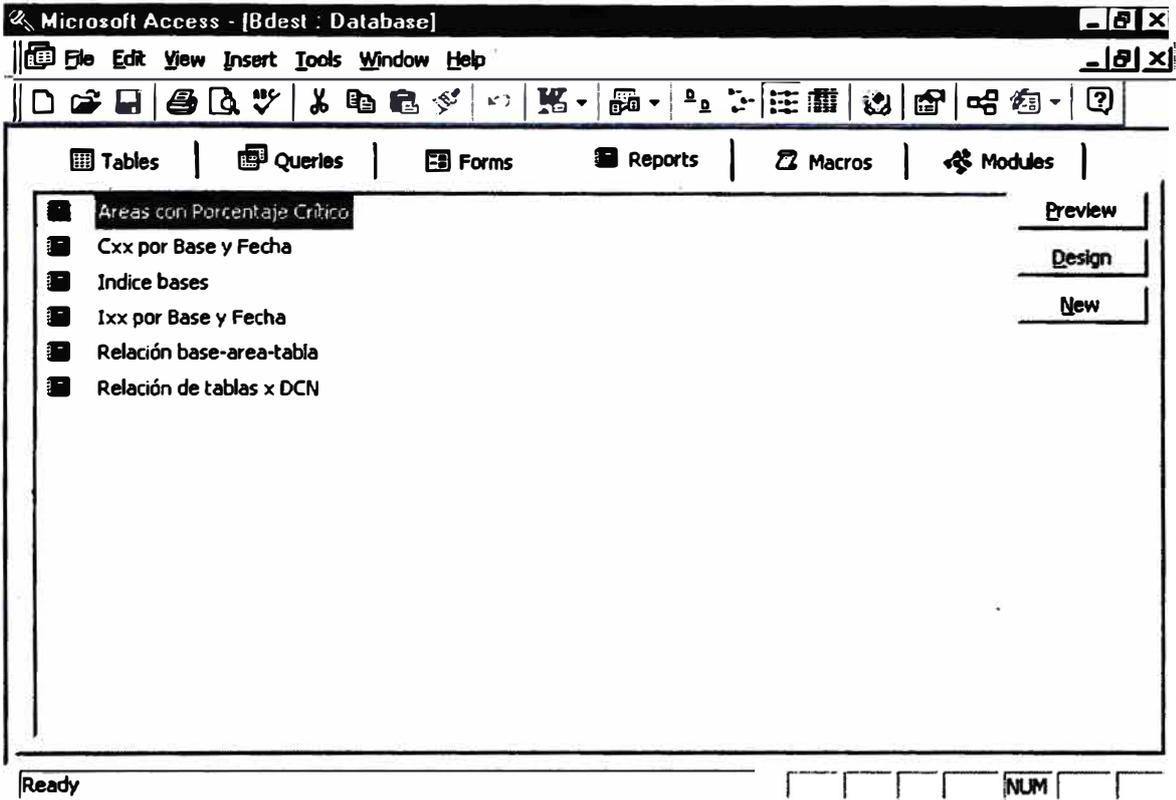
CXXNAME: PR11

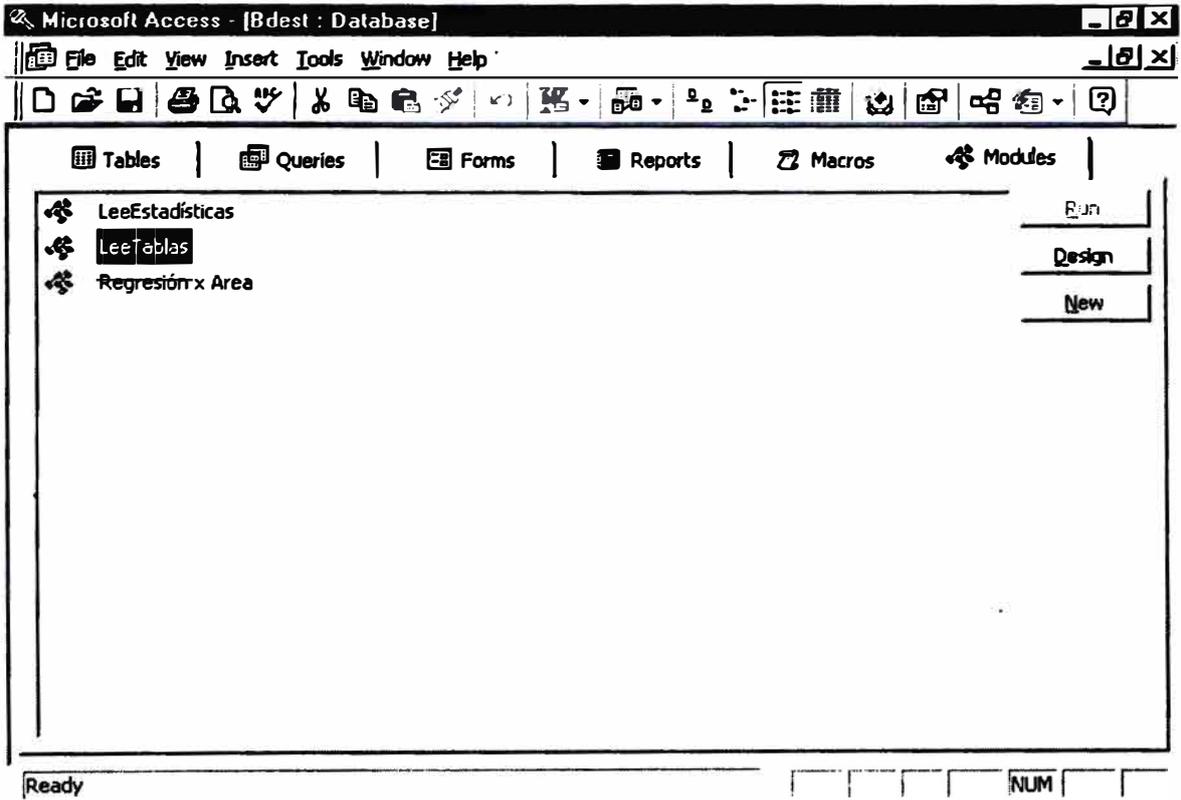
DATA AREA SPACE UTILIZATION REPORT

AREA DATA NAME BASE	TOTAL TRACKS	TOTAL RECORDS	TOTAL BLOCKS	USLD BLOCKS	PERCENT FULL	MAX	PARTIALLY EMPTY BLKS	AREA REUSE OPTION
CXX	200	N/A	2,400	903	37	37	N/A	N/A
IXX	031	234	N/A	2,808	1,131	40	67	N/A
A01	031	1	96	12	3	25	25	1
A02	031	11	3,933	132	75	56	56	1
A03	031	218	50,636	2,616	1,421	54	54	1
A04	031	2	1,168	24	15	52	62	1
A05	031	134	2,178	1,608	63	3	3	0
A06	031	2	592	24	11	45	45	1
A07	031	44	17,249	528	289	54	54	1
A08	031	146	22,927	1,752	523	29	85	522
A09	031	1	223	12	6	50	50	1
A10	031	1	0	12	2	16	16	1
A11	031	1	0	12	2	16	16	1
A12	031	139	35,066	1,568	903	54	54	0
A13	031	209	54,599	2,508	1,366	54	54	0
A14	031	1	69	12	5	41	41	1
A15	031	36	5,046	432	239	55	55	1
A16	031	1	349	12	7	58	58	0

INDEX	POPULATION	REPORT	BY TABLE	
TABLE	KEY ID	KEY NAME	RECORDS	COMMENTS
AFC	006	KEY01	33	
ALM	019	KEY01	228	
	020	KEY02	228	
	021	KEY03	228	
AXP	039	KEY01	4,416	
AYU	053	KEY01	32,509	
CIN	047	KEY02	1,009	
	048	KEY01	1,009	
CLF	054	KEY01	71	
CTC	008	KEY01	19,382	
FQA	046	KEY01	100	
	049	KEY02	100	
EQU	042	KEY01	28	
	044	KEY02	28	
EST	055	KEY01	36	
	056	KEY02	36	
ETP	030	KEY02	1,978	
	031	KEY01	1,978	







030 - CREDITOS-Y-COBRA

09-Sep-98

Del día: 1-6-98

Area	Registro	Tracks	En Uso	Libres	% Uso	Creci. Trk/día	Blq. Reuso
A01	88.889	22	12,50	9,50	56	0,17	20
A02	44.444	33	25,00	8,00	75	0,25	1
A03	1.111	55	27,75	27,25	50	0,33	100
A04	55.443	33	20,83	12,17	63	0,25	50
IXX	0	777	416,67	360,33	53	2,92	0

Areas con Porcentaje Crítico

Del día: 1-6-98

% Uso >= 75

Base	Area	Registros	Tracks	En Uso	Libres	% Uso	Creci. Trk/día	Bloq. Reuso
030	A02	44.444	33	25,00	8,00	75	0,25	1

Estadísticas de lxx de la Base

030 - CREDITOS-Y-COB

09-Sep-98

Del día: 1-6-98

Tabla	Registros
NIT	1
CRA	5.555
DEB	1.111
DEP	78.909
GAC	34.097
GAR	76.543
LET	666
CCE	4.444
LIL	98.754
TRA	33.333
NOA	55
NOC	999.955
PRE	222
REC	444
RGC	3.338
SCC	444
LIC	12.345

Base	Area	Dcn	Tabla
030	CREDITOS-Y-COBRANZAS		
	A01	CCE	CTA-CTE-ENVASE
	A01	DEB	DEPOSITO-BANCO
	A01	PRE	PROD-ENVASE
	A01	RGC	REG-CONTABLE
	A01	TRA	TRANSFERENCIA
	A02	LET	LETRAS
	A02	SCC	SALDO-CTA-CTE
	A03	NOC	NOTA-CTBLE
	A03	NOA	NOTAS-AJUSTE
	A03	REC	RECIBOS
	A04	CRA	CRED-ACEPTADOS
	A04	DEP	DEPOSITOS
	A04	GAR	GARANTIA
	A04	GAC	GASTOS-CHEQUE
	A04	LIC	LINEA-CREDITO
	A04	LIL	LIQUIDACION-LETRA
	A04	NIT	NIVEL-TRANSITO

Tabla	Dcn	Area	Base
CRED-ACEPTADOS	CRA	A04-030	CREDITOS-Y-COBRAN
CTA-CTE-ENVASE	CCE	A01-030	CREDITOS-Y-COBRAN
DEPOSITO-BANCO	DEB	A01-030	CREDITOS-Y-COBRAN
DEPOSITOS	DEP	A04-030	CREDITOS-Y-COBRAN
GARANTIA	GAR	A04-030	CREDITOS-Y-COBRAN
GASTOS-CHEQUE	GAC	A04-030	CREDITOS-Y-COBRAN
LETRAS	LET	A02-030	CREDITOS-Y-COBRAN
LINEA-CREDITO	LIC	A04-030	CREDITOS-Y-COBRAN
LIQUIDACION-LETRA	LIL	A04-030	CREDITOS-Y-COBRAN
NIVEL-TRANSITO	NIT	A04-030	CREDITOS-Y-COBRAN
NOTA-CTBLE	NOC	A03-030	CREDITOS-Y-COBRAN
NOTAS-AJUSTE	NOA	A03-030	CREDITOS-Y-COBRAN
PROD-ENVASE	PRE	A01-030	CREDITOS-Y-COBRAN
RECIBOS	REC	A03-030	CREDITOS-Y-COBRAN
REG-CONTABLE	RGC	A01-030	CREDITOS-Y-COBRAN
SALDO-CTA-CTE	SCC	A02-030	CREDITOS-Y-COBRAN
TRANSFERENCIA	TRA	A01-030	CREDITOS-Y-COBRAN

CAPÍTULO VII

ANÁLISIS DE IMPACTO

7.1 COMPORTAMIENTO DEL PROCESO

En el cuadro No IX se presenta la hoja de datos actual luego de aplicar las soluciones al problema. Como se puede apreciar, las ocurrencias de suspensión de la Base de Datos se han reducido en algunos meses a uno y en otros meses a cero. Aplicando el cálculo de regresión con la ayuda del cuadro No X, se obtienen las constantes β_0 y β_1 que señalan la tendencia actual del proceso.

Se tiene que :

$$n = 16$$

$$\Sigma x = 136$$

$$\Sigma y = 10$$

$$\Sigma xy = 85$$

$$\Sigma x^2 = 1496$$

ADM. BASE DE DATOS						
MANTENIMIENTO A BASE DE DATOS						
HOJA DE RESUMEN						
Mes del corte	Año	Nro. Solic.	Cortes por mantenimiento			Total Cortes
			Extensión	Estructura	Otros	
Enero	1996	15	1	1	0	2
Febrero	1996	25	0	0	1	1
Marzo	1996	25	0	0	0	0
Abril	1996	20	1	0	0	1
Mayo	1996	20	0	0	0	0
Junio	1996	30	1	1	0	2
Julio	1996	30	2	0	0	2
Agosto	1996	30	1	0	0	1
Septiem.	1996	15	0	0	0	0
Octubre	1996	31	0	0	0	0
Noviem.	1996	18	1	0	1	2
Diciem.	1996	23	1	0	0	1
Enero	1997	11	1	0	0	1
Febrero	1997	9	0	1	0	1
Marzo	1997	5	0	0	0	0
Abril	1997	6	1	0	0	1
Totales		313	10	3	2	15
% por tipo de mante.			66.67	20.00	13.33	100.00
% acumulado			66.67	86.67	100.00	
Media			0.625	0.18		

Cuadro No IX. Hoja de datos

(Fuente: archivo del Dpto. de Base de Datos de Quipudata S.A.)

valores (Y)	ocurrencias (X)	X * Y	X * X
1	1	1	1
0	2	0	4
0	3	0	9
1	4	4	16
0	5	0	25
1	6	6	36
2	7	14	49
1	8	8	64
0	9	0	81
0	10	0	100
1	11	11	121
1	12	12	144
1	13	13	169
0	14	0	196
0	15	0	225
1	16	16	256
10	136	85	1496

Cuadro No X. Regresión de los cortes de servicio

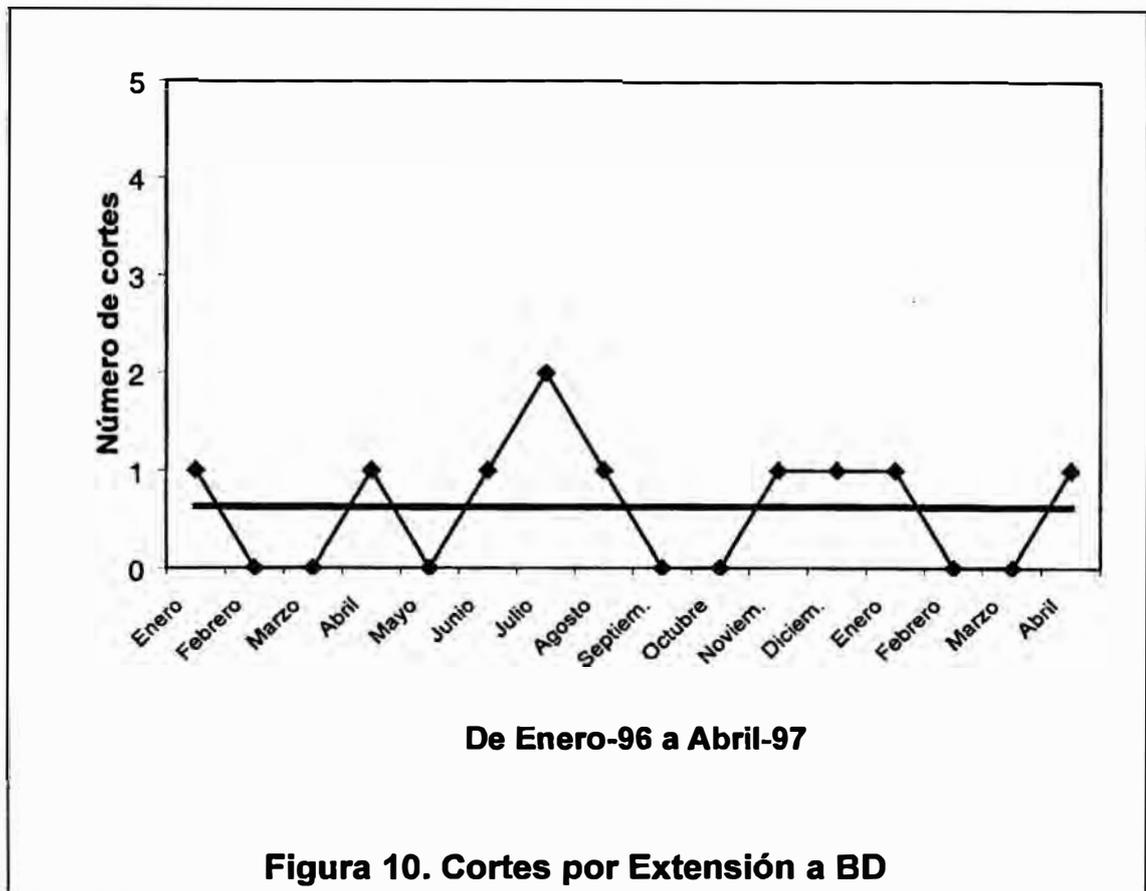
De las fórmulas de β_0 y β_1 se tiene

$$\beta_1 = 0$$

$$\beta_0 = 0.625$$

Como lo confirma β_1 que es la pendiente de la recta, los cortes del servicio de Base de Datos están plenamente controlados y se mantienen en un valor constante, con esto ya se está ganando, por lo menos, la estabilidad del proceso.

La figura 10 refleja los datos del cuadro No IX y muestra la tendencia actual del proceso.



7.2 ESTADO DEL PROCESO

Si bien es cierto que se ha ganado la estabilidad del proceso (continuidad en el servicio de Base de Datos), para precisar la ganancia, se debe analizar el valor actual del indicador que es el resultado de todo el trabajo desarrollado y determinará la validez del análisis y las soluciones implantadas.

En el cuadro No IX se tiene el valor promedio de cortes de servicio por extensión a la base de datos, que como se definió en el Capítulo IV, es el indicador de calidad para este proceso. El valor actual del indicador es :

0.62 suspensiones/mes

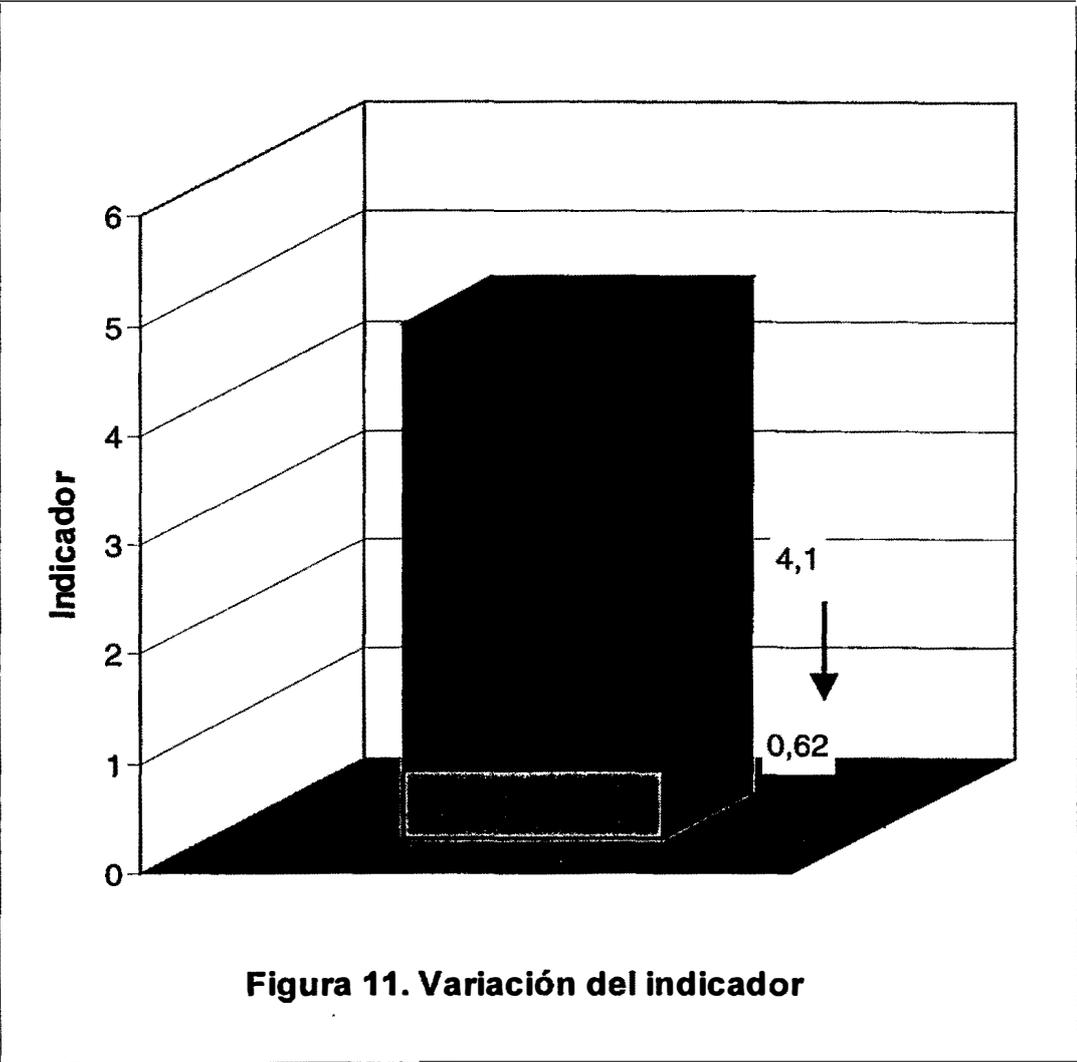


Figura 11. Variación del indicador

Si el valor del indicador antes del proyecto era de 4.1 suspensiones/mes y ahora es de 0.62 suspensiones/mes, se tiene que el problema se ha reducido en un 84.88% y no en 79.25% como se estimó al inicio, lo cual representa un éxito para el proyecto. En la figura 11 (en la página anterior) se resalta esta diferencia.

El hecho de alcanzar un mayor % de solución al planeado radica en que los miembros del proyecto han alcanzado un buen conocimiento del sistema, y por lo tanto se identificaron las verdaderas causas raíces del problema y se atacaron correctamente estas causas. Además, como la teoría de calidad sostiene, todo proceso tiene un grado de aleatoriedad, en consecuencia, existen variables que no se pueden controlar las cuales también se ven afectadas por la eliminación de las variables que sí se tienen controladas. A esto el Dr. Deming llama el efecto de cascada.

7.3 BENEFICIOS

Como beneficios cualitativos se pueden señalar los siguientes:

- Se redujo el indicador en un 84.88%, ahora tiene un valor de 0.62 suspensiones/mes

- No se requiere del tiempo de secretaria para la generación y análisis de las estadísticas.
- Los analistas y el ABD tienen información al día.
- El ABD puede explotar la data.
- No se requiere archivar reportes impresos.
- Cero consumo de papel
- Se cuenta con un mecanismo de control que es el indicador.
- Se planifica el trabajo.
- Se coordina mejor con los usuarios.
- Los usuarios reciben un mejor servicio.

Como beneficios cuantitativos se pueden señalar los siguientes en unidades de H-H (horas-hombre)

Concepto	Antes H-H	Ahora H-H	Beneficio H-H
Trabajo de secretaria	8.0	0.0	8.0
Trabajo de usuarios	1025	155	870
<u>Datos:</u> Tiempo promedio de corte = 30 minutos Estaciones(usuarios) = 500 Suspensiones/mes antes = 4.1 Suspensiones/mes ahora = 0.62 <u>Cálculo:</u> H-H antes = $30 * 4.1 * 500 / 60 = 1025$ H-H ahora = $30 * 0.62 * 500 / 60 = 155$			
Total ahorro por mes H-H			878

Cuadro No XI. Beneficios cuantitativos

CAPÍTULO VIII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1 CONCLUSIONES

8.1.1 Con la solución del problema principal se produce una reacción en cadena, por el cual, los otros efectos del problema también disminuyen, así tenemos que los cortes por mantenimiento a estructuras de bases de datos se redujeron de 0.4 mensual a 0.18 mensual. Ver cuadros II y IX.

8.1.2 Estas técnicas para la búsqueda de la Calidad Total son aplicables no sólo a procesos de manufactura, sino también a procesos de servicios como al desarrollo y soporte de sistemas de información, esto se ha demostrado en el presente trabajo,

y en general, es aplicable a cualquier aspecto de nuestras vidas que se desee mejorar.

8.1.3 Al ingresar a un proceso de mejoramiento continuo de calidad, se ingresa a un bucle retroalimentado, dentro del cual, los costos se reducen porque no hay reprocesos, hay menos errores, hay menos demoras, y hay un mejor empleo de las herramientas y materiales. Al no haber desperdicios ni retrabajos la productividad mejora con mejor y más calidad.

8.1.4 Lo importante no es la magnitud, lo imponente, lo extraordinario de las soluciones que se puedan plantear a algún problema, sino por el contrario, el impacto y la ganancia en la mejora del proceso, en la mejora de **la calidad del proceso**.

8.2 RECOMENDACIONES

8.2.1 En todo proceso de mejoramiento de calidad se debe considerar al cliente como la parte más importante de nuestro negocio, y nuestro esfuerzo debe estar orientado a lograr su máxima satisfacción.

8.2.2 Los métodos estadísticos por si solos no garantizan nada, es necesario adoptar una filosofía y metodología de mejoramiento de la calidad, la cual debe ser aceptada y practicada por todos y cada uno de los miembros de la empresa.

8.2.3 La iniciativa de un proceso de mejoramiento continuo debe ser adoptado por la gerencia, si ésta no se compromete, no se obtendrán los beneficios de esta filosofía.

ANEXOS

ANEXO A. LOS 14 PUNTOS DEL MEJORAMIENTO DE CALIDAD DE DEMING

1. Ser constante en el propósito.⁸

El Dr. Deming plantea una nueva definición del papel de una empresa. En vez de preocuparse sólo por hacer dinero, debe tratar de permanecer en el negocio, debe tener un plan. Ser constante en el propósito significa innovación, investigación, continuo mejoramiento del producto o servicio, mantenimiento de los equipos y muebles.

a) **INNOVACIÓN** : No es la introducción de un nuevo producto por el solo hecho de tener algo novedoso que vender. El producto o servicio debe tener un mercado.

⁸ Cómo administrar con el método Deming, pag 61

b) INVESTIGACIÓN E INSTRUCCIÓN : No puede haber innovación sin investigación, y no puede haber investigación sin empleados apropiadamente instruidos.

c) CONTINUO MEJORAMIENTO DEL PRODUCTO Y SERVICIO : Es una obligación con el cliente que nunca termina. Una empresa que no mejora continuamente es muy probable que entre en decadencia, pues el sistema siempre es altamente competitivo.

d) MANTENIMIENTO DE MUEBLES Y EQUIPOS : Obviamente, una empresa no puede mejorar su producto con equipos que no funcionen ni lanzar un nuevo producto usando maquinaria obsoleta.

2. Adoptar la nueva filosofía.⁹

Adoptar la filosofía de calidad significa que no debemos tolerar un trabajo deficiente, con errores, defectos, malos materiales. Debemos adoptar la nueva filosofía.

3. No depender de la inspección masiva.¹⁰

⁹ Cómo administrar con el método Deming, pag 65

¹⁰ Cómo administrar con el método Deming, pag 67

La calidad no se logra mediante la inspección al final de la línea de producción, sino mediante el mejoramiento del proceso.

Como cuestión práctica, siempre será necesario cierto grado de inspección como una manera de averiguar lo que se está haciendo. Sin embargo, el objetivo debe ser eliminar la calidad por inspección.

4. No seleccionar proveedores basándose exclusivamente en el precio.¹¹

Lo que se busca es minimizar la variación de calidad de los lotes de materiales, si la variación existe entre lote y lote del mismo proveedor cómo variará entre lotes de diferentes proveedores?. Hacer economía es bueno, pero buscar al proveedor más barato no. Porque cuando el bajo costo garantiza una baja calidad en cualquier punto de la cadena de producción, entonces el producto final, aunque barato, será de mala calidad.

Trabajar con proveedores en planes a largo plazo logrará el compromiso de éstos con nuestros procesos y con nuestra filosofía de calidad, proporcionándonos materiales de mejor calidad.

5. Mejorar continuamente el sistema de producción y de servicios.¹²

Ser constantes en buscar reducir los desperdicios, demoras,

¹¹ Cómo administrar con el método Deming, pag 70

¹² Cómo administrar con el método Deming, pag 74

retrabajos y mejorar la calidad.

Todos los departamentos de la compañía deben implantar el mejoramiento continuo. No debe limitarse a los departamentos de producción y de servicios. Los departamentos de contabilidad, compras, ventas, transporte, mantenimiento, etc. todos tienen un papel que desempeñar.

6. Instituir la capacitación en el trabajo.¹³

Es muy común que los trabajadores aprendan su trabajo por medio de otros trabajadores, con su propia óptica, sin saber el verdadero proqué de su labor. El trabajador debe saber lo que está haciendo, no se le puede exigir el máximo esfuerzo si no se le enseña como hacerlo.

7. Instituir el liderazgo.

Ejercer el liderazgo es tarea de la gerencia. Ésta tiene la responsabilidad de ubicar a un trabajador en su puesto idóneo. Ser líder no es exigir o castigar, es orientar objetivamente.

8. Desterrar el temor.¹⁴

Mucha gente teme hablar o plantear sus ideas por temor, la gente

¹³ Cómo administrar con el método Deming, pag 76

¹⁴ Cómo administrar con el método Deming, pag 80

debe sentirse segura de su trabajo. Aquí el líder tiene la gran responsabilidad de dar confianza y estimular a su equipo de trabajo.

9. Eliminar las barreras entre diferentes áreas de la empresa.¹⁵

Muchas veces cada área, departamento o sección de una empresa tienen objetivos que se contraponen, no trabajan en equipo para resolver los problemas, y esta es la causa principal de los retrabajos y demoras.

La persona que es obligada a aplicar políticas en cuyo diseño no participó y con las cuales puede estar en desacuerdo, hace su trabajo con indiferencia y sin uniformidad. Aunque las personas trabajen perfectamente en sus respectivos departamentos, si sus metas están en conflicto, pueden arruinar a la empresa.

10. Eliminar las exhortaciones y las metas.¹⁶

Este es un punto muy delicado, pues las exhortaciones dicen implícitamente que los trabajadores pudieran desempeñarse mejor si lo intentaran, por lo tanto, generan frustraciones y resentimientos. El mal desempeño muchas veces tiene que ver con condiciones inadecuadas del sistema, de los materiales, de las instrucciones, o de la capacitación dada al trabajador.

¹⁵ Cómo administrar con el método Deming, pag 82

¹⁶ Cómo administrar con el método Deming, pag 84

11. Eliminar las cuotas numéricas.¹⁷

Establecer cantidades de producción por jornada normalmente alienta la producción de cantidad y no de calidad. Esto resulta más caro porque se tiene que invertir recursos en rehacer el trabajo mal hecho.

12. Eliminar obstáculos que impiden sentir el placer de un trabajo bien hecho.¹⁸

Los trabajadores normalmente quieren hacer un buen trabajo, pero muchas veces se lo impide la mala dirección, los materiales defectuosos, etc.

13. Establecer un plan de educación y reentrenamiento.¹⁹

El hecho de tener personal bueno en la organización no es suficiente. Éste debe estar continuamente adquiriendo las nuevas técnicas y habilidades que se necesitan para manejar nuevos materiales y nuevos métodos. La educación y el entrenamiento son necesarios para la planificación a largo plazo.

¹⁷ Cómo administrar con el método Deming, pag 86

¹⁸ Cómo administrar con el método Deming, pag 89

¹⁹ Cómo administrar con el método Deming, pag 92

En un proceso de mejoramiento de la calidad es necesaria la capacitación en técnicas estadísticas básicas para todos los niveles de la organización.

14. Tomar medidas para lograr la transformación.²⁰

La iniciativa de un proceso de mejoramiento continuo de la calidad debe venir de la gerencia.

Es importante no sólo la constancia en el propósito sino también la coherencia. Es importante que todos entiendan los otros trece puntos y cómo ponerlos en práctica, de lo contrario todos partirán en diferentes direcciones diluyendo sus esfuerzos y en algunos casos con objetivos contrapuestos.

En suma, se debe buscar constantemente mejorar los procesos, productos y servicios y medir el estado cada vez que se hace una mejora, evaluar nuevamente posibles mejoras y llevarlas a cabo, y volver a medir. Este es el proceso de mejoramiento continuo.

²⁰ Cómo administrar con el método Deming, pag 94

ANEXO B. HERRAMIENTAS ESTADÍSTICAS DE CALIDAD DE ISHIKAWA

GRÁFICO DE TENDENCIAS²¹

Con este gráfico se puede observar el comportamiento del proceso a través del tiempo. En el eje horizontal se colocan las unidades de tiempo y en el eje vertical los valores de la medición. Se puede graficar la línea de tendencia por regresión.

DIAGRAMA DE PARETO²²

Este diagrama es muy útil porque de un simple vistazo permite determinar cuál es el problema principal : las 2 ó 3 barras más altas son las que corresponden a la mayor parte de los problemas y es ahí donde se deben dirigir los esfuerzos. Un diagrama de Pareto se construye de la siguiente manera:

- a) Determine las categorías de los datos : grupos de trabajo, artículos, tamaños, tipos de productos defectuosos,etc.

²¹ Cómo administrar con el método Deming, pag 117

²² Guía de control de calidad, pag 39

- b) Los datos a graficar por categorías deben haber sido tomados en igual período de tiempo.
- c) Sume la frecuencia de cada categoría, esta frecuencia se graficará como una barra.
- d) Trace los ejes vertical y horizontal, indique la unidades en el eje vertical.
- e) Debajo del eje horizontal anote las categorías de la de mayor frecuencia a la de menor frecuencia. Cuando haya muchos rubros de poca frecuencia se les puede agrupar como "otros" y ponerlos al extremo derecho del eje.
- f) Dibuje las barras, todas las barras deben tener el mismo ancho y estar en contacto unas con otras.
- g) Al extremo derecho del eje horizontal trace otro eje vertical cuyas unidades serán porcentuales.
- h) Trace una línea quebrada que indique el total acumulado, en porcentaje, de cada categoría.

- i) Ponga un título adecuado al gráfico.

DIAGRAMA CAUSA-EFECTO²³

El diagrama causa-efecto se construye para ilustrar con claridad las diversas causas que afectan la calidad de un producto o proceso, clasificándolas o vinculándolas entre sí. La bondad de estos diagramas radica en que ayudan a conocer el problema, sirven para guiar el análisis y sirven para recolectar datos. Un diagrama de causa y efecto se construye de la siguiente manera:

- a) Decidir la característica de calidad que se desea mejorar y controlar.
- b) Escribir la característica de calidad seleccionada a la derecha y trazar un línea de izquierda a derecha, ésta es la flecha principal.
- c) Indicar los factores más importantes que causan dispersión, trazando flechas secundarias en dirección a la principal. Se recomienda agrupar los factores en materiales (materias primas), equipo (máquinas y herramientas), método (de operación o de medición), personal (mano de obra). Cada grupo formará una rama.

²³ Guía de control de calidad, pag 16

- d) Agregar a cada rama los factores detallados que se pueden considerar causas. Éstas vienen a ser ramas más pequeñas a las cuales se les puede seguir ramificando.

- e) Verificar que estén contempladas todas las causas de dispersión.

BIBLIOGRAFÍA

1. **Cómo administrar con el método Deming**
Mary Walton
Editorial Norma, 1995
2. **Guía del control de calidad**
Kaoru Ishikawa
Organización asiática para la productividad, 1976
3. **Gerencia japonesa y círculos de participación**
Enrique Oligastri
Editorial Norma, 1988
4. **Manual de Administración de base de datos**
IBM del Perú S.A., 1994
5. **Econometría**
Damodar Gujarati
Editorial Latinoamericana S.A., 1981
6. **Teoría y problemas de Probabilidad y Estadística**
Serie Schawn
Mc Graw-Hill, 1980