

8  
20  
1



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**ANALISIS PARA LA DETECCION DE  
METAS EN REPARACIONES MENORES**

**T E S I S**

Que para obtener el título de  
**INGENIERO PETROLERO**

p r e s e n t a

**LUIS AMADOR ESPARZA CORNEJO**



Director de Tesis: M.I. Raúl León Ventura

México, D. F.

1998

264877

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AVENIDA DE  
MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA  
DIRECCION  
60-I-025

**SR. LUIS AMADOR ESPARZA CORNEJO**  
Presente

En atención a su solicitud, me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor M. I. Raúl León Ventura y que aprobó esta Dirección para que lo desarrolle usted como tesis de su examen profesional de Ingeniero Petrolero :

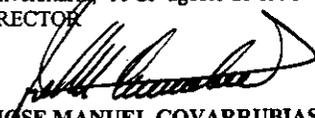
**ANALISIS PARA LA DETECCION DE METAS EN REPARACIONES MENORES**

- I INTRODUCCION**
- II HERRAMIENTAS BASICAS DE LA CALIDAD COMO METODOS ESTADISTICOS ELEMENTALES**
- III METODOLOGIA DE DETECCION DE METAS**
- IV EJEMPLO DE APLICACION**
- V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**
- BIBLIOGRAFIA**
- NOMENCLATURA**
- APENDICES**

Ruego a usted cumplir con la disposición de la Dirección General de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de cada ejemplar de la tesis el título de ésta.

Asimismo, le recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que se deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para sustentar examen profesional.

Atentamente  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"  
Cd. Universitaria, 10 de agosto de 1998  
EL DIRECTOR

  
ING. JOSE MANUEL COVARRUBIAS SOLIS

JMCS\*RLR\*gtg

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

ANALISIS PARA LA DETECCIÓN DE METAS EN REPARACIONES MENORES

Tesis presentada por.

Luis Amador Esparza Cornejo

Dirigida por.

M.I. Raúl León Ventura

JURADO DEL EXAMEN PROFESIONAL

PRESIDENTE.

ING. MANUEL VILLAMAR VIGUERA

VOCAL

M.I. RAÚL LEÓN VENTURA

SECRETARIO

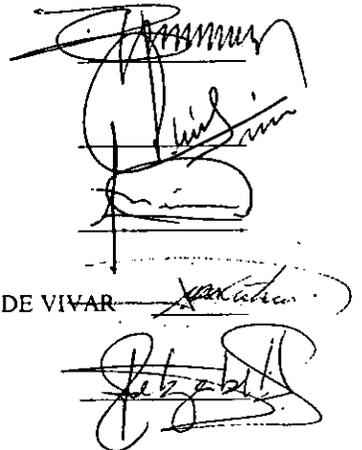
M.I. NESTOR MARTINEZ ROMERO

PRIMER SUPLENTE

ING. JUAN ANTONIO MORALES DIAZ DE VIVAR

SEGUNDO SUPLENTE

DRA. JETZABETH RAMIREZ SABAG



Handwritten signatures of the jury members: Manuel Villamar Viguera, Raúl León Ventura, Nestor Martínez Romero, Juan Antonio Morales Díaz de Vivar, and Jetzabeth Ramírez Sabag.



**Agradezco:**

- i. A Dios, por permitirme estar vivo, pero sobre todo, por permitirme enmendar mis errores.
- ii. A mi querida Facultad de Ingeniería, por darme la oportunidad de ser alguien en esta vida.
- iii. A mi Madre, por consagrar su vida a la mía y por ser mi mayor ejemplo a seguir.
- iv. A mi Padre, como una muestra de mi amor imperecedero.
- v. A la memoria de mi Abuelo Amador, ya que su recuerdo me guiará por el resto de mis días.
- vi. A mi Esposa, ya que con su amor y compañía he superado todos los obstáculos y además por darme la dicha de ser Padre.
- vii. A mis Hijos, Luis Eduardo, Iza Georgina y Luis Mauricio, por permitirme aprender el más difícil de los deberes: Ser Padre



- viii. Al M.I. Raúl León Ventura, por haber encontrado entre sus actividades el tiempo necesario para dirigir el presente trabajo.
  
- ix. Con gran afecto al Ing. Manuel Avila Arroyo, por darme algo que difícilmente se logra obtener de un ser humano, su confianza.
  
- x. A otra gran persona quien en circunstancias difíciles cuando fue necesario me demostró su amistad. Gracias, M.I. Nicolas Rodríguez Saucedo.
  
- xi. A mis Hermanos, María Guadalupe, Irma Alejandra, Ernesto, María Luisa, y Lic. Yadira Liliana.
  
- xii. A todos mis sobrinos, como una muestra para emplear sus habilidades y conocimientos en algo productivo: Su Vida



<b>I.</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>4</b>
<b>II.</b>	<b>HERRAMIENTAS BÁSICAS DE LA CALIDAD COMO MÉTODOS ESTADÍSTICOS ELEMENTALES.</b>	<b>9</b>
	II.1. ¿Qué es la calidad?	10
	II.2. ¿Que es Benchmarking?	15
	II.3. Tormenta de ideas.	17
	II.4. Herramientas básicas.	19
	II.4.1. Diagrama de Pareto.	21
	II.4.2. Recopilación de datos (Estratificación de datos).	25
	II.4.3. Diagrama de Ishikawa o de causa y efecto.	27
	II.4.4. Diagrama de dispersión.	29
	II.4.5. Histogramas.	30
	II.4.6. Gráficos de control.	33
	II.4.7. Hojas de verificación.	38
	II.5. Ejemplo ilustrativo.	39
<b>III.</b>	<b>METODOLOGÍA DE DETECCIÓN DE METAS.</b>	<b>46</b>
	III.1. Pruebas de estimación.	47
	III.2. Diseño simple de experimentos.	51
	III.3. Metodología de la detección.	53
<b>IV.</b>	<b>EJEMPLO DE APLICACIÓN.</b>	<b>59</b>
	IV.1. Identificación del problema.	60
	IV.2. Identificación de pozos para su análisis.	61
	IV.3. Captura de información de campo.	67
	IV.4. Planteamiento para la fijación de tiempos por actividad.	78
	IV.5. Análisis de la información obtenida.	80
	IV.6. Fijación de metas por actividad.	85
	IV.7. Indicadores económicos.	91
<b>V.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.</b>	<b>99</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>102</b>
	<b>NOMENCLATURA</b>	<b>104</b>



## INDICE DE TABLAS

Tabla I. RBN clasificadas por campo	40
Tabla II. RBM clasificadas por campo	43
Tabla III. Metodología de análisis	60
Tabla IV. Estratificación de equipos con 8 días o menos por intervención	63
Tabla V. Estratificación de pozos por tipo de intervención	63
Tabla VI. Estratificación de intervenciones por duración	65
Tabla VII. Número de intervenciones por campo	66
Tabla VIII. Duración de las intervenciones por campo	66
Tabla IX. Tiempos por actividad (hrs)	68
Tabla X. Tiempos por actividad/campo	69
Tabla XI. Tiempos por actividad/equipo	70
Tabla XII. Catalogo de actividades globales propuesto para su aplicación	72
Tabla XIII. Hoja de verificación FRD001	75
Tabla XIV. Resumen de metas establecidas y tiempos de ahorro	90
Tabla XV. Promedios de actividades complementarias	91
Tabla XVI. Ahorro en intervenciones con la aplicación de metas	92
Tabla XVII. Indicadores de rentabilidad	97

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Condiciones previas	13
Figura 2. Clasificación del control estadístico de procesos	14
Figura 3. Ejemplo de Sistema de Aseguramiento de la Calidad	15
Figura 4. Sesión de Tormenta de ideas	18
Figura 5. Mapa de aplicación de herramientas en el proceso de solución de problemas	21
Figura 6. Principio de Pareto 80/20	22
Figura 7. Diagrama de Pareto	25
Figura 8. Estratificación en función de una característica común	26
Figura 9. Diagrama de Ishikawa o de causa y efecto	28
Figura 10. Diagrama de dispersión	29
Figura 11. Formas de los diagramas de dispersión	30
Figura 12. Histograma con distribución normal	31
Figura 13. Formas de los histogramas.	32
Figura 14. Proceso normal o controlado	34
Figura 15. Proceso anormal o no controlado	34
Figura 16. Tipos de gráficos de control en proceso anormal	35
Figura 17. Gráfico de control	38
Figura 18. Hoja de verificación	39
Figura 19. RBN campo San Andrés	41
Figura 20. RBN campo Hallazgo	41
Figura 21. RBN campo Poza Rica	42



<b>Figura 22. RBN campo Escolín</b>	<b>42</b>
<b>Figura 23. RBM campo Poza Rica</b>	<b>43</b>
<b>Figura 24. RBM campo Mecatepec</b>	<b>44</b>
<b>Figura 25. RBM campo Tajín</b>	<b>44</b>
<b>Figura 26. Bases para el análisis</b>	<b>62</b>
<b>Figura 27. Reparaciones menores por tipo</b>	<b>64</b>
<b>Figura 28. Intervenciones clasificadas por equipo y duración (Histograma de frecuencias)</b>	<b>65</b>
<b>Figura 29. Número de intervenciones por campo</b>	<b>67</b>
<b>Figura 30. Flujo de información en el manejo de datos</b>	<b>73</b>
<b>Figura 31. Problemática en intervenciones a pozos</b>	<b>80</b>
<b>Figura 32. Aplicación de soluciones en intervenciones a pozos</b>	<b>84</b>
<b>APENDICES.</b>	<b>105</b>
<b>A.1. Constantes de cálculo A2.</b>	<b>106</b>
<b>A.2. Criterios y alcance de las actividades globales</b>	<b>107</b>
<b>A.3. Actividades que se propone conjugar con los globales para el control y seguimiento de las metas operativas.</b>	<b>115</b>
<b>A.4. Glosario de conceptos y definiciones.</b>	<b>119</b>
<b>A.5. Base de datos.</b>	<b>125</b>



## **CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN**

El manejo correcto de la información es hoy en día parte vital de los resultados que se quieran alcanzar en una empresa y para el correcto análisis de esta información se requiere de técnicas efectivas, como los métodos estadísticos utilizados en los sistemas de calidad total.

Normalmente al iniciarse en las estrategias de mejoramiento se trabaja sobre técnicas estadísticas denominadas "Las siete herramientas básicas de la calidad" tales como: Pareto, Ishikawa, gráficos de control, etc., en donde se incluyen los niveles de error, defectos, tiempos perdidos y otras características de no calidad, que se aplican en los procesos de solución de problemas orientados a la obtención de resultados competitivos.



En este trabajo, además de recurrir a dichas herramientas, se hizo uso de la metodología benchmarking en la búsqueda de una medición concreta y definida de las diferentes actividades que se desarrollan en reparaciones menores a pozos petroleros, obteniendo de esta manera, una medida objetiva del tiempo perdido, la lentitud del equipo y la maquinaria, el tiempo que ha tenido que esperar un trabajo, algún componente o suministro, y de los costos de estas pérdidas de tiempo.

Toda empresa está sujeta a la evaluación de su desempeño, pasado, presente o futuro, como parte de una estrategia de planeación; sin embargo, sus observaciones pueden reforzarse con la formalización del análisis de situación. Ya que no existe un formato patrón, cada empresa se encuentra en posibilidades de elaborar el propio, como el que se propone en este trabajo.

Al establecerse este tipo de indicadores se hace más fácil la formulación y respuesta de algunas de las preguntas claves de toda organización que busca ser la mejor del ramo: ¿cuáles son los objetivos a corto, mediano y largo plazo?, ¿qué productos o servicios provocan mayores problemas con los clientes?, ¿cómo deberán ser mejorados o en su caso reemplazados por otros más eficientes?, ¿en caso de competencia externa qué participación de mercado se desea obtener y cómo puede lograrse?, ¿cuáles son los cambios más importantes causados por un cambio organizacional?.

Esta última pregunta plantea uno de los puntos que requiere de mayor análisis, ya que se deben poner en práctica las técnicas que involucren la mayor parte de elementos tanto físicos como humanos, debido a que un medio ambiente cambiante es un factor sustancial que influye en la introducción de cualquier proceso de planeación formal, ofreciendo grandes peligros y oportunidades como los que se mencionan a continuación:

- Permite que los directivos puedan cumplir con sus responsabilidades en forma eficiente.



- Autoriza a los directivos a formular y contestar preguntas claves para la empresa y definir las prioridades para su ejecución.
- Simula el futuro analizando las oportunidades y peligros en forma económica, en lugar de esperar hasta que sucedan.
- Permite considerar a la industria como un sistema.
- Estimula el desarrollo de metas apropiadas a la industria tomando en cuenta su capacidad técnico-económica.
- Proporciona una base para medir el desempeño de la empresa y sus principales partes integrantes.
- Desarrolla habilidades directivas y da un sentido de participación y satisfacción al personal que contribuye con sus talentos en la toma de decisiones.

Por otro lado, se mencionan algunas desventajas que se originan cuando se requiere implantar este tipo de sistemas:

- Los pronósticos en los que se basa pueden estar equivocados.
- La resistencia interna al cambio del personal reduce su eficacia.
- Para asegurar un resultado positivo en su implantación es necesario adaptarlo a las características particulares de la empresa y,
- No puede por sí sola sacar de la crisis a una empresa.

Es por ello que los sistemas de control deberán diseñarse y operarse involucrando al personal con su participación en las medidas correctivas. Como primer paso, en este trabajo se instruyó al personal operativo en los objetivos que se buscaban al investigar las principales causas que originaban la entrega tardía de su trabajo y de esta manera, conocieron que estas medidas no tenían como fin el despedirlos.

Como segunda fase y al ser el personal operativo la parte directamente involucrada con los problemas, se diseñó una hoja de verificación en el cual se pudiesen plasmar tanto los problemas originados por prácticas operativas obsoletas,



como los causados por incumplimiento de los proveedores tanto de materiales como de servicios internos y externos.

Finalmente, al analizarse la información obtenida del campo mediante la hoja de verificación diseñada para tal fin y utilizando los métodos estadísticos básicos, se retroalimenta al personal tanto directivo como operativo para que mediante el control de los primeros y la ejecución de los segundos se establezcan las prácticas correctivas.

A lo largo del presente trabajo se utilizará la palabra "calidad" de forma sensiblemente diferente a como la describen en los manuales, ya que con bastante frecuencia calidad quiere decir conformidad con los planos y especificaciones de un producto o servicio. Por tanto, aquí calidad significará adecuación para el uso por parte del usuario, ya que es él quien determina qué posee calidad.

Es por ello que una vez definida la calidad por parte del usuario, la industria establece programas de mejora que tienen que abarcar todas las fases de producción del producto o servicio, desde el diseño hasta el uso por el cliente. Desde luego toda empresa como en este caso la petrolera, no debe perder de vista el aspecto económico al implantar un sistema de mejora, ya que el costo impactará en forma directa al usuario y eso, también es calidad.

Para determinar hasta que punto una industria como la petrolera debe de manejar lo referente a costos, sin incrementar el valor final de sus productos o servicios, deberán establecerse las diferencias que existen entre los diferentes tipos de costos de calidad:

Se proponen medidas para identificar las fuentes de estas costosas prácticas con el fin de eliminarlas, esto significa una mejora en la calidad y una reducción de costos; por este método se obtiene un conjunto nuevo de tiempos que reemplazará a los anteriores.



Es por ello que el propósito del presente trabajo es:

- Mejorar la **competitividad** entre las empresas motivadas por las exigencias propias de la evolución técnica-administrativa, como lo es el caso de la industria petrolera mexicana.
- Establecer una **metodología** de medición integral para detectar áreas de oportunidad.
- La creación de una base de datos para el establecimiento de parámetros distritales y regionales.



## **CAPÍTULO II**

### **HERRAMIENTAS BÁSICAS DE LA CALIDAD COMO MÉTODOS ESTADÍSTICOS ELEMENTALES**

La necesidad de contar con medios adecuados que coadyuven a la identificación y solución de problemas que afectan los procesos operativos y administrativos de las áreas que integran una empresa se ha tomado imperativa, al permitir monitorear todos los puntos del proceso.

El manejo correcto de la información es hoy en día parte vital de los resultados que se quieran alcanzar en una empresa y para su análisis se requiere de técnicas efectivas como los métodos estadísticos utilizados en los sistemas de calidad total.



Una vez que el equipo de trabajo se ha integrado, preparado y concientizado de la labor que va a desarrollar, es necesaria la utilización de técnicas adecuadas, que ayuden a la identificación y resolución de los problemas que se presenten en el área de competencia.

Bajo ésta consideración se plantea en el presente capítulo la metodología para el uso y la aplicación de las técnicas estadísticas y de análisis de problemas como elementos vitales de un sistema de aseguramiento de la calidad, que permitan realizar eficientemente la identificación y el análisis de problemas, para determinar las causas que los originó, proporcionando diversas alternativas para la solución del problema y previsión de fallas futuras.

## II.1.- ¿ Qué es la calidad?

El concepto de calidad puede definirse de diversas maneras como se muestra a continuación:

- ◆ "La resultante de las características del producto y servicio de mercadotecnia, ingeniería y mantenimiento a través de los cuales el producto o servicio en uso, satisfará las esperanzas del cliente" <sup>(1)</sup>
- ◆ "Calidad es el cumplimiento o superación de las expectativas de los clientes a un costo que les representa valor" <sup>(2)</sup>
- ◆ "Reducción de la variabilidad" <sup>(3)</sup>
- ◆ "La totalidad de las características de un producto o servicio que determinan su habilidad para satisfacer una necesidad determinada" <sup>(4)</sup>
- ◆ "Es desarrollar, diseñar, manufacturar y mantener un producto o servicios que sea el mas económico, el mas útil y siempre satisfactorio para el consumidor" <sup>(5)</sup>



- ◆ “La palabra calidad (latín “qualitas”) implica un conjunto de cualidades de una persona o cosa. El conjunto de cualidades que constituyen la manera de ser de una persona” <sup>(6)</sup>
- ◆ “Adecuación al uso” <sup>(7)</sup>
- ◆ “El cliente rara vez piensa en términos de departamento o especialidades. Generalmente piensa solo en la perspectiva de tener una necesidad y tener que tomar medidas para satisfacerlas” <sup>(8)</sup>
- ◆ “Calidad es servicio... servicio fiel y total al cliente. El no es el rey, es el sentido, la razón de ser de un negocio” (Anónimo)
- ◆ “Cumplir con los requisitos” <sup>(9)</sup>
- ◆ “La mínima pérdida causada a la sociedad a partir del momento en que el producto se embarca” <sup>(10)</sup>
- ◆ “La calidad total es un sistema directivo basado en la gente, cuyo objetivo es el aumento continuo de la satisfacción del cliente a un costo real que sea constantemente mas bajo. La calidad total es un enfoque total (no es una área o programa aislado), y es una parte integral de la estrategia directiva: se aplica horizontalmente a través de las funciones y departamentos, involucra a todos los empleados, de arriba a abajo, y se extiende hacia adelante y hacia atrás para incluir la cadena de proveedores y clientes. La calidad total enfatiza el aprendizaje y la adaptación al cambio constante como elementos clave para el éxito organizacional” <sup>(11)</sup>

Como se puede deducir, la gran cantidad de conceptos puede desvirtuar el verdadero objetivo: calidad significa calidad del trabajo, calidad del servicio, calidad de la información, calidad del proceso, calidad de las personas, calidad del sistema, calidad de la empresa, etc.

En el caso que nos ocupa, se trata de una área de servicios que relaciona tanto a proveedores de materiales y servicios como a clientes, los cuales esperan un resultado satisfactorio de los trabajos proporcionados por dicha área. A final de cuentas es el cliente quien decide con su elección el grado de satisfacción que le proporciona el proveedor de bienes y/o servicios.



La definición que más se adapta a nuestras necesidades, de acuerdo al objetivo de este trabajo es la siguiente:

**Calidad es:**

**“La suma de las propiedades y características de un producto ó servicio que tienen que ver con la capacidad de satisfacer una necesidad determinada, quedando implícita la satisfacción del cliente y de la empresa misma; esto es definido en términos del grado con que se cumple con los requisitos del cliente en tiempo, sin errores ni defectos, a un precio justo”**

Esta satisfacción del cliente se hace especialmente crítica cuando pensamos que ésta empresa desea ofrecer un producto de aceptación en el mercado nacional e internacional.

Ahora bien, cuando se habla de calidad total se refiere a un sistema directivo basado en la gente, cuyo objetivo es el aumento continuo de la satisfacción del cliente a un costo real que sea constantemente mas bajo. La calidad total es un enfoque total (no es una área o programa aislado), y es una parte integral de la estrategia directiva: se aplica horizontalmente a través de las funciones y departamentos, involucra a todos los empleados, de arriba a abajo, y se extiende hacia adelante y hacia atrás para incluir la cadena de proveedores y clientes. La calidad total enfatiza el aprendizaje y la adaptación al cambio constante como elementos clave para el éxito organizacional.

De acuerdo a todo lo descrito anteriormente y para lograr éste concepto de calidad nos enfocaremos a ver en forma directa como se pueden emplear algunas de las siete herramientas de la calidad que nos permitan en primer lugar, visualizar las áreas que representan los principales obstáculos para llevar a cabo las mejores intervenciones en pozos petroleros y en segundo lugar, establecerlos como estándares.



menores

Con la finalidad de establecer en una empresa de productos o servicios los parámetros que le permitan mejorar sus procesos, es necesario que establezca un sistema de calidad, cuya aplicación requiere de la satisfacción de las condiciones previas ilustradas en la figura 1.



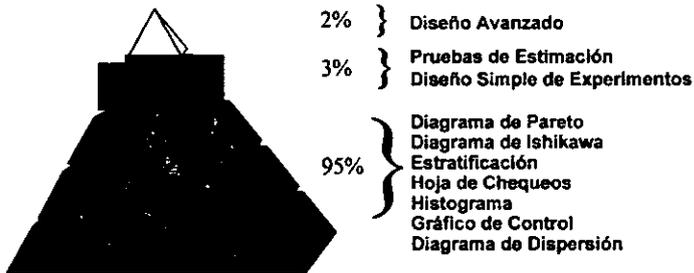
**Figura 1. Condiciones previas para la aplicación de un sistema de calidad**

Para la aplicación de un sistema de calidad deben cumplirse los siguientes pasos:

- a) **Establecer la unidad de garantía.** Consiste en determinar la unidad de medición de nuestro producto, bien ó servicio (barril, kilo, metro. etc.)
- b) **Determinar método de medición.** Fija el ámbito en que se clasifica la información (físico, químico o sensorial)



- c) **Distinguir características de calidad y clasificar las fallas y defectos.**  
Involucra las preguntas ¿qué quiero?, ¿cómo lo quiero? y ¿cuándo lo quiero?, así como la observación específica de las fallas (defecto crítico, mayor o menor)
  
- d) **Precisión y definición de datos.** Es establecer la precisión de los equipos e instrumentos utilizados y de las cifras a manejar.
  
- e) **Clasificación estadística de datos.** Para la clasificación de datos se puede hacer uso de varias técnicas, como se muestra en la figura 2.



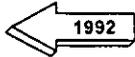
**Figura 2. Clasificación del control estadístico de procesos**

Un caso práctico se presenta en la figura 3, donde especialistas de perforación y mantenimiento de pozos, llevaron a cabo la implantación de un sistema de aseguramiento de la calidad al cual se denominó "Optimización de Tiempos de Perforación" (OTP).



menores

Análisis para la detección de metas en reparaciones menores



EVOLUCION DEL PROYECTO OTP 1992-1996



1992		1996	
ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN	IMPLANTACIÓN (2ª FASE)	MEJORA CONTINUA (6ª FASE)	TRABAJOS MÁS RENTABLES
<ul style="list-style-type: none"> <li>NEGOCIACIÓN INTEGRAL DE LA ESTRATEGIA</li> <li>ANÁLISIS SITUACIONAL</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>INTEGRACIÓN DEL COMITÉ DIRECTIVO</li> <li>DESIGNACIÓN DE LÍDERES DE EQUIPO</li> <li>CONCIENCIACIÓN CON LA NUEVA FILOSOFÍA DE TRABAJO</li> <li>CAPACITACIÓN (CÍRCULOS DE CALIDAD)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>OPERACIÓN DE EQUIPOS DE TRABAJO</li> <li>RECOPILACIÓN DE INFORMACIÓN</li> <li>IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS DE OPORTUNIDAD</li> <li>ESTABLECIMIENTO DE PARÁMETROS DE COMPARACIÓN</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>PROPUESTA DE SOLUCIONES</li> <li>IMPLANTACIÓN DE SOLUCIONES</li> <li>EVALUACIÓN ECONÓMICA</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>CAMBIO DE HÁBITOS Y MEJORA DE HABILIDADES</li> <li>VALORES COMUNES</li> <li>ADECUACIÓN DE PROCEDIMIENTOS</li> <li>CONCIENCIACIÓN EN TODOS LOS ESTRATOS</li> <li>IMPLANTACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE MEJORA CONTINUA</li> <li>RACIONALIZACIÓN DEL PERSONAL</li> <li>DESINCORPORACIÓN DE ACTIVOS</li> <li>PARTICIPACIÓN EN LOS GRUPOS INTERDISCIPLINARIOS PARA INTEGRARSE AL PROCESO TOTAL DE LA PERFORMANCIA, TERMINACIÓN Y REPARACIÓN DE POZOS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>PROPORCIONAR SERVICIOS POR ADMINISTRACIÓN CON ALTA TECNOLOGÍA Y EFICIENCIA</li> <li>PERSONAL ALTAMENTE CAPACITADO MOTIVADO E INTEGRADO</li> <li>INCENTIVOS ACORDES CON LA PRODUCTIVIDAD</li> <li>APLICACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE MEJORA CONTINUA</li> <li>REVALORACIÓN DE RESULTADOS</li> <li>MEJORAMIENTO EN LA SEGURIDAD</li> <li>RESPECTO AL ENTORNO ECOLÓGICO</li> </ul>
			<ul style="list-style-type: none"> <li>TRABAJOS MÁS RENTABLES</li> <li>ALTA PRODUCTIVIDAD</li> <li>SERVICIOS Y PRODUCTOS DE CALIDAD</li> <li>TRABAJO EN EQUIPO CON CLIENTES Y PROVEEDORES</li> <li>AUDITORÍAS DE CALIDAD</li> </ul>

Figura 3. Ejemplo de Sistema de Aseguramiento de la Calidad

## II.2.- ¿ Qué es benchmarking?

Es una herramienta o metodología que nació al descubrir que la competencia vendía máquinas a un costo similar al que representa el valor de elaboración.

Es el proceso mediante el cual se comparan constantemente los productos, servicios y prácticas de una organización contra la de sus competidores y las empresas líderes en su ramo para obtener información que le ayude a la organización a emprender acciones para mejorar su rendimiento.



menores

Estas acciones pueden ser:

- Una marca o patrón usado como punto de referencia, por medio del cual, algo puede ser medido o juzgado.
- Un proceso por el cual se mida una o varias actividades en forma comparativa respecto a otra unidad o equipo que realicen la misma función.
- Una búsqueda de áreas de oportunidad a través de las mejores prácticas que conduzcan a la excelencia.

De acuerdo a ésta metodología, se deben seguir los siguientes pasos en el desarrollo de un proyecto:

- Conocimiento pleno de la operación.
- Conocimiento pleno de los competidores y su capacidad.
- Reconocimiento de lo mejor para incorporarlo a su unidad.
- Capitalizar lo mejor de los demás para ganar superioridad.

En base a la experiencia, éstas son algunas recomendaciones que se deben seguir durante la implantación de la metodología benchmarking:

1. - Eliminar la enseñanza de la calidad en una lengua extranjera.
2. - Aprender y concientizarse de los prerrequisitos de Benchmarking.
3. - No esperar resultados a través de la estadística y otras herramientas de investigación.
4. - Dejar que los empleados tengan errores "a propósito".
5. - Manejar los valores, la calidad se dará.
6. - Descubrir el primer modelo casual para la gestión de calidad.
7. - Poner la calidad en un contexto de desempeño o rendimiento.



Algunos de los beneficios mas importantes:

- Desarrollar una conciencia respecto a la mejor práctica (en cuanto a rendimiento en un proceso específico).
- Creatividad en la incorporación de las mejores prácticas.
- Identifica el estándar de excelencia para el proceso seleccionado.
- Estimula y motiva a los profesionales.
- Identifica el mayor avance tecnológico.
- El aprendizaje y la aplicación de las lecciones aprendidas conduce a una ventaja competitiva.
- Crecimiento profesional de aquellos relacionados con el proceso.
- Mejora la capacidad de establecimiento de objetivos y de evaluación del desempeño.

### **II.3.- Tormenta de ideas.**

La tormenta de ideas, es un método muy sencillo para generar ideas en la búsqueda de soluciones de problemas y aunque se debe de utilizar como principio para realizar un análisis de Pareto o de causa y efecto, no se considera como una de las herramientas de la calidad. Consiste en la reunión de un grupo de personas que participan en la libre aportación de conceptos respecto a un tema común y desde todas las perspectivas posibles.

En la tormenta de ideas se definen:

#### **Propósitos**

- Decidir y/o definir qué problema será tratado primero.
- Los participantes nombran un líder.



## Reglas

- Todos deben participar.
- No debe haber crítica y comentarios negativos.
- Cada participante al no tener aportación pasará al siguiente turno.

## Procedimiento

- Cada participante debe hablar por turno.
- El líder anota las ideas exactamente como se han expresado.
- Nadie debe: censurar, interrumpir o criticar.
- El grupo genera entre 10 y 20 ideas.
- El grupo acepta cualquier idea no relacionada.
- Cuando todos los miembros del grupo han participado, termina el proceso.
- Las ideas anotadas se jerarquizan por votación de acuerdo con el orden de importancia.

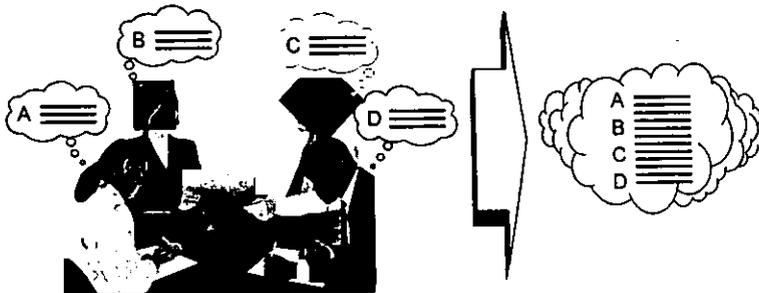


Figura 4. Sesión de Tormenta de ideas



menores

## II.4.- Herramientas básicas.

Antes y durante la segunda guerra mundial, los métodos estadísticos se empleaban únicamente en el Japón, y apenas en 1949 se empezaron a utilizar en el resto del mundo.

Los métodos estadísticos se dividen en tres categorías (figura 1) de acuerdo a su nivel de dificultad:

### 1. - Método estadístico elemental (siete herramientas):

- Diagrama de Pareto.
- Diagrama de causa y efecto.
- Estratificación.
- Hoja de verificación.
- Histograma.
- Diagrama de dispersión.
- Gráficos de control.

Estas siete herramientas son usadas actualmente por presidentes de empresas, gerentes intermedios, supervisores y trabajadores de línea, en industrias tan cambiantes como la industria petrolera, en las áreas no solo de manufactura, sino también en las de planeación, diseño, mercadeo, compras y tecnología. Según el Dr.Kaoru Ishikawa, hasta un 95% de los problemas de una empresa se pueden resolver con estas herramientas.

### 2. - Método estadístico intermedio.

- Teoría del muestreo.
- Inspección estadística por muestreo.
- Diversos métodos de realizar estimaciones y pruebas estadísticas.
- Métodos de utilización de pruebas sensoriales.
- Métodos de diseñar experimentos.



Aquí es importante mencionar que en el presente trabajo se hará referencia únicamente a las pruebas de estimación y el diseño simple de experimentos.

### **3. - Método estadístico avanzado.**

- Métodos avanzados de diseñar experimentos.
- Análisis de multivariantes.
- Diversos métodos de investigación de operaciones.

El principal requerimiento de un método estadístico, ya sea básico, intermedio o avanzado, radica en la cantidad y calidad de datos que se utilicen para el análisis.

Las actividades que se desarrollan en una empresa son importantes y su importancia debe reconocerse expresándolas con cifras exactas. Los métodos estadísticos en que esta basado el presente tema es el paso final para analizar los hechos, lo cual permite hacer cálculos, formar juicios y tomar medidas correctivas, según sea el caso.

La aplicación de las herramientas básicas tiene como objetivo mejorar los procedimientos, los sistemas, el costo y la eficiencia relacionados con una área de trabajo. Existe una gran problemática con la veracidad de los datos que se utilizan en los métodos estadísticos, tales como:

1. Datos falsos y datos que no concuerdan con los hechos.
2. Métodos deficientes de reunir datos.
3. Transcripción errónea de los datos y cálculos equivocados.
4. Valores anormales.
5. Método de aplicación equivocado.

El mejoramiento o eliminación de cada uno de estos puntos dependerá de la disposición del personal que se involucra en los círculos de calidad y los ejecutivos que la dirigen, para lograr la aceptación de las metas fijadas en beneficio de la empresa.



Es importante también establecer el orden en que deberán aplicarse los métodos estadísticos elementales para garantizar la eficacia que proporcionen durante el proceso de solución de problemas, tal como se muestra en la figura 5:

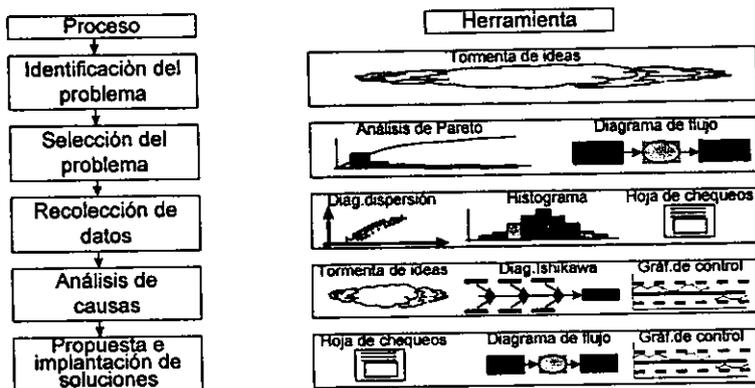


Figura 5. Mapa de aplicación de herramientas en el proceso de solución de problemas

Esto proporciona un medio de información inherente a la metodología y aplicación de técnicas estadísticas básicas y métodos de análisis que ayudan a la identificación y solución de problemas, con el objeto de encontrar las causas que los producen y diseñar medidas correctivas.

### II.4.1.- Diagrama de Pareto (Análisis de Pareto) (5).

Este análisis se atribuye a Wilfredo Pareto quien siendo director de varias fábricas de hierro en Italia expresó el principio social que observó en su tiempo y sigue siendo válido en la actualidad. Pareto vio que en la sociedad existen clases y que



dentro de cada clase hay sólo una elite que toma las acciones y decisiones, por lo que dijo "Pocos deciden la suerte de muchos" y en la actualidad se expresa como "pocos vitales, muchos triviales"

El análisis de Pareto es un método que permite identificar de manera gráfica (mediante barras verticales) la importancia relativa de los problemas que se necesitan resolver y en que orden para mejorar la calidad de un producto o servicio.

La teoría sobre la que está sustentado el diagrama de Pareto es la relación 80/20 que quiere decir: en una situación dada, el 80% de los efectos no deseados esta siendo generado por el 20% de los problemas. Al aplicar la relación 80/20 se puede observar que los problemas A, B y C tendrian cerca del 80% de importancia relativa. Ahi se concentraría entonces el esfuerzo del grupo para buscar las causas y sugerencias de solución en primera instancia.

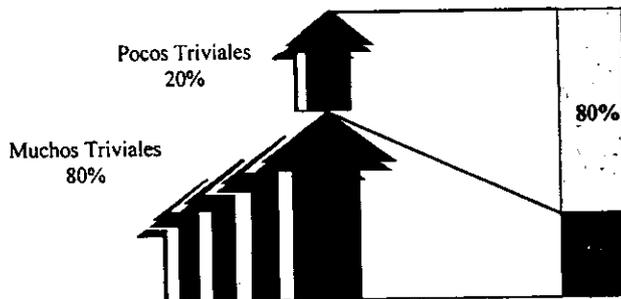


Figura 6. Principio de Pareto 80/20

El propósito de los diagramas de Pareto es:

- Jerarquizar y ordenar los problemas de mayor a menor importancia.



- Presentar en forma obvia los pocos asuntos vitales y eliminar los muchos triviales.
- Contar con registros actualizados de la frecuencia con que ocurren los hechos problemáticos.
- Traducir el análisis de los datos a números y porcentajes.

### Procedimiento

1. - Utilizando la metodología de tormenta de ideas, determinar el tipo de datos y el período que va a durar dicha obtención; esto requiere elaborar un formulario u hoja de trabajo, de tal manera que se pueda obtener la información pertinente.

2. - Después que se han listado y jerarquizado los problemas más importantes, los de menor importancia si los hay, se agrupan bajo el título de "otros" (columna A).

Problemas identificados (A)	Indicador (horas) (B)	% relativo (C)	% acumulado (D)
1.- Espera transporte.	38	76	76
2.- Espera línea de acero.	6	12	88
3.- Espera fluido de control.	2	4	92
4.- Espera material químico.	2	4	96
5.- Espera U.A.P.	1	2	98
6.- Espera tubería.	1	2	100
<b>TOTAL</b>	<b>50</b>	<b>100</b>	

3.- En una columna de la hoja de trabajo con nombre de "indicador" se registran los datos recogidos en la unidad de medida en que se encuentran los datos de



frecuencia: horas, pesos, barriles, etc. con la cantidad total en la parte inferior (columna B).

4.- En otra columna de la hoja de trabajo se anota el porcentaje relativo (porción del 100%) del total de unidades medidas de cada una de las causas (columna C).

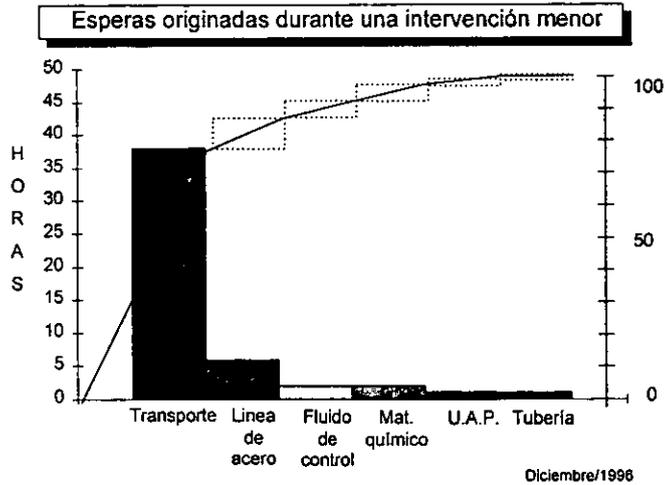
5.- En la última columna se anota el porcentaje acumulado: los factores importantes aparecerán como obvios en esta columna, ya que mostrarán las causas que representen al menos el 80% del problema (columna D).

6.- Elaborar el diagrama de Pareto (figura 7): en el eje horizontal se ubican los problemas identificados en forma de barras ordenadas de mayor a menor y de izquierda a derecha.

7.- En el eje vertical izquierdo se coloca la escala del indicador donde se distribuye la frecuencia (horas, pesos, barriles, etc.) correspondientes a cada problema.

8.- En el eje vertical derecho se gráfica una escala de porcentajes de 0% a 100%. A partir del origen se extiende una línea acumulativa al extremo superior derecho de la primera barra. El siguiente punto de la línea es la del extremo superior derecho de la segunda barra con su porcentaje acumulado ( $76+12 = 88\%$ ). Dicha línea unirá los porcentajes acumulados de cada uno de los problemas identificados hasta llegar al nivel del 100% en la escala de porcentajes que se indica en el eje vertical derecho.

9.- Es necesario poner en el diagrama de Pareto la información suficiente para identificar la problemática que se va a analizar, así como la fecha de realización.



**Figura 7. Diagrama de Pareto**

#### **II.4.2.- Recopilación de datos (Estratificación de datos) <sup>(1)</sup>**

La estratificación de datos tiene como propósito establecer medidas confiables y válidas para determinar las causas que originan los problemas exponiendo sólo los reales y eliminando los supuestos. Para ello se debe recopilar toda la información de las fuentes necesarias, que será de gran valor para realizar el análisis de los problemas y soluciones.

La obtención de datos debe regirse por las siguiente reglas:

- Datos recabados por integrantes del grupo de sus áreas de trabajo.
- Informes y datos oficiales de la organización.
- El departamento administrativo u otras áreas de la dependencia que puedan proporcionar datos estadísticos.



- Toda la información, especialmente las mediciones tienen que ser exactas y confiables.
- Los datos deben ser completos.

Para llevar a cabo la recopilación de datos, es necesario establecer una muestra representativa de lo que se va a estudiar. El muestreo es la técnica utilizada en la investigación y consiste en seleccionar parte de un todo llamado "Universo" que puede ser: tiempos, índices de falla, rotación, tiempos de viaje e informes, etc. (figura 8).



Figura 8. Estratificación en función de una característica común.

Para realizar correctamente un muestreo, se requiere la aplicación de los siguientes pasos:

1. - **Conocer los hechos:** esto implica el conocimiento de las situaciones relacionadas con el problema y con las personas que pueden tener influencia en el mismo.



menores

2.- **Conocer el tamaño de la población:** es necesario obtener información del número total de objetos que forman la población en que se va a tomar la muestra y hacer una selección de ella.

3.- **Determinar el tamaño de la muestra:** esto se hace en base a la cifra total de la población y a los hechos que influyen en el problema.

### **Técnicas para la recopilación y concentración de datos**

**Esquema.-** Es la forma que se emplea para determinar el área en la que ocurren los defectos o donde se aprovechan mejor los recursos. Es necesario utilizar mapas o ilustraciones de los lugares que van a ser analizados.

**Hoja de trabajo.-** Es una forma que permite concentrar la información de las actividades realizadas en un período determinado, con el fin de facilitar el análisis de los datos.

### **II.4.3.- Diagrama de Ishikawa o de causa y efecto <sup>(5)</sup>.**

El diagrama de Ishikawa, conocido también como diagrama de causa y efecto, fue desarrollado en Japón en 1953 por el Dr. Kaoru Ishikawa <sup>(5)</sup>, tomando como base el poder de crear un método participativo para la mejor toma de decisiones.

Este diagrama es una herramienta sencilla y fácil de comprender, que se desarrolla para visualizar el principio básico de control de procesos, el cual puede definirse como la necesidad de controlar muchos factores en el proceso y como resultado, poner las distintas características en un estado de control.



menores

La representación de este diagrama es similar a un esqueleto de pescado, con una cabeza, un tronco o cuerpo central y flechas o espinas que dependerán del cuerpo central (figura 9).

El procedimiento para elaborar este diagrama es el siguiente:

- Definición del problema.- se debe definir específicamente el problema.
- Los diagramas causa-efecto son trazados para ilustrar claramente las diferentes causas que afectan un proceso, identificándolas y relacionándolas unas con otras. Para cada efecto, generalmente surgirán varias categorías de causas principales que pueden englobarse en lo que se denomina las 4 M's: Mano de obra, Maquinaria, Métodos y Materiales.
- La totalidad del grupo participa en una sesión de tormenta de ideas para determinar las causas; se logra un gran caudal de ideas aplicando las siguientes preguntas: ¿Porqué? ¿Cuándo? ¿Dónde? ¿Quién? ¿Cómo?.
- Las ideas recabadas durante la tormenta, se someten a revisión minuciosa con el fin de identificar las de más impacto.
- Se jerarquizan las causas por su orden de importancia.
- El análisis de causa-efecto del problema sirve para identificar la causa verdadera, es entonces cuando se plantean alternativas de solución mediante el consenso de los participantes.

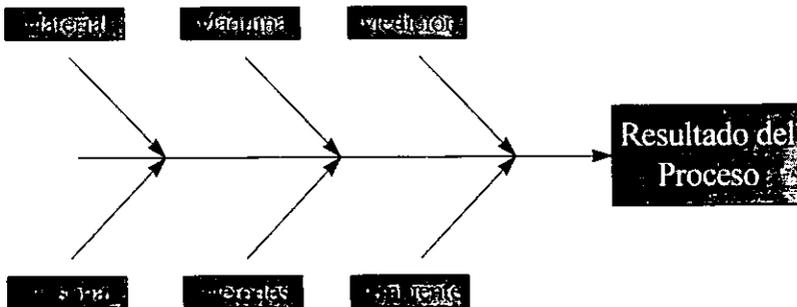
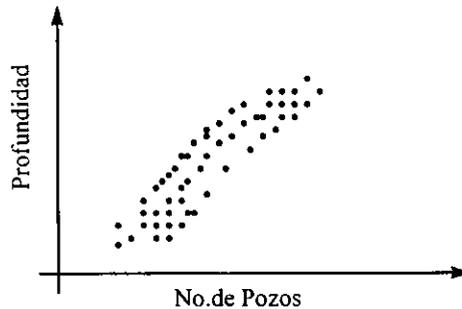


Figura 9. Diagrama de Ishikawa o de causa y efecto.



#### II.4.4.- Diagrama de Dispersión <sup>(8)</sup>.

Es el conjunto de mediciones realizadas en pares de datos y representadas como la intersección entre un eje horizontal y uno vertical (figura 10).



**Figura 10. Diagrama de Dispersión**

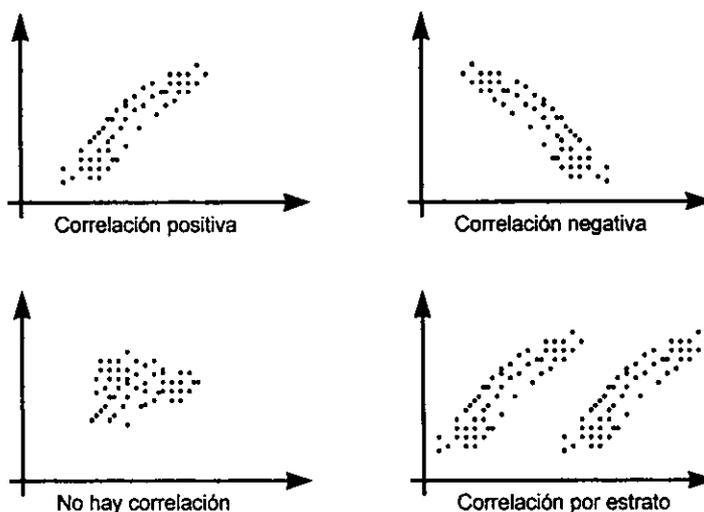
La gráfica permite determinar si hay correlación entre los puntos y en tal caso se dice que la variable del eje vertical (Y) podrá ser controlada, si se controla correctamente la variable del eje horizontal (X).

La regresión es una técnica estadística para la estimación de una ecuación que relaciona una variable particular con otra variable llamada independiente, lo cual hace llegar a las siguientes conclusiones:

- El descubrimiento de la verdadera relación causa-efecto es la clave en el proceso de resolución de problemas.
- Es más fácil percibir la relación entre variables en un diagrama de dispersión que en una tabla numérica (figura 11).



- El proceso de regresión se puede realizar mediante al ajuste de curvas o el método de mínimos cuadrados, ajustando una recta a los datos de la manera más exacta posible.
- El coeficiente de correlación indica la intensidad de la relación entre las dos variables. Esta es mayor, conforme el coeficiente se acerca a uno.
- El diagrama de dispersión sirve para encontrar causas raíces de los problemas, así como comparar información a través del tiempo.
- El análisis de correlación permite estimar el comportamiento futuro de un proceso.



**Figura 11. Formas de los diagramas de dispersión**

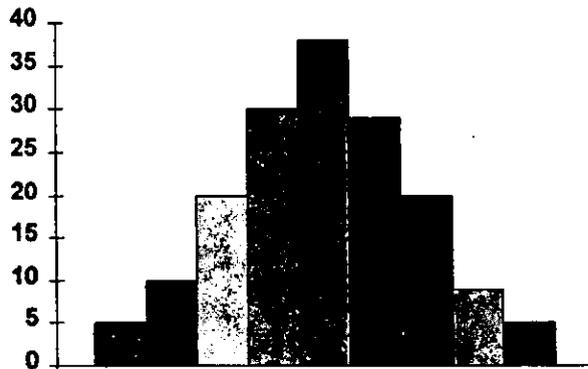
#### **II.4.5.- Histogramas <sup>(8)</sup>.**

Se utiliza cuando es necesario descubrir y mostrar la distribución de datos graficando con barras el número de unidades de cada categoría. Un histograma toma



datos de mediciones, por ejemplo: temperatura, dimensiones, longitud, peso, tiempo, etc. y muestra a la vez su distribución.

El histograma revela la cantidad de variación que tiene dentro de si cualquier proceso. Un ejemplo de histograma típico es la figura 12 que muestra la distribución normal:



**Figura 12. Histograma con distribución normal**

Los datos de esta figura se presentan como normales debido a que el número mayor de unidades se encuentra en la medición central existiendo un número aproximadamente igual de unidades en ambos lados. El histograma ayuda a mostrar que el proceso es normal si la curva cae en forma de campana. Puede mostrar que los datos se inclinan hacia la izquierda o la derecha, o si la distribución se encuentra dentro de las especificaciones.

Para la elaboración de un histograma se deben seguir los siguientes pasos:

- Definición del objetivo.
- Elaboración de la tabla de datos brutos.
- Elaboración de la tabla para cálculo del rango.
- Cálculo del rango.



- Cálculo del intervalo de clase.
- Cálculo del valor medio de clase.
- Elaboración de la tabla de frecuencia.
- Elaboración del diagrama (Gráfico).
- Determinación de la media aritmética.
- Determinación de la desviación estándar.

Al graficar los datos de los histogramas se observa que toman varias formas, las que se identifican frecuentemente como se indica en la figura 13.

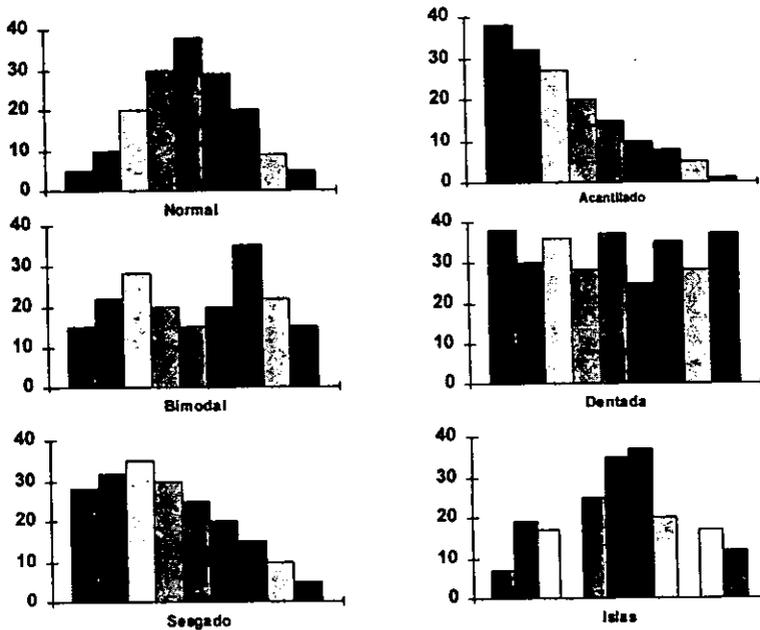


Figura 13. Formas de los histogramas



## II.4.6.- Gráficos de control (Shewhart) <sup>(12)</sup>.

Es una herramienta estadística para graficar, seguir, monitorear y manejar fuentes de variación dentro del proceso, en un período de tiempo.

Un gráfico de control consiste en una línea central, dos límites de control, uno colocado por encima de la línea central (límite superior) y otro abajo (límite inferior). Si todos los valores ocurren dentro de los límites de control, sin ninguna tendencia especial, se dice que el proceso está en estado controlado. Si ocurren por fuera de los límites de control o muestran una forma peculiar, se dice que el proceso está fuera de control.

Los usos de este tipo de gráficos son múltiples, entre ellos:

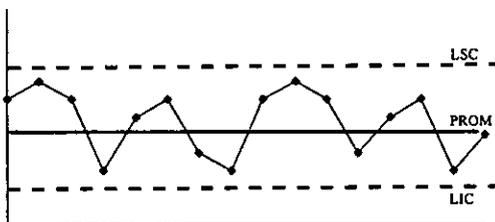
- **Control de calidad.**- Por medio de estos gráficos es posible definir si el parámetro o resultado medido cumple o no los estándares de calidad previamente fijados.
- **Comportamiento del proceso.**- Con los gráficos de control se puede detectar si las variaciones de lo graficado están dentro de lo normal o si existen variaciones asignables que deban ser investigadas y corregidas, a su vez pueden detectar patrones especiales de comportamiento tales como: tendencias, ciclos, etc.
- **Capacidades del proceso.**- Proporcionan información sobre la capacidad del proceso para el logro de la calidad, así como base para el establecimiento de especificaciones realistas en las tendencias de calidad.
- **Testimonio.**- Los gráficos de control además sirven para poner de manifiesto la información de los registros de calidad.



Con respecto a la interpretación se pueden diferenciar dos situaciones:

■ **Proceso o resultado normal o controlado** (figura 14).

- \* Todos los puntos están dentro de las líneas de control.
- \* Los grupos de puntos no muestran una forma en particular.

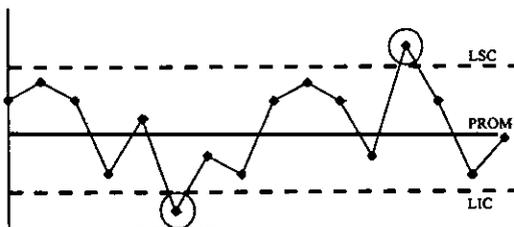


Las variaciones dentro de este rango se atribuyen a causas normales del proceso

Figura 14. Proceso normal o controlado

■ **Proceso o resultado anormal o no controlado**

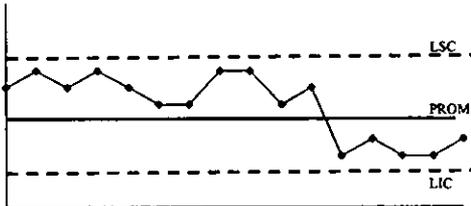
- \* Algunos puntos están fuera de los límites de control (figura 15).



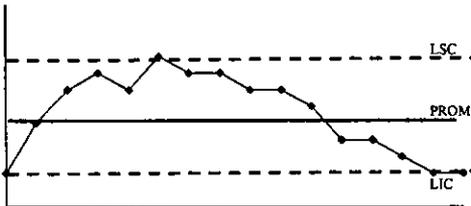
Esta variación se debe a causas especiales que deben investigarse y corregirse

Figura 15. Proceso anormal o no controlado

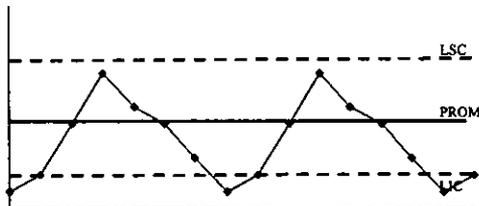
- \* Los grupos de puntos muestran algún tipo particular de forma (figura 16).



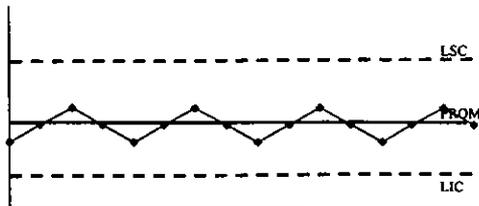
**Corridas anormales**  
 Cuando 7 ó mas puntos consecutivos se localizan sobre un solo lado del gráfico



**Tendencias**  
 Cuando 7 ó mas puntos consecutivos del gráfico muestran la dirección de subida o bajada



**Ciclos**  
 Cuando muestran el mismo patrón de cambio en el mismo periodo de tiempo



**Agrupamiento**  
 Cuando los puntos del gráfico varían muy próximos a cualquiera de los límites

**Figura 16. Tipos de gráficos de control en proceso anormal**



menores

El siguiente es un ejemplo de como elaborar un gráfico de control:

- **Paso 1.-** Clasificar en varios grupos la variable a controlar. Para nuestro ejemplo son los días/intervención de las reparaciones menores de Poza Rica. Los grupos serán de 3 muestras :

Equipo (K)	Días/Intervención pozo (N)			Media ( $\bar{x}$ )	Rango (R)
1	8	7	6	7	2
2	6	5	7	6	2
3	8	6	9	7.67	3
4	7	7	5	6.33	2
5	5	5	8	6	3
6	6	6	7	6.33	1
7	9	5	9	7.67	4
8	8	7	7	7.33	1
9	8	6	6	6.67	2
10	6	6	7	6.33	1
11	5	7	7	6.33	2
12	10	6	8	8	4
13	6	7	9	7.33	3
14	8	5	8	7	3
15	8	6	7	7	2
16	10	5	9	8	5
17	9	10	7	8.67	3
18	6	9	9	8	3
19	7	5	9	7	4
20	8	6	7	7	2
21	9	5	8	7.33	4
22	8	7	7	7.33	1
23	5	5	6	5.33	1
24	6	9	10	8.33	4
25	10	8	10	9.33	2
				$\bar{\bar{x}} = 7.17$	$\bar{R} = 2.56$



- **Paso 2.-** Calcular la media aritmética grupal  $\bar{x}$  y la media muestral  $\bar{\bar{x}}$ .
- **Paso 3.-** Obtener la diferencia entre el valor máximo y el valor mínimo del grupo. Este valor se denomina rango, amplitud u horquilla. ( $\bar{r}$ )
- **Paso 4.-** Se calculan la línea central  $\bar{\bar{x}}$ , límite superior de control (LSC) y el límite inferior de control (LIC). La línea central se obtiene del paso 2.

Para el límite superior de control :

$$LSC = \bar{\bar{x}} + A_2 \bar{r}$$

Donde :

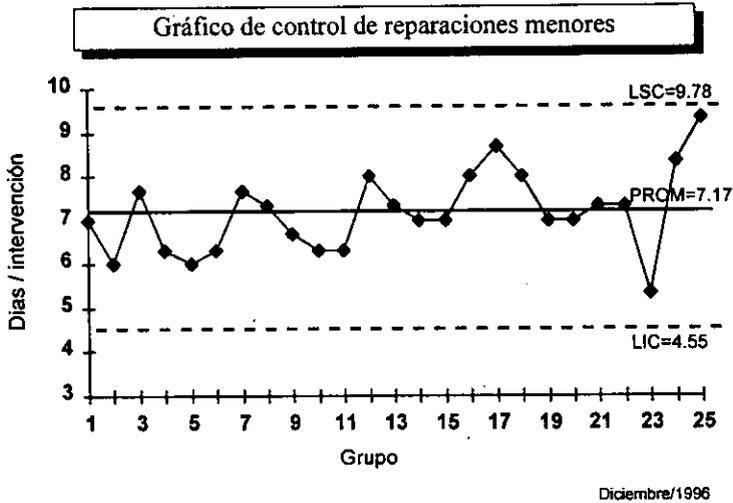
$$\begin{aligned} \bar{\bar{x}} &= 7.17 \\ \bar{r} &= 2.56 \\ A_2 &= 1.023 \end{aligned} \qquad LSC = 7.17 + 1.023 (2.56) = 9.78$$

$A_2$  se busca en la tabla de constantes de cálculo (Apéndice VI.1) con  $n=3$  (tamaño de la muestra)

Para el límite inferior se tiene:

$$\begin{aligned} LIC &= \bar{\bar{x}} - A_2 \bar{r} \\ &= 7.17 - 1.023 (2.56) = 4.55 \end{aligned}$$

- **Paso 5.-** se grafican los valores de  $\bar{x}$  usando el eje horizontal para el número de grupos y el eje vertical para los valores de  $\bar{x}$  como se muestra en la figura 17:



**Figura 17. Gráfico de Control**

#### II.4.7.- Hojas de verificación <sup>(10)</sup>.

Es una lista o formato para verificar que la recolección de datos se toma en forma regular y ordenada con el fin de establecer normas y parámetros en los procesos productivos. Su uso va ligado a la elaboración de histogramas o diagramas de Pareto.

En la figura 18 se tiene un ejemplo típico de una hoja de verificación; basada en el diagrama de Pareto de la figura 7 permite recolectar datos con el objeto de someterlos a análisis y posteriormente poder establecer metas.

El diseño de la lista o formato dependen de las condiciones particulares de la recolección que se vaya a efectuar. En este caso se ilustra un formato que representa el establecimiento de una hoja de recolección de datos en un proceso productivo como es el caso de las operaciones realizadas en reparaciones menores. Además, permite



de una forma rápida establecer un comparativo entre las metas a alcanzar y los tiempos realizados en cada una de las actividades mencionadas.

Hoja de verificación			
Registro de tiempos de esperas en las reparaciones menores			
Pozo: _____		Tipo de intervención: _____	
Actividades	Meta (hrs)	Retraso (hrs)	Observ.
1.- Por transporte.			
2.- Espera Línea de acero.			
3.- Espera fluido de control.			
4.- Espera material químico.			
5.- Espera unidad de alta presión.			
6.- Espera tubería.			
7.- Repara equipo (especifique: estructural, mecánico, eléctrico)			
8.- Espera compañías de servicio (especifique tipo de compañía)			
9.- Espera personal. (especifique categorías)			
10.- Otros (especificar)			
Espta. de Perforación		Espta. de Producción	Espta. de Compañía
Fecha de reporte : _____			

Figura 18. Hoja de verificación

### II.5.- Ejemplo ilustrativo.

#### Determinación de límites de control para reparaciones menores del área de Poza Rica

Esta parte trata de ejemplificar de una manera rápida y objetiva como determinar los límites de control de cada uno de los tipos de reparación menor. Todo ello basado en la utilización de las herramientas básicas de la calidad.



Este trabajo se realizó en función de la información generada en reparaciones menores durante 1994, y más específicamente tomando en cuenta los tiempos realizados para 2 tipos de reparaciones en especial: reparaciones de bombeo neumático (RBN) y reparaciones de bombeo mecánico (RBM).

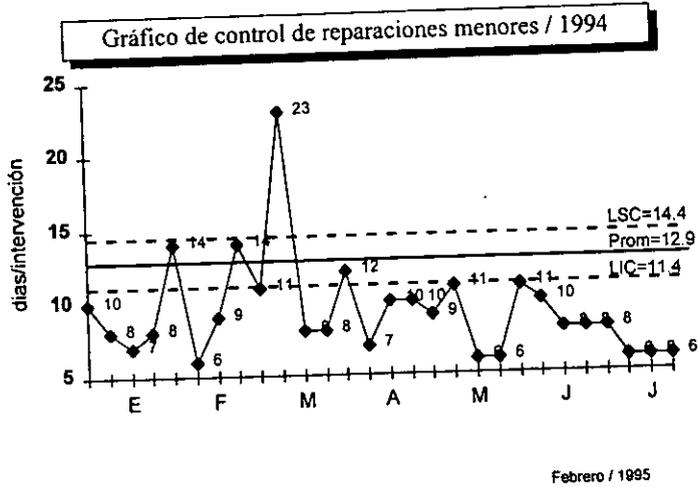
### Reparaciones de Bombeo Neumático (RBN)

En primer lugar se estratificó por campo el total de las intervenciones de reparación de bombeo neumático (RBN), expresadas en la Tabla I:

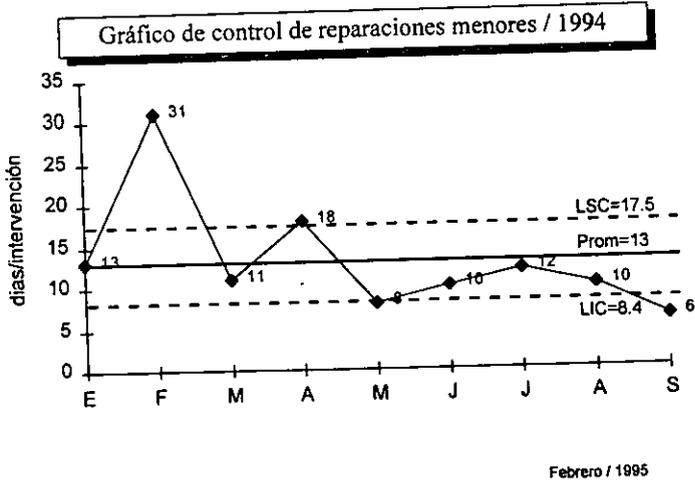
Tabla I. RBN clasificadas por campo

CAMPO	LIC	1994	LSC	Num.de intervenciones
		X		
San Andrés	11.4	12.9	14.4	48
Remolino	11.5	14.9	18.1	24
Hallazgo	8.4	13	17.5	13
C.del Carbón	9	11.8	14.4	10
Escolín	8	9.1	10.2	21
Poza Rica	9.2	11.6	14	11
Nvo.Progreso	--	13	--	3
Alemán	--	12	--	3
	11.5	12.5	13.5	133

Siguiendo los criterios de estratificación y diagramas de control, se determinó para algunos de éstos campos los límites de control inferior y superior, dando por resultado los siguientes gráficos:



**Figura 19. RBN campo San Andrés**



**Figura 20. RBN campo Hallazgo**

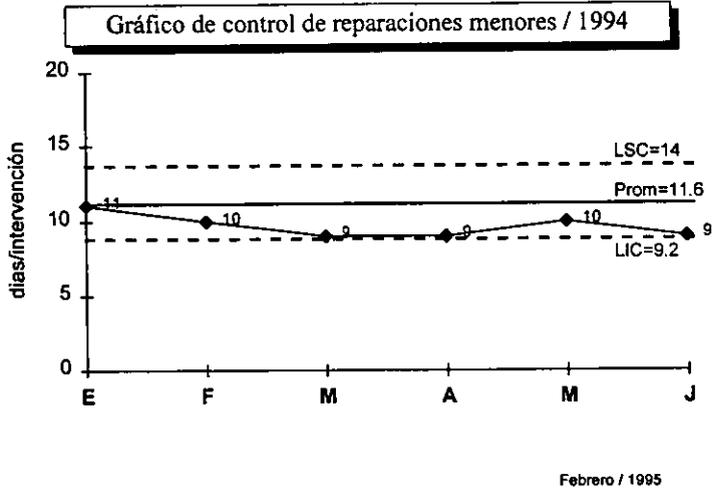


Figura 21. RBN campo Poza Rica

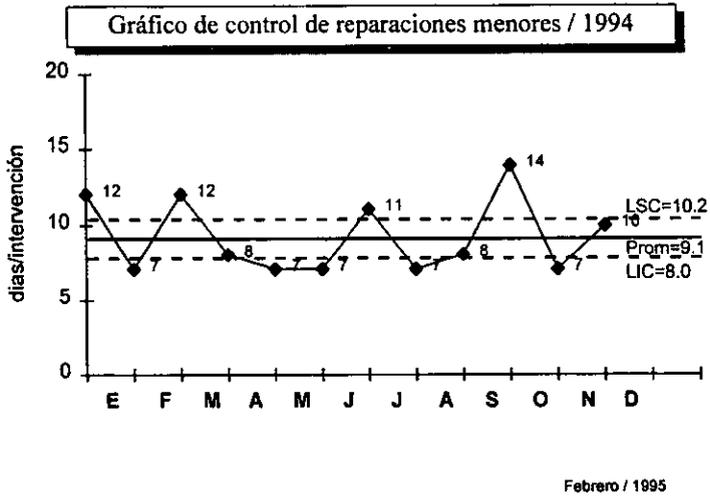


Figura 22. RBN campo Escolín



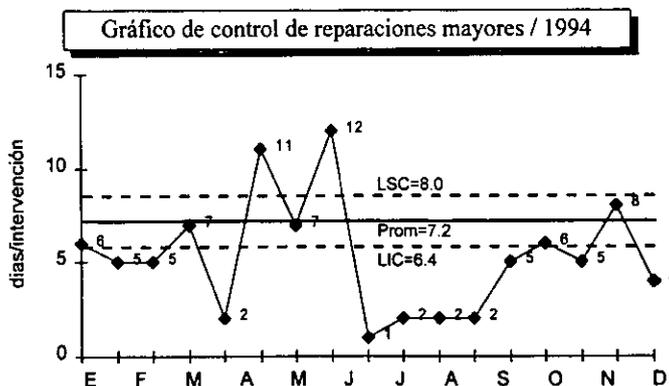
### Reparaciones de Bombeo Mecánico (RBM)

De manera similar a la empleada en las reparaciones de bombeo neumático se tomaron en cuenta el total de las intervenciones de reparación de bombeo mecánico realizadas durante 1994, expresadas en la tabla II :

Tabla II. RBM clasificadas por campo

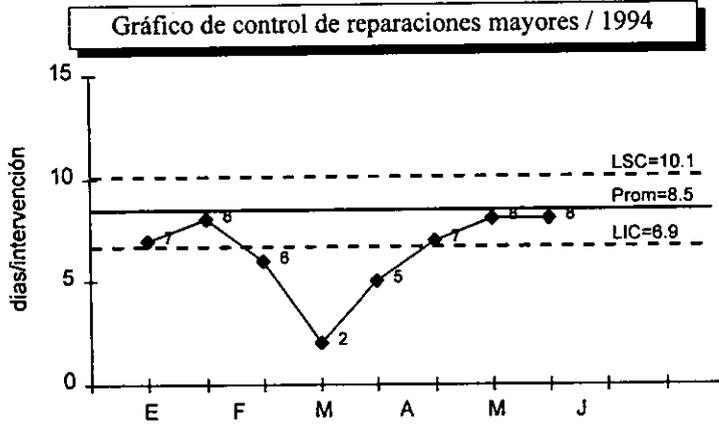
CAMPO	LIC	1994	LSC	Num.de intervenciones
		X		
Poza Rica	6.4	7.2	8.0	35
Tajin	8.2	9.5	10.8	12
Mecatepec	6.9	8.5	10.1	10
Papantla	--	5	--	2
Petronac	--	10	--	2
Alemán	--	9	--	1
	11.5	12.5	13.5	133

Siguiendo los criterios de estratificación y diagramas de control, se determinó para algunos de estos campos los límites de control inferior y superior, dando por resultado los siguientes gráficos:



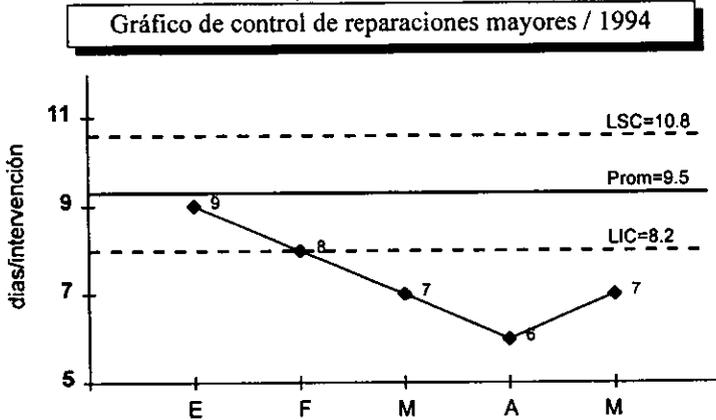
Febrero / 1995

Figura 23. RBM campo Poza Rica



Febrero / 1995

**Figura 24. RBM campo Mecatepec**



Febrero / 1995

**Figura 25. RBM campo Tajín**



menores

Esta forma de elaborar los análisis utilizando únicamente los gráficos de control, permite detectar en forma rápida y oportuna las áreas de oportunidad que se deben de atacar de inmediato y a la vez permite fijar las metas que le permitan mejorar sus prácticas operativas. No hay que olvidar que un 95% de los análisis de procesos se pueden realizar utilizando las siete herramientas de la calidad.



### **CAPÍTULO III**

## **METODOLOGÍA DE DETECCIÓN DE METAS**

Una vez analizadas las herramientas básicas de la calidad, en este capítulo se describen las etapas de los métodos de muestreo, medición, división y análisis de tipo estadístico intermedio.

La figura 2 muestra que la mayoría de métodos estadísticos para el control de la calidad se encuentran clasificados dentro de los básicos, y que aún cuando es necesario aplicar en todos los sistemas de calidad estas siete herramientas básicas, en algunos otros casos se deberá recurrir invariablemente a herramientas de tipo intermedio.



menores

Las empresas que iniciaron un sistema de calidad son aquellas donde se debe de hacer uso de estos métodos, ya que el paso siguiente a la implantación de un sistema de calidad debe ser el denominado mejora continua.

El progreso de una industria en cuanto a productividad no puede separarse del empleo de los métodos estadísticos intermedios; por medio de éstos es como se mejora el nivel de calidad, se aumenta la confiabilidad y se reducen los costos. La clave es el pertinaz empleo del análisis de procesos, durante un largo período de tiempo.

Para el análisis de procesos de tipo intermedio se cuenta con las herramientas:

- Pruebas de estimación
- Diseño simple de experimentos

En realidad estas técnicas están basadas en el método científico, el cual se plantea una serie de pasos hasta llegar a una comprobación de la hipótesis inicial, que en este caso es la solución a uno o varios problemas específicos.

### **III.1.- Pruebas de estimación**

Estas pruebas de estimación son los tres pasos iniciales que permiten establecer para una problema específico las bases de análisis.

#### **1. - Identificación del problema:**

- a) Para tener claramente definido aquello que no está sucediendo como debería de suceder se debe, en primer lugar, localizar la **diferencia o desviación**.

Para lograrlo es necesario seguir el siguiente procedimiento:



- Establecer los indicadores estándares.
- Revisar periódicamente recursos, procesos y productos de nuestra unidad.
- Preguntar que está funcionando mal.
- Aplicar los métodos de hojas de chequeo o tormenta de ideas.

b) En segundo lugar se debe **simplificar y separar**, esto quiere decir que se debe definir y atacar un sólo problema, en lugar de juntar muchos.

En este caso el procedimiento consiste en listar las partes de que está compuesto el problema, preguntar cómo se manifiesta el mismo y pedir ejemplos al área afectada.

c) En tercer término se deben **fixar prioridades**, utilizando el tiempo y solucionando primero los problemas más importantes.

Esto se logra aplicando a los problemas los elementos:

- Gravedad : daño en lo material, económico y humano.
- Urgencia : presión de tiempo o exigencia de autoridades.
- Tendencia : Comportamiento del problema si es : creciente, estable o decreciente.
- Aplicando el principio del análisis de Pareto: del 100% de nuestros problemas el 80% son triviales, el 20% son importantes y solucionando éstos se solucionan aquellos.

d) Por último, se debe **escalonar** para asegurarse que la causa inmediata es desconocida y así ahorrar tiempo y esfuerzo que se gastarían innecesariamente buscando una causa que ya se conoce. Una buena forma es preguntarse ¿ conozco la causa inmediata de este problema ?, mientras no se responde a ella no se conocen las causas.



## 2.- Análisis del problema:

a) Al enunciar el problema se tendrá bien definido el objetivo y permitirá mantenerse siempre en la pista de lo que se busca. La forma más fácil de lograr lo anterior es enunciando el objeto y el defecto.

b) Dimensionar el problema permite visualizar desde las cuatro preguntas claves la descripción detallada el problema:

¿ Qué ?	=> identidad
¿ Dónde ?	=> ubicación
¿ Cuándo ?	=> tiempo
¿ Cuánto ?	=> magnitud

c) Para poder distinguir con claridad si es o no el problema y tener puntos de comparación para localizar características y probar las posibles causas se debe **delimitar el problema**. En gran medida esto se logra durante el dimensionamiento, sólo que aquí se debe preguntar lo que realmente no es el problema a resolver.

- Además se debe identificar como punto de comparación lo mas cercano, parecido, relacionado o similar al problema que pudo haber sido pero que no es.

d) En cuarto término se debe localizar con mayor precisión y rapidez el cambio que produjo el problema esto es, **establecer las características**.

Esto equivale a preguntar qué característica es exclusiva de lo que si es el problema comparado con lo que no es el problema. (por ejemplo: que es distinto, propio, diferente, único, peculiar, especial)



### 3.- Causa del problema:

- a) **Cambios ocurridos.** Esto permite localizar la posible causa que originó el problema, de manera que conociendo los cambios ocurridos se puede llegar a la causa. La manera mas sencilla es preguntando ¿ qué ha cambiado en o alrededor de cada característica ?
- b) **Hipótesis o posibles causas.** Es necesario establecer esta teoría para reducir el campo de la búsqueda y orientar hacia la causa más probable. Por ejemplo hay que preguntarse ¿qué de este cambio pudo producir el defecto?
- c) Una vez propuestas las teorías , es necesario reducir el número de causas más probables que se tengan que comprobar mediante lo que se denomina **prueba de hipótesis o posible causa**. Para tal efecto, se dispone de dos caminos:
- Probando constructivamente, preguntando ¿ésta es la causa? (una de las hipótesis); ¿ Es posible que se presente el defecto en el es y no en el no es ?
  - Probando destructivamente, es decir, con la intención de derrumbar la hipótesis y no de defenderla por capricho.
- d) La **comprobación** sirve para probar en la realidad que la causa mas probable que se encuentra en el papel, es la verdadera y que en el plan de solución esta bien fundamentado. Se tiene que comprobar en el lugar que ocurren los problemas.

Como puede concluirse en este apartado, se tiene como compromiso al aplicar este tipo de pruebas el tener una visión plena y concreta de lo que afecta a la empresa.



### III.2.- Diseño simple de experimentos

Una vez aplicados los tres pasos de las pruebas de estimación se tienen las condiciones para aplicar el diseño simple de experimentos, el cual consiste de dos etapas:

#### 1.- Realizar el plan de solución de un sistema.

a) **Costo-beneficio de la solución.** Esto permite demostrar la conveniencia de realizar el arreglo y solución a un problema del que se haya encontrado la causa. Para llevar a cabo un análisis correcto se debe:

- Cuantificar económicamente el daño que está produciendo actualmente el problema
- Presupuestar lo que costaría (monto de inversión), solucionarlo en :
  - Horas/hombre.
  - Materiales y equipo.
  - Energéticos.
  - Varios.
- Cuantificar el ahorro que se tendría (retorno de la inversión), aún restando lo que se gastaría en su solución.

b) Para garantizar la autorización de llevarse a cabo la solución y para recibir el apoyo de otras áreas que se ven afectadas por el problema es necesaria una correcta **presentación y coordinación**. Esto se logra describiendo en cualquier medio de presentación (rotafolio, acetatos, gráficos, reportes) el proceso que se siguió para analizar el problema y el estudio costo-beneficio que garantiza la conveniencia económica o de ambiente y relaciones humanas de solucionarlo por completo.

No hay que olvidar que la presentación debe hacerse a los mandos medios y altos y a otras áreas que se verían afectadas con la solución.



- c) El siguiente paso es diseñar un **plan de acción**, para asegurarse de que se lleve a cabo la solución del problema una vez que ha sido autorizada. Este plan puede estar diseñado mediante cualquier técnica: Pert (ruta crítica), Gant (programa calendarizado de barras), etc.
- d) El **reporte y evaluación** sirve para demostrar el resultado del análisis y solución del problema transcurrido y a un tiempo razonable. Este reporte debe tener las siguientes características:
- Describir como se realizó el plan de acción.
  - Evaluar económicamente los beneficios reales obtenidos hasta la fecha y comparar con los que se habían presentado en el estudio de costo-beneficio.

## 2.- Evitar posibles problemas futuros.

- a) Se sabe que los problemas los causan los cambios por lo tanto, antes de hacerlo es importante **planear el cambio** para evitar en el futuro posibles problemas. ¿Cómo se planea el cambio?:
- Estableciendo y realizando un plan de acción que tome en cuenta todo lo que podría salir mal y sus medidas para evitarlo o disminuirlo, contestando al menos las preguntas básicas de:
    - ❖ Que va a cambiar.
    - ❖ Donde se va a hacer el cambio.
    - ❖ Cuando se va a hacer el cambio.
    - ❖ Quien va a hacer el cambio.
- b) **Posibles problemas.** De nueva cuenta deben analizarse los problemas, pero ahora los que pueden presentarse durante el proceso de solución para determinar las causas mas probables y adoptar acciones apropiadas para eliminarlos.



c) Aún cuando parezca contradictorio, se deben establecer en el plan de cambio, las acciones más apropiadas para evitar problemas o para disminuir los efectos del mismo. Para ello hay que establecer para cada problema y causa, las acciones:

- Preventivas: con el fin de reducir la probabilidad de que reaparezca el problema; deben ir contra la posible causa.
- Contingentes o correctivas : reducen los efectos del problema cuando ya se presentó.

Es importante mencionar que este tipo de procedimientos se auxilian de manera recurrente de las herramientas de tipo básico para un mejor seguimiento y control de las actividades a mejorar.

### **III.3.- Metodología de la detección.**

Establecer metas, tanto personales como organizacionales , es tan práctico y tan lógico como decidir a dónde y por que medios se va a ir, antes de iniciar un viaje. En la mayor parte de los casos, la organización desea ir a los lugares a los que nunca se ha ido, esto es un nivel de productividad, de calidad o de rentabilidad de los cuales no hay antecedentes. Como en el caso que nos ocupa, las ramas que integran a la industria petrolera parten por primera vez hacia un camino que parece tortuoso pero obligado: el camino a la calidad. El proceso para fijar metas consiste en prepararse para ir a ése determinado lugar.

Según el criterio más ampliamente aceptado, una meta debe definir resultados finales específicos y bien definidos; toda aquella que no lo describa resulta ambigua. Las metas requieren de enunciados mucho más específicos que las ambigüedades, por lo que los criterios que deben seguir son los siguientes:



- **Aceptadas por ambas partes.** Dentro del ámbito de las organizaciones, para que logren su máxima eficacia, las metas deben ser aceptadas de común acuerdo y, de ser posible, hasta fijadas mutuamente por el jefe y su subordinado. Lo ideal es que el subordinado establezca las metas y su jefe inmediato las revise y las apruebe posteriormente. Cuando sucede lo contrario, el ejecutivo fija metas que no representan un reto ni son reales, en un intento por impresionar favorablemente a sus superiores. En este trabajo se fija como prioridad el establecimiento de objetivos que sirvan de inicio a la fijación de metas más ambiciosas.
  
- **Las metas deben ser realistas.** Es decir, difíciles pero realizables. Un error muy común en éste sentido consiste en que los ejecutivos fijan metas en términos de "deberían ser" absolutos y no en términos de "mejoramiento", yendo de donde se está hacia donde se debería de estar, mediante un avance cuantitativo. Es frustrante y desmoralizador estar siempre a punto de llegar pero nunca cumplir con las metas . Puesto que el establecimiento de metas viene a ser el proceso por medio del que siempre se busca el mejoramiento, las metas cuando se cumplen, pueden reemplazarse por metas nuevas y mas ambiciosas. Esto no significa, como se comentó en el párrafo anterior, que el desempeño puede ir mejorándose indefinidamente sin que se lleve a cabo un importante cambio en las condiciones, los métodos y los equipos, sino mas bien que las metas a corto plazo, cuyo cumplimiento es mas realista, pueden servir de trampolín para cumplir con el tiempo, metas mas ambiciosas.
  
- **Específicas.** Las metas deben enunciar lo que se intenta llevar a cabo en términos específicos y con un calendario específico para su cumplimiento. "Mejorar la calidad" no es el enunciado de una meta. Los enunciados de las metas se centran en los resultados finales deseados e identifican condiciones específicas cualitativas que servirán para confirmar si se lograron o no las metas. "Reducir el actual tiempo de reparaciones menores a pozos en el área de Poza Rica en un 40%, de 8 a 5 días en un periodo de 2 años" es el



enunciado de una meta válida, que al incluir fechas límite tiende a producir un sentido de urgencia gerencial y operativo que de otra manera no existiría.

- **Comprensibles.** Las metas deben abarcar todas las áreas de las actividades de la organización cuyo cumplimiento o mejoramiento tenga importancia. En algunas organizaciones el establecimiento de metas solo cubre las áreas de producción, de pedidos o de ventas, dejando por alto factores tan importantes como los costos, el servicio, la calidad o la contribución a las utilidades. Además, si se logran coordinar metas entre los distintos departamentos, se eliminarán las barreras entre ellos y se incrementará la productividad.
- **Provechosas.** Las metas organizacionales deben valer la pena en el sentido de que sean compatibles o contribuyan al cumplimiento del propósito primario o razón de ser de la empresa; así, las personas o grupos de trabajo considerarán que las metas les representarán un reconocimiento a medida que se logren cumplir.
- **Escritas.** Cuando las metas se presentan por escrito, provocan la dedicación a su cumplimiento, ya que ayudan a recordar con exactitud lo que se desea llevar a cabo y además, representan un estándar contra el cual puede compararse el avance, permitiendo reorientar los esfuerzos en el caso de una desviación o de que se haya perdido de vista la meta deseada.

### **Proceso para establecer y lograr las metas.**

Ahora bien, el proceso para establecer y lograr las metas está constituido por pasos específicos, desde señalar los problemas de productividad y las áreas de oportunidad, hasta la realización de tales mejoras. Para ello es preciso enumerar y describir las 7 etapas de que consta este proceso.

- **Etapas 1. Identificar las oportunidades de mejorar la productividad.** El mejoramiento de la productividad se inicia con una revisión sistemática de las



condiciones de los problemas actuales, aunada a un deliberado esfuerzo por detectar oportunidades de mejorar la productividad que sobrepasen los problemas actuales. Siendo las situaciones "problema" las más fáciles de detectar, no se debe menospreciar las de menor potencial, ya que a menudo ofrecen iguales y hasta mayores oportunidades de mejorar la productividad. Un buen punto de partida es examinar en primera instancia las áreas con mayor mano de obra y/o las áreas con mayor porcentaje de los costos de producción.

- **Etapa 2. Cuantificar el potencial de productividad a largo plazo.** Los problemas y las posibilidades se caracterizan porque en ellos se presentan desviaciones desfavorables entre lo que "es" y lo que "debería ser". Para poder cuantificar lo que se es y lo que se debería ser, es necesario idear y aplicar un factor de medida conveniente, es decir con base en los insumos y resultados reales a corto plazo e insumos y resultados ideales a largo plazo. Esta medición escogida o porcentaje de productividad, vuelve a evaluarse con toda intención durante la etapa 6 con objeto de confirmar su validez.
- **Etapa 3. Identificar obstáculos.** Este paso consiste en definir y decidir las prioridades de todos esos factores que se hayan reconocido que limitan el desempeño de la productividad tanto en el presente como en el futuro. Los obstáculos se refieren a cualquier cosa que sea o pueda llegar a ser un impedimento para lograr las metas, pudiéndose presentar en la capacidad de los equipos, en la capacidad de los procesos, en la cantidad de materiales, en la disponibilidad de los recursos necesarios y en la oposición al cambio, por ejemplo. Esto da como resultado un listado específico y por orden de importancia de las razones específicas de los incumplimientos del pasado y de los factores que podrían llegar a frustrar los esfuerzos en el futuro.
- **Etapa 4. Desarrollo de un plan para superar los obstáculos, reales y previstos, que permitan alcanzar el potencial de productividad a largo plazo.** Este paso permite reconsiderar ciertas condiciones y poder efectuar ciertos cambios como requisito para lograr los mejores resultados. Aunque los



menores

planes en forma de acciones específicas son importantes, también lo es la generación de una actitud gerencial que se caracterice por la persistencia. Implantar distintos cursos de acción es muy importante para superar los obstáculos, desarrollando tantas opciones como sea posible, listándolos en orden de prioridad o de la efectividad que se espera de cada uno de ellos. En los casos en que los planes para superar ciertos obstáculos no se puedan llevar a cabo por razones materiales u organizacionales, la meta debe ajustarse buscando una solución viable.

- **Etapa 5. Redactar el enunciado de la meta a corto plazo.** Sólo después de haber examinado las oportunidades, cuantificado los potenciales, definido los obstáculos y desarrollado los planes para superar tales obstáculos, se puede desarrollar el enunciado de la meta a corto plazo. Esta meta debe ser importante para el propósito de la organización, ser compatible con las otras metas, factible de ser medida y de tener una fecha límite para su cumplimiento, sin olvidar de que debe ser concensada por todo el personal involucrado en ella. La responsabilidad del cumplimiento de la meta debe quedar perfectamente entendida y aceptada.
- **Etapa 6. Diseño e implantación de mediciones e informes.** Para elevar la productividad, son esenciales los informes periódicos que comuniquen con precisión los logros reales en productividad comparándolos contra las metas fijadas y en determinadas fechas. El formato de los informes debe contribuir a que su preparación sea económica y oportuna y, además debe permitir una fácil comprensión del desempeño operativo.
- **Etapa 7. Evaluación de los resultados y de la realización de las acciones ejecutivas que permitan lograr el cumplimiento de las metas de productividad.** Este es un paso importantísimo: lograr los resultados elevando la productividad. Aquí se evalúan los resultados para determinar el grado de cumplimiento de las metas y confirmar que los procesos gerenciales para mejorar la productividad están donde deben y funcionan como se espera. Los datos acumulados permiten reconocer la existencia de



tendencias, también sirven de base para planear y fijar las metas para el futuro.

Esté proceso de siete pasos para establecer y lograr las metas proporciona el marco de trabajo dentro del cual puede desarrollarse el propio programa de mejoramiento de la productividad. Como se ha mencionado a lo largo de las diversas etapas descritas, es muy importante el ambiente laboral que se tenga en la organización, ya que permite la empatía del personal y la aceptación de las metas para incrementar la productividad.



## **CAPÍTULO IV**

### **EJEMPLO DE APLICACIÓN**

La inconsistencia en la prestación de los servicios proporcionados en mantenimiento de pozos hacia sus clientes hace manifiesta la importancia de implantar un sistema de calidad, orientada a mejorar sus procesos productivos.

La tabla III es el cuadro sinóptico que permite visualizar en forma rápida y precisa las acciones tomadas en este trabajo y el orden en que se llevaron a cabo para detectar las áreas de oportunidad, así como las herramientas utilizadas en cada etapa.



Tabla III. Metodología de análisis

No.	Acción	Areas de oportunidad	Herramienta
1	Identificación del problema	Lentitud operativa	Tormenta de ideas
2	Identificación de pozos para su análisis	Pozos con duración de 8 días o menos clasificados por: equipos, tipo de intervención, tiempo por intervención.	Estratificación de datos Histogramas
3	Captura de información de campo	Actividades globales Actividades particulares Formato FRD001	Estratificación de datos Hoja de verificación
4	Planteamiento para la fijación de tiempos por actividad	Creación de una base de datos	Metodología de detección de metas
5	Análisis de la información obtenida	Proyección de niveles futuros de rendimiento dentro de la etapa de integración	Diagramas de Ishikawa
6	Fijación de metas por actividad	Parámetros de medición	Metodología benchmarking
7	Indicadores económicos	Análisis costo-beneficio	Metodología de detección de metas

#### IV.1.- Identificación del problema

Se efectuó una serie de reuniones entre los especialistas de mantenimiento de pozos y sus clientes, con el fin de determinar mediante el uso de tormenta de ideas, los efectos que impactan en la calidad de los servicios. Estos generalmente se



menores

proporcionaban con muchos altibajos en la calidad de los mismos y con un alto precio, como por ejemplo :

- ◊ Pozos desviados del programa original.
- ◊ Objetivo no alcanzado.
- ◊ Pozos con daño a la formación (no entraban a la batería).
- ◊ Pozos fuera de tiempo, lo cual provoca no cumplir con el programa de producción comprometida (producción diferida).
- ◊ Pozos perdidos por problemas mecánicos.
- ◊ Pozos unos caros y otros baratos, etc.

A decir de los clientes, la mayoría de los pozos que presentaban dichas anomalías eran los siguientes :

- \* Pozos en reparación menor.
- \* Con duración de 8 días o menos.
- \* De los campos cercanos al área Poza Rica.

Esto obligó a los especialistas de reparación de pozos a enfocar sus esfuerzos en mejorar las prácticas operativas de los pozos que presentaban las características descritas anteriormente.

## **IV.2.- Identificación de pozos para su análisis**

### **Estratificación de las reparaciones menores con duración de 8 días o menos por intervención**

En el área de Poza Rica los especialistas de terminación y reparación de pozos concientizados del mejoramiento continuo de calidad en su ámbito de competencia, se han preocupado en que cada día sea más rentable su actividad; para lo cual, y después de haber ido superando sus metas, con una mejora a través de la optimización



de tiempos de operación, atacando las desviaciones a los programas de intervención a pozos, llegaron a la conclusión de que para mejorar este ritmo de trabajo debían enfocar toda su atención a los pozos o intervenciones en donde obtuvieron los mejores tiempos a fin de mantener la optimización.

De esta política, nació la inquietud de efectuar un análisis tipo benchmarking en los pozos en donde el tiempo por intervención fue menor o igual a 8 días, encontrando en primer lugar que de las 138 intervenciones realizadas en el periodo de estudio (enero-agosto/96) 73 de ellas cumplían con el requisito preestablecido representando lo anterior el 53%, tal como se esquematiza en la figura 26.

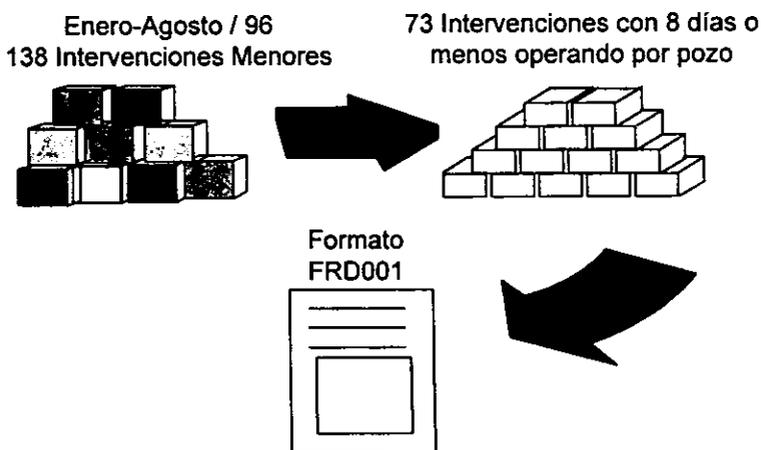


Figura 26. Bases para el análisis

A continuación se estratificó la información necesaria para la identificación de los equipos que han logrado un tiempo menor o igual a 8 días por intervención durante el periodo enero-agosto/96, esta información se presenta en la Tabla IV.



**Tabla IV. Estratificación de equipos con 8 días o menos por intervención**

Equipo	No. Viajes p/su transp.	Costo por día/equipo (N\$)
5550	15(13d+2q)	14,660
5556	5(5d)	14,660
5576	13(12d+1q)	14,660
5586	8(7d+1q)	14,660
5600	6(5d+1q)	14,660
5601	6(6d)	14,660
5615	15(13d+2q)	14,660
5652	9(9d)	17,730
5654	12(11d+1q)	17,730
5662	13(11d+2q)	17,230
	<b>Promedio</b>	<b>15,530</b>

Abreviaturas: q = tracto camión quinta rueda; d = tracto camión carga directa

Una vez que se tuvieron identificados los equipos, se procedió a la estratificación de las intervenciones realizadas por cada uno de ellos, de acuerdo al número de días utilizados, quedando plasmada esta información en la Tabla V y en la figura 27:

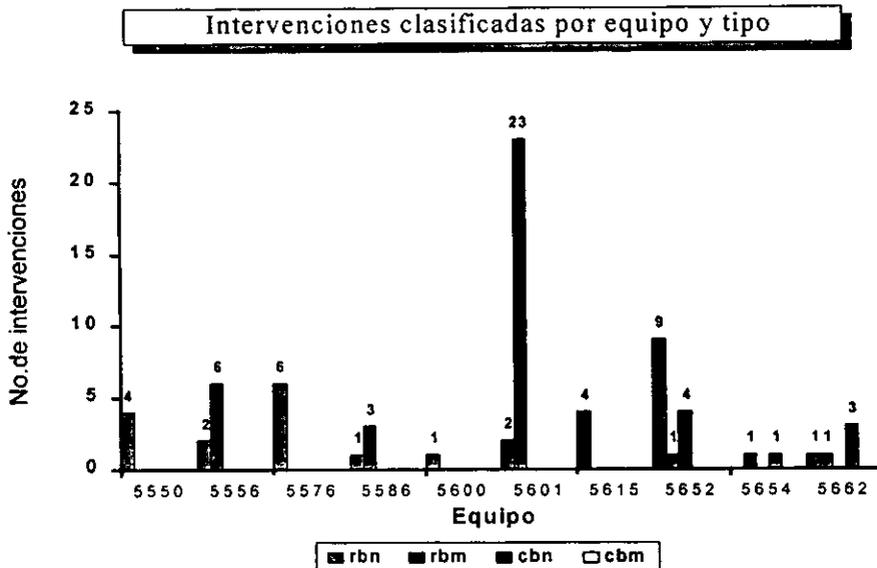
**Tabla V. Estratificación de pozos por tipo de intervención**

Equipo	Rbn	Rbm	Cbn	Cbm	Total
5550	4				4
5556	2	6			8
5576	6				6
5586	1	3			4
5600	1				1
5601	2	23			25
5615	4				4
5652	9	1	4		14
5654		1		1	2
5662	1	1		3	5
<b>Total</b>	<b>30</b>	<b>35</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>73</b>

Abreviaturas: Rbn = reacondicionamiento de bombeo neumático.  
 Rbm = reacondicionamiento de bombeo mecánico.  
 Cbn = conversión a bombeo neumático  
 Cbm = conversión a bombeo mecánico



De acuerdo a lo anterior, se tiene que de las 73 intervenciones muestreadas para el análisis, corresponden 30 operaciones de bombeo neumático, 35 de bombeo mecánico, 4 de conversión a bombeo neumático y otras 4 a bombeo mecánico; asimismo, los equipos con mayor número de intervenciones fueron el 5601 con 25, el 5652 con 14 y el 5556 con 8.



**Figura 27. Reparaciones menores por tipo**

En la tabla VI y figura 28 se presenta la clasificación de las intervenciones tomando en consideración el número de días que se utilizaron en su realización, así como los equipos que las efectuaron.

En esta tabla se puede observar que los mejores equipos en cuanto a días por intervención fueron: el 5601 con 25 pozos y el 5652 con 14; así mismo, queda también definido que de los 73 pozos seleccionados para su estudio, 21 de ellos se intervinieron en 8 días, 20 en 6, 16 en 7 y 14 en 5.



Tabla VI. Estratificación de intervenciones por duración

Días/interv.	8	7	6	5	4	Total
<b>Equipo</b>						
5550	2	2				4
5556	5	3				8
5576	4		2			6
5586		2	1	1		4
5600		1				1
5601	3	1	8	11	2	25
5615	1	1	2			4
5652	2	6	6			14
5654			1	1		2
5662	4			1		5
<b>Total</b>	<b>21</b>	<b>16</b>	<b>20</b>	<b>14</b>	<b>2</b>	<b>73</b>

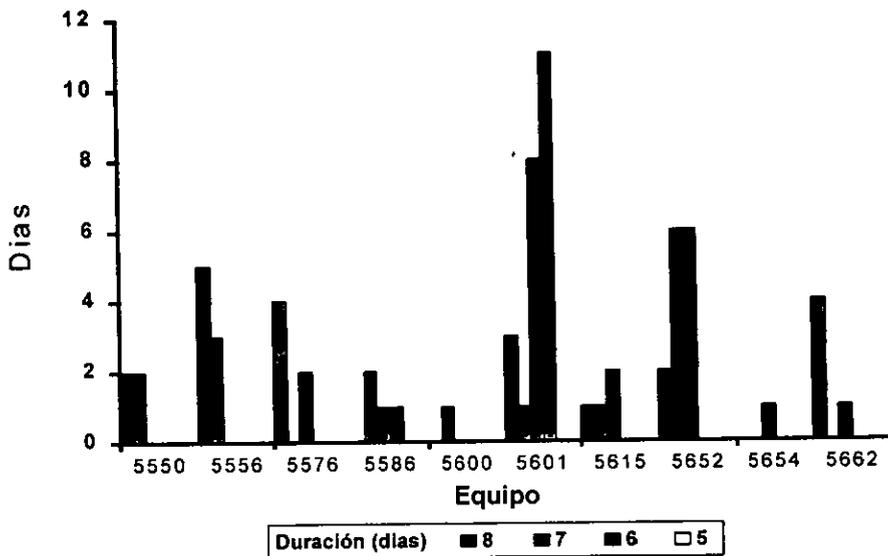


Figura 28. Intervenciones clasificadas por equipo y duración (Histograma de frecuencias)



menores

Definidos los equipos con los mejores tiempos y mayor número de intervenciones, se procedió a la identificación de los campos del área en donde se laboró (Tablas VII, VIII y figura 29).

**Tabla VII. Número de intervenciones por campo**

Campo/Eq.	5550	5556	5576	5586	5600	5601	5615	5652	5654	5662	Total
Poza Rica		2		3		9		1	2	1	18
Escolin				1		1		4			6
Mecatepec		5				3					8
Alemán						3					3
M.A.C.		1				4					5
Papantla						2					2
Petronac						1					1
Tajin						2				3	5
Agua Fria								4			4
San Andrés	4		5				3	4		1	17
Remolino					1		1				2
Hallazgo			1					1			2
<b>Total</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>25</b>	<b>4</b>	<b>14</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>73</b>

**Tabla VIII. Duración de las intervenciones por campo**

Duración (días)	8	7	6	5	4	Total
<b>Campo</b>						<b>Total</b>
Poza Rica	3	4	4	6	1	18
Escolin	2	4				6
Mecatepec	3	2	1	2		8
P. Alemán			1	2		3
M.A. Camacho	1		2	2		5
Papantla	1		1			2
Petronac					1	1
Tajin	2		1	2		5
Agua Fria		2	2			4
San Andrés	8	3	6			17
Remolino		1	1			2
Hallazgo	1		1			2
<b>Total</b>	<b>21</b>	<b>16</b>	<b>20</b>	<b>14</b>	<b>2</b>	<b>73</b>



menores

En las Tablas VII y VIII se observa que el mayor número de intervenciones corresponde a los campos de Poza Rica, San Andrés y Mecatepec.

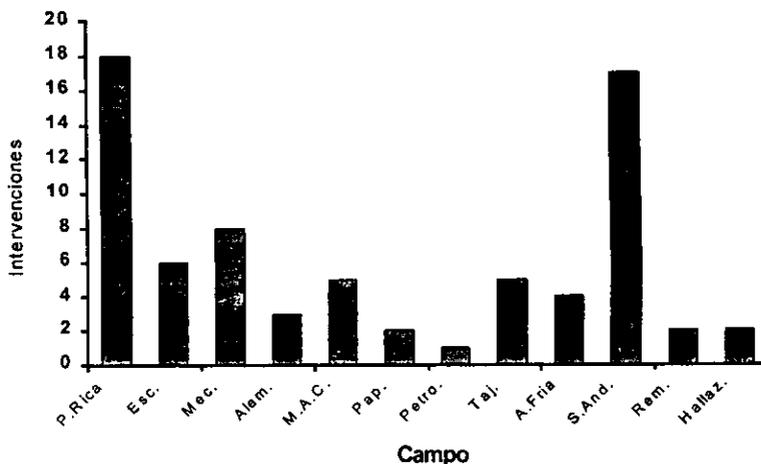


Figura 29. Número de intervenciones por campo

### IV.3.- Captura de información de campo

Tras la identificación de los equipos, tipo de intervención, los campos del área donde se laboró así como la duración por pozo mediante la técnica de estratificación, se procedió a la captura de información de tiempos operativos durante cada día de estancia del equipo en las localizaciones y pozos intervenidos, obteniéndose del reporte diario integral que elabora el inspector técnico de terminación y reparación de pozos en el campo.

Es notorio que las 73 intervenciones en estudio fueron las que aparte de cumplir con el requisito de 8 días o menos por intervención, también tuvieron reflejo en la producción, quedando fuera las que aún cumpliendo en tiempo su actividad se



menores

circunscribió a la recuperación de accesorios de bombeo mecánico o tubería de producción.

Para plasmar los datos obtenidos, dada la gran cantidad y variantes operativas, se estratificó esta información en 17 actividades, como se muestra en las Tablas IX, X y XI, en donde se resume el total del tiempo ocupado por las 73 reparaciones menores en estudio.

**Tabla IX. Tiempos por actividad (hrs)**

Actividad	No. de intervenciones					Promedi				
	30	35	4	4	73					
	Rbn	Rbm	Cb	Cbm	Total	Rb	Rbm	Cbn	Cb	Total
Duración (días)	214	211	26	27	478	7	6	6	7	7
Transporte (hrs)	342	325	37	35	739	11	9	9	9	10
No. De unidades	171	171	18	16	376	6	5	4	4	5
Distancia (kms)	364	364	7	17	752	12	10	2	4	10
Instala (hrs)	748	676	58	166	1648	25	19	14	42	23
Controla (hrs)	304	279	31	41	655	10	8	8	10	9
Arb. X prev. (hrs)	0	164	2	0	166	0	5	0	0	2
Circula (hrs)	52	107	10	19	188	2	3	2	5	3
Rec. Aparejo (hrs)	640	937	38	57	1672	21	27	10	14	23
Recon. p.i. (hrs)	20	60	51	26	157	1	2	13	6	2
Escaria (hrs)	140	206	44	26	416	5	6	11	6	6
Mete abn (hrs)	381	0	43	0	424	13	0	11	0	6
Mete abm (hrs)	0	885	0	110	995	0	25	0	28	14
Mete a.f. (hrs)	13	17	0	0	30	0	0	0	0	0
Prev. X arb. (hrs)	102	151	17	12	282	3	4	4	3	4
Opera l.a. (hrs)	128	26	48	11	213	4	1	12	3	3
Opera t.f. (hrs)	0	14	7	0	21	0	0	2	0	0
Camb. Fluidos (hrs)	35	7	12	0	54	1	0	3	0	1
Induce y observa (hrs)	105	24	127	0	1204	35	1	32	0	16
Desmantela (hrs)	278	391	31	42	742	9	11	8	10	10
Tiempo esp. (hrs)	900	795	68	103	1866	30	23	17	26	26
<b>Total</b>	<b>513</b>	<b>5064</b>	<b>624</b>	<b>648</b>	<b>11472</b>					



menores

Análisis para la detección de metas en reparaciones menores

Tabla X. Tiempos por actividad/campo

Actividad	Campo	Poza Rica	Esc	Meca-tepec	Pres. Alem.	Mac	Pap.	Petr.	Tajin	A.fria	S.An drés	Rem.	Hzgo
	Interv.	(18)	(6)	(8)	(3)	(5)	(2)	(1)	(5)	(4)	(17)	(2)	(2)
Duración	Total	110	44	54	16	30	14	4	32	26	121	13	14
Intervención (días)	Prom.	6	7	7	5	6	7	4	6	6	7	6	7
Transporte (hrs)	Total	168	75	56	25	57	24	5	48	37	207	17	20
	Prom.	9	12	7	8	11	12	5	10	9	12	8	10
Num. De unidades	Total	90	31	36	16	27	11	5	18	18	101	11	12
	Prom.	5	5	4	5	5	6	5	4	4	6	6	6
Distancia (km.)	Total	160	68	62	32	78	20	5	53	7	200	52	15
	Prom.	9	11	8	11	16	10	5	11	2	12	26	8
Trasf. (hrs)	Total	228	154	151	46	86	40	18	106	56	413	53	38
	Prom.	24	26	16	15	17	26	18	33	14	24	26	19
Control (hrs)	Total	129	78	84	11	22	49	15	52	31	136	30	17
	Prom.	7	13	10	5	5	27	5	10	5	16	15	8
Arb. X prev.(hrs)	Total	67	0	40	16	29	4	0	8	2	0	0	0
	Prom.	4	0	5	5	6	2	0	2	0	0	0	0
Circula (hrs)	Total	73	27	21	5	5	12	0	15	10	20	0	0
	Prom.	4	4	3	2	1	6	0	3	2	1	0	0
Rec. Aparato (hrs)	Total	248	78	250	35	135	6	2	76	38	402	45	41
	Prom.	25	13	32	7	27	3	1	15	10	27	22	20
Reconoce p.i.(hrs)	Total	31	0	17	0	0	0	0	38	51	0	20	0
	Prom.	2	0	2	0	0	0	0	8	13	0	10	0
Escaria (hrs)	Total	104	25	48	42	12	13	16	26	44	70	0	16
	Prom.	6	4	6	14	2	6	16	5	11	4	0	8
Meta-abn (hrs)	Total	64	61	40	10	0	0	0	0	43	206	28	25
	Prom.	3	10	20	10	0	0	0	0	11	12	14	12
Meta-abn (hrs)	Total	265	20	208	74	122	56	16	112	0	0	0	0
	Prom.	28	2	26	24	34	26	16	22	0	0	0	0
Meta-abn (hrs)	Total	18	18	10	10	0	0	0	0	0	0	0	0
	Prom.	2	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Prev. X arb. (hrs)	Total	66	16	37	11	33	8	3	16	17	60	10	5
	Prom.	4	3	5	4	7	4	3	3	4	4	5	2
Opera línea (hrs)	Total	41	25	5	2	2	0	0	4	48	69	6	11
	Prom.	2	4	1	1	0	0	0	1	12	4	3	6
Opera t.f. (hrs)	Total	0	0	9	0	0	0	0	5	7	0	0	0
	Prom.	0	0	1	0	0	0	0	1	2	0	0	0
Cambia fluidos (hrs)	Total	7	22	0	0	0	0	0	0	12	10	0	3
	Prom.	0	4	0	0	0	0	0	0	3	1	0	2
Induce y observa (hrs)	Total	132	227	3	0	0	0	0	0	127	567	65	83
	Prom.	7	38	0	0	0	0	0	0	32	33	32	42
Desmantela (hrs)	Total	216	51	109	14	78	15	5	35	31	161	13	14
	Prom.	12	8	14	5	16	8	5	7	8	9	6	7
Tiempo de espera (hrs)	Total	295	204	247	56	90	59	11	167	68	581	25	63
	Prom.	16	34	31	19	18	30	11	33	17	34	12	32



menores

Análisis para la detección de metas en reparaciones menores

**Tabla XI. Tiempos por actividad/equipo**

Actividad	Equipo	5550	5556	5576	5586	5600	5601	5615	5652	5654	5662	Total
	Interv	(4)	(8)	(6)	(4)	(1)	(25)	(4)	(14)	(2)	(5)	(73)
Duración (días)	Total	30	61	44	25	7	142	27	94	11	37	478
	Prom.	8	8	7	6	7	6	7	7	6	7	6
Transporte (hrs)	Total	37	54	77	43	8	246	53	162	10	49	739
	Prom.	9	7	13	11	8	10	13	12	5	10	10
Num. De unidades	Total	24	39	39	21	5	129	24	66	6	23	376
	Prom.	6	5	6	5	5	5	6	5	3	5	5
Distancia (km.)	Total	28	67	80	60	40	286	51	107	5	28	752
	Prom.	7	8	13	15	40	11	13	8	2	6	10
Instala (hrs)	Total	123	194	155	124	34	441	95	244	55	183	1648
	Prom.	31	24	26	31	34	18	24	17	28	37	23
Controla (hrs)	Total	27	86	44	24	20	208	35	152	11	48	655
	Prom.	7	11	7	6	20	8	9	11	6	10	9
Arb. X prev.(hrs)	Total	0	41	0	14	0	96	0	5	4	6	166
	Prom.	0	5	0	4	0	4	0	0	2	1	2
Circula (hrs)	Total	12	23	6	6	0	79	0	37	11	14	188
	Prom.	3	3	1	2	0	3	0	3	6	3	3
Rec. Aparejo (hrs)	Total	100	293	114	89	24	562	118	241	33	98	1672
	Prom.	25	37	19	22	24	22	30	17	16	20	23
Reconoce p.i.(hrs)	Total	0	17	0	0	0	43	20	51	0	26	157
	Prom.	0	2	0	0	0	2	5	4	0	5	2
Escaria (hrs)	Total	15	64	33	12	0	154	0	70	20	48	416
	Prom.	4	8	6	3	0	6	0	5	10	10	6
Mete abn (hrs)	Total	46	37	59	8	21	33	43	160	0	17	424
	Prom.	12	5	10	2	21	1	11	11	0	3	6
Mete abm (hrs)	Total	0	218	0	60	0	503	0	44	55	115	995
	Prom.	0	27	0	15	0	20	0	3	28	23	14
Mete a.f. (hrs)	Total	0	10	0	7	0	13	0	0	0	0	30
	Prom.	0	1	0	2	0	1	0	0	0	0	0
Prev. X arb. (hrs)	Total	13	48	19	14	5	96	17	46	8	16	282
	Prom.	3	6	3	4	5	4	4	3	4	3	4
Opera linea (hrs)	Total	33	24	32	9	6	14	5	74	7	9	213
	Prom.	8	3	5	2	6	1	1	5	4	2	3
Opera t.f. (hrs)	Total	0	9	0	0	0	5	0	7	0	0	21
	Prom.	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cambia fluidos (hrs)	Total	0	0	8	5	0	7	0	34	0	0	54
	Prom.	0	0	1	1	0	0	0	2	0	0	1
Induce y observa (hrs)	Total	146	62	205	28	33	125	125	447	0	33	1204
	Prom.	36	8	34	7	33	5	31	32	0	7	16
Desmantela (hrs)	Total	35	110	42	72	2	238	44	124	22	53	742
	Prom.	9	14	7	18	2	10	11	9	11	11	10
Tiempo de espera (hrs)	Total	133	185	262	85	15	545	93	356	28	164	1866
	Prom.	33	23	44	21	15	22	23	25	14	33	26



## Actividades globales

Las intervenciones a pozos con equipo de terminación y reparación de pozos para poder ser analizadas en forma exhaustiva, es necesario estratificarlas, en primer lugar por su tipo y en segundo lugar al realizarse en cada una de ellas varias actividades con un objetivo bien definido. Se hace una clasificación de "**actividades globales**" descritas en la Tabla XII y el Apéndice VI.2, en donde queda plasmada toda la historia del trabajo ejecutado para el cumplimiento del programa a satisfacción del cliente.

Estos conceptos de ninguna manera sustituyen a los tradicionales de operación y espera, sino que engloban a grupos de estos en actividades de mayor jerarquía; de acuerdo a lo anterior, los conceptos de operación o espera pueden repetirse en dos o más actividades globales; por ejemplo: sacar aparejo, escariar, reconocer profundidad interior, etc., pueden contener la subactividad operativa "sacando tubería con o sin herramienta".

Para la captura y control de las actividades globales se tomó como base y apoyo el reporte diario integral que elabora el Inspector Técnico de Reparación con el registro de todos los tiempos de operación y espera durante las 24 horas del día, siguiendo el flujo de información indicado en la figura 30. Como complemento y con objeto de establecer o fijar metas operativas, se elaboró la hoja de verificación **FRD001** (Tabla XIII) en donde se registra la mayor parte de estas actividades consideradas como trascendentales en el tiempo total por intervención.

En síntesis, se puede resumir lo anterior en la necesidad del establecimiento de metas variables por actividad que den la medida exacta en el periodo analizado de la evolución en los tiempos tras la detección de áreas de oportunidad.



menores

Análisis para la detección de metas en reparaciones menores

**Tabla XII. Catalogo de actividades globales propuesto para su aplicación**

<b>Clave</b>	<b>Nombre de la actividad</b>
01	Transportando
02	Controlando pozo
03	Sacando aparejo
04	Reconociendo profundidad interior
05	Cementando, rebajando cemento
06	Lavando y escariando
07	Metiendo aparejo
08	Disparando
09	Induciendo y observando
10	Pescando
11	Corrigiendo daños en tubería de revestimiento
12	Reparando equipo
13	Desmantelando equipo
14	Esperando localización
15	Otros conceptos
16	Registrando, operando con línea
17	Estimulando
18	Prolongación de tubería corta (liner)
19	Rehabilitación del pozo
20	Recuperando tubería de revestimiento
21	Instalando
22	Circulando
23	Cambio de 1/2 árbol por preventor
24	Cambio de preventor por 1/2 árbol
25	Recuperación del aparejo de bombeo neumático
26	Recuperación del aparejo fluyente
27	Recuperación del aparejo de bombeo mecánico
28	Metiendo aparejo de bombeo neumático
29	Metiendo aparejo de bombeo mecánico
30	Metiendo aparejo fluyente
31	Operando tubería flexible
32	Cambio de fluidos
33	Tiempo de espera

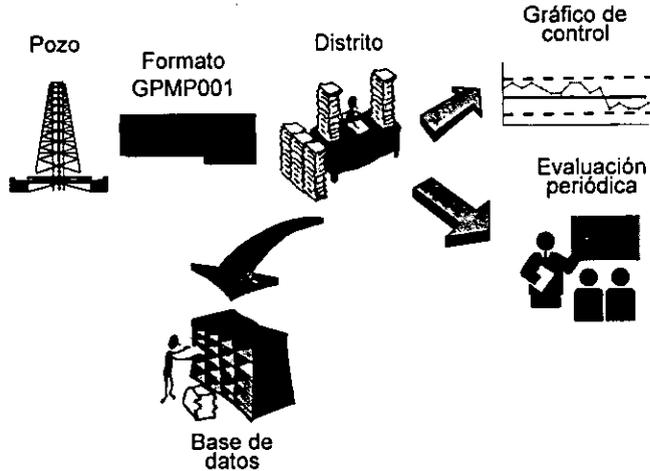


Figura 30. Flujo de información en el manejo de datos

Hay que tomar en cuenta que los conceptos de actividades globales deberán de seguir un orden lógico y natural; así mismo, al calificar a un intervalo de tiempo con un concepto global, implica que el concepto será la meta de las actividades sustantivas, hasta que esta meta haya sido cumplida o suspendida por un cambio de programa o accidente mecánico que obligue a abandonar el objetivo de la intervención.

De todo esto se desprende que, cualquier intervención a pozos se caracteriza porque se hace con un objetivo bien definido y programado, logrado éste a través de una serie cronológica de grandes etapas o metas denominadas "**actividades globales**" descritas todas y cada una de ellas en el Apéndice VI.2. Estas a su vez se dividen en subactividades de operación y espera, las cuales pueden aplicarse genéricamente a cualquier actividad global en forma lógica y congruente.



Las actividades que complementan a las actividades globales mencionadas, se describen en el apéndice VI.3, formando un total de 33 actividades propuestas para el control y seguimiento de las metas operativas.

### **Consideraciones generales de la hoja de verificación FRD001**

Con el fin de hacer uso especial de esta información en la consecución de metas operacionales evolutivas se propone su conjugación con la capturada en la hoja de verificación **FRD001**, en la que se incluyen, además de algunas de las actividades globales, otras que caen en el rango de subactividades (Apéndice VI.3), pero que de acuerdo a la estratificación de las áreas de oportunidad es de gran importancia tenerlas bajo control especial.

A continuación se describe la forma de capturar la información para el llenado de la hoja de verificación tanto por su significado real, como en su clave mnemónica y así tener una base de datos útil para su análisis correspondiente inmediatamente después de terminar cada intervención o en periodos predeterminados.

**Distrito:** Esta información se requiere para el análisis comparativo entre los diferentes centros de trabajo que integran la Región Norte. Para su captura se dispone de 9 campos, ejemplo: *r/e/y/n/o/i/s/a/\_/\_*, *a/l/l/t/a/m/i/l/r/a/\_/\_*, *c/e/l/r/r/o/a/z/u/l/l*, *p/o/z/a/r/i/c/a/\_/\_*, *v/e/l/r/a/c/r/i/u/z/\_/\_*, etc.

#### **[fecha de elaborac.]**

**Fecha de elaboración:** Se refiere a la fecha en que se llena la hoja de verificación, siendo de gran ayuda para el control interno del área operativa responsable y personal que hace la calificación o llenado de la misma. Se dispone de 6 campos en donde se pondrá el día, mes y año en forma numérica. Ejemplo: **01/10/96**, **21/08/96**, etc.



menores

Tabla XIII. Hoja de verificación FRD001

Sistema de detección de metas				
Reporte operativo de tiempos por actividad				
Distrito:	_/_/_/_/_/_/_/_	Fecha de elaborac.	_/_/_/_/_/	No. de equipo:
	_/_	d	m	a
				_/_/_/_/_/
Fecha de:	_/_/_/_/_/		_/_/_/_/_/	
	Inicio		Terminación	
Pozo:	_/_/_/_/_/_/_/_	No.:	_/_/_/_/_/	Letra:
	_/_			_/_/_/
Prof. de trabajo	_/_/_/_/_/ (mts)	Fluido de control:	_/_/_/_/_/	
Dist. de pozo a pozo:	_/_/_/_/ (kms)	T. emp. en la transp.:	_/_/_/_/ (hrs)	(meta 7 hrs)
No. de unidades utilizadas:	_/_/			

Nombre de la actividad	Clave	Duración (hrs)		
		Real	Meta	Difer.
Instalando	21		17	
Controlando pozo	02		8	
Circulando	22		6	
Cambio de 1/2 árbol.x prev.	23		5	
Cambio de prev.x 1/2 árbol	24		4	
Recup. del aparato de b.n.	25		11	
Recup. del aparato fluyente	26		10	
Recup. del aparato de b.m.	27		10	
Reconociendo prof. Interior.	04		20	
Lavando y escariando	06		16	
Metiendo aparato de b.n.	28		10	
Metiendo aparato de b.m.	29		20	
Metiendo aparato fluyente	30		10	
Registrando op. con linea de acero	16		7	
Operando tubería flexible	31		7	
Cambio de fluidos	32		4	
Induciendo observando	09		24	
Desmantelando equipo	13		10	
Tiempo de espera	33		13	
<b>T o t a l</b>				

Elaboró: \_\_\_\_\_ Revisó: \_\_\_\_\_  
 Observaciones: \_\_\_\_\_



menores

**[No. de equipo]**

**Número de equipo:** La identificación del equipo por su número de control es necesaria para llevar un registro exacto de su récord, tomando en cuenta sus características y capacidades; se llena con 4 dígitos, ejemplo: **5/6/0/1/**, **0/0/4/2/**, **0/5/0/2/**, etc.

**Fecha de inicio y terminación:** Este dato es de suma importancia debido a que determina el tiempo exacto (en días) que duró la intervención, iniciando en el momento de quedar desmantelado 100% el equipo en la localización anterior y terminando al desmantelar 100% en la actual; para su captura, se dispone de 6 campos cada uno, el orden será siempre de: día, mes y año; igual que en la captura de fecha de elaboración.

**Pozo:** Se refiere al nombre del campo en donde se opera, permitiendo su identificación y clasificación en el distrito, para futuros análisis de productividad y problemas específicos. Se dispone de 8 campos en su captura, debiendo abreviarse en caso de que el nombre sea de mayor extensión (no dejar espacios intermedios libres) ejemplo: **p/0/z/a/r/r/i/c/a/l**, **s/a/n/a/n/d/r/r/e/l**, **u/r/e/s/h/e/r/m/**. Etc.

**[No.]**

**Número:** Con este dato se identifica el pozo en particular dentro del campo, teniendo 4 campos libres para su captura iniciando su llenado de derecha a izquierda rellenando con ceros los espacios que queden libres. Ejemplo: **0/0/1/3/**, **0/1/3/8/**, etc.

**Letra:** Ocasionalmente el pozo que se esta interviniendo, además de identificarse con el nombre del campo y el número del pozo se le agrega una letra para especificar alguna característica del mismo; para esto se dispone de un espacio o campo en su captura. Ejemplo: **d/**, **h/**, **a/**, etc.



### [Tipo interv]

**Tipo de intervención:** El tipo de intervención permite tener plenamente ubicada la actividad en el pozo y la problemática específica del área. Se dispone de 3 campos para su captura. Ejemplo: *r/b/nl, r/b/ml, c/b/nl*, etc.

**Fluido de control:** Es complementaria y sirve para respaldar las posibles desviaciones al programa así como los antecedentes del pozo y campo. Para su captura se dispone de 5 espacios en donde se plasma el nombre del tipo del fluido de control utilizado. Ejemplo: *b/e/n/t/o/, p/o/l/i/m/*, etc.

### [Prof. de trabajo]

**Profundidad de trabajo:** Se requiere para el control de tiempos y movimientos de un equipo en particular, siendo un indicador del rendimiento por equipo comparativo a otros de la misma o diferente área; se dispone de 4 campos para su captura y siempre será en metros. Ejemplo: *3/5/0/0/, 1/5/0/0/, 0/9/5/0/*, etc. En caso de que la cantidad llegue a ser menor a 4 cifras se rellenarán los espacios vacíos a la izquierda con ceros.

**Transporte:** Esta actividad que califica a la unidad de logística se subdivide en:

### [Dist. de pozo a pozo]

#### Distancia de pozo a pozo

Con este dato se tendrá la eficiencia operativa en la realización de esta actividad, para su captura se dispone de 3 campos, en caso de que la cantidad (en kilómetros) sea menor a 100, los espacios vacíos se rellenarán con ceros a la izquierda. Ejemplo: *0/0/3/, 0/1/2/4/, 1/4/6/*, etc.

### [Temp.en la transp.]

#### Tiempo empleado en la transportación

Califica la eficiencia desarrollada por las unidades del departamento de logística y al mismo tiempo es complementaria para la determinación del número óptimo de unidades en su realización, para su captura se dispone de 3 campos y la



menores

cantidad se da en horas sin fracciones. Ejemplo:  $0/0/1/$ ,  $0/1/2/$ ,  $1/4/8/$ , etc. Los espacios vacíos a la izquierda se rellenarán con ceros.

#### [no. de unidades utilizadas]

##### Número de unidades utilizadas

Es necesario conocer el número de unidades que se emplean en el movimiento del equipo para la optimización de este recurso, se dispone de 2 espacios para su captura. Ejemplo:  $0/1/$ ,  $0/9/$ ,  $1/1/$ , etc.

Por último, las actividades enmarcadas en la hoja de verificación **FRD001**, servirán para estudios particularizados por acción o bien por equipo y pozo, teniendo para su captura dos columnas con cuatro espacios o campos por renglón, en donde se plasma el número de horas utilizadas por cada una de ellas; los espacios vacíos a la izquierda se rellenarán con ceros, las cantidades siempre serán enteros. La columna de **difer.** puede ser positiva o negativa teniendo cuidado de acompañar las cantidades con el signo que le corresponda como resultado de la operación aritmética entre las columnas **real** y **meta**. Al final del recuadro se hace la suma total que al anexar lo de **transportación**, da el total de horas utilizadas en la intervención del pozo.

#### IV.4.- Planteamiento para la fijación de tiempos por actividad

De acuerdo al planteamiento establecido al principio del presente Capítulo, es necesario antes de efectuar los análisis de la información obtenida, el enunciar los principios básicos sobre los cuales se determinarán los tiempos operativos óptimos, utilizando la metodología de detección de metas.

- ◆ Se debe efectuar el seguimiento y calificación del tiempo utilizado en cada una de las actividades, registrando todas las desviaciones.



menores

# ESTA TESIS NO DEBE SALIR DE LA BIBLIOTECA

Análisis para la detección de metas en reparaciones menores

- ◆ Cada una de las actividades debe ser calificada en la columna de Real del formato FRD001 para los diferentes equipos con que se cuenta, anotando la(s) razón(es) por la que se tuvo menor tiempo; resaltando la calidad y depuración de los movimientos, sin olvidar la seguridad.
- ◆ Tomar en cuenta el tipo de equipo en el que se está analizando la operación específica, para que al final del trabajo se pueda tener una buena calificación de acuerdo a su tipo (completo, depurado o reducido, refiriéndose al número de unidades que lo integran).
- ◆ De ser necesario, se pueden hacer formatos para el control del tiempo parcial de acuerdo al número de actividades que conlleva la acción.
- ◆ Al terminar de calificar una actividad deberá conjuntarse la información en la hoja de verificación FRD001 (Tabla XIII), con los datos necesarios que permitan el análisis global.
- ◆ De la información obtenida, reforzada con las pláticas integradoras con el personal operativo responsable en forma directa con la actividad calificada, se procede a la elaboración de un estudio tiempo – costo, como el que posteriormente se realiza en Indicadores Económicos.
- ◆ Del estudio realizado se implementarán pláticas al personal operativo conscientizándolo para la superación tanto en forma grupal como individual, hasta alcanzar los tiempos fijados en base al resultado de los análisis .

Con el propósito de que este estudio sea la pauta para que el campo proporcione toda la información requerida en la calificación de su productividad al término de cada pozo intervenido, se diseñó la hoja de verificación FRD001 en donde es posible verificar todas las desviaciones y a su vez justificaciones en caso de no cumplir con las metas del programa; de acuerdo a este formato, es posible la captura de información en forma mecanizada, facilitando la evaluación periódica a nivel equipo, campo y departamento.

## IV.5.- Análisis de la información obtenida

### Actividades operativas de apoyo

El inicio consiste en analizar la información de los tiempos por actividad de la Tabla IX. Para realizar las 73 intervenciones se ocuparon 478 días, con un promedio de 6.55 días por intervención.

Utilizando nuevamente la tormenta de ideas y los diagramas causa-efecto se analizó un conjunto específico de actividades de servicios de apoyo, en las que es posible mejorar los tiempos de intervención a través de una supervisión más cercana por parte del personal operativo (figuras 31 y 32).

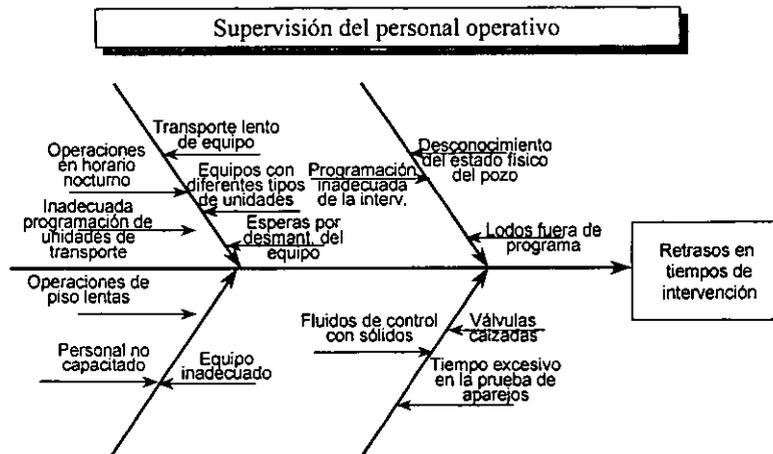


Figura 31. Problemática en intervenciones a pozos

### Tiempo de espera

Los 478 días son equivalentes a 11,472 horas de estancia del equipo en las localizaciones, tanto de tiempo de operación como de espera; si no se tuvieran esperas



menores

se reduciría el tiempo por intervención a  $(11,472-1,866) = 9,606$  horas correspondiendo a  $9,606 + 73 + 24 = 5.5$  días promedio, siendo éste el ideal, aún sin optimizar los tiempos por actividad.

## Transporte

Programando y coordinando los tiempos y movimientos entre la unidad de logística y el departamento tanto en oficina como en el campo, es posible disminuir el tiempo consumido de 739 horas y promedio de 10 horas por intervención:

1. Iniciando la actividad en la localización a mas tardar a las 8:00 hrs. Para que de esta forma se termine en un 100% la acción con luz diurna.
2. Mantener informada a la unidad de logística de las modificaciones o simplificaciones que se realicen en cada uno de los equipos para que de esta forma se programe el tipo y número de unidades requeridas, y así poder agilizar su movimiento y acomodo.
3. Programar el movimiento del equipo hasta que éste se encuentre 100% desmantelado o comunicar a la unidad de logística la hora precisa en que se pueda iniciar el transporte del equipo para no hacer esperar o entorpecer la actividad de transportación.

## Instalación

En esta actividad se ocuparon 1,648 horas para un promedio por intervención de 22.6 horas, que puede disminuirse al tomar en cuenta lo siguiente:

1. Si el transporte del equipo se eficiente, el resultado será poder izar el mástil ese mismo día y así, no suspender la instalación hasta tener visibilidad del siguiente día.



2. Hay que tomar en cuenta que en el periodo analizado normalmente dentro de esta actividad hubo necesidad de hacer cunetas, trampa y anclas con el mismo personal operativo; actualmente se tiene el servicio por contrato, que dará como resultado la disminución de tiempo.
3. Continuar con la optimización de equipos
4. Instalar el ensamble de estrangulación en la presa de asentamiento para que de esta forma no se utilicen tiempos muy prolongados en el armado y prueba de las conexiones superficiales.
5. Elaborar un procedimiento y diagrama de flujo de acuerdo a cada equipo con respecto a su tipo, manteniendo pláticas continuas con el personal operativo hasta que éste se concientice de la bondad del procedimiento.

### **Control**

De 655 horas utilizadas para el control del pozo, se tuvo un promedio por actividad de 9.0 horas, que podrá reducirse bajo las siguientes acciones:

1. Solicitar que las áreas responsables del programa de intervención a pozos, cumplan con el compromiso de entregar éste, mínimo con tres días previos a la llegada del equipo a la localización.
2. Mantener actualizada la información sobre la presión de fondo de cada pozo por intervenir.
3. Conjuntamente el inspector técnico de reparación de pozos, coordinador e inspector técnico de fluidos deberán hacer los cálculos necesarios para el tipo de fluido por utilizar, el volumen, densidad y cédula de bombeo; comunicándolo a la



planta de fluidos para que ésta se prepare con la existencia requerida al momento de la solicitud.

4. Previo al control del pozo, se requiere tener una plática sobre el procedimiento que se utilizará con todo el personal que interviene en esta operación, haciendo un resumen de necesidades de materiales y accesorios que deberán estar a la mano, evitando la pérdida de tiempo en su búsqueda o acercamiento.

### **Recuperar aparejo**

Tomando en cuenta que la profundidad promedio de los pozos en el área de Poza Rica es de 2,500 metros y que la velocidad promedio de extracción de la tubería por lo mucho es de 3 minutos por lingada (doble = 18 metros o sea 139 paradas en los peines del changuero = 417 minutos = 7 horas); se requiere de acciones drásticas puesto que para las 73 intervenciones se utilizaron 1,648 horas con un promedio de 23 horas por actividad.

1. Es necesario continuar con la capacitación al personal técnico para que en la desconexión del medio conector, desanclar empaques y anclas mecánicas, desenchufar unidades sellantes etc., se haga en los primeros intentos, no siendo mayor a una hora por operación.
2. Debe hacerse acopio de todo el material y accesorios necesarios anticipadamente al inicio de la actividad.
3. Es necesario verificar y corregir anomalías con anticipación, tanto en el equipo como en los accesorios, para evitar suspensiones o lentitud de extracción.
4. Programar las operaciones de línea de acero y tubería flexible antes de la entrada del equipo.

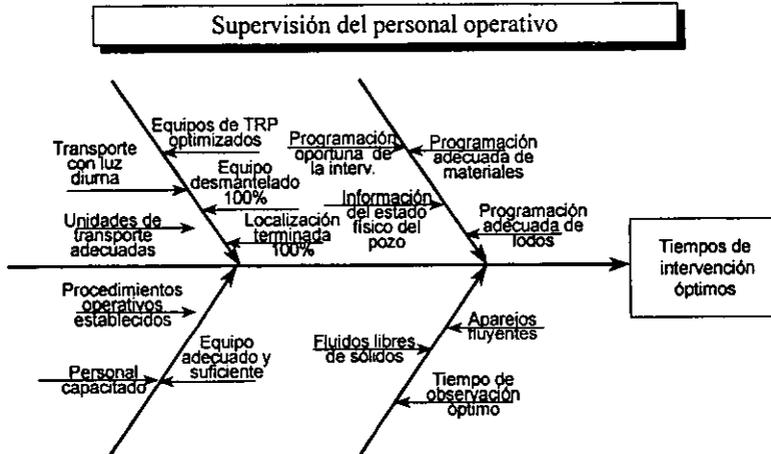


Figura 32. Aplicación de soluciones en intervenciones a pozos

### Inducir y observar

En esta actividad se observa que de las 1,204 horas que se ocuparon en las 73 intervenciones, corresponde específicamente al reacondicionamiento de bombeo neumático 1,053 horas o sea un promedio de 35 horas por pozo (30 pozos), por lo que se tomarán en cuenta las siguientes consideraciones para bajar estos promedios:

1. El fluido de control que se utiliza en los pozos tiene que llegar (por necesidad) al mismo, libre de sólidos.
2. La tubería de producción tendrá que introducirse siempre probando con presión hidráulica.
3. Antes de inyectar el gas al pozo, deberá sopletearse la línea hasta eliminar la presencia de polisulfuros o alguna otra impureza que pueda calzar las válvulas.



menores

4. Tener reuniones con especialistas de producción hasta convencerlos de la calidad de la operación y de esta forma no esperar y verificar el comportamiento del aparejo por periodos largos y en principio reducirlos a 24 horas.

#### IV.6.- Fijación de metas por actividad

Para la fijación de metas se tomaron en cuenta los equipos que laboraron en determinado tipo de intervención y actividad genérica como se describe en cada apartado, además se consideraron aquellos que obtuvieron los mejores récords por actividad específica, como lo establece el benchmarking, logrando de esta forma obtener los siguientes parámetros que son representativos para la obtención de metas.

##### Transporte

Considerando que tres de los 10 equipos en estudio fueron los que más intervenciones hicieron, se llegó a lo siguiente:

Equipo	No. de interv.	Tiempo (horas)	
		Total	Promedio
5601	25	246	9.84
5652	14	162	11.57
5556	8	54	6.75

De aquí se puede concluir que tomando el mejor tiempo correspondiente al equipo 5556, se puede fijar como meta para el resto de los equipos:

**Meta = 7 horas**



Con el establecimiento de esta meta se puede lograr un ahorro en tiempo de acuerdo a lo siguiente:

$$73 \text{ intervenciones} \times 7 = 511 \text{ horas}$$

De donde:

$$739 - 511 = 228 \text{ horas} = 9.5 \text{ días de ganancia}$$

De la misma forma, se procede a la fijación de metas de todas las actividades en estudio teniendo como resultado lo siguiente:

### Instalando

Equipo	No. de interv.	Tiempo (horas)	
		Total	Promedio
5601	25	441	17.64
5652	14	244	17.43
5556	8	194	24.25

Meta = 17 horas

$$73 \text{ intervenciones} \times 17 = 1,241 \text{ horas}$$

De donde:

$$1,648 - 1,241 = 407 \text{ horas} = 16.96 \text{ días de ganancia}$$

### Controlando

Equipo	No. de interv.	Tiempo (horas)	
		Total	Promedio
5601	25	208	8.32
5652	14	152	10.86
5556	8	86	10.75



**Meta = 8 horas**

$$73 \text{ intervenciones} \times 8 = 584 \text{ horas}$$

De donde:

$$655 - 584 = 71 \text{ horas} = 2.96 \text{ días de ganancia}$$

**Recuperando aparejo**

Equipo	No. de interv.	Tiempo (horas)	
		Total	Promedio
5601	50	562	11.24
5652	15	241	16.07
5556	10	293	29.03

**Meta = 11 horas**

$$73 \text{ intervenciones} \times 11 = 803 \text{ horas}$$

De donde:

$$1,672 - 803 = 869 \text{ horas} = 36.2 \text{ días de ganancia}$$

**Metiendo aparejo de B.N.**

Equipo	No. de interv.	Tiempo (horas)	
		Total	Promedio
5652	13	160	12.31
5576	6	59	9.83
5550	4	46	11.50
5615	4	43	10.75



**Meta = 10 horas**

$$34 \text{ intervenciones} \times 10 = 340 \text{ horas}$$

De donde:

$$424 - 340 = 84 \text{ horas} = 3.5 \text{ días de ganancia}$$

**Metiendo aparejo de B.M.**

Equipo	No. de interv.	Tiempo (horas)	
		Total	Promedio
5601	23	503	21.87
5556	6	218	36.33
5586	3	60	20.00

**Meta = 20 horas**

$$39 \text{ intervenciones} \times 20 = 780 \text{ horas}$$

De donde:

$$995 - 780 = 215 \text{ horas} = 8.96 \text{ días de ganancia}$$

**Induciendo y observando**

Equipo	No. de interv.	Tiempo (horas)	
		Total	Promedio
5652	13	447	34.38
5576	8	205	34.17
5550	4	146	36.50
5615	4	125	31.25



Considerando que esta actividad no es limitativa de los especialistas de terminación y reparación de pozos y que por el contrario, gran parte depende de los especialistas de producción, esta meta fue fijada con la idea de convencerlos de la calidad operativa que a través de resultados se obtiene:

**Meta = 24 horas**

$$34 \text{ intervenciones} \times 24 = 816 \text{ horas}$$

De donde:

$$1,204 - 816 = 388 \text{ horas} = 16.17 \text{ días de ganancia}$$

### Tiempo de espera

En esta actividad se tomaron en cuenta los 10 equipos en estudio debido a que ésta es genérica, tanto a equipos como a intervenciones, dependiendo en gran parte del departamento de terminación y reparación de pozos así como de logística, por lo que se llegó a la conclusión de tomar como base una meta empírica y ambiciosa con el compromiso de reducir en un 50% el tiempo actual.

Por lo tanto:

$$1,866 \times 50\% = 933 \text{ horas} = 38.88 \text{ días de ganancia}$$

De donde:

**Meta = 13 horas**

Retomando la información inicial de acuerdo a la Tabla IX, se tiene que el tiempo utilizado en la intervención de los 73 pozos en estudio fue de 11,472 horas para un promedio por pozo de 157.15 horas = 6.55 días, ahora bien, considerando los tiempos propuestos como meta se tendrá:



$$11,472 - 3,195 = 8,277 \text{ horas}$$
$$8,277 \text{ hrs} \div 73 \text{ interv.} \div 24 \text{ hrs/día} = 4.72 \text{ días/interv.}$$

Con este resultado se puede establecer como meta por **Intervención menor**:

**Meta de reparación menor = 5 días**

El resumen del análisis de información de las 8 actividades analizadas se presenta en la Tabla XIV.

**Tabla XIV. Resumen de metas establecidas y tiempos de ahorro**

<b>Actividad</b>	<b>Meta [hrs]</b>	<b>Ganancia [hrs]</b>
Transporte	7	228
Instalando	17	407
Controlando	8	71
Recuperando aparejo	11	869
Mete aparejo B.N.	10	84
Mete aparejo B.M.	20	215
Induce y observa	24	388
Tiempo de espera	13	933
<b>Total</b>	<b>110</b>	<b>3195</b>

Con el seguimiento y control de estas 8 actividades es posible bajar los tiempos por intervención en un 23.54%, teniendo un muy buen campo de acción para continuar abatiendo esta meta con la reducción de los tiempos de las otras 10 actividades (no sombreadas) que integran la hoja de verificación FRD001.

A manera de mantener todas las actividades enmarcadas con una meta definida, las no consideradas en estos cálculos por no realizarse en forma continua en todos los



pozos que se intervienen o muy variable de acuerdo a cada equipo, se han fijado con los promedios aritméticos respecto al número de veces que se efectuó esta actividad, como se plasma en la Tabla XV:

**Tabla XV. Promedios de actividades complementarias**

Actividad	No. De interv.	Horas		
		Total	Promedio	Meta
Circulando	32	188	5.875	6
Camb. Arb. X prev.	34	166	4.882	5
Camb. Prev. X arb.	73	282	3.863	4
Reconociendo p.i.	8	157	19.625	20
Escariando	26	416	16.000	16
Metiendo a.f.	3	30	10.000	10
Oper. Línea o cable	29	213	7.345	7
Operando t.f.	3	21	7.000	7
Cambio de fluidos	13	54	4.154	4
Desmant. Equipo	73	742	10.164	10

Estas metas fueron fijadas en la hoja de verificación FRD001 y variarán junto con las primeramente calculadas en razón directa a la calidad reflejada en evaluaciones posteriores.

#### **IV.7.- Indicadores Económicos**

Casi ninguna compañía piensa normalmente en cambiar sus sistemas de control hasta que no empieza a experimentar problemas financieros. Con frecuencia resulta fácil suponer que la inexistencia de procedimientos de control financiero ha provocado



los problemas, lo cual es un síntoma de dirección de empresas ineficiente, pero su implantación no resolverá los problemas. El sistema de control financiero proporcionará a los directores de empresa información que les permita tomar decisiones. Si estas decisiones no son las óptimas, toda la información adicional, incluida la financiera, resultará particularmente inútil.

Tomando como base estas metas y parámetros de medición en las actividades diarias que desarrollan los equipos de terminación y reparación de pozos, se tendrá un gran ahorro en tiempo; esto queda demostrado al equiparar un número igual de intervenciones (73), plasmadas en la siguiente tabla:

**Tabla XVI. Ahorro en intervenciones con la aplicación de metas**

Actividad	Duración (horas)		
	Real	Meta	Ahorro
Transporte	739	511	228
Instalando	1648	1241	407
Controlando	655	584	71
Recup. Aparejo	1672	803	869
Metiendo a.b.n.	424	340	84
Metiendo a.b.m.	995	780	215
Induc. y observ.	1204	816	388
Tiempo de espera	1866	933	933
Total	9203	6008	3195
Costo (M\$)	5'955,077	3'887,656	2'067,421

De la información recopilada en la Tabla IV se tiene que:

**Costo promedio por día/equipo = \$ 15,530.00 = \$ 1978.34 dls.**

**Costo promedio por hora/equipo = \$ 647.08 = \$ 82.43 dls.**



Los rubros que se tomaron en cuenta para integrar el costo diario de un equipo, se subdividen principalmente en dos:

- Costo directo (depreciación de equipo, interés por financiamiento, financiamiento del capital de trabajo, seguros y fianzas, combustibles y lubricantes, agua, alimentación y hospedaje, papelería y artículos de oficina, salarios y prestaciones, viáticos, impuestos sobre nómina, mantenimiento del equipo, reserva laboral de los trabajadores de la tripulación, servicio médico y servicios por compañía).
- Costos indirectos (por administración). (Los conceptos están descritos en el Apéndice A.4)

De aquí se observa que con un buen seguimiento y conscientización de todo el personal que interviene en la reparación de pozos, se logrará tener un ahorro considerable de **3,195 horas = 133.125 días** y que viéndolo en forma unitaria para cada una de las 73 intervenciones, corresponde a **43.76 horas = 1.82 días**.

Sin embargo, para poder establecer en forma más precisa de qué manera un proyecto es más rentable que otro, aparte de la reducción de tiempos, es preciso determinar sus indicadores de rentabilidad, con el fin de establecer los márgenes de utilidad y los tiempos de recuperación de la inversión. En ellos están implícitos los cuatro conceptos elementales que permiten llevar a cabo un análisis de éste tipo: la inversión inicial, el costo de capital, la vida económica y los ingresos netos.

Los indicadores que se van a calcular, tanto para las intervenciones de 8 días como las que se lograrán al aplicar la meta de 5 días son:

1. Ganancia.- la ganancia  $G$  o valor presente neto, es la diferencia entre los ingresos netos y la inversión inicial, ambos en valor actual. Es decir, lo que queda disponible al inversionista, después de haber pagado la inversión y su costo, antes de pagar impuestos.



2. Razón costo/beneficio ( $R_{CB}$ ). - es el cociente del valor actual de los ingresos netos, ganancia mas inversión inicial ( $G + C$ ) entre la inversión inicial. Este valor indica cuánto se obtiene por cada unidad monetaria invertida.
3. Tasa de rendimiento.-  $T_r$  es la tasa a la que se ganarían intereses en el negocio que se está desarrollando, con el capital inicial  $C$ .
4. Tasa interna de retorno.- la  $T_{ir}$  es la rapidez con la que se recupera la inversión.
5. Tiempo de recuperación (o tiempo de cancelación  $T_c$ ). - es el número de períodos requeridos para saldar o cancelar el capital inicial, suponiendo que los ingresos netos a medida que ocurren, se destinan exclusivamente al pago de la deuda hasta saldarla en su totalidad.
6. Tasa de ganancia ( $r$ ). - es la cantidad que se obtiene como ganancia distribuida en cantidades iguales, por cada uno de los períodos que conforman la vida del proyecto.
7. Declinación exponencial del yacimiento ( $b$ ). - es el comportamiento real del yacimiento al involucrar factores tales como porosidad y permeabilidad, al ser puesto en explotación en un periodo de tiempo establecido.

Estos conceptos se basan en la declinación exponencial que es el comportamiento ideal de la producción de pozos, aún cuando sabemos que el comportamiento real puede ser totalmente arbitrario y entre otras formas adoptar esta tendencia, como lo hacen la inmensa mayoría de los yacimientos del mundo.

Es por ello que en estos cálculos se tomarán en cuenta las características físicas del yacimiento, así como los precios de los hidrocarburos y los costos de reparación y extracción.

	$C = \text{No. de días} \times c$
Costo de una intervención de 8 días:	$8 \times 1978.34 \text{ dls} = 15,826.72 \text{ dls.}$
Costo de una intervención de 5 días:	$5 \times 1978.34 \text{ dls} = 9,891.7 \text{ dls.}$
Declinación exponencial del yacimiento:	$b = - \ln (1-0.12) = 0.1278$



**Constantes de cálculo**

Concepto	Simbología	Valor
Costo del barril de petróleo	U	14 dls/bl
Declinación anual del yacimiento	D	12 %
Interés bancario	i	11 %
Gasto de producción promedio	q <sub>o</sub>	10 m <sup>3</sup> /día 62.89 bls/día
Tipo de cambio		N\$ 7.85
Costo promedio diario de un equipo de mantenimiento	c	1978.34 dls
Tiempo promedio de reintervención de un pozo	n	2 años

Las fórmulas de los indicadores de rentabilidad son las siguientes:

**Ganancia**

$$G = \frac{U q_o [1 - e^{-(b+i)n}]}{b+i} - C \quad (IV.1)$$

**Razón costo beneficio**

$$R_{CB} = \frac{G + C}{C} \quad (IV.2)$$

**Tasa de rendimiento**

$$Tr = \frac{\text{Ln} \left[ \frac{(G + C) e^{in}}{C} \right]}{n} \quad (IV.3)$$



**Tasa interna de retorno**

$$T_{ir} = \frac{U q_0}{C} - b \quad (IV.4)$$

**Tiempo de recuperación o de cancelación**

$$T_c = \frac{-1}{b+i} \text{Ln} \left[ 1 - \frac{C(b+i)}{U q_0} \right] \quad (IV.5)$$

**Tasa de ganancia**

$$r = \left[ \frac{G}{C} \right] \frac{i e^{in}}{e^{in} - 1} \quad (IV.6)$$

Aplicando las fórmulas anteriores, para el caso de una reparación menor, de 8 días de duración se tiene que:

$$G = [ (14(365*62.89) [1 - e^{-0.1278*0.11}]) / (0.1278+0.11) ] - 15826.72 = 495,669.84 \text{ dls}$$

$$R_{CB} = (495669.84 + 15826.72) / 15826.72 = 32.32$$

$$T_R = [ \text{Ln} (32.32 e^{0.11*2}) ] / 2 = 1.8478 = 184.78 \%$$

$$T_{IR} = [ ( 14(365*62.89) ) / 15826.72 ] - 0.1278 = 20.17 = 2017.76 \%$$

$$T_c = ( -1 / (0.1278+0.11) ) * \text{Ln} [ 1 - [(15826.72*(0.1278+0.11))/(14*(365*62.89))] ] \\ = 0.0495 \text{ años} = 18.087 \text{ días}$$

$$r = (495669.84/15826.72) * [ ( (0.11) e^{0.11*2} ) / ( e^{0.11*2} - 1 ) ] = 17.4449 = 1744.5 \%$$



De igual forma, para el caso de 5 días de intervención que es la meta a alcanzar, se aplicaron las mismas fórmulas obteniendo el comparativo de resultados en la Tabla XIV:

**Tabla XVII. Indicadores de rentabilidad**

<b>Indicador (n=2)</b>	<b>Tiempo de intervención</b>	
	<b>8 días</b>	<b>Meta = 5 días</b>
Ganancia (dls)	495,669.81	501,604.84
Razón costo beneficio	32.31	51.71
Tasa de rendimiento (% anual)	184.78	208.28
Tasa de ganancia (% anual)	1744.48	2824.59
Tasa interna de retorno (% anual)	2017.75	3236.07
Tiempo de cancelación (años)	0.0495 (18.07 días)	0.0308 (11.242 días)

De los resultados anteriores se observa que:

- Tanto la tasa interna de retorno como el tiempo de cancelación son insensibles a la duración de la vida económica del proyecto.
- La tasa de rendimiento anual es decreciente a medida que la vida económica del proyecto se incrementa, ya que funciona como la tasa de interés fija que la empresa paga durante la vida del proyecto por depositar en el capital que constituye la inversión inicial.
- Con la tasa de ganancia ocurre algo semejante. Si el proyecto dura 2 años, en el primer caso se puede disponer de \$ 276,018.55 dls ( $\$ 15,826.752 * 17.44$ ) anuales, como utilidad antes de impuestos; en cambio si la intervención dura 5 días la utilidad por cada uno de esos 2 años será de \$279,342.16 dls. ( $\$ 9,891.71 * 28.24$ ) ya que la inversión en este caso fue menor.



En resumen, el proyecto asegura una ganancia de  $(495,669.81/15,826.72)=31.31\%$  anual cuando la intervención se realiza en 8 días, contra un  $(501,604.84/9,891.7)=50.70\%$  anual de realizar las intervenciones menores en 5 días, además que el tiempo de cancelación en el cual se pagará la deuda por inversión inicial es de 18 contra 11 días al alcanzar la meta operativa.

Finalmente, aún después de haber realizado los cálculos y presentarlos como alternativas de trabajo viables se debe considerar que la incertidumbre está presente en todas las variables que intervienen en el cálculo de los indicadores de rentabilidad, lo que en consecuencia se traduce en riesgo.

Esto quiere decir, que nada de lo que se supone hoy se va a cumplir en los términos establecidos en los cálculos, ya que los elementos que intervienen se combinan en resultados ya sean favorables o desfavorables, según la ocasión.

Para cuantificar la magnitud de ese riesgo es necesario evaluar los resultados obtenidos del análisis, aún cuando éste haya sido realizado con suposiciones como: comportamiento homogéneo y declinación exponencial del yacimiento, precio del barril constante, al igual que la tasa de interés y el costo diario del equipo, por ejemplo.

En este caso, el análisis habla por sí solo al permitir establecer una comparación directa entre dos tipos de intervenciones idénticos pero de diferente duración, lo que facilita la toma de decisiones.



## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

La aplicación de métodos estadísticos combinados con otros nuevos sistemas de análisis, además de los económicos, abre las puertas hacia nuevos horizontes de investigación y soluciones prácticas.

Cuando se habla de calidad, se debe pensar en una medida comparativa que sirva como parámetro y que a su vez, cumpla con las expectativas de quien contrata el servicio. Este proyecto tiene la característica de fijar metas tras el análisis de cada una de las actividades que integran las reparaciones menores con la detección de áreas de



menores

oportunidad y desviaciones susceptibles de eliminar, al mismo tiempo se proponen medidas para la identificación y corrección de estas costosas prácticas.

De los 73 pozos analizados en el área Poza Rica en el periodo enero-agosto de 1996, con la intervención de 10 equipos de terminación y reparación de pozos se concluye lo siguiente:

Se utilizaron 11,472 horas para la realización de las 73 intervenciones en estudio equivalente a 478 días, con un costo total de operación de \$ 7'423,340.00, tomando en consideración un costo promedio por día equipo igual a \$ 15,530.00.

A través de la fijación de metas, se logrará una reducción de tiempo por intervención de 1.6 días equivalente para el periodo en estudio a **117 días**, con un ahorro de \$ 1,818,295.00, lo cual permitirá la disminución de equipos operando, o lo que sería mejor en el caso que el presupuesto lo permitiera, aumentar el número de intervenciones.

Para lograr lo anterior, es necesario tomar en cuenta lo siguiente:

1. - Supervisión más estricta en el campo.
2. - Concientización de todo el personal tanto de oficina como de campo sobre calidad.
3. - Publicación de resultados.
4. - Superación continua a través de la capacitación.
5. - Incentivación del personal al logro de nuevas metas.

Hay que mencionar además que el tiempo de recuperación de la inversión está en función del costo de la intervención y de la producción obtenida por la reparación.



Las recomendaciones derivadas de este estudio con objeto de llevarse a cabo en forma correcta son:

- ◆ Utilizar las herramientas de control total de la calidad para la detección de áreas de oportunidad.
- ◆ Aplicar la estratificación para la clasificación de la información.
- ◆ Hacer uso de criterios estadísticos basados en gráficos de dispersión para el manejo de datos.
- ◆ Tener gráficos de control de las variables principales para la rápida detección de desviaciones y correcciones de las mismas.
- ◆ Redefinición periódica de los límites de control.
- ◆ Procurar mantener un acercamiento muy estrecho entre el campo y la administración, para lograr una verdadera integración de un equipo de trabajo.
- ◆ Efectuar evaluaciones periódicas y difundir los resultados en el campo.
- ◆ Incentivar al personal para que despliegue una mayor actividad con tendencia a la calidad total.
- ◆ Involucrar a todo el personal operativo en el estudio de nuevos sistemas, con el propósito de mejorar en forma constante.



## BIBLIOGRAFIA

- (1) Feigenbaum A.V. "*Control total de la calidad*". Editorial C.E.C.S.A.. México, 1992.
- (2) Harrington J. L. "*La nueva administración*". Editorial Prentice Hall. 1986.
- (3) Deming W. E. "*Calidad, productividad y competitividad, la salida de la crisis*". Editorial Díaz de Santos, S.A. Madrid, España. 1992.
- (4) Campanella J. "*Principios de los costes de calidad*". Editorial Díaz de Santos, S.A. Madrid, España. 1990. Título original : "Principles of quality costs. Principles, implementation and use". Traducción : American Society for Quality Control Quality Press (ASQC).
- (5) Ishikawa K. "*¿Qué es el control total de calidad? La modalidad japonesa*". Editorial Norma. 1986. Titulo original : "What is total quality control? The japanese Way". Editorial Prentice Hall. 1985.
- (6) Garcia-Pelayo G.R. Diccionario Larousse. Ediciones Larousse. México. 1983.
- (7) "*Juran y la planificación para la calidad*". Editorial Díaz de Santos, S.A. Madrid, España. 1990. Título original: "Juran on planning for quality". Juran Institute, Inc. 1988.
- (8) Albrecht K. "*Successful Management by objectives*". Editorial Prentice-Hall. Englewood Cliffs. New Jersey. 1972.
- (9) Crosby P.B. "*On-Line quality control during production*". Japanese Standards Association. Tokio. 1981.
- (10) Taguchi G. and Yu In W. "*Off-Line quality control during production*". Nagoya. 1979.



- (11) Evans J.P. "*Sistemas directivos basados en la calidad total*". Senior AT&T site visit examiner. 1993.
- (12) Steiner G. A. "*Planeación estratégica*". Compañía Editorial Continental, S.A. de C.V. México. 1991.
- (13) Bain D. "*Productividad. La solución a los problemas de la empresa*". Editorial McGraw-Hill. México. 1983. Título original: "The productivity prescription: the manager's guide to improving productivity and profits".
- (14) Solórzano Z. L. N. "*Criterios de rentabilidad Económica para la Administración de Empresas Petroleras de Exploración y Producción*". México, D.F. 1996
- (15) Dearden J. "*Análisis de costos y presupuestos*". Editorial Herrero Hermanos, Sucesores, S.A. México, 1970.



## NOMENCLATURA

G	=	Ganancia o valor presente, (dls), ecuaciones IV.1, IV.2, IV.3 y IV.6
R <sub>cb</sub>	=	Razón costo beneficio, (adim), ecuación IV.2
T <sub>r</sub>	=	Tasa de rendimiento, (%), ecuación IV.3
T <sub>ir</sub>	=	Tasa interna de retorno, (%), ecuación IV.4
T <sub>c</sub>	=	Tiempo de cancelación, (años), ecuación IV.5
r	=	Tasa de ganancia, (%), ecuación IV.6
U	=	Costo del barril de petróleo, (dls), ecuaciones IV.1 y IV.5
D	=	Declinación del yacimiento, (%), ecuaciones IV.1, IV.4 y IV.5
b	=	Declinación nominal, (%), ecuaciones IV.1, IV.4 y IV.5
i	=	Interés bancario, (%), ecuaciones IV.1, IV.3, IV.5 y IV.6
q <sub>o</sub>	=	Gasto de producción, (bls/año), ecuaciones IV.1, IV.4 y IV.5
C	=	Costo de la intervención, (dls), ecuaciones IV.1, IV.2, IV.3, IV.4, IV.5 y IV.6



## APENDICES



### A.1. Constantes de cálculo A2

Numero de observaciones en la muestra	A1	A2	A3
2	2.121	1.880	2.659
3	1.732	1.023	1.954
4	1.500	0.729	1.628
5	1.342	0.577	1.427
6	1.225	0.483	1.287
7	1.134	0.419	1.182
8	1.061	0.373	1.099
9	1.000	0.337	1.032
10	0.949	0.308	0.975
11	0.905	0.285	0.927
12	0.866	0.266	0.886
13	0.832	0.249	0.850
14	0.802	0.235	0.817
15	0.775	0.223	0.789
16	0.750	0.212	0.763
17	0.728	0.203	0.739
18	0.707	0.194	0.718
19	0.688	0.187	0.698
20	0.671	0.180	0.680
21	0.654	0.173	0.662
22	0.637	0.167	0.644
23	0.620	0.162	0.626
24	0.603	0.157	0.608
25	0.583	0.153	0.590



## **A.2. Criterios y alcance de las actividades globales**

### **Clave 01: Transportando**

Se aplica inmediatamente después de que el equipo ha sido desmantelado 100% y queda listo para transportarse. Contempla todas aquellas operaciones que se realizan durante el proceso de transportación a la nueva localización y termina cuando el equipo queda acomodado 100% y listo para iniciar la instalación del mismo. Incluye todos aquellos tiempos ocasionados por la espera de unidades de transporte, mejora de condiciones climatológicas, espera de personal, de programa de intervención y otros.

### **Clave 02: Controlando pozo**

Se inicia a partir de que el equipo está instalado 100% con sus conexiones superficiales probadas y en condiciones de operación. Representa el conjunto de operaciones que se realizan para controlar el pozo, incluyendo el tiempo utilizado en la espera de materiales, elaboración, acondicionamiento o transporte del fluido de control adecuado para controlar el pozo; implica también el tiempo utilizado en las operaciones con unidades del departamento de servicios a pozos para obtener comunicación entre T.P. Y T.R., o toma de registros para conocer la presión de fondo en caso de no tener el dato o existir duda de acuerdo a las presiones manifestadas a la cabeza del pozo, lavado de la T.P. con tubería flexible, recuperación de tapones y válvulas de pie, control del pozo e instalación del preventor. Cuando termina esta actividad el preventor queda instalado, probado y en condiciones de operación.



### **Clave 03: Sacando aparejo**

Inmediatamente después de que el preventor queda instalado y probado a satisfacción se inicia esta actividad y continúa hasta que se termina de recuperar el aparejo de producción de acuerdo al programa de intervención del pozo. Incluye también la prueba del cabezal ya sea al iniciar o al terminar de sacar el aparejo de producción, quedando inmersas todas las esperas generadas durante esta etapa.

### **Clave 04: Reconociendo profundidad interior**

De acuerdo al tipo de intervención programada por realizarse en el pozo, esta actividad puede o no ejecutarse, pero cuando se requiere se le da inicio generalmente después de la actividad global "03 sacando aparejo". Incluye la espera de accesorios, así como el armado de la tubería con la herramienta necesaria para reconocer la profundidad interior del pozo; estas acciones pueden ser: desarenar, moler un tapón ya sea mecánico o de cemento, después de recuperar un pescado programado, etc. Se da por terminada esta actividad una vez que se saca a la superficie la herramienta utilizada con este fin, después de haber dejado libre el interior del pozo de acuerdo al programa.

### **Clave 05: Cementando, rebajando cemento**

Se aplica desde el momento en que se inician las operaciones de acondicionar el interior de la tubería de revestimiento para efectuar una cementación, ya sea por medio de un tapón de cemento por circulación o a través de cualquier herramienta condicionada para forzar cemento al intervalo abierto y que se pretende aislar, incluyendo todas las operaciones subsecuentes hasta la obtención de la nueva profundidad interior programada (es importante no confundir con la clave 04 al rebajar cemento puesto que aquí se obtendrá una profundidad interior nueva, no así en la actividad 04 en la que se mantiene la misma con la que se inició la intervención del pozo).



Durante esta actividad global se pueden contemplar todas las operaciones inherentes, tales como: escariar, meter un cementador, espera de materiales y/o unidades para cementar, tiempos de fraguado, pruebas de la efectividad de la obturación programada, limpieza de la T.R. Con molino o barrena hasta la nueva profundidad interior programada etc.; Se termina esta actividad global, una vez que se ha sacado la herramienta utilizada logrando el objetivo principal que se buscaba con la cementación y/o acondicionamiento de la profundidad del cemento.

**Clave 06: Lavando y escariando**

Esta actividad generalmente se realiza inmediatamente antes de la introducción de aparejos de producción o de prueba, pudiendo ser después de recuperar el aparejo de producción, reconocer profundidad interior o recuperar un pescado, todo depende del tipo de intervención que se esté realizando. En esta actividad global queda incluida cualquier operación que se efectúe con unidades de servicio, tales como tubería flexible, unidades de alta, etc. Y termina una vez que se recupera el escariador o herramienta de limpia quedando el pozo listo para la introducción del aparejo de producción.

**Clave 07: Metiendo aparejo**

Esta actividad global se aplica cuando el pozo queda listo y en condiciones propias para realizar las operaciones de meter el aparejo de producción. Incluye el armado e introducción de la tubería de producción, empacadores y demás accesorios integrantes del aparejo de producción; también quedan incluidas las operaciones con unidades de geofísica tales como, registros de afinación antes de anclar un empacador y/o enchufar un multi - "V" para su ajuste, colocación de baches de gelatina antes del anclaje; es decir, todas las operaciones inherentes a la introducción y ajuste del aparejo de producción, dando por terminada esta actividad una vez que se ha efectuado el cambio de preventor por el medio árbol de válvulas, quedando instalado, probado y en



condiciones de operación con sus conexiones superficiales definitivas. En el caso de que se tenga que sustituir el aparejo por falla del mismo, todo este tiempo quedará incluido dentro de la actividad global.

#### **Clave 08: Disparando**

Se aplica esta actividad global a todas las operaciones que se realizan con la finalidad de efectuar disparos dentro del pozo con unidades de cable eléctrico a fin de obtener comunicación entre la formación y el interior de la tubería de revestimiento, incluye los tiempos generados por la espera de materiales y/o unidades para disparos, observación del comportamiento del pozo, pruebas de inyectabilidad, etc.

Se inicia generalmente después de que el pozo ha quedado con el aparejo de producción o de prueba en condiciones óptimas, con el medio árbol instalado y probado; termina una vez que se ha recuperado la herramienta utilizada para el disparo y que se tenga la certeza de la efectividad del disparo, lo que se puede conocer con la manifestación de presión a la cabeza del pozo o presencia en la superficie de fluidos de la formación. Quedaran incluidas dentro de esta actividad global operaciones tales como toma de registros eléctricos, pruebas de inyectabilidad, instalación y desmantelamiento de las unidades de servicios, etc.

#### **Clave 09: Induciendo y observando**

Dependiendo del tipo de intervención de que se trate, esta actividad global, puede iniciar después del término de las actividades globales (07) y/o (08) o bien después de la actividad global (17), incluye todas las operaciones que se realizan para inducir el pozo a producción, siendo estas: cambios de fluidos de control por uno de menor densidad de tal manera que facilite la aportación a la superficie de los fluidos del yacimiento, operaciones con unidad de línea de acero y de tubería flexible, operaciones realizadas por el personal del departamento de ingeniería de producción y gas para



poner en funcionamiento el aparejo de acuerdo al sistema de producción utilizado; también incluye las operaciones inherentes a la observación del pozo posterior a su inducción como son: muestreo y análisis de los fluidos aportados por el pozo a la superficie, verificación del funcionamiento del aparejo de producción, medición de la producción aportada o bien datos de la inyección del pozo, espera de personal técnico especializado, etc. Se da por terminada esta actividad global una vez que se tiene el resultado definitivo del comportamiento del pozo, con respecto al funcionamiento del aparejo de producción o inyección del pozo.

**Clave 10: Pescando**

Esta actividad global es específica y se aplica desde que se inician las operaciones que tienen como objetivo la recuperación de un pescado, siendo éstas de gran variedad que bien pueden ser producto de una operación fallida o de un programa preestablecido. Esta actividad puede interrumpir o cambiar el orden de aparición de las actividades globales existentes hasta que se recupera el pescado o se reinicia el programa original que será también cuando se dé por terminada la actividad global. Cuando se genera por una operación fallida se suspenderá la actividad global que se estaba llevando a cabo y al terminar la fallida se reiniciará o continuará el conteo del tiempo para cerrar al cambio de actividad de acuerdo al programa.

**Clave 11: Corrigiendo daños en tubería de revestimiento**

Se aplica desde el momento en que se dan por terminadas las operaciones previas a esta actividad global; tales como: transporte, instalación, control, recuperación de aparejo, etc. Dando inicio a la actividad propia de corregir los daños detectados en la tubería de revestimiento, terminando hasta que se corrijan o exista algún cambio de



programa. Incluye también las esperas de materiales y/o herramientas para realizar estas operaciones.

**Clave 12: Reparando equipo**

Cuando el equipo por razones de falla de alguno de sus componentes o por intervención bajo programa de mantenimiento preventivo tenga la necesidad de suspender temporalmente la operación en el pozo (siempre que esta suspensión sea mayor de 12 horas en un día) se aplicará esta actividad global. Suspendiendo a la global anterior y al terminar reanudará la suspendida.

**Clave 13: Desmantelando equipo**

Una vez que se ha logrado el objetivo de la intervención al pozo se dará inicio a esta actividad global, y se terminará hasta que el equipo quede listo para su transportación desmantelado 100%.

**Clave 14: Esperando localización**

Se aplica desde el momento en que se tiene el equipo desmantelado 100% listo para su transporte al no encontrarse la nueva localización en condiciones aceptables para el movimiento de las unidades de logística así como el acomodo del equipo, imposibilitando su instalación. También se aplica cuando no se cuenta con próxima localización por intervenir y termina al programarse el equipo para su transportación resuelto el problema de la falta o acondicionamiento de la localización.



**Clave 15: Otros conceptos**

Esta actividad se aplica cuando el equipo tiene una actividad u operación que no puede ser clasificada dentro de las actividades globales existentes. Es muy importante tomar en cuenta la ambigüedad de esta actividad global y por lo tanto debe procurarse hasta donde sea posible no abusar de ella.

**Clave 16: Registrando, operando con línea**

Comprende todas las actividades necesarias para la toma de registros y las maniobras con línea de acero como auxiliar para dichos registros, en algunos casos será necesario el lavado de la tubería con unidades de alta presión y/o tubería flexible, quedando estos tiempos inmersos en esta actividad global. Se inicia desde el momento en que el pozo queda listo para la intervención con las unidades correspondientes y termina al desmantelar las mismas 100%. Incluye esperas de materiales y/o unidades para su realización.

**Clave 17: Estimulando**

Es aplicable a todas las operaciones inherentes a su propia descripción realizadas durante una intervención de terminación y reparación de pozos; incluye esperas de materiales y unidades utilizadas, así como su instalación y desmantelamiento, tiempo de reacción del ácido, observación, etc. Termina una vez que se cumple con el programa o al haber algún cambio del mismo. Esta actividad es aplicable a los fracturamientos cuando son realizados con el equipo de terminación y reparación de pozos instalado.



**Clave 18: Prolongación de tubería corta (Liner)**

Se aplica a todas las actividades y operaciones que se desarrollan para prolongar la tubería de revestimiento, incluyendo la propia tubería corta, implica todos los tiempos de espera que se generan en esta acción. Inicia y termina de acuerdo al programa preestablecido.

**Clave 19: Rehabilitación del pozo**

Se utiliza cuando se llevan a cabo operaciones y maniobras para corregir problemas que se presentan en las conexiones superficiales del pozo, como son: fugas de bridas, daño en sellos, cuñas, etc. Termina una vez que quedan restituidas y operando en forma normal dichas conexiones superficiales.

**Clave 20: Recuperando tubería de revestimiento**

Es aplicable a todas las operaciones utilizadas para la recuperación de la(s) tubería(s) de revestimiento del pozo, inicia y termina bajo un programa previo donde se enmarcan los objetivos de esta actividad.

**Clave 21: Instalando**

Dado lo significativo de esta actividad, se propone eliminar su inclusión de la actividad global (clave 01) y calificarla en forma separada, iniciando en el momento en que el equipo termina de transportarse y acomodarse 100% para terminar después de que quedan instaladas y probadas las conexiones superficiales así como construidas las cunetas y trampas. En esta actividad queda incluida la prueba del preventor en su patín.



### **A.3. Actividades que se propone conjugar con las globales para el control y seguimiento de metas operativas**

#### **Clave 21: Instalando**

Mencionada ya con anticipación, propuesta para controlarse en forma independiente de la clave 01 (transportando e instalando).

#### **Clave 02: Controlando pozo**

Ya incluida dentro de las actividades globales.

#### **Clave 22: Circulando**

Esta subactividad se aplicará cuando después de haber controlado el pozo sea necesario estabilizar la columna de fluido de control en cualquier etapa de la intervención.

#### **Clave 23: Cambio de 1/2 árbol por preventor**

Su aplicación se inicia en el bombeo mecánico al término de la recuperación de la sarta de varillas/bomba de inserción, eliminando el preventor de varillas y sustituyéndolo por el de tuberías; o por desviaciones en el programa operativo a lo largo de la intervención en que sea necesario este cambio; se finaliza al quedar instalado, probado y en condiciones de operar el preventor de tuberías.



**Clave 24: Cambio de preventor por 1/2 árbol**

Se inicia al término de la introducción del aparejo de bombeo neumático o fluyente, pudiendo aplicarse también cuando se genere alguna variante o cambio de programa; en el bombeo mecánico también se aplica antes de iniciar a meter las varillas con la bomba de inserción. Termina ésta al quedar instalado y probado el 1/2 árbol.

**Clave 25: Recuperación del aparejo de bombeo neumático**

Es el tiempo utilizado desde que se termina el control del pozo, incluyendo desde la liberación del anclaje del empacador hasta su recuperación total.

**Clave 26: Recuperación del aparejo fluyente**

Idem a la clave 25.

**Clave 27: Recuperación de aparejo de bombeo mecánico**

Se aplica al término del control del pozo y termina al recuperar tanto la sarta de varillas como la tubería del aparejo.

**Clave 06: Lavando y escariando**

Ya incluida dentro de las actividades globales.



**Clave 28: Metiendo aparejo de bombeo neumático**

Es el tiempo que se tarda en introducir el empaque y/o accesorios con la tubería y aparejo de válvulas a la profundidad programada y hasta que éste queda colgado en el cabezal.

**Clave 29: Metiendo aparejo de bombeo mecánico**

En esta actividad se incluye además del tiempo en introducir la tubería, el tiempo generado por la bajada de la sarta de varillas/bomba de inserción.

**Clave 30: Metiendo aparejo fluyente**

Idem a las dos anteriores, con la variante de que el aparejo no lleva válvulas de inyección o accesorios de bombeo mecánico.

**Clave 16: Registrando, operando con línea de acero**

Ya incluida dentro de las actividades globales.

**Clave 31: Operando tubería flexible**

Se aplica desde el momento en que la unidad de tubería flexible llega a la localización incluyendo su instalación y termina al dar por terminada su intervención y desmantelarse 100%.



**Clave 32: Cambio de fluidos**

Es el tiempo que se genera al sustituir el fluido que se encuentra en el interior del pozo por otro de diferente peso.

**Clave 09: Induciendo y observando**

Ya incluida dentro de las actividades globales.

**Clave 13: Desmantelando equipo**

Ya incluida dentro de las actividades globales.

**Clave 33: Tiempo de espera**

En este se totaliza todo el tiempo de actividad productiva que el equipo deja de operar.



#### **A.4. Glosario de conceptos y definiciones**

**Aleatoriedad.-** Concepto intuitivo que se refiere a una condición en que no se pueden predecir los resultados individuales.

**Alimentación y hospedaje.-** Cuota aplicada por el número de trabajadores que integran una tripulación (aproximadamente \$125.00 diarios por trabajador).

**Analogía.-** Un estado en el cual dos situaciones son similares la una a la otra. A partir de las analogías se pueden desarrollar relaciones que son útiles para los estudios de simulación.

**Calidad del lote.-** Calidad del lote en recepción o manufacturado, medida en función del promedio, la desviación estándar, el porcentaje de unidades defectuosas o defecto por unidades. La unidad puede referirse a un colectivo, tal como la producción diaria.

**Capacidad del proceso.-** La capacidad del proceso productivo de cumplir ciertas especificaciones y tolerancias.

**Clasificación.-** Idem a cribado.

**Coefficiente de variación.-** Desviación estándar de un conjunto de valores expresados como porcentaje del promedio de estos valores.

**Combustibles y lubricantes.-** Determinado sobre bases estadísticas de consumo de los últimos 8 meses.

**Cribado.-** inspección al 100%, eliminando todas las unidades defectuosas que se encuentren en este proceso.



**Curva normal.-** Distribución de probabilidad simétrica en forma de campana, de modo que su media mas y menos tres desviaciones estándar contienen el 99.7% de las unidades individuales de la distribución. Es la mas conocida y utilizada, porque se aproxima a muchos fenómenos naturales (incluyendo el comportamiento de los procesos productivos).

**Curva característica de operación.-** La curva que indica para un plan de muestreo dado, la probabilidad de aceptación de un lote de producción, un envío de recepción o un proceso de producción con el plan de muestreo dado o aplicación de gráfico de control.

**Curva exponencial.-** Curva de distribución que muestra la probabilidad de supervivencia basada en un supuesto índice de fallos constantes (índice de deterioro).

**Decisión.-** Es el proceso de elegir entre varias alternativas (opciones) lo que mas convenga.

**Defecto.-** La falta de conformidad con las especificaciones de las características visuales, dimensionales o físicas.

**Depreciación de equipo.-** Valor neto por equipo entre vida útil remanente, con cifras al 31 de diciembre de 1996. Datos proporcionados por el IMP, como resultado preliminar de la valuación practicada a los equipos y presentada en septiembre del año en curso.

**Desviación estándar.-** Medida de la variabilidad; generalmente la desviación estándar de una muestra se utiliza como un estimador de un lote.

**Error estándar.-** Desviación estándar de un conjunto de promedios de muestras, a la larga se debe cumplir la relación:

$$\text{Error estándar} = \text{desviación estándar} / \text{tamaño de la muestra}$$



**Financiamiento del capital de trabajo.-** Aplicación de una tasa anual del 11% a la sumatoria de los importes de conceptos que integran el costo día/equipo.

**Gráfico causa y efecto.-** Representación en forma de espina de pescado de la manera en que los posibles problemas de calidad pueden contribuir a la pérdida de ésta.

**Gráfico de control.-** Gráfico con los límites de control.

**Gráfico de frecuencias.-** Representación gráfica de la frecuencia de ocurrencias de los resultados de ensayos o de otras medidas. El registro de la frecuencia de defectos por ejemplo, indicará las frecuencias reales o relativas de ocurrencia de varios tipos de defectos.

**Índice de calidad.-** Medida de la calidad obtenida a partir de los siguientes datos: índice de deterioro, una curva suave, descendente exponencial, que refleja las pérdidas tales como las de calidad-ventas.

**Interés por financiamiento.-** Aplicación de una tasa del 10% anual al valor neto revaluado del equipo, por el tiempo de vida remanente según cifras resultantes en última valuación; la sumatoria del interés así determinado se distribuye entre el número de años de vida útil remanente del equipo y el resultado se divide entre 365 para obtener el interés por financiamiento diario.

**Límite de control.-** Límite superior o inferior de un gráfico de control. Si el resultado de un ensayo cae por encima del límite de control.

**Mantenimiento del equipo de reparación.-** Cuota asignada sobre el costo del contrato de mantenimiento de cada equipo.

**Modelo.-** La ecuación de relación o el sistema de tales ecuaciones.



**Muestra aleatoria.-** Muestra en la cual cada una de las unidades ha sido seleccionada al azar del lote de procedencia.

**Muestra.-** Conjunto de unidades, generalmente elegidas al azar de un lote de producción, proceso de producción o envío de recepción.

**Muestreo a granel.-** Empleo de procedimientos especiales para obtener muestras aleatorias de lotes grandes y a granel.

**Nivel medio de calidad.-** El nivel de calidad promedio y a largo plazo de un producto obtenido en un proceso productivo o procedente de una serie de envíos del proveedor.

**Papelería y artículos de oficina.-** Cuota fija calculada sobre estadísticas de consumo.

**Problema.-** Es el desconocimiento de la causa, diferencia o variación de lo que está sucediendo, en comparación de lo que debería estar sucediendo, es no saber por qué algo anda mal.

**Problema en potencia.-** Es prever que una decisión ya tomada se realice con el mínimo de riesgo.

**Proceso controlado.-** Un proceso para el cual el gráfico de control no indica ningún punto fuera de los límites de control.

**Promedio de la muestra.-** La media de los resultados de los ensayos o medidas de una muestra.

**Promedio de muestreo.-** El nivel de calidad promedio obtenido de una serie de muestras.

**Promedio del proceso.-** El valor medio a largo plazo de un proceso productivo, tal como la gran media o el porcentaje de unidades defectuosas.



**Puesto de control.-** Un lugar de producción o proceso donde:

1. - Se dan una o mas características de calidad de importancia.
2. - Se puede realizar el control de esta calidad de manera práctica y económica.

**Puesto de control.-** Elemento del proceso de producción en el cual se dan una o mas características de calidad de importancia y que requieren su medición.

**Reserva laboral de trabajadores de la tripulación.-** Es la cuota mensual de reserva laboral (jubilaciones e indemnizaciones) asignada a una dependencia; ésta se distribuye proporcionalmente con base en el número de trabajadores. La cuota determinada asciende a \$311.00 diarios por trabajador.

**Salarios y prestaciones, viáticos e impuestos sobre nómina.-** Determinación del importe de estos conceptos por nivel y trabajador, tomando como base el número de plazas que conforman cada tripulación.

**Seguros y fianzas.-** Al importe que por concepto de seguros y fianzas el Corporativo de Petróleos Mexicanos transfiere anualmente a PEP, se aplicó el 6.24% que representa la relación de activos entre PEP y perforación. La cifra resultante fue distribuida entre las divisiones tomando como base el monto de sus activos, para finalmente mediante una ponderación asignar a cada equipo la cuota por este concepto según la capacidad de cada uno.

**Servicio médico.-** Aplicación de cuota diaria determinada en función al costo que por este servicio el corporativo transfiere a PEP, y distribuido proporcionalmente sobre la base del número de trabajadores. La cuota asciende a \$69.29 diarios por trabajador, y ampara a éste y sus derechohabientes.

**Servicios por compañía.-** Promedio del importe por contratos, de servicios proporcionados con top drive, llaves de apriete computarizado, sistemas de control de sólidos, unidades cementadoras, etc.



**Sesgo.-** Tendencia a subestimar o sobrestimar los hallazgos de un valor obtenido por el análisis estadístico de los datos de muestreo.

**Variable del proceso.-** Parámetro de un proceso que fluctúa como si fuera una variable aleatoria y por tanto requiere vigilancia.

**Varianza.-** Cuadrado de la desviación estándar.

**Vigilancia/seguimiento de la calidad.-** Verificación o seguimiento permanente del estado de los procedimientos, los métodos, las condiciones de ejecución, los procesos, los productos y servicios, así como análisis de los registros en relación con las referencias establecidas a fin de asegurar que cumplen los requisitos de calidad especificados.



### A.5. Base de datos

EQUIPO	POZO	NO	TIPO_INT	INT_PROD	F_CONTROL	FECHA_RI	DURACION	TRANSP	NUM_URD	DIST	INSTALA	CONTROLA	AREXPREV	CIRCULA	RECUP_AP
5632	HALLAZGO	50	RBN	3033-3060	FBO	13/07/93	6	9	6	10	14	7	0	0	21
5632	BAN ANDR	3	RBN	3184 3229	FBO	25/06/93	8	0	8	18	20	8	0	0	24
5632	BAN ANDR	143A	RBN	3143 3171	FBO	1/07/93	6	12	5	13	12	16	0	0	25
452	BAN ANDR	141	RBN	3087 3090	FBO	7/07/93	6	17	5	15	11	10			14
5632	AGUA FRI	749	CBN	1750 1790	SCAL	31/07/93	8	8	8	0	20	10		4	9
5632	AGUA FRI	789	CBN	1890 1880	SCAL	8/08/93	8	11	5	0	12	7			7
5615	REMOLINDO	18	RBN	3391 3400	FBO	12/02/93	8	8	8	12	19	10			21
5615	BAN ANDR	354	RBN	3243 3260	FBO	6/02/93	6	15	7	13	14	12			20
5378	BAN ANDR	372	RBN	3198 3206	FBO	24/04/93	6	12	7	11	21	8			12
5378	BAN ANDR	153	RBN	3187 3194	FBO	22/05/93	6	18	7	14	20	8			22
5601	M A CAMA	198	RBM	2182 2195	SSOD	7/01/93	6	18	6	25	15	5	7		21
5601	M A CAMA	118	RBM	2243 2285	FBO	22/01/93	5	8	4	5	23	5	5		30
5601	PAPANTLA	5	RBM	2761 2803	SSOD	28/04/93	6	8	8	10	25	20		4	36
5601	P ALEMÁN	60	RBM	2843 2893	FBO	22/04/93	6	10	6	25	17	2	6		41
5601	P ALEMÁN	9	RBM	2878 2887	SCAL	13/05/93	5	7	6	4	18	5	5		18
5601	P ALEMÁN	82	RBM	2350 2560	FBO	18/07/93	5	8	4	5	11		5	5	28
5601	POZA RIC	308	RBM	2218 2277	FBO	16/08/93	6	10	4	8	19	7	6	5	18
5601	POZA RIC	132	RBM	1680 1850	SCAL	3/07/93	4	8	8	5	19	8	5		16
5601	TAJIN	343A	RBM	1898 1724	SCAL	27/05/93	5	16	4	34	12	14	4	3	17
5601	TAJIN	381	RBM	1875 1884	SSOD	1/08/93	6	7	4	7	18	3	4		14
5601	POZA RIC	340	RBM	2152 2162	FBO	29/07/93	5	8	5	24	11		4	0	20
5601	POZA RIC	74	RBM	2178 2190	FBO	3/08/93	6	7	6	10	18	1	5	28	21
5601	MECATEPE	37	RBM	2113 2133	SSOD	13/08/93	5	7	4	4	18	12	5		15
5601	M A CAMA	116	RBM	2243 2263	SSOD	24/08/93	5	10	6	23	12	6	3	3	17
5601	M A CAMA	110	RBM	2237 2266	FBO	12/03/93	4	13	7	15	20	3	3		24
5601	MECATEPE	81	RBM	2184 2191	SSOD	25/04/93	6	9	4	5	18	7	5		23
5601	MECATEPE	107	RBM	2152 2157	SSOD	11/05/93	5	8	3	5	20	5	2	3	19
5601	POZA RIC	132	RBM	1530 1580	SCAL	6/05/93	5	15	3	7	23	6	3	5	24
5601	POZA RIC	374	RBM	2202 2206	SCAL	28/08/93	5	9	6	4	24	6	4		28
5601	POZA RIC	198	RBM	2234 2236	FBO	9/04/93	5	8	6	6	8	0	3		19
5601	PETRONAC	2	RBM	2057 2087	FBO	16/06/93	4	5	5	5	18	15			7
5586	POZA RIC	378	RBM	2298 2278	FBO	1/01/93	6	14	4	38	24	4	6	3	23
5586	POZA RIC	383	RBM	2221 2283	FBO	7/01/93	6	16	5	2	29	8	3		25
5634	POZA RIC	375	RBM	2178 2189	FBO	12/01/93	5	0	0	0	24	8	4	4	21
5634	POZA RIC	376	CBM	3187 3181	SSOD	17/01/93	6	10	6	8	31	6		7	12
5682	TAJIN	381	CBM	1475 1493	SSOD	26/01/93	5	14	5	6	28	8			7
5601	ESCOLIN	122	RBN	2534 2550	FBO	9/03/93	6	10	7	25	27	8		5	17
5601	POZA RIC	214	RBN	2250 2290	FBO	20/05/93	7	9	8	20	11	23			23



## Base de datos

EQUIPO	POZO	NO	TPO_INT	INT_PROD	F_CONTROL	FECHA_M	DURACION	TRANSP	NUM_UNI	DIST	INSTALA	CONTROLA	ARBXPREV	CIRCULA	RECUP_AP
5601	PAPANTLA	52	RBM	2817 2827	SCAL	21/07/93	8	15	5	10	15	20	4	8	25
5601	POZA RUC	301	RBM	2186 2196	ESOD	25/05/93	8	12	4	8	27	19	8	10	43
5558	POZA RUC	310	RBN	2197 2207	FBD	25/02/93	8	8	5	4	43	13		5	28
5558	POZA RUC	352	RBN	2343 2383	FBD	5/03/93	7	8	5	3	36	7			23
5558	MECATEPE	107	RBM	2152 2157	SCAL	9/02/93	7	7	4	10	28	25	8	4	20
5558	MECATEPE	18	RBM	2343 2252	FBD	18/03/93	8	7	5	12	29	1	8	8	62
5558	MECATEPE	85	RBM	2134 2137	FBD	18/03/93	7	7	8	8	8	1	8	3	32
5558	MECATEPE	86	RBM	2201 2211	FBD	23/05/93	8	5	3	0	13	28	4	3	21
5558	MECATEPE	89	RBM	2052 2058	SCAL	15/08/93	8	8	7	20	19	7	8		36
5558	M A CAMA	108	RBM	2182 2185	ESOD	20/08/93	8	8	4	10	18	8	11		43
5682	TAJIN	682	CBM	1723 1736	ESOD	8/03/93	8	0	0	0	72	11	0	0	15
5682	TAJIN	687	CBM	1475 1488	ESOD	14/03/93	8	11	8	8	35	15		8	23
5682	POZA RUC	55	RBM	2180 2190	FBD	9/08/93	8	16	7	8	25	5	8		28
5588	ESCOLIN	24	RBN	2428 2441	ESOD	19/01/93	7	10	8	13	38	8		0	11
5588	POZA RUC	287	RBM	2235 2244	FBD	12/01/93	7	8	8	7	32	8	5	3	30
5550	BAN ANDR	370	RBN	3135 3148	FBD	11/01/93	7	12	5	2	42	5			14
5550	BAN ANDR	305	RBN	3088 3077	FBD	18/01/93	8	8	8	8	34	7		4	37
5550	BAN ANDR	372	RBN	3198 3205	FBD	13/03/93	8	7	8	4	28	8		3	18
5550	BAN ANDR	324	RBN	3187 3178	FBD	21/03/93	7	9	7	14	21	7		3	13
5632	ESCOLIN	233	RBN	2523 2533	ESOD	8/04/93	7	11	8	11	35	7		14	18
5632	ESCOLIN	28	RBN	2512 2528	ESOD	13/04/93	7	10	4	8	20	37			10
5632	ESCOLIN	17	RBN	2550 2563	FBD	1/05/93	7	15	3	11	17	7			12
5632	ESCOLIN	42	RBN	2480 2505	SCAL	8/05/93	8	18	5	7	18	11		8	18
5632	BAN ANDR	81	RBN	3128 3148	SCAL	9/06/93	8	14	3	7	17	10			23
5682	BAN ANDR	310	RBN	3180 3180	FBD	17/08/93	8	8	8	8	23	8		2	25
5632	POZA RUC	370	RBM	2230 2278	FBD	30/03/93	7	8	4	5	24	10	3	5	46
5632	AGUA FRI	621	CBN	1838 1848	ESOD	12/08/93	7	13	5	4	8	7	2		14
5632	AGUA FRI	747	CBN	1803 1828	SCAL	18/08/93	7	8	5	3	20	7	0	8	8
5578	HALLAZGO	83	RBN	3155 3190	ESOD	23/04/93	8	11	8	5	24	10			20
5578	BAN ANDR	318	RBN	2894 3000	ESOD	5/01/93	8	15	7	18	23	11		6	18
5578	BAN ANDR	348	RBN	3323 3344	FBD	11/03/93	8	10	8	18	40	8		0	18
5578	BAN ANDR	363	RBN	3122 3135	SCAL	8/06/93	8	14	8	16	27	7			25
5615	BAN ANDR	153	RBN	3183 3185	ESOD	22/01/93	8	8	8	10	41	7			48
5615	BAN ANDR	174	RBN	3090 3108	FBD	30/01/93	7	20	5	18	21	8	0		28
5600	REMOLINO	64	RBN	3333 3348	FBD	24/08/93	7	8	5	40	34	20			24



## Base de datos

EQUIPO	POZO	NO.	TIPO_INT	INT_PROD	F_CONTROL	FECHA_IN	DURACION	TRASP	NUM_UNO	DIST	INSTALA	CONTROLA	ARBAPREV	CIRCULA	RECUP_AP
5652	HALLAZGO	50	RBN	0	16	13	0	0	3	0	0	0	41	9	11
5652	BAN ANDR	3	RBN	0	0	21	0	0	2	0	0	0	40	13	10
5652	BAN ANDR	143A	RBN	0	0	10	0	0	7	0	0	0	24	11	27
652	BAN ANDR	141	RBN			14			2				30	9	34
5652	AGUA FRI	748	CBN		13	6			6	13		2	33	5	16
5652	AGUA FRI	788	CBN	10		9			2	0	7	6	36	5	15
5615	REMOLINO	16	RBN	32		7			5				32	11	10
5615	BAN ANDR	354	RBN			6			5				28	11	31
5576	BAN ANDR	372	RBN			6			3	7			23	2	51
5576	BAN ANDR	153	RBN			12			5	0			28	5	32
5601	M A CAMA	106	RBM				27		5					16	32
5601	M A CAMA	116	RBM				22		7					12	9
5601	PAPANTLA	5	RBM				21		4					7	9
5601	P ALEMAN	96	RBM		24	0	24		5	2				4	9
5601	P ALEMAN	9	RBM				22		3					8	30
5601	P ALEMAN	62	RBM		18		25		3					2	17
5601	POZA RIC	308	RBM		16		21		3					7	30
5601	POZA RIC	132	RBM				17		4					12	19
5601	TAJIN	345A	RBM				12		5					7	30
5601	TAJIN	381	RBM	12			13		2		5			3	62
5601	POZA RIC	340	RBM	15			34		2			7		19	10
5601	POZA RIC	74	RBM		13		30		5					13	8
5601	MECATEPE	37	RBM		13		18		5					21	9
5601	M A CAMA	118	RBM				33		3					15	16
5601	M A CAMA	119	RBM		12		25		4					18	24
5601	MECATEPE	81	RBM				38		3					19	23
5601	MECATEPE	107	RBM				11		3					3	45
5601	POZA RIC	132	RBM				12		2					2	28
5601	POZA RIC	374	RBM				22		4	4				10	8
5601	POZA RIC	196	RBM	16			18		4	8		7		4	26
5601	PETRONAC	2	RBM		16		16		3					5	11
5686	POZA RIC	376	RBM				18		4					18	30
5686	POZA RIC	363	RBM				16		3					17	9
5684	POZA RIC	375	RBM		20		32		5					5	0
5684	POZA RIC	376	CBM				23		3	7				17	28
5683	TAJIN	381	CBM				22		4	4				6	28
5601	EBDOLIN	122	RBN		15	9		13	3				62	7	18
5601	POZA RIC	214	RBN			24			3				52	14	9
5601	PAPANTLA	52	RBM		13		30		4					8	50



Análisis para la detección de metas en reparaciones menores

EQUIPO	POZO	NO	TIPO_INT	INT_PROD	F_CONTROL	FECHA_MG	DURACION	TRANSP	NUM_UNI	DIST	INSTALA	CONTROLA	ARBZPREV	CIRCULA	RECUP_AP
5601	POZA RUC	301	RBM	0	12		37		7				4	4	9
5556	POZA RUC	310	RBN		15	10			5	6			52	12	8
5556	POZA RUC	352	RBN		14	19			3	11			27	13	9
5556	MECATEPE	107	RBM	17			24		2					20	9
5556	MECATEPE	10	RBM				25	10	9		9		3	12	11
5556	MECATEPE	85	RBM		18		43		8					8	38
5556	MECATEPE	88	RBM	0	17		26		3	5				11	80
5556	MECATEPE	89	RBM				35		6					18	30
5556	M/A CAMA	108	RBM				65		14	2				18	9
5662	TAJIN	882	CBM		26		37		3					7	15
5662	TAJIN	897	CBM	26			28		2					12	34
5662	POZA RUC	55	RBM				28		3	5				17	50
5586	ESCOLIN	24	RBN			8			3	8		6	25	13	37
5586	POZA RUC	207	RBM		12		24	7	4				3	24	9
5550	SAN ANDR	370	RBN			13			3				36	12	31
5550	SAN ANDR	305	RBN		15	10			5	11			25	5	10
5550	SAN ANDR	372	RBN	0		12			3	4			44	9	80
5550	SAN ANDR	324	RBN			11			2	18			41	9	32
5652	ESCOLIN	233	RBN			13			2	3		4	30	5	16
5652	ESCOLIN	26	RBN			11			3	5		3	48	4	17
5652	ESCOLIN	17	RBN		10	12			2				26	14	53
5652	ESCOLIN	42	RBN			6			3	8		10	30	4	65
5652	SAN ANDR	81	RBN		15				3	10		6	38	12	45
5662	SAN ANDR	310	RBN		22	17			4				33	11	38
5652	POZA RUC	370	RBM				44		2				7	8	10
5652	AGUA FRI	821	CBM		20	15			4	23		2	30	9	23
5652	AGUA FRI	747	CBM	32	11	13			3	3		3	28	12	14
5578	HALLAZGO	83	RBN			12			2	11		3	42	5	52
5578	SAN ANDR	316	RBN		11	8			4	4		2	40	10	38
5578	SAN ANDR	348	RBN			6			3	7			27	12	63
5578	SAN ANDR	363	RBN		22	13			2	5		3	43	6	23
5615	SAN ANDR	153	RBN			17			4	5			38	12	10
5615	SAN ANDR	178	RBN			11			3				26	10	42
5600	REMOLINO	64	RBN			21			5	6			33	2	13