



Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE INGENIERÍA

*"PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN POR MUESTREO  
PARA ADITIVOS Y SISTEMAS DE FLUIDOS  
EMPLEADOS EN LA PERFORACIÓN,  
TERMINACIÓN Y REPARACIÓN  
DE POZOS PETROLEROS"*

**T E S I S**

que para obtener el título de:  
**INGENIERO PETROLERO**

Presenta:  
**ROBERTO ORTEGA SERRANO**

DIRECTORES: M. I. Ma. Cristina Avilés Alcántara.  
M. I. Norma Araceli García Muñoz.



Cd. Universitaria México D.F.

Abril del 2004.



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**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  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA  
DIRECCIÓN  
60-I-076

**SR. ROBERTO ORTEGA SERRANO**

**Presente**

En atención a su solicitud, me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso la profesora Quím. María Cristina Avilés Alcántara y que aprobó esta Dirección para que lo desarrolle usted como tesis de su examen profesional de Ingeniero Petrolero:

**PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN POR MUESTREO PARA ADITIVOS Y SISTEMAS DE FLUIDOS EMPLEADOS EN LA PERFORACIÓN, TERMINACIÓN Y REPARACIÓN DE POZOS PETROLEROS**

|      |  |
|------|--|
|      | RESUMEN  |
| I    | INTRODUCCIÓN   |
| II   | ANTECEDENTES   |
| III  | CONCEPTOS FUNDAMENTALES  |
| IV   | ESPECIFICACIONES PARA ADITIVOS UTILIZADOS EN FLUIDOS DE PERFORACIÓN, TERMINACIÓN Y REPARACIÓN DE POZOS         |
| V    | ESPECIFICACIONES PARA FLUIDOS DE PERFORACIÓN, TERMINACIÓN Y REPARACIÓN DE POZOS                                |
| VI   | PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN POR MUESTREO PARA ADITIVOS Y SISTEMAS DE FLUIDOS DE ACUERDO A LAS NORMAS MEXICANAS |
| VII  | PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN POR MUESTREO PARA LA BARITA  |
| VIII | PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN POR MUESTREO PARA UN FLUIDO DE EMULSIÓN INVERSA                                    |
|      | CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES   |
|      | NOMENCLATURA   |
|      | BIBLIOGRAFÍA   |

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.

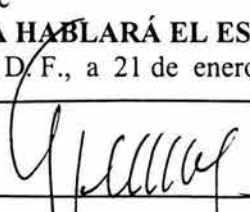
Asimismo, le recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que se deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para sustentar examen profesional.

Atentamente

**“POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU”**

Cd. Universitaria, D. F., a 21 de enero de 2004

EL DIRECTOR

  
**M. en C. GERARDO FERRANDO BRAVO**  
GFB\*JAGC\*gtg

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
DIVISIÓN DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA  
DEPARTAMENTO DE EXPLOTACIÓN DEL PETRÓLEO

TÍTULO DE LA TESIS:

PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN POR MUESTREO PARA ADITIVOS Y SISTEMAS DE FLUIDOS EMPLEADOS EN LA PERFORACIÓN, TERMINACIÓN Y REPARACIÓN DE POZOS PETROLEROS.

PRESENTADA POR:

ROBERTO ORTEGA SERRANO

DIRECTOR DE TESIS:

M. I. MA. CRISTINA AVILÉS ALCÁNTARA

JURADO DE EXAMEN PROFESIONAL.

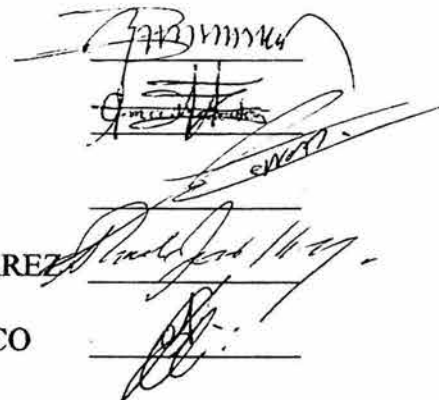
PRESIDENTE: ING. MANUEL VILLAMAR VIGUERAS

VOCAL: M. I. MA. CRISTINA AVILÉS ALCÁNTARA

SECRETARIO: ING. MARTÍN TERRAZAS ROMERO

1ER. SUPLENTE: QUIM. ROSA DE JESÚS HERNÁNDEZ ÁLVAREZ

2DO. SUPLENTE: ING. MARTÍN CARLOS VELÁZQUEZ FRANCO



Handwritten signatures of the jury members, corresponding to the names listed on the left. The signatures are written in black ink over horizontal lines.

Esta tesis, esta dedicada a tres hombres que ya no están conmigo, pero siempre los tendré presente en donde quiera que este:

Mi **PADRE**. El mejor de mis amigos, quien desinteresadamente siempre estuvo y estoy seguro que estará pendiente de mis actos, por fin, cumplimos una de nuestras metas, tu sabes cuanto te amo y extraño, daría todo porque estuvieras conmigo.

Mi Abuelo **MIGUEL**. Un ser maravilloso e inteligente, gracias por tus consejos me han servido mucho, me hubiese gustado que estuvieras en este momento, te extraño.

Mi cuñado **OSCAR**. Estoy seguro que hubieras sido un gran hombre, te extrañamos.

*No existen momentos tan maravillosos, que ver pasar el tiempo con la gente que amas.  
(ROS).*

## AGRADECIMIENTOS

A mis honorables **UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO Y FACULTAD DE INGENIERÍA**, por brindarme la oportunidad de pisar su suelo y adquirir la formación de un universitario. Es un orgullo ser puma.

A mi **MADRE**. Por darme el placer de estar en esta tierra, por su amor y dedicación, por guiarme en el camino correcto y enseñarme los valores de una familia. Te amo.

A mis hermanos **GERARDO, ALFREDO y JAVIER**, por su apoyo, confianza y permitir ser parte de ellos en todo momento. Los quiero mucho.

A la **M.I. NORMA A. GARCÍA MUÑOZ**. Por todo el apoyo, tiempo y asesoría en la realización de esta tesis.

A mis **TÍOS y PRIMOS**. Por estar con mi familia en los momentos más difíciles. A mi abuela **ÁNGELA (†)**, por su amor y cariño.

A las **HORMIGAS**. Mi equipo de trabajo de GNP, por su apoyo, comprensión, confianza y cariño, y sobre todo, por soportar mis regaños.

A todos mis **PROFESORES**. Por transmitirme sus conocimientos de esta bonita carrera, la ingeniería petrolera.

A **Wili**. Mi compañera inseparable por todo su amor, apoyo y consejos cuando más lo necesito, por soportar todos mis enojos. Eres una gran mujer, te admiro y te amo.

A mi suegra **YOLANDA**. Por todo el apoyo que me ha brindado. Mis tíos **LUCIO y CARMEN**. Por su amistad.

A la **M.I. Ma. CRISTINA AVILÉS ALCÁNTARA**. Por las facilidades en el desarrollo de esta tesis.

A mis **AMIGOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA, IMP Y PEMEX**. Por brindarme su amistad.

Al **HONORABLE JURADO**. Por su paciencia e interés en la exposición de esta tesis.

---

---

*Los grandes hombres y  
mujeres forjan su propio  
destino, los demás esperan a  
que él llegue.*

*(Miguel Serrano A.)*





## CONTENIDO

|  | Página     |
|--|------------|
| <b>CONTENIDO</b>   | i-1        |
| <b>LISTA DE FIGURAS</b>  | i-5        |
| <b>LISTA DE TABLAS</b>   | i-7        |
| <b>RESUMEN</b>   | i-10       |
| <b>I INTRODUCCIÓN</b>  | <b>1-1</b> |
| 1.1. OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN  | 1-1        |
| 1.2. IMPORTANCIA DEL MUESTREO DE PRODUCTOS   | 1-1        |
| <b>II ANTECEDENTES</b>   | <b>2-1</b> |
| 2.1. NORMA MILITAR ESTANDAR  | 2-1        |
| 2.2. NORMA OFICIAL MEXICANA NMX-Z-12 / PARTE 1 Y 2-1987  | 2-3        |
| <b>III CONCEPTOS FUNDAMENTALES</b>   | <b>3-1</b> |
| 3.1. MUESTREO DE ACEPTACIÓN  | 3-1        |
| 3.2. CALIDAD   | 3-1        |
| 3.3. CONCEPTOS   | 3-2        |
| <b>IV ESPECIFICACIONES PARA ADITIVOS UTILIZADOS EN FLUIDOS DE PERFORACIÓN, TERMINACIÓN Y REPARACIÓN DE POZOS</b> | <b>4-1</b> |
| 4.1. CONCEPTOS GENERALES DE ACUERDO A LAS NORMAS MEXICANAS   | 4-1        |
| 4.1.1. De la barita  | 4-1        |
| 4.1.2. De la bentonita   | 4-3        |
| 4.1.3. Del CMC (Carboximetil Celulosa de Sodio)  | 4-5        |
| 4.1.4. Del carbonato de sodio anhidro  | 4-7        |
| 4.1.5. Del carbonato de calcio   | 4-9        |
| 4.1.6. De obturantes granulares  | 4-11       |
| 4.1.7. De obturantes fibrosos  | 4-13       |
| 4.1.8. De lignitos naturales   | 4-15       |
| 4.1.9. De lignitos modificados   | 4-16       |
| 4.1.10. De lubricantes de carga máxima   | 4-18       |

|           |   |            |
|-----------|---|------------|
| 4.2.      | ESPECIFICACIONES PARA ADITIVOS DE ACUERDO A LAS NORMAS MEXICANAS  | 4-23       |
| 4.2.1.    | Especificación de la barita   | 4-23       |
| 4.2.2.    | Especificación de la bentonita  | 4-24       |
| 4.2.3.    | Especificación del (CMC) Carboximetil celulosa de sodio   | 4-25       |
| 4.2.4.    | Especificación del carbonato de sodio anhidro   | 4-25       |
| 4.2.5.    | Especificación del carbonato de calcio  | 4-26       |
| 4.2.6.    | Especificación de obturantes granulares   | 4-26       |
| 4.2.7.    | Especificación de obturantes fibrosos   | 4-27       |
| 4.2.8.    | Especificación de lignitos naturales  | 4-27       |
| 4.2.9.    | Especificación de lignitos modificados  | 4-28       |
| 4.2.10.   | Especificación de lubricantes de carga máxima   | 4-29       |
| <b>V</b>  | <b>ESPECIFICACIONES PARA FLUIDOS DE PERFORACIÓN, TERMINACIÓN Y REPARACIÓN DE POZOS</b>                                | <b>5-1</b> |
| 5.1.      | FLUIDOS DE PERFORACIÓN  | 5-1        |
| 5.1.1.    | Tipos de Fluidos  | 5-1        |
| 5.1.2.    | Aditivos empleados en su elaboración  | 5-6        |
| 5.2.      | FLUIDOS DE TERMINACIÓN Y REPARACIÓN   | 5-13       |
| 5.2.1.    | Tipos de fluidos  | 5-13       |
| 5.2.2.    | Aditivos empleados en su elaboración  | 5-16       |
| 5.3.      | ESPECIFICACIÓN PARA UN SISTEMA DE FLUIDO BASE AGUA INHIBIDOR DE LUTITAS DE ACUERDO A LA NORMA MEXICANA                | 5-23       |
| 5.4.      | ESPECIFICACIÓN PARA UN SISTEMA DE FLUIDO DE EMULSIÓN INVERSA DE ACUERDO A LA NORMA MEXICANA                           | 5-25       |
| <b>VI</b> | <b>PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN POR MUESTREO PARA ADITIVOS Y SISTEMAS DE FLUIDOS DE ACUERDO A LAS NORMAS MEXICANAS</b> | <b>6-1</b> |
| 6.1.      | IMPORTANCIA DE SELECCIONAR ZONAS DE MUESTREO  | 6-1        |
| 6.2.      | SELECCIÓN DE ZONAS PARA APLICAR PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN POR MUESTREO  | 6-1        |
| 6.3.      | PROCEDIMIENTOS DE INSPECCIÓN POR MUESTREO PARA ADITIVOS Y SISTEMAS DE FLUIDOS DE ACUERDO A LAS NORMAS MEXICANAS       | 6-9        |
| 6.3.1.    | Inspección por muestreo de la barita  | 6-10       |
| 6.3.2.    | Inspección por muestreo de la bentonita   | 6-11       |

|             |   |             |
|-------------|---|-------------|
| 6.3.3.      | Inspección por muestreo del carboximetil celulosa de sodio  | 6-12        |
| 6.3.4.      | Inspección por muestreo del carbonato de sodio anhidro  | 6-12        |
| 6.3.5.      | Inspección por muestreo del carbonato de calcio   | 6-13        |
| 6.3.6.      | Inspección por muestreo de obturantes granulares  | 6-14        |
| 6.3.7.      | Inspección por muestreo de obturantes fibrosos  | 6-14        |
| 6.3.8.      | Inspección por muestreo de lignitos naturales   | 6-15        |
| 6.3.9.      | Inspección por muestreo de lignitos modificados   | 6-16        |
| 6.3.10.     | Inspección por muestreo de lubricantes de carga máxima  | 6-17        |
| 6.3.11.     | Inspección por muestreo de fluidos de emulsiones inversas   | 6-17        |
| 6.3.12.     | Inspección por muestreo de sistemas base agua inhibidores de lutas                                      | 6-18        |
| <b>VII</b>  | <b>PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN POR MUESTREO PARA LA BARITA</b>  | <b>7-1</b>  |
| 7.1.        | CONSIDERACIONES   | 7-1         |
| 7.2.        | ESPECIFICACIONES DEL NIVEL DE CALIDAD ACEPTABLE Y NIVEL DE INSPECCIÓN GENERAL                           | 7-6         |
| 7.2.1.      | Para un lote aislado  | 7-7         |
| 7.2.2.      | Para una serie continua de lotes  | 7-20        |
| 7.3.        | PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN POR MUESTREO PARA UN LOTE AISLADO DE BARITA                                 | 7-22        |
| 7.4.        | PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN POR MUESTREO PARA UNA SERIE CONTINUA DE LOTES DE BARITA                     | 7-54        |
| <b>VIII</b> | <b>PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN POR MUESTREO PARA UN FLUIDO DE EMULSIÓN INVERSA</b>                      | <b>8-1</b>  |
| 8.1.        | CONSIDERACIONES   | 8-1         |
| 8.2.        | ESPECIFICACIÓN DEL NIVEL DE CALIDAD ACEPTABLE Y NIVEL DE INSPECCIÓN GENERAL                             | 8-6         |
| 8.2.1.      | Para un lote aislado  | 8-7         |
| 8.2.2.      | Para una serie continua de lotes  | 8-13        |
| 8.3.        | PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN POR MUESTREO PARA UN LOTE AISLADO DE FLUIDO DE EMULSIÓN INVERSA             | 8-13        |
| 8.4.        | PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN POR MUESTREO PARA UNA SERIE CONTINUA DE LOTES DE FLUIDO DE EMULSIÓN INVERSA | 8-22        |
|             | <b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>   | <b>ii-1</b> |
|             | <b>NOMENCLATURA</b>   | <b>ii-3</b> |
|             | <b>BIBLIOGRAFÍA</b>   | <b>ii-6</b> |

---

---

|            |       |
|------------|-------|
| APÉNDICE A | ii-9  |
| APÉNDICE B | ii-11 |
| APÉNDICE C | ii-15 |
| APÉNDICE D | ii-18 |
| APÉNDICE E | ii-25 |
| APÉNDICE F | ii-32 |
| APÉNDICE G | ii-34 |
| APÉNDICE H | ii-36 |

---

---

## LISTA DE FIGURAS

|        |      |  |      |
|--------|------|--|------|
| Figura | 3.1. | Curva de operación característica de un plan de muestreo sencillo.   | 3-14 |
| Figura | 6.1. | Localización de zonas en donde se recomienda establecer puntos de inspección por muestreo.                 | 6-3  |
| Figura | 6.2. | Zona de recepción de productos para realizar inspección por muestreo.                                      | 6-4  |
| Figura | 6.3. | Zona de almacén de componentes de lodo para realizar inspección por muestreo.                              | 6-6  |
| Figura | 6.4. | Zona de silos para realizar inspección por muestreo.   | 6-7  |
| Figura | 6.5. | Zona de presas o tanques de lodo para realizar inspección por muestreo.                                    | 6-8  |
| Figura | 6.6. | Zona de presas de lodo en reposo.  | 6-8  |
| Figura | 7.1. | Rejilla muestreadora o de muestreo para un auto-tanque o tolva de 50 t.                                    | 7-24 |
| Figura | 7.2. | Selección de puntos de muestreo sobre los domos de la tolva de 50 t.                                       | 7-25 |
| Figura | 7.3. | Auto-tanque o tolva de 50 t transportando barita a granel.   | 7-28 |
| Figura | 7.4. | Sonda o calador empleada para tomar 11 especímenes de barita a granel en una tolva.                        | 7-29 |
| Figura | 7.5. | Cuartheador para reducir las muestras a porciones de granos de barita.                                     | 7-30 |
| Figura | 7.6. | Ángulos de introducción de la sonda en una tolva, para tomar muestras de barita.                           | 7-31 |
| Figura | 7.7. | Camión transportando sacos de barita y forma de estibarlos en el almacén mientras se realiza la selección. | 7-35 |
| Figura | 7.8. | Forma de estibar los sacos de barita, para la futura selección de toma de muestras.                        | 7-36 |

---

---

|        |       |   |      |
|--------|-------|---|------|
| Figura | 7.9.  | Sonda o calador, empleada para tomar 2 especímenes de barita en un saco.  | 7-38 |
| Figura | 7.10. | Forma de introducir la sonda en un saco, para tomar 5 especímenes de barita.  | 7-39 |
| Figura | 7.11. | Rejilla muestreadora o de muestreo para un silo de 50 t.  | 7-44 |
| Figura | 7.12. | Selección de puntos de muestreo sobre el domo del silo.   | 7-45 |
| Figura | 7.13. | Ángulos de introducción de la sonda en el silo, para tomar muestras de barita.  | 7-47 |
| Figura | 7.14. | Forma de estibar 50 sacos de barita en el almacén para una futura selección de muestras.                                  | 7-50 |
| Figura | 7.15. | Forma de estibar 1000 sacos de barita para futuras selecciones de muestras en el almacén.                                 | 7-52 |
| Figura | 8.1.  | Rejilla muestreadora o de muestreo para un tanque o presa de 50 m <sup>3</sup> , que contiene fluido de emulsión inversa. | 8-16 |
| Figura | 8.2.  | Selección de puntos de muestreo sobre un tanque o presa de lodo.  | 8-17 |
| Figura | 8.3.  | Sonda para tomar 11 muestras de un fluido de emulsión inversa en un tanque o presa de lodo.                               | 8-20 |
| Figura | 8.4.  | Forma de tomar muestras de fluido de emulsión inversa, con la sonda en la presa o tanque de 50 m <sup>3</sup> .           | 8-21 |

---

---

## LISTA DE TABLAS

|       |       |  |      |
|-------|-------|--|------|
| Tabla | 4.1.  | Aditivos empleados en la elaboración de sistemas de fluidos de perforación, terminación y reparación de pozos. | 4-21 |
| Tabla | 4.2.  | Especificación de la barita.   | 4-23 |
| Tabla | 4.3.  | Especificación de la bentonita.  | 4-24 |
| Tabla | 4.4.  | Especificación del carboximetil celulosa de sodio.   | 4-25 |
| Tabla | 4.5.  | Especificación del carbonato de sodio anhidro.   | 4-25 |
| Tabla | 4.6.  | Especificación del carbonato de calcio.  | 4-26 |
| Tabla | 4.7.  | Especificación de obturantes granulares.   | 4-26 |
| Tabla | 4.8.  | Especificación de obturantes fibrosos.   | 4-27 |
| Tabla | 4.9.  | Especificación de lignitos naturales.  | 4-27 |
| Tabla | 4.10. | Especificación de lignitos modificados.  | 4-28 |
| Tabla | 4.11. | Especificación de lubricante de carga máxima.  | 4-29 |
| Tabla | 5.1.  | Fluidos empleados en la perforación de pozos.  | 5-3  |
| Tabla | 5.2.  | Aditivos empleados en la elaboración de fluidos de perforación de pozos.                                       | 5-8  |
| Tabla | 5.3.  | Fluidos de terminación y reparación de pozos.  | 5-14 |
| Tabla | 5.4.  | Aditivos empleados en la elaboración de fluidos de terminación y reparación de pozos.                          | 5-19 |
| Tabla | 5.5.  | Especificación de un sistema de fluido de emulsión inversa.  | 5-28 |
| Tabla | 7.1.  | Aspectos importantes de conocer antes de desarrollar un plan de muestreo para la barita.                       | 7-6  |

|       |       |  |      |
|-------|-------|--|------|
| Tabla | 7.2.  | Posibles valores de selección de calidad límite y nivel de calidad aceptable para un lote aislado, representado por una tolva de 50 t de barita.                         | 7-8  |
| Tabla | 7.3.  | Determinación del porcentaje y número de defectos para un lote aislado de barita, representado por una tolva de 50 t. Con letra clave C.                                 | 7-10 |
| Tabla | 7.4.  | Determinación del porcentaje y número de defectos para un lote aislado de barita, representado por una tolva de 50 t. Con letra clave C.                                 | 7-10 |
| Tabla | 7.5.  | Determinación del porcentaje y número de defectos para un lote aislado de barita, representado por una tolva de 50 t. Con letra clave D.                                 | 7-11 |
| Tabla | 7.6.  | Determinación del porcentaje y número de defectos para un lote aislado de barita, representado por una tolva de 50 t. Con letra clave E.                                 | 7-12 |
| Tabla | 7.7.  | Posibles valores de selección de calidad límite y nivel de calidad aceptable para un lote aislado, representado por un camión de 1000 sacos de 50 kg de barita cada uno. | 7-14 |
| Tabla | 7.8.  | Niveles de calidad aceptables correspondientes a niveles de calidad límite de un lote aislado, representado por un camión de 1000 sacos de 50 kg de barita cada uno.     | 7-15 |
| Tabla | 7.9.  | Determinación del porcentaje y número de defectos para un lote aislado de barita, representado por un camión de 1000 sacos de 50 kg cada uno. Con letra clave G.         | 7-16 |
| Tabla | 7.10. | Determinación del porcentaje y número de defectos para un lote aislado de barita, representado por un camión de 1000 sacos de 50 kg cada uno. Con letra clave J.         | 7-17 |
| Tabla | 7.11. | Determinación del porcentaje y número de defectos para un lote aislado de barita, representado por un camión de 1000 sacos de 50 kg cada uno. Con letra clave K.         | 7-18 |
| Tabla | 7.12. | Posibles valores de selección de calidad límite y nivel de calidad aceptable.  | 7-20 |
| Tabla | 7.13. | Selección de puntos de muestreo sobre el domo de la tolva de acuerdo a la tabla de números aleatorios.   | 7-26 |



|       |       |   |      |
|-------|-------|---|------|
| Tabla | 7.14. | Selección de muestras (en sacos de barita) empleando la tabla de números aleatorios.  | 7-34 |
| Tabla | 7.15. | Representación de puntos de muestreo sobre el domo del silo, para obtener especímenes de barita.  | 7-42 |
| Tabla | 7.16. | Selección repuntos de muestreo por medio de la tabla de números aleatorios, para obtener especímenes de barita.   | 7-43 |
| Tabla | 7.17. | Extracción de muestras (en los sacos de barita) empleando la tabla de números aleatorios.   | 7-51 |
| Tabla | 7.18. | Ejemplo de procedimiento de cambio al aplicar inspección por muestreo de una serie de lotes continuos de 25 lotes que contienen barita.   | 7-62 |
| Tabla | 8.1.  | Aspectos importantes a conocer antes de desarrollar un plan de muestreo para un fluido de emulsión inversa.   | 8-6  |
| Tabla | 8.2.  | Posibles valores de selección de calidad límite y nivel de calidad aceptable para un lote aislado, representado por una presa o tanque de 50 m <sup>3</sup> de un fluido de emulsión inversa. | 8-8  |
| Tabla | 8.3.  | Determinación del porcentaje y número de defectos para un lote aislado de fluido de emulsión inversa, representado por una presa o tanque de 50 m <sup>3</sup> . Con letra clave C.           | 8-10 |
| Tabla | 8.4.  | Determinación del porcentaje y número de defectos para un lote aislado de fluido de emulsión inversa, representado por una presa o tanque de 50 m <sup>3</sup> . Con letra clave C.           | 8-10 |
| Tabla | 8.5.  | Determinación del porcentaje y número de defectos para un lote aislado de fluido de emulsión inversa, representado por una presa o tanque de 50 m <sup>3</sup> . Con letra clave D.           | 8-11 |
| Tabla | 8.6.  | Determinación del porcentaje y número de defectos para un lote aislado de fluido de emulsión inversa, representado por una presa o tanque de 50 m <sup>3</sup> . Con letra clave E.           | 8-12 |
| Tabla | 8.7.  | Selección de puntos de muestreo sobre el domo del tanque o presa de lodo de acuerdo a, la tabla de números aleatorios.  | 8-18 |
| Tabla | 8.8.  | Ejemplo de procedimientos de cambio en una inspección por muestreo de una serie de lotes continuos de 25 tanques o presas que contienen fluido de emulsión inversa.                           | 8-30 |

## RESUMEN

Hoy en día, **LA INDUSTRIA PETROLERA EN MÉXICO**, cuenta con un gran número de proveedores de los cuales adquiere productos sólidos, líquidos y gaseosos, mismos que son destinados y enviados a sus diferentes áreas de administración, servicio, producción y mantenimiento, convirtiéndose en un comprador y consumidor a gran escala, por tal motivo, siempre existe la posibilidad que todos los productos que se compran, un determinado porcentaje no cuentan con las características o especificaciones acordadas inicialmente entre el comprador y el proveedor. Para el interés de esta tesis, específicamente en los campos donde se encuentran los equipos de **PERFORACIÓN, TERMINACIÓN Y REPARACIÓN DE POZOS PETROLEROS**, se obtienen procedimientos detallados de selección e inspección de productos en lotes que contribuyen a facilitar a los responsables de recibirlos, tomar la decisión de aceptarlos o rechazarlos si los mismos no cumplen con las especificaciones acordadas inicialmente entre el comprador y el proveedor, esto es de suma importancia debido a que del cumplimiento de estas especificaciones depende en gran porcentaje la elaboración de sistemas de fluidos óptimos requeridos en las operaciones de perforación, terminación y reparación de pozos.

Este trabajo contempla como tema principal **Los procedimientos de inspección por muestreo para aditivos y sistemas de fluidos empleados en la perforación, terminación y reparación de pozos petroleros**, dirigido principalmente a las zonas donde se reciben y almacenan productos sólidos o aditivos y se elaboran sistemas de fluidos en los campos terrestres, tomando como referencia los procedimientos de la Norma Mexicana NMX-Z-12/1,2-1987, muestreo para la inspección por atributos parte 1 (información general y aplicaciones), parte 2 (métodos de muestreo, tablas y gráficas), diversas especificaciones y métodos de prueba, editado por la Dirección General de Normas de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial.

Se aplican dos procedimientos de inspección por muestreo.

El primero, establecido por las normas mexicanas, se refiere al caso de que no existe un común acuerdo entre comprador y el proveedor en fijar un nivel de inspección general y nivel de calidad aceptable para los productos, únicamente el nivel de inspección general es establecido por el comprador, además no se determinan planes de muestreo para los distintos productos. No especifica si el procedimiento es para una serie continua de lotes o un lote aislado de productos.

El segundo, que es el procedimiento propuesto en esta tesis, considera que existe un común acuerdo entre el comprador y el proveedor en fijar un nivel de inspección general y nivel de calidad aceptable, que son los dos puntos que permanecen constantes durante todo el contrato de compra y venta de los productos,

además determina planes de muestreo y aplica dos procedimientos de inspección por muestreo, uno para un lote aislado y el segundo para una serie continua de lotes de productos.

Para la aplicación de los procedimientos de inspección por muestreo, se toma como ejemplo únicamente a la barita como producto sólido y un sistema de fluido de emulsión inversa como un producto líquido.

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

### 1.1. OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Es importante poder medir siempre la calidad de un producto, ya sea de forma individual, o que en conjunto formen un producto terminado para tener elementos que nos lleven a la toma de una decisión de aceptación o de rechazo del mismo. Y es precisamente esta tesis que tiene por objetivo, eficientar los tiempos y costos de las operaciones de campo, al proporcionar un procedimiento que sirva como herramienta, para la aplicación apropiada de la inspección por muestreo de productos sólidos y líquidos y obtener guías de procedimientos de inspección por muestreo simplificados, basándose en los procedimientos básicos de muestreo por atributos que pueden ser aplicados y de gran utilidad para el personal que labora en las instalaciones o campos de la industria petrolera, principalmente en las zonas donde se encuentran las operaciones de PERFORACIÓN, TERMINACIÓN Y REPARACIÓN DE POZOS PETROLEROS.

### 1.2. IMPORTANCIA DEL MUESTREO DE PRODUCTOS

El muestreo de productos siempre es importante y se debe realizar.

Cuando los productos llegan y se almacenan en las instalaciones donde se encuentran los equipos de operación de pozos, en ocasiones se reciben sin la presencia de un responsable o autoridad capacitada en estas labores y no se aplican los procedimientos para aceptar o rechazar lotes de productos que envían los proveedores. De aquí la importancia de establecer zonas en las que se reciben y almacenan, para que posteriormente, un inspector calificado realice los procedimientos de muestreo para la inspección de los productos sólidos y líquidos destinados a la aceptación o rechazo de lotes. Esto no debe presentarse, lo correcto debe ser: cuando se reciban lotes de estos productos, se encuentre siempre un inspector que realice los procedimientos de muestreo para aceptarlos o rechazarlos y evitar que sean utilizados para la elaboración de lodos, sin antes estar sujetos a estos procedimientos.

Este trabajo tiene como contenido lo siguiente:

**El capítulo II.** Explica los antecedentes en los cuales se basa la realización de esta tesis como son, la explicación de la NORMA MILITARY ESTANDAR 105D y la NORMA MEXICANA NMX-Z12/ PARTE 1 Y 2 – 1987.

**El capítulo III.** Explica la diferencia entre los conceptos del muestreo de aceptación y calidad. También hace referencia a los conceptos generales y definiciones de la NORMA NMX-Z12 / PARTE 1 y 2- 1987.

**El capítulo IV.** Se refiere a los conceptos generales y especificaciones de acuerdo a la NORMA MEXICANA de algunos aditivos utilizados con mayor frecuencia en la elaboración de fluidos de perforación, terminación y reparación de pozos.

**El capítulo V.** Clasifica a algunos tipos de fluidos de perforación, terminación, reparación y aditivos empleados en su elaboración, así como las especificaciones para un sistema de fluido base agua inhibidor de lutitas y un sistema de fluido de emulsión inversa de acuerdo a la NORMA MEXICANA.

**El capítulo VI.** Explica la importancia de seleccionar zonas de muestreo y aplicación de procedimientos de inspección en las mismas. También Muestra los procedimientos de inspección por muestreo para aditivos y sistemas de fluidos de acuerdo a NORMAS MEXICANAS, en el cual se considera que no existe un común acuerdo entre comprador y proveedor en fijar un nivel de inspección general y nivel de calidad aceptable para los aditivos, únicamente el nivel de inspección general es establecido por el comprador y no explica con claridad si el procedimiento considera una serie continua de lotes o un lote aislado de productos.

**El capítulo VII.** Propone un procedimiento de inspección por muestreo para la barita cuando existe un lote aislado y una serie continua de lotes. También explica el procedimiento para especificar un nivel de calidad aceptable y un nivel de inspección general para cada caso, considera que existe un mutuo acuerdo entre el comprador y proveedor en fijar los niveles de calidad aceptable y de inspección general, determina planes de muestreo que son muy importantes para los procedimientos de inspección.

**El capítulo VIII.** Propone un procedimiento de inspección por muestreo para un fluido de emulsión inversa cuando existe un lote aislado y una serie continua de lotes. También explica el procedimiento para especificar un nivel de calidad aceptable y un nivel de inspección general para cada caso, considera que existe un mutuo acuerdo entre el comprador y proveedor en fijar los niveles de calidad aceptable y de inspección general, determina planes de muestreo que son muy importantes para los procedimientos de inspección.

## CAPÍTULO II

### ANTECEDENTES

#### 2.1. NORMA MILITARY ESTÁNDAR 105D

**LOS PROCEDIMIENTOS MILITARES ESTÁNDARES DE MUESTREO PARA INSPECCIÓN POR ATRIBUTOS** se crearon durante la II guerra mundial. Los procedimientos y tablas para pertrechos militares se prepararon en 1942 y pasaron después a convertirse (con modificaciones) en tablas para las Fuerzas de Servicio del Ejército. Las tablas de la Armada fueron publicadas en 1945 y adoptadas en 1949 como norma conjunta Ejército-Armada. Este JAN-STD fue sustituido por el Mil. Std. 105A en 1950. Desde entonces, ha habido modificaciones menores en la norma 105, publicada como 105B y 105C. La Military Estándar 105D que se analiza aquí es el resultado de un estudio llevado a cabo por el grupo de trabajo americano-británico-canadiense que trató de lograr establecer un patrón común para los tres países. Mil. Std. 105D fue publicada por el gobierno de los Estados Unidos en 1963. En 1971 fue adoptada por el American National Stándar Institute como ANSI Stándar Z 1.4 y en 1973, salvo por pequeños cambios editoriales, fue adoptada por la International Organization for Standardization como ISO 2859.

En 1981 se realizó una revisión editorial de la ANZI Z1.4 y se agregó material nuevo de un grupo de la ASQC. La norma revisada se emitió como la ANSI/ASQC Standard Z1.4. En 1986 se consideró la revisión de la ISO Std.2859. Sin embargo, no se formularon planes para cambiar las tablas básicas, de modo que permanecen iguales para las tres normas. Por lo tanto, los aspectos técnicos de la Mil. Std. 105D se aplican también a las otras normas.

Debe advertirse que en la Mil. Std. 105D el término defecto se utiliza en el sentido amplio de una disconformidad con las especificaciones y que el término unidad defectuosa designa a una unidad disconforme. La descripción de la norma se efectuaría en función de defectos y unidades defectuosas, pero estos términos tienen el mismo significado genérico que en la norma en cuestión.

La Mil. Std. 105D es un conjunto de tales procesos organizado en un sistema de métodos de muestreo. Un método (scheme) de muestreo consiste en una combinación de un proceso de muestreo normal, uno de muestreo severo o riguroso y uno de muestreo reducido, con reglas para cambiar de uno a otro. Puede también tener

cláusulas para discontinuar la inspección si un número especificado de lotes consecutivos permanece en inspección severa.

El punto básico de la Mil. Std. 105D es el nivel aceptable de calidad o AQL siglas en inglés, (NCA) en español. Al aplicar el estándar se espera que en una conferencia (a alto nivel) entre un proveedor y una agencia militar quedará especificado claramente para el proveedor lo que, para fines de muestreo de aceptación, la agencia considera como nivel aceptable de calidad para una determinada característica del producto. Se espera que el proveedor someterá para inspección varios lotes de este producto y es el propósito del procedimiento de muestreo del Mil. Std. 105D, reforzar al proveedor para que produzca, por lo menos, un producto de calidad NCA. Esto se logra no solamente mediante la aceptación y rechazo de un proceso de muestreo en particular, sino al disponer el cambio a otro procedimiento de muestreo más exigente, en cuanto se presenten pruebas de que el producto del contratista se ha deteriorado, pasando a ser inferior al NCA convenido.

La Mil. Std. 105D se refiere así a una serie de NCA. Para los procesos de fracción de defectuosa, el NCA varía desde 0.10 a 10 por ciento. Para procedimientos de defectos por unidad hay 10 NCA adicionales que llegan hasta mil defectos por cada cien unidades. Se observará que para los niveles más bajos de NCA, el mismo proceso de muestreo puede ser utilizado para controlar, ya sea una fracción defectuosa o el número de defectos por unidad. Los NCAs relacionados en la norma, se han elegido de manera que cada uno de ellos tenga una proporción de 1.85 con el NCA situado inmediatamente abajo del mismo.

Además de una decisión cerca de un NCA, es también necesario, al aplicar la Mil. Std. 105D, decidir acerca del "nivel de inspección". Esto determina la relación entre los tamaños y la muestra. Se ofrecen tres niveles generales de inspección. El nivel II es el que se considera como normal. El nivel I puede especificarse cuando se necesita menos selección y el nivel III cuando se requiere una diferencia mayor. Hay también cuatro niveles especiales. La decisión acerca de cual nivel de inspección se usará, se basa en el tipo de producto que se trate. Para elementos poco costosos y sencillos, el nivel puede ser bajo, para piezas costosas y complejas deberá ser alto. Si la inspección es perjudicial para el producto, puede utilizarse un bajo nivel de inspección. El nivel de inspección se adopta al iniciar el programa de muestreo y no se le cambia, en general, a partir de dicho momento.

Para un NCA específico, un nivel de inspección y un tamaño de lote dados, el Mil. Std. 105D da un proceso de muestreo normal, que se utiliza en tanto que el proveedor esté generando productos que aparentemente tengan la calidad NCA o mejor. Ofrece también un proceso más severo al cual cambiar si hay pruebas de que la calidad se ha deteriorado. La regla es que el cambio del proceso normal al más exigente, se realice después de que dos de cinco lotes consecutivos han sido rechazados durante la inspección original. Se vuelve a implantar la inspección normal, cuando cinco lotes consecutivos han sido aceptados en el curso de la inspección

original. Si se encuentran 10 lotes consecutivos de acuerdo con el proceso más estricto, se detiene con la producción para proceder como convenga con respecto a la calidad. Se observará que este cambio de una inspección más estricta a la normal y viceversa, se refiere a un proveedor en particular y es independiente de los niveles de inspección originalmente adoptados, los cuales se refieren al tipo de producto y no al proveedor.

La Mil. Std. 105D ofrece tres tipos de procedimientos de muestreo, correspondiendo generalmente la decisión al inspector del gobierno a cargo de la operación. Los tres tipos se refieren a un proceso de muestreo sencillo, doble y múltiple. La selección entre uno u otro se hace generalmente sobre la base de la conveniencia administrativa.

Debido a la posibilidad de escoger entre los tres tipos de procesos, el estándar no muestra inmediatamente el tamaño de la muestra, sino que suministra inicialmente una letra código para el tamaño. Esto, junto con la decisión del tipo de procedimientos, señala el proceso de muestreo específico por utilizar.

Los pasos en el uso de las normas pueden resumirse como sigue:

1. Decisión del NCA.
2. Decisión del nivel de inspección.
3. Determinación del tamaño del lote.
4. Consultar la tabla para encontrar la letra código correspondiente al tamaño de la muestra.
5. Decisión en cuanto al procedimiento de muestreo a utilizar.
6. Uso de la tabla correcta para encontrar el proceso por utilizar.
7. Uso de la tabla de inspección más estricta, para el mismo tipo de proceso, cuando se requiera cambiar a una inspección más estricta.

## **2.2 NORMA MEXICANA NMX-Z-12 / PARTE 1 y 2 - 1987**

Debido a la existencia y utilización en México de diferentes procedimientos y tablas de muestro para la inspección por atributos destinados a la aceptación de lotes de materias primas, artículos y productos determinados, tales como: Dodge-Roming, Philips SSS, MIL STD- 105D, los fines de la inspección de calidad podrían haber tenido una validez precaria y objetable, a consecuencia de la relativa incompatibilidad para poder compararlos entre sí. Inclusive, la falta de unificación en la terminología de inspección provocaba dificultades de entendimiento entre inspectores e inspeccionados.

Por tal motivo con base en un trabajo presentado por el Subcomité de Estadística perteneciente al Comité Consultivo de Normalización Básica, con sede en



el Consejo Nacional de Ciencia y tecnología y tomando en cuenta las opiniones expresadas por el sector industrial tanto público como privado, la Dirección General de Normas de la Secretaría de Industria y Comercio expidió en 1975, la Norma Oficial Mexicana DGN-R-18 Muestreo para la inspección por atributos partes I, II, III, IV y V (actualmente NMX-Z-12) para coadyuvar el mutuo entendimiento sobre criterios unificados en la inspección entre proveedores y compradores.

La base estadística de esta norma es la misma adoptada por la Secretaría de la Defensa de los Estados Unidos de Norteamérica, contenida en su Norma MIL-STD-105D misma que originó sucesivamente la adopción mundial de estos conceptos por parte de la Comisión Electrotecnia Internacional (IEC) y de la Organización Internacional de Normalización (ISO) en sus normas IEC (1973) e ISO 2859 (19749) respectivamente.

Con la entrada de México al Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y Comercio, la comercialización de productos tendrán como base de operación las normas internacionales por lo que las Dirección General de Normas de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial ha revisado y actualizado el citado documento con el propósito de coadyuvar a implementar el mecanismo de certificación de productos conforme a la norma facilitando con ello las actividades comerciales.

Con el propósito de homologar estos documentos con sus similares internacionales, la parte I de la edición 1975 ha sido cambiada para hacerla totalmente concordante con el texto de la norma ISO 2859 conservando las demás partes el mismo contenido.

Para facilitar su manejo y aplicación, la nueva edición se ha reestructurado en 3 partes de acuerdo a lo siguiente:

| Edición 1975              | Edición 1985 |
|---------------------------|--------------|
| Parte I }<br>Parte IV }   | Parte 1      |
| Parte II }<br>Parte III } | Parte 2      |
| Parte V }                 | Parte 3      |

Cabe mencionar también de que este documento contiene la información, las definiciones y tablas de muestreo correspondientes a la norma de la ISO y además proporcionan en la parte 3 la descripción y uso de la “Regla de Cálculo para los planes de muestreo por atributos”, que es un dispositivo que facilita la elaboración de planes de muestreo.

## CAPITULO III

### CONCEPTOS FUNDAMENTALES

#### 3.1. MUESTREO DE ACEPTACIÓN

El muestreo de aceptación es la inspección por muestras en la que se toma la decisión de aceptar o no un producto o servicio; también la metodología que trata de los procedimientos por los que las decisiones de aceptar o no se basan sobre los resultados de la inspección de las muestras.

El muestreo se puede verificar por el procedimiento de pasa/no-pasa (o atributos), o sea, determina si las unidades en las muestras cumplen con los requisitos de las especificaciones.

Asociado al muestreo, se puede definir un plan de muestreo de aceptación como:

Un plan específico que determina el tamaño o tamaños de muestra a ser utilizado y el criterio asociado de aceptación o rechazo.

Debe insistirse en que el propósito del muestreo de aceptación es el de determinar una manera de actuar y no el de encontrar la calidad del lote, no es un intento para controlar la calidad, un muestreo de aceptación simplemente acepta o rechaza. Si los lotes son todos de la misma calidad, aceptará unos y rechazará otros.

En otras palabras, el muestreo de aceptación da un margen de seguridad en cuanto a la calidad.

#### 3.2. CALIDAD

La calidad la determina el cliente, no el ingeniero ni mercadotecnia ni la gerencia general. Esta basada en la experiencia real del cliente con el producto o servicio, medida contra sus requisitos definidos o tácitos, conscientes o sólo percibidas, operacionales técnicamente o por completo subjetivos y siempre representa un objetivo móvil en el mercado competitivo.

La calidad del producto y servicio puede definirse como:

La resultante total de las características del producto y servicio en cuanto a mercadotecnia, ingeniería, fabricación y mantenimiento por medio de las cuales el producto o servicio en uso satisfará las expectativas del cliente.

El propósito de la mayor parte de las medidas de calidad es determinar y evaluar el grado o nivel al que el producto o servicio se acerca a su resultante total.

Algunos otros términos, como confiabilidad, facilidad para darle servicio y mantenimiento, en algunas ocasiones se han tomado como definiciones de la calidad del producto. Estos términos son en realidad características individuales, que en conjunto constituyen la calidad del producto.

### 3.3. CONCEPTOS

#### DESCRIPCIÓN DE LA NORMA NMX-Z-12/PARTE 1Y2

Las tablas de esta norma están diseñadas para la inspección por atributos lote por lote. El esquema es particularmente apropiado para inspección de una secuencia de lotes, también puede cubrirse la inspección de un lote aislado ocasional, considerando las tablas como una colección de planes de muestreo más que un esquema de muestreo.

El propósito principal del esquema de las tablas de esta norma es controlar la aceptación de productos a un nivel de calidad que sea igual o mejor que el Nivel de Calidad Aceptable (NCA). Sin embargo la designación de un NCA no implica que el fabricante tenga el derecho de suministrar a sabiendas algún producto defectuoso.

Una forma por lo tanto, de considerar el NCA es como un índice para los riesgos calculados que el inspector está preparado para aceptar a fin de obtener el beneficio económico de la inspección por muestreo. Si no obstante, no puede aceptarse el riesgo del muestreo, o no se encuentra un plan apropiado, el producto debe inspeccionarse 100 %. Cuando esta usándose la inspección por muestreo y el fabricante esta produciendo una calidad más mala que el NCA, un buen plan de muestreo bien elegido debe rechazar suficientes lotes para que se justifique el mejoramiento de la calidad sin demora alguna. Se sabe que cuando la producción esta bajo control se puede esperar una calidad mejor que el NCA.

## 1. Inspección

Es el proceso de medición, examen, prueba, o de alguna otra forma de comparación de la unidad de producto bajo consideración con respecto a las especificaciones establecidas.

## 2. Inspección por atributos

Es la inspección bajo la cual simplemente se clasifica a la unidad de producto como defectuosa o no defectuosa o se cuenta el número de defectos que contiene con respecto a las especificaciones establecidas.

## 3. Unidad de producto

Es aquella que se inspecciona para su clasificación en defectuosa o no defectuosa o para contar el número de defectos que contiene. Puede ser un solo artículo, un par, un juego, una longitud, un área, una operación, un volumen, un componente de un producto terminado o el producto terminado mismo. La unidad de producto puede o no ser la misma unidad de compra, surtimiento, producción o embarque.

## CLASIFICACIÓN DE DEFECTOS

## 4. Clasificación de defectos

Es la lista de posibles defectos que puede contener la unidad de producto, clasificados de acuerdo a su importancia.

## 5. Defecto

Defecto es cualquier discrepancia o inconformidad de la unidad de producto, con respecto a las especificaciones establecidas. Los defectos se agrupan usualmente en una o más de las clases que se mencionan a continuación; sin embargo, estos también se pueden agrupar en otras clases o subclases dentro de las mismas.

## 6. Defecto crítico

Es un defecto en el cual el criterio y la experiencia indican que tiene grandes probabilidades de producir condiciones peligrosas o inseguras para las personas que usen el producto, le den servicio o dependan de él. También es aquel en el cual el criterio y la experiencia indican que tiene grandes probabilidades de impedir el funcionamiento o el desempeño de la función primordial de un producto terminado mayor, tal como un barco, un avión, un tanque, un proyectil, un vehículo especial, una computadora, un equipo médico, o un satélite de telecomunicaciones.

**7. Defecto mayor**

Es un defecto que, sin ser crítico, tiene grandes probabilidades de provocar una falla o reducir en forma drástica la utilidad de la unidad de producto para el fin al que se le destina.

**8. Defecto menor**

Es un defecto que representa una desviación con respecto a los requisitos establecidos y que no tiene una influencia decisiva en el uso efectivo o en la operación de la unidad de producto, o sea que no tiene grandes probabilidades de reducir en forma drástica la posibilidad de uso para el fin al que se le destina.

**CLASIFICACIÓN DE UNIDADES DE PRODUCTO DEFECTUOSAS****9. Defectuosa**

Una defectuosa es una unidad de producto que contiene uno o más defectos y se clasifican en defectuosa crítica, mayor y menor.

**10. Defectuosa crítica**

Una defectuosa crítica contiene uno o más defectos críticos, así como también puede contener defectos mayores y/o menores.

**11. Defectuosa mayor**

Una defectuosa mayor contiene uno o más defectos mayores y que también puede contener defectos menores, pero que no contiene defectos críticos.

**12. Defectuosa menor**

Una defectuosa menor contiene uno o más defectos menores, pero que no contiene ni defectos mayores ni críticos.

## PORCENTAJE DE UNIDADES DE PRODUCTO DEFECTUOSAS Y DEFECTOS POR CIEN UNIDADES DE PRODUCTO

### 13. Formas de expresar la inconformidad

El grado de inconformidad de una unidad de producto, se puede expresar como: Porcentaje de unidades de producto defectuosas o defectos por cien unidades.

### 14. Porcentaje de unidades de producto defectuosas

Es el cociente del número de unidades de producto defectuosas, entre el número total de unidades de producto inspeccionadas, todo multiplicado por 100.

$$\% \text{ DEFECTUOSAS} = \frac{\text{CANTIDAD DE DEFECTUOSAS}}{\text{CANTIDAD INSPECCIONADA}} \times 100$$

### 15. Defectos por cien unidades de producto

Es el cociente del número de defectos encontrados en las unidades de producto, entre el número de unidades de producto inspeccionadas, todo multiplicado por 100.

$$\text{DEFECTOS POR CIEN UNIDADES} = \frac{\text{CANTIDAD DE DEFECTOS}}{\text{CANTIDAD INSPECCIONADA}} \times 100$$

NOTA: Cualquier unidad de producto puede contener uno o más defectos.

## NIVEL DE CALIDAD ACEPTABLE (NCA)

### 16. Definición

El NCA es el porcentaje máximo de unidades de producto defectuosas (o el máximo número de defectos por cien unidades de producto) que, para propósitos de inspección por muestreo, se puede considerar satisfactorio como calidad promedio de un proceso.

## 17. Explicaciones sobre el significado del NCA

Cuando un consumidor especifica un valor de un NCA para un defecto o grupo de defectos, con ello indica al proveedor que su plan de muestreo de aceptación va a aceptar la gran mayoría de los lotes o partidas que presente el proveedor siempre y cuando el promedio del porcentaje de unidades de producto defectuosas (o defectos por cien unidades de producto) en esos lotes o partidas, no exceda el valor especificado para el NCA. Por lo que el valor especificado del NCA es el porcentaje de unidades de producto defectuosas (o defectos por cien unidades de producto), que el consumidor indica que es aceptado la mayoría de las veces, por el plan de inspección por muestreo que se va a usar. Los planes de muestreo que se proporcionan en esta norma están elaborados de tal manera, que la probabilidad de aceptación en el valor especificado del NCA, depende del tamaño de la muestra, siendo generalmente más grande para tamaños de muestra mayores que para pequeños, para un NCA definido. El NCA solo no indica la protección al consumidor en lotes o partidas individuales, pero se relaciona más directamente con lo que se puede esperar de una serie de lotes o partidas, si se toma en cuenta esta norma. En este último caso, es necesario consultar las curvas de operación características del plan para determinar que protección va a tener el consumidor.

## 18. Especificación del NCA

El NCA que se va a usar debe especificarse en el contrato o establecerse por mutuo acuerdo entre proveedor y consumidor. Se pueden especificar diferentes NCA para grupos de defectos considerados en forma colectiva o para defectos individuales. Se puede especificar un NCA para un grupo de defectos adicionalmente a los NCA para defectos individuales o subgrupos en el mismo grupo. Los NCA para valores de 10 o menores, se pueden expresar ya sea en porcentaje de unidades de producto defectuosas o en defectos por cien unidades de producto; aquellos mayores de 10 se deben expresar solamente como defectos por cien unidades de producto.

## PRESENTACIÓN DEL PRODUCTO PARA SU INSPECCIÓN

## 19. Lote o partida

Se refiere a lotes o partidas para su inspección y se definen como el conjunto de unidades de producto del cual se toma la muestra para su inspección y se determina la conformidad con el criterio de aceptación y puede ser diferente al conjunto de unidades llamadas lote o partida para otros propósitos (por ejemplo: producción, embarque, etc.)



## **20. Formación de lotes o partidas**

El producto debe agruparse en lotes, sub-lotes o partidas inidentificables o de cualquier otra forma que se especifique). En lo posible cada lote o partida debe estar constituido por unidades de producto de un solo tipo, grado clase, tamaño y composición, fabricados esencialmente bajo las mismas condiciones y en el mismo período.

## **21. Tamaño de lotes o partidas**

Es el número de unidades de producto que contienen

## **22. Presentación de lotes o partidas para su inspección**

Se debe establecer por mutuo acuerdo entre proveedor y comprador, la manera de formar los lotes o partidas, su tamaño y la forma en que deben presentarse e identificarse por el proveedor. Cuando sea necesario, el proveedor debe proporcionar espacio adecuado y apropiado para el almacenamiento de cada lote o partida, el equipo necesario para la adecuada presentación e identificación y personal para llevar a cabo todo el manejo del producto necesario para la extracción de las muestras.

## ACEPTACIÓN O RECHAZO

## **23. Aceptabilidad de lotes o partidas**

Esta se determina por medio del plan o planes de muestreo en conjunto con el NCA correspondiente.

## **24. Unidades de producto defectuosas**

El consumidor tiene derecho a rechazar cualquier unidad de producto que encuentre defectuosa durante la inspección, sin importar que dicha unidad forme parte de la muestra o no y sin importar que el lote o partida en total sea aceptado o no. Las unidades de producto defectuosas pueden repararse o corregirse y presentarse nuevamente para su inspección mediante la aprobación y en la forma acordada entre proveedor y comprador.

## **25. Disposición de lotes rechazados**

Una parte importante de cualquier inspección por muestreo es mantener una vigilancia sobre los lotes rechazados. No es bueno regresarlos al fabricante y olvidarse de ellos, porque podrían ser ofrecidos otra vez como lotes nuevos, y existiría la posibilidad de ser aceptados.

El rechazo no necesariamente significa desecho. De acuerdo a las circunstancias del caso particular, puede indicar desecho o puede indicar inspección 100% con certificación o reemplazo de defectivos encontrados, o puede aún indicar aceptación a un precio reducido.

Si se permite la inspección 100% con rectificación o reemplazo de defectivos, el lote será eventualmente reenviado a inspección. El inspector necesita conocer que éste es un lote reenviado, de tal manera que pueda dar atención especial a las características por las cuales fue rechazado. Los resultados de inspeccionar lotes reenviados deben ser registrados separadamente de los registros de lotes ofrecidos para inspección original, de tal manera que no confundan cualquier cálculo de calidad de la producción que pueda requerirse.

## **26. Lotes o partidas presentadas nuevamente para inspección**

Los lotes o partidas que han sido rechazados inicialmente, se pueden presentar nuevamente a inspección de aceptación, solamente después de haber examinado, medido o probado nuevamente todas las unidades de producto y que se han quitado las defectuosas o corregido los defectos. De mutuo acuerdo entre proveedor y comprador se establece si se usa en este caso la inspección normal o rigurosa y si la inspección debe incluir todos los tipos y clases de defectos o solamente los tipos y clases de defectos por los que fue rechazado inicialmente.

## EXTRACCIÓN DE MUESTRAS

### **27. Muestra**

Consiste de una o más unidades de producto tomadas de un lote o partida, estas deben tomarse estrictamente al azar, sin considerar su calidad. El número de unidades de producto en la muestra corresponde al tamaño de la misma.

### **28. Muestra representativa**

Siempre que sea posible, el número de unidades en la muestra se debe seleccionar en proporción al tamaño de los sublotes o subpartidas o partes que componen el lote o partida, identificadas por un criterio racional. Cuando se desee un muestreo representativo, se seleccionan las unidades de producto de cada parte del lote o partida estrictamente al azar.

## **29. Muestreo simple aleatorio**

En el muestreo simple aleatorio; todas las posibles muestras del tamaño requerido tienen igual posibilidad de ser extraídas. El único requisito realmente vital, es que el lote entero se presente al inspector para que él tome la muestra.

### PROCEDIMIENTO DE CAMBIO (INSPECCIÓN NORMAL, RIGUROSA Y REDUCIDA)

En este caso se usa la inspección normal, a menos que el proveedor y comprador, acuerden otra cosa.

## **30. Continuación de una inspección**

La inspección debe continuar sin cambios para cada clase de defectos o defectuosas en lotes o partidas sucesivas, ya sea normal, rigurosa o reducida, excepto cuando el procedimiento de cambio que se presenta a continuación indique otra cosa. El procedimiento de cambio se debe aplicar a cada clase de defectuosas o defectos en forma independiente.

## **31. Normal a rigurosa**

Cuando se está llevando a cabo la inspección normal y se rechazan 2 de 5 lotes o partidas consecutivas en inspección original, se debe establecer de inmediato la inspección rigurosa.

NOTA: No se deben tomar en cuenta los lotes o partidas presentados nuevamente para inspección en este procedimiento.

## **32. Rigurosa a normal**

Cuando se esta llevando a cabo la inspección rigurosa y se aceptan 5 lotes o partidas consecutivas en inspección original, se debe establecer de inmediato la inspección normal

## **33. Normal a reducida**

Cuando se está llevando a cabo la inspección normal, se debe establecer la inspección reducida si se cumplen todos los requisitos que se establecen a continuación:

- a) Cuando no se hayan rechazado en inspección original los últimos 10 lotes o partidas (o más, como se indica en la nota correspondiente a la tabla F.1 del apéndice F).
- b) El número total de defectuosas (o defectos) en las muestras de los 10 últimos lotes o partidas (o el número usado para la condición del punto anterior) es igual o menor que el número correspondiente dado en la tabla F.1 del apéndice F.
- c) La producción tiene un ritmo constante.
- d) Cuando de mutuo acuerdo entre proveedor y comprador se considere deseable el implantar la inspección reducida.

#### **34. Reducida a normal**

Cuando se está llevando a cabo la inspección reducida, se debe establecer la inspección normal, si en la inspección original sucede cualquiera de las circunstancias que se anotan a continuación:

- a) Se rechaza un lote o partida.
- c) Si la producción se hace irregular o lenta.
- d) Otras condiciones que justifiquen la implantación de la inspección normal.

#### **35. Suspensión de la inspección**

En el caso de que 10 lotes o partidas consecutivas permanezcan en inspección rigurosa (o cualquier otro número que se especifique por mutuo acuerdo entre proveedor y comprador), se suspende la inspección bajo las condiciones de esta norma en espera de una acción que mejore la calidad del producto presentado a inspección.

### PLANES DE MUESTREO

#### **36. Plan de muestreo**

Este define el tamaño de la muestra que debe tomarse de cada lote o partida presentado a inspección (tamaño de la muestra o serie de tamaños de muestra) y el criterio para determinar su aceptabilidad [número de aceptación (Ac) y rechazo (Re)].

Un plan de muestreo significa reglas particulares por medio de las cuales un lote se va a inspeccionar y a dictaminar. Por ejemplo:

## Muestreo sencillo

|                       |              |
|-----------------------|--------------|
| Tamaño de la muestra: | 125          |
| Número de aceptación: | 5 defectivos |
| Número de rechazo:    | 6 defectivos |

Es un plan de muestreo.

### 37. Esquema de muestreo

Un “esquema de muestreo” significa una estrategia completa, que define qué planes de muestreo se van a usar y bajo que circunstancias.

### 38. Nivel de inspección general

Este define la relación entre el tamaño del lote o partida y el tamaño de la muestra. De mutuo acuerdo entre proveedor y comprador se establece para cada requisito en particular, el nivel de inspección que debe usarse. En la tabla A.1 del apéndice A, se da tres niveles de inspección, el I, II y el III para ser usados en general. A menos que otra cosa se especifique, debe usarse el nivel II; sin embargo, se puede especificar el nivel I cuando sea necesaria una discriminación menor o el nivel III cuando sea necesaria una discriminación mayor. Se da también en la misma tabla cuatro niveles de inspección adicionales: S-1, S-2, S-3, y S-4 se pueden usar donde se necesitan tamaños relativamente reducidos de la muestra y que se deban o se puedan tolerar los riesgos mayores correspondiente.

NOTA: En la especificación de los niveles de inspección S-1 al S-4, se debe tener cuidado en no especificar NCA incompatibles con dichos niveles de inspección.

### 39. Letras clave

Estas identifican el tamaño de la muestra que se debe tomar en función de los tamaños de los lotes y el nivel de inspección especificado; para obtenerlas se usa la tabla A.1 del apéndice A.

### 40. Selección del plan de muestreo

Se debe usar el NCA y la letra clave, para seleccionar el plan de muestreo por medio de las tablas del apéndice B de esta tesis. Cuando no existe plan de muestreo disponible para una combinación determinada de NCA y letra clave, las tablas mismas guían al usuario hacia una letra clave diferente, en este caso el tamaño de la muestra está dado por la nueva letra clave y no por la original. Si con este procedimiento se obtienen diferentes tamaños de muestras para diferentes clases de defectos, se puede

usar la letra clave que corresponde al tamaño de la muestra mayor para todas las clases de defectos cuando así se especifique, o se acuerde entre proveedor y comprador. Se puede usar, cuando así se especifique o se acepte de mutuo acuerdo entre proveedor y consumidor, como alternativa de un plan de muestreo sencillo con un número de aceptación de 0, el plan de muestreo con un número de aceptación de 1, con su correspondiente tamaño de muestra, para un NCA especificado (que sea disponible).

#### **41. Tipos de planes de muestreo**

Se dan tres tipos de planes de muestreo en las correspondientes tablas sencillo, doble y múltiple: cuando existen varios tipos de planes para una combinación dada de NCA y letra clave, se puede usar cualquiera de ellos. La decisión con respecto al plan que se va a usar, ya sea sencillo, doble o múltiple (cuando los haya disponibles para una combinación de NCA y letras clave dadas), normalmente se basa en un balance entre la dificultad administrativa y el promedio de los tamaños de las muestras de los planes disponibles. El promedio del tamaño de la muestra del plan múltiple es menor que el tamaño de la muestra del plan doble (con excepción del caso en que en el sencillo el número de aceptación sea 1) y ambos son siempre menores que el tamaño de la muestra en el plan sencillo, normalmente la dificultad administrativa para el plan sencillo y el costo por unidad de la muestra son menores que para el plan doble o múltiple.

### INFORMACIÓN SUPLEMENTARIA

#### **42. Curvas de operación característica**

Una curva de operación características (COC) es una gráfica que muestra lo que se espera que haga cualquier plan de muestreo en términos de aceptación y rechazo de lotes. Esto se aplica no sólo a muestreo sencillo, sino también a planes de muestreo más complicados.

Se puede operar un plan de muestreo sin conocer las propiedades de su COC. Sin embargo es necesario un claro entendimiento de las implicaciones de la COC para la aplicación inteligente del muestreo de aceptación.

Cada posible plan tiene su propia curva única, y es la comparación de las COC lo que permite que un plan de muestreo sea comparado con otro. Para un plan de muestreo particular, cada punto sobre la curva muestra un valor de porcentaje de defectuosas en la escala horizontal, y en la escala vertical el porcentaje de lotes que se espera sean aceptados, si se aplica dicho plan de muestreo y si se ofrecen para aceptación lotes de un proceso que fabrique unidades con ese porcentaje de defectuosas.

Por ejemplo, si se considera el siguiente plan de muestreo:

|                      |                 |
|----------------------|-----------------|
| Tamaño de la muestra | : 200           |
| Número de aceptación | : 7 defectuosas |
| Número de rechazo    | : 8 defectuosas |

La COC de este plan se muestra en la figura 3.1, también muestra como interpretar cualquier punto sobre la curva. Supóngase que se desea conocer lo que sucedería si un fabricante presenta un gran número de lotes, todos provenientes de un proceso que produce 3% de defectuosas y se aplica este plan a dicho producto.

Se traza una línea vertical sobre la gráfica en el punto 3% de defectuosas, y donde se encuentre con la COC se lleva una línea horizontal para ver donde se encuentra con la escala vertical. En este caso lo hace aproximadamente el punto 75%, que muestra que alrededor de 3 de cada 4 lotes serán aceptados bajo las circunstancias dadas y alrededor de 1 de cada 4 serán rechazados.

#### **43. Calidad promedia de un proceso (CPP)**

Es el promedio del porcentaje de defectuosas o el promedio de defectos por cien unidades (lo que corresponda) de un producto presentado por el proveedor a inspección original. La inspección original es la primera inspección de una cantidad de producto en particular y no se debe confundir con la inspección de un producto que se ha presentado nuevamente a inspección después de haber sido rechazado en la inspección original.

#### **44. Calidad promedia de salida (CPS)**

Es el promedio del porcentaje de defectuosas o el promedio de defectos por cien unidades (lo que corresponda) de todos los lotes aceptados de un producto presentado por el proveedor a inspección. En el caso de lotes rechazados en inspección original, estos no deben incluirse, sino hasta el momento en que son aceptados después de haber sido realmente inspeccionados cien por ciento y que hayan sido reemplazadas todas las unidades defectuosas por no defectuosas o corregidos los defectos.

#### **45. Protección de calidad límite**

Los planes de muestreo y procedimiento asociados, dados en esta norma, están diseñados para usarse cuando las unidades de producto se fabrican en series continuas de lotes o partidas en un tiempo determinado. Sin embargo, si el lote o partida es de naturaleza aisladas y es deseable el limitar la selección de los planes de muestreo a aquellos que, asociados con el valor del NCA especificado, proporcionen no menos de un valor especificado de protección de calidad límite, se pueden seleccionar planes de muestreo para este propósito escogiendo una calidad límite (CL)

y un riesgo del consumidor especificado. En las tablas C.1 y C.2 del apéndice C, se dan valores para las calidades límite, para riesgos comúnmente usados del consumidor de 10 y 5% respectivamente. Si se requiere de un valor diferente para el riesgo del consumidor se pueden usar las curvas de operación características y sus valores tabulados.

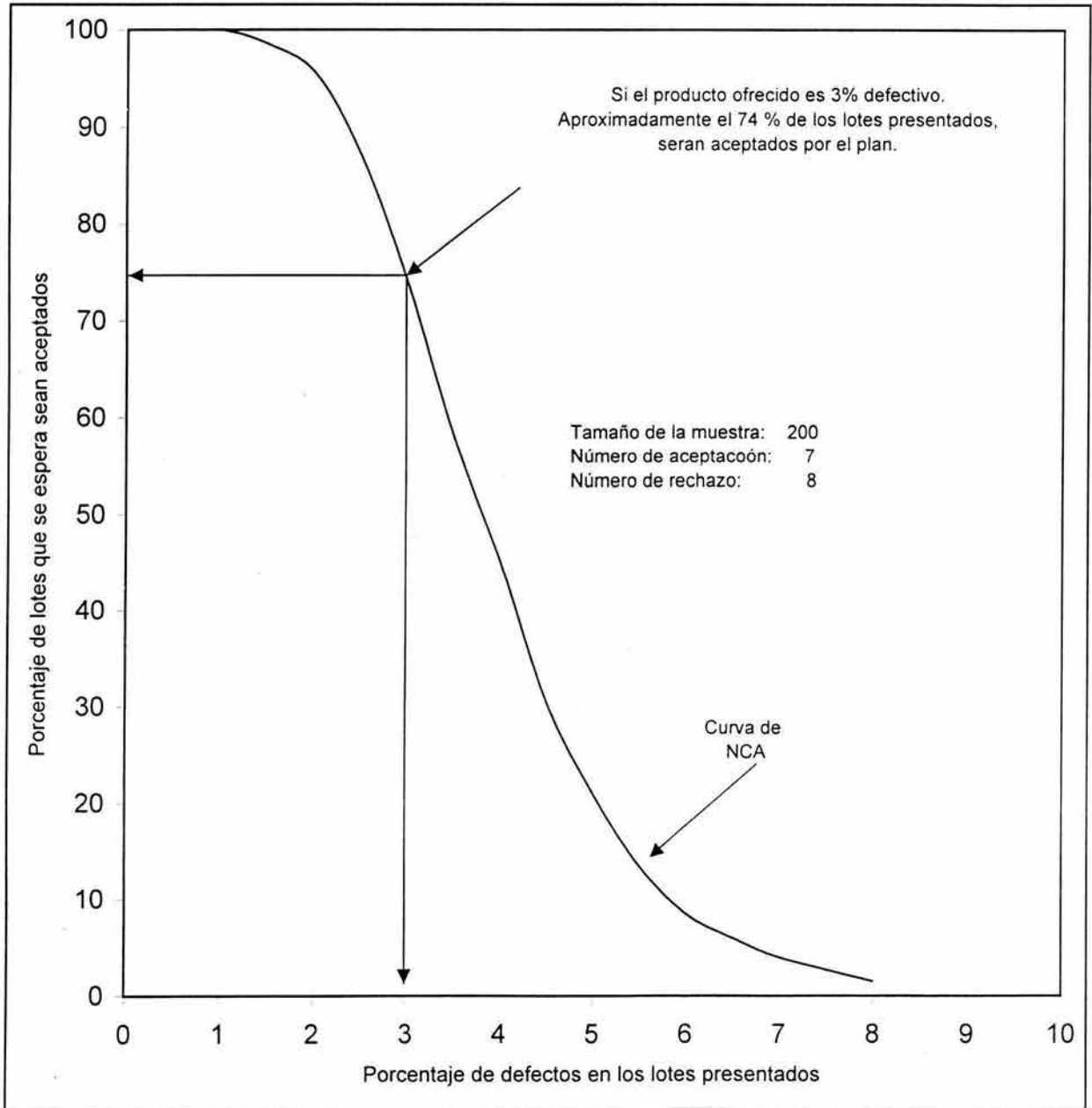


Figura 3.1. Curva de operación característica de un plan de muestreo sencillo.



El concepto de calidad límite puede también ser útil al especificar el NCA y el nivel de inspección para una serie de lotes o partidas, fijando así un tamaño mínimo de muestra donde existe alguna razón para evitar, (con un riesgo mayor que el especificado para el consumidor), más que un porcentaje limitado de defectuosas (o defectos) en cualquier lote o partida aislada.

#### **46. Muestreo sencillo**

Un plan de muestreo sencillo se describe por tres números: el tamaño de la muestra, el número de aceptación y el número de rechazo. La forma de operar del plan es: extraer del lote, al azar, el número de unidades de producto requerido para completar el tamaño de la muestra. Las unidades de producto extraídas serán conocidas individualmente como “unidades de la muestra” y colectivamente como una muestra.

La muestra se inspecciona y se cuenta el número de defectuosos encontrado. Si el número de defectuosos es menor que, o igual al número de aceptación, se acepta el lote completo, a excepción de cualesquier unidad de la muestra que al encontrarse defectuosa, podría ser rechazada. Si, por el otro lado, el número de defectuosos es mayor que, o igual al número de rechazo, se rechaza el lote completo. Puesto que, en un plan de muestreo sencillo, el número de rechazo es siempre una unidad más que el número de aceptación. Siempre se obtiene una decisión de aceptación o rechazo del lote.

#### **47. Disposición de lotes rechazados**

Una parte importante de cualquier inspección por muestreo es mantener una vigilancia sobre los lotes rechazados. No es bueno regresarlos al fabricante y olvidarse de ellos, porque podrían ser ofrecidos otra vez como lotes nuevos y existiría la posibilidad de ser aceptados.

El rechazo no necesariamente significa desecho. De acuerdo a las circunstancias del caso particular, puede indicar desecho o puede indicar inspección 100% con certificación o reemplazo de defectivos encontrados, o puede aún indicar aceptación a un precio reducido.

Si se permite la inspección 100% con rectificación o reemplazo de defectivos, el lote será eventualmente reenviado a inspección. El inspector necesita conocer que éste es un lote reenviado, de tal manera que pueda dar atención especial a las características por las cuales fue rechazado. Los resultados de inspeccionar lotes reenviados deben ser registrados separadamente de los registros de lotes ofrecidos para inspección original, de tal manera que no confundan cualquier cálculo de calidad de la producción que pueda requerirse.

## 48. Concesiones

Las concesiones forman en general parte de la práctica de inspección, pero estas no deben llevarse a extremos, es claramente legítimo que un consumidor decida que aún cuando sabe que algún lote no es de calidad aceptable, no pueda darse el lujo de esperar y en esta forma accede a aceptarlo sobre una base de concesión, posiblemente a un precio menor. No existe ningún aspecto en el sistema de inspección por muestreo que evite que un consumidor haga lo anterior si es que así lo desea lo juzga conveniente. Si se hace una concesión de esta clase y se acepta un lote "rechazado" por alguna razón en especial, debe sin embargo, registrarse el lote como rechazado para fines del procedimiento de cambio y la historia verdadera de la calidad. Hay sin embargo, otro tipo de concesión que hay tentación de usar cuando se utiliza la inspección por muestreo. Esta consiste en aceptar, aunque el plan de muestreo diga que hay que rechazar", no porque el consumidor decida que prefiere tomar defectuosas en lugar de esperar, sino porque el plan de muestreo dice "apenas rechácese".

Esta tentación puede ser particularmente fuerte si el rechazo significa no únicamente rechazar un lote, sino también un cambio a inspección rigurosa. Debe evitarse en lo posible caer en esta tentación, si el plan de muestreo dice "acéptese para 3, rechácese para 4" no quiere decir "acéptese para 4, rechácese para 5".

## CAPITULO IV

### ESPECIFICACIONES PARA ADITIVOS UTILIZADOS EN FLUIDOS DE PERFORACIÓN, TERMINACIÓN Y REPARACIÓN DE POZOS

Existe gran cantidad de productos empleados en la elaboración de fluidos de perforación, terminación y reparación de pozos, comúnmente llamados aditivos. Citaremos algunos de ellos que son utilizados con mayor frecuencia y sus especificaciones de la norma requeridas.

- Barita
- Bentonita
- C.M.C. (carboximetil celulosa de sodio)
- Carbonato de sodio anhidro
- Carbonato de Calcio
- Obturantes Granulares
- Obturantes Fibrosos
- Lignitos naturales
- Lignitos modificados
- Carga Máxima

#### 4.1. CONCEPTOS GENERALES EN LAS ESPECIFICACIONES DE ADITIVOS DE ACUERDO A LAS NORMAS MEXICANAS

##### 4.1.1. CONCEPTOS DE LA BARITA

El sulfato de bario comúnmente conocido como barita, es un sólido adicionado a los fluidos de perforación para incrementarles densidad, con objeto de conferir la habilidad de evitar que el gas, aceite o agua, presentes en las formaciones permeables, invadan el agujero perforado; previniendo además el derrumbe de las paredes mediante el control de la presión hidrostática de la columna del fluido, que depende de la densidad de la barita adicionada y de la longitud de la columna.

La Norma Mexicana NMX-L-159-SCFI-2003, establece la metodología de evaluación y las especificaciones que debe cumplir la barita, empleada como densificante de los fluidos de perforación, terminación y reparación de pozos.

Para los propósitos de esta Norma Mexicana, se establecen las siguientes definiciones:

**Barita:** Es el sulfato de bario natural usado para incrementar la densidad de los fluidos de perforación usualmente estandarizado a una densidad de  $4.23 \text{ g/cm}^3$ . La barita, es un mineral que se encuentra en la naturaleza como masas cristalinas de color blanco, verdosas, grisáceas o rojizas.

**Densidad:** Es la masa contenida por unidad de volumen, expresada en gramos por centímetro cúbico ( $\text{g / cm}^3$ ).

**Densificante:** Es cualquier material adicionado al fluido con objeto de incrementar la densidad.

**Espécimen:** Es el conjunto de porciones de producto extraídas de las tolvas o sacos que componen la muestra representativa.

**Lote:** Es la cantidad de unidades de producto fabricadas esencialmente bajo las mismas condiciones de operación y que puede ser manejada como una parte de la producción.

**Lote de entrega:** Es la cantidad total de barita envasada en sacos o a granel motivo de la transacción comercial.

**Lote unitario:** Es el integrado por una tolva de 26 t a 50 t ó 1000 sacos o menos.

**Muestra:** Es el conjunto de especímenes extraídos, conforme al procedimiento, que deben someterse a la inspección para determinar su calidad.

**Muestra representativa:** Es la muestra que representa proporcionalmente el lote del cual fue extraída en cuanto a características y propiedades de los especímenes.

**Muestra representativa reducida:** La muestra representativa se reduce por cuarteos hasta aproximadamente tres kilogramos los cuales se dividen en tres partes: una para análisis de calidad, otra para el proveedor y otra para resguardo por parte del usuario para casos de reanálisis o tercería.

**Unidad de producto:** Es cada una de las toneladas que contiene la tolva y en su caso uno de los sacos de 50 kg que constituyen el lote unitario.

**Clasificación:** Para efecto de esta norma, la barita se clasifica en un solo tipo y grado de calidad.

**Marcado:** Cada saco debe identificarse en forma legible e indeleble con lo siguiente:

- Nombre del producto\* y marca registrada
- Contenido neto en kilogramos
- Número de lote
- Razón social del fabricante o importador
- La leyenda "Hecho en México" o indicar país de origen "Hecho en ...."

Nota.- \* Tamaño mínimo de las letras 5 cm y color contrastante.

**Etiquetado:** Cada saco de barita debe incluir los datos necesarios para el correcto manejo del producto, además de contener toda la información en cuanto a precauciones en su uso, de acuerdo con lo que establecen las normas y leyes de seguridad vigentes. Si se tratara de una entrega a granel, la información anterior debe especificarse en el documento de envío.

**Envase y embalaje:** Si la barita se envasa en sacos de 50 kg éstos deben tener cinco capas de papel kraft, siendo la primera de ellas de  $80 \text{ g/m}^2$  y las cuatro restantes de  $70 \text{ g/m}^2$ . La tercera o cuarta debe ser impermeabilizada mediante una capa de plástico de 0.018 mm de espesor como mínimo y estar adherida al papel. Cada saco debe contener la masa indicada en el mismo  $\pm 1.5 \%$ .

En caso de envasarse la barita en sacos, conocidos como "jumbo", éstos deben ser de un material resistente para la capacidad de aproximadamente 2 t. Si la barita se recibe en tolvas, estas deben estar provistas de orificios (bocas), para efectuar la inspección y el muestreo, así como de andadores de seguridad que faciliten tales operaciones.

La barita debe embalsarse en cartón, plástico u otro material, de tal forma que se garantice su integridad hasta el momento de su utilización.

#### 4.1.2. CONCEPTOS DE LA BENTONITA

Uno de los materiales de mayor uso en los fluidos de perforación, terminación y reparación de pozos es la bentonita, la cual adicionada a estos imparte propiedades de suspensión para poder transportar hacia la superficie los recortes generados, además de proteger las paredes del pozo, formando un enjarre que disminuye la filtración del fluido.

La Norma Mexicana NMX-L-144-1995-SCFI, establece la metodología de evaluación y las especificaciones que debe cumplir la bentonita, empleada en fluidos de perforación, terminación y reparación de pozos petroleros.

Para los propósitos de esta Norma Mexicana, se establecen las siguientes definiciones:

**Arcillas:** Son minerales no metálicos de fino tamaño de partícula. Químicamente son compuestos de silicatos de aluminio y ocasionalmente de magnesio. Pueden tener impurezas de cuarzo, feldespatos, carbonatos y sulfuros entre otros.

**Bentonita:** Es una mezcla de arcillas naturales, cuyo mineral principal corresponde al tipo de las montmorillonitas.

**Bentonita no tratada:** Es la bentonita que no ha sido modificada con algún producto químico con el propósito de mejorar sus propiedades.

**Bentonita tratada:** Es la bentonita beneficiada con algún producto químico para mejorar sus propiedades de suspensión y filtración.

**Espécimen:** Es el conjunto de porciones extraídas de los sacos que componen la muestra representativa.

**Lote:** Es la cantidad de unidades de producto fabricadas esencialmente bajo las mismas condiciones de operación y que puede ser manejada como una parte de la producción.

**Lote de entrega:** Es la cantidad de bentonita envasada en sacos motivo de la transacción comercial.

**Lote unitario:** Es el integrado por 1000 sacos o menos.

**Muestra:** Es el conjunto de especímenes extraídos y que deben someterse a la inspección para determinar su calidad.

**Muestra base seca:** Es la masa corregida por la cantidad correspondiente al contenido de humedad de la misma.

**Muestra representativa:** Es la muestra que representa proporcionalmente el lote del cual fue extraída, en cuanto a características y propiedades de los especímenes.

**Muestra representativa reducida:** La muestra representativa se reduce por cuarteos hasta aproximadamente tres kilogramos, los cuales se dividen en tres partes:

una para el análisis de calidad, otra para el proveedor y otra para resguardo por parte del usuario para casos de reanálisis o tercera.

**Unidad de producto:** Es cada uno de los sacos de 50 kg que constituyen el lote unitario.

**Clasificación:** Para efecto de esta norma, la bentonita se clasifica en: tratada y no tratada, con un solo grado de calidad.

**Marcado:** Cada saco debe identificarse en forma legible e indeleble con lo siguiente:

- Nombre del producto\* y marca registrada
- Contenido neto en kilogramos
- Número de lote
- Razón social del fabricante o importador
- La leyenda "Hecho en México" o indicar país de origen "Hecho en.."

Nota: \* tamaño mínimo de letra de 5.0 cm y color contrastante.

**Etiquetado:** Cada saco de bentonita debe incluir los sacos necesarios para el correcto manejo del producto, además de contener toda la información en cuanto a precauciones en su uso, de acuerdo con lo que establecen las normas y leyes de seguridad vigentes.

**Envase y embalaje:** La bentonita debe envasarse en sacos de cinco capas de papel kraft de 80 g/m<sup>2</sup>. La tercera o cuarta de dichas capas debe impermeabilizarse mediante una capa de plástico de 0.018 mm de espesor como mínimo y estar adherida al papel. Cada saco debe contener la masa indicada en el mismo  $\pm$  1.5%.

La bentonita debe embalarse en cartón y/o plástico, de tal manera que se garantice su integridad hasta el momento de su utilización.

#### 4.1.3. CONCEPTOS DE LA CARBOXIMETIL CELULOSA DE SODIO

Los derivados de la carboximetil celulosa fueron de los primeros polímeros orgánicos empleados en los fluidos de perforación en substitución de los almidones, ya que a diferencia de estos, los primeros no fermentan en condiciones normales de uso.

La carboximetil celulosa de sodio comúnmente conocida CMC, se emplea individualmente o en combinación con la bentonita en la formulación de fluidos de bajo contenido de sólidos, como aditivo viscosificante y reductor de filtrado, disminuyendo su efectividad conforme la salinidad se incrementa.

La Norma Mexicana NMX-L-147-1995-SCFI, establece la metodología de evaluación y las especificaciones que debe cumplir la carboximetil celulosa, como viscosificante y reductor de filtrado en los fluidos de perforación, terminación y reparación de pozos.

Para los propósitos de esta norma, se establecen las siguientes definiciones:

**Carboximetil celulosa de sodio:** Es un polímero aniónico soluble en agua, se obtiene tratando la celulosa con hidróxido de sodio dando lugar al alcali de celulosa, el cual se hace reaccionar con monocloroacetato de sodio, obteniéndose la carboximetil celulosa de sodio y glicolato de sodio como subproductos.

**Grado de sustitución:** Es el número promedio de grupos hidroxilo que han sido substituidos por grupos cerboximetílicos por unidad de anhidro glucosa; la solubilidad de la carboximetil celulosa varía directamente al valor del grado de sustitución, este fluctua entre 0.5 y 1.5.

**Espécimen:** Es el conjunto de porciones de producto extraídas de los sacos que componen la muestra representativa.

**Lote:** Es la cantidad de unidades de producto fabricadas esencialmente bajo las mismas condiciones de operación y que puede ser manejada como una parte de la producción.

**Lote de entrega:** Es la cantidad de sacos motivo de la transacción comercial.

**Lote unitario:** Es el integrado por 15 t o menos.

**Muestra:** Es el conjunto de especímenes extraído, que deben someterse a la inspección para determinar su calidad.

**Muestra representativa:** Es la muestra que representa proporcionalmente el lote del cual fue extraída, en cuanto a características y propiedades de los especímenes.

**Muestra representativa reducida:** La muestra representativa se reduce por cuarteos aproximadamente 1.5 kg, los cuales se dividen en tres partes: una para análisis de calidad, otra para el proveedor y otra para resguardo por parte del usuario para casos de reanálisis o tercera.

**Unidad de producto:** Es cada uno de los sacos que constituyen el lote unitario.

**Clasificación:** La carboximetil celulosa de sodio (CMC-Na) se clasifica en dos tipos, con un solo grado de calidad.



Tipo A: De baja viscosidad para emplearse como reductor de filtrado.

Tipo B: De alta viscosidad para emplearse como viscosificante.

**Marcado:** Cada saco debe marcarse en forma legible e indeleble con lo siguiente:

- Nombre del producto\* y marca registrada
- Contenido neto en kilogramos
- Numero de lote de fabricación
- Razón social del fabricante o importador
- La leyenda "Hecho en México" o indicar país de origen "Hecho en.."

Nota: \* Tamaño mínimo de 5 cm y color contrastante.

**Etiquetado:** Cada saco de producto debe incluir los datos necesarios para el correcto manejo del mismo, además de contener la información en cuanto a precauciones con su uso, de acuerdo con lo que establecen las normas y leyes de seguridad vigentes.

**Envase y embalaje:** El producto objeto de esta norma debe envasarse en sacos de dos capas (mínimo) de papel tipo kraft de  $85 \text{ g/m}^2$ , incluyendo una bolsa interna de polietileno de alta densidad calibre 100. Cada saco debe contener la masa indicada en el mismo  $\pm 1.5 \%$ .

El producto debe embalarse en cartón y/o plástico, de tal forma que se garantice su integridad hasta el momento de su utilización.

#### 4.1.4. CONCEPTOS DEL CARBONATO DE SODIO ANHIDRO

El carbonato de sodio es un material ampliamente utilizado en el tratamiento de contaminaciones por calcio en los fluidos de perforación y reparación de pozos. Cuando este material se adiciona a la fase acuosa del fluido, se incrementa su pH por efecto de hidrólisis; los carbonatos por si solos desarrollan un ph de 10.3, mientras que los bicarbonatos pueden desarrollar un ph hasta de 8,3.

La Norma Mexicana NMX-L-139-1995-SCFI, establece la metodología de evaluación y las especificaciones que debe cumplir el carbonato de sodio anhidro como aditivo de tratamiento de los fluidos de perforación, terminación y reparación de pozos.

Para los propósitos de esta Norma Mexicana, se establecen las siguientes definiciones:

**Bicarbonato de sodio:** Es un compuesto blanco cristalino cuya fórmula es  $\text{NaHCO}_3$ , corresponde a la sal ácida de sodio, derivada del ácido carbónico. Es un material de uso generalizado en el control de la contaminación por calcio de los fluidos de perforación.

**Carbonato de sodio:** Es un compuesto blanco, generalmente en polvo cuya fórmula es  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , comúnmente es conocido como "Soda ash", utilizado en la manufactura de detergentes, jabones y en la industria petrolera como aditivo controlador de la contaminación por calcio.

**Contaminación:** Es la presencia de cualquier material extraño al fluido de perforación, que le ocasiona cambios indeseables en las propiedades fisicoquímicas.

**Espécimen:** Es el conjunto de porciones de producto, extraídas de los sacos que componen la muestra representativa.

**Lote:** Es la cantidad de unidades de producto, fabricadas esencialmente bajo las mismas condiciones de operación y que puede ser manejada como parte de la producción.

**Lote de entrega:** Es la cantidad de sacos, motivo de una transacción comercial.

**Lote unitario:** Es el integrado por seiscientos sacos o menos.

**Muestra:** Es el conjunto de especímenes extraídos, que deben someterse a la inspección para determinar su calidad.

**Muestra representativa:** Es la muestra que representa proporcionalmente el lote del cual fue extraída, en cuanto a características y propiedades de los especímenes.

**Muestra representativa reducida:** La muestra representativa se reduce por cuarteos hasta aproximadamente 1.5 kg, los cuales se dividen en tres partes: una para el análisis de calidad, otra para el proveedor y otra para resguardo por parte del usuario para casos de reanálisis o tercera.

**Unidad de producto:** Es cada uno de los sacos de 25 kg, que constituyen el lote unitario.

**Clasificación:** Para efecto de esta norma, el carbonato de sodio es de un solo tipo y grado de calidad.

**Marcado:** Cada saco debe marcarse en forma legible e indeleble con lo siguiente:

- Nombre del producto\* y marca registrada
- Contenido neto en kilogramos
- Numero de lote de fabricación
- Razón social del fabricante o importador
- La leyenda "Hecho en México" o indicar país de origen "Hecho en.."

Nota: \* Tamaño mínimo de letras 5 cm y color contrastante.

**Etiquetado:** Cada saco de producto debe incluir los datos necesarios para el correcto manejo del mismo, además de contener la información en cuanto a precauciones con su uso, de acuerdo con lo que establecen las normas y leyes de seguridad vigentes.

**Envase y embalaje:** El carbonato de sodio debe envasarse en sacos de tres capas de papel kraft de  $100 \text{ g/m}^2$ , la segunda de las cuales, debe ser impermeabilizada mediante una película de plástico de 0.018 mm de espesor como mínimo y estar adherida al papel. Cada saco debe contener la masa indicada en el mismo  $\pm 1.5 \%$ . El carbonato de sodio debe embalsarse en cartón y/o plástico, de tal forma que se garantice su integridad hasta el momento de su utilización.

#### 4.1.5. CONCEPTOS DEL CARBONATO DE CALCIO

El carbonato de calcio es un sólido que adicionado a los fluidos de terminación y reparación de pozos les proporciona densidad, mismo que les confiere la habilidad de evitar que el gas, aceite o agua presentes en las formaciones permeables invadan el agujero perforado; previniendo además el derrumbe de sus paredes mediante el control de la presión hidrostática, la cual depende de la densidad del fluido y de la altura de la columna del mismo.

La Norma Mexicana NMX-L-142-1995-SCFI, establece la metodología de evaluación y las especificaciones que debe cumplir el carbonato de calcio, usado como densificante en los fluidos de terminación y reparación de pozos petroleros.

Para los propósitos de esta Norma Mexicana, se establecen las siguientes definiciones:

**Carbonato de calcio:** Es una sal de calcio insoluble en agua, con un rango de densidad de  $2.6 \text{ g/cm}^3$  a  $2.8 \text{ g/cm}^3$ , empleado como densificante en los fluidos de terminación y reparación de pozos debido a su solubilidad en ácido clorhídrico.

**Densificante:** Cualquier material sólido adicionado al fluido con el propósito de incrementar su densidad.

**Espécimen:** Es el conjunto de porciones de producto extraídas de los sacos que componen la muestra representativa.

**Lote:** Es la cantidad de unidades de producto, fabricadas esencialmente bajo las mismas condiciones de operación y que puede ser manejada como parte de la producción.

**Lote de entrega:** Es la cantidad de sacos, motivo de una transacción comercial.

**Lote unitario:** Es el integrado por 15 t o trescientos sacos o menos.

**Muestra:** Es el conjunto de especímenes extraídos, que deben someterse a la inspección para determinar su calidad.

**Muestra representativa:** Es la muestra que representa proporcionalmente el lote del cual fue extraída, en cuanto a características y propiedades de los especímenes.

**Muestra representativa reducida:** La muestra representativa se reduce por cuarteos hasta aproximadamente 2 kg, los cuales se dividen en tres partes: una para el análisis de calidad, otra para el proveedor y otra para resguardo por parte del usuario para casos de reanálisis o tercería.

**Unidad de producto:** Es cada uno de los sacos de 25 kg, que constituyen el lote unitario.

**Clasificación:** Para efecto de esta norma el carbonato de calcio se clasifica en un solo tipo y grado de calidad.

**Marcado:** Cada saco debe marcarse en forma legible e indeleble con lo siguiente:

- Nombre del producto\* y marca registrada
- Contenido neto en kilogramos
- Numero de lote de fabricación
- Razón social del fabricante o importador
- La leyenda "Hecho en México" o indicar país de origen "Hecho en.."

Nota: \* Tamaño mínimo de letras 5 cm y color contrastante.

**Etiquetado:** Cada saco de producto debe incluir los datos necesarios para el correcto manejo del mismo, además de contener la información en cuanto a precauciones con su uso, de acuerdo con lo que establecen las normas y leyes de seguridad vigentes.

**Envase y embalaje:** El carbonato de sodio debe envasarse en sacos de dos capas de papel kraft de  $85 \text{ g/m}^2$ , incluyendo una bolsa interna de polietileno calibre 200 (mínimo). Cada saco debe contener la masa indicada en el mismo  $\pm 1.5 \%$ .

El carbonato de calcio debe embalarse en cartón y/o plástico, de tal forma que se garantice su integridad hasta el momento de su utilización.

#### 4.1.6. CONCEPTOS DE OBTURANTES GRANULARES

Durante la perforación de pozos es factible que se presenten fracturas que ocasionan que el fluido de perforación se pierda (pérdida de circulación) hacia las formaciones. Estas fracturas pueden ser naturales o inducidas y se controlan mediante el uso de materiales obturantes diversos; cuyo uso depende de la severidad de la pérdida y del tipo de formación.

La Norma Mexicana NMX-L-148-1995-SCFI, establece la metodología de evaluación y las especificaciones que deben cumplir los obturantes granulares usados en las operaciones de perforación, terminación y reparación de pozos petroleros.

Para los propósitos de esta norma se establecen las siguientes definiciones:

**Espécimen:** Es el conjunto de porciones de producto extraídas de los sacos que componen la muestra representativa.

**Lote:** Es la cantidad de unidades de producto, fabricadas esencialmente bajo las mismas condiciones de operación y que puede ser manejada como parte de la producción.

**Lote de entrega:** Es la cantidad de sacos, motivo de una transacción comercial.

**Lote unitario:** Es el integrado por seiscientos sacos o menos.

**Módulo de finura:** Es un factor empírico obtenido al sumar los por cientos retenidos acumulados en cada uno de los tamices, incluida la charola, dividida entre cien.

**Muestra:** Es el conjunto de especímenes extraídos, que deben someterse a la inspección para determinar su calidad.

**Muestra representativa:** Es la muestra que representa proporcionalmente el lote del cual fue extraída, en cuanto a características y propiedades de los especímenes.

**Muestra representativa reducida:** La muestra representativa se reduce por cuarteos hasta aproximadamente 1.5 kg, los cuales se dividen en tres partes: una para el análisis de calidad, otra para el proveedor y otra para resguardo por parte del usuario para casos de reanálisis o tercería.

**Obturante:** Es cualquier material adicionado al fluido de perforación con el propósito de sellar zonas fracturadas y restablecer la circulación.

**Obturantes granulares:** Son aquellos materiales sólidos con granulometría y dureza suficiente, para cumplir con las especificaciones de esta norma. Generalmente están integrados por cáscara de nuez y coco.

**Pérdida de circulación:** Es el fluido perdido hacia las formaciones que se manifiesta porque el flujo de retorno del mismo, es nulo o menor que el que se está introduciendo; puede ocurrir en cualquier lugar donde la presión efectiva ejercida por la columna del lodo, sea mayor que el gradiente de fractura de la formación.

**Unidad de producto:** Es cada uno de los sacos de 25 kg, que constituyen el lote unitario.

**Clasificación:** Los obturantes granulares objeto de esta norma se clasifican en: gruesos, medios y finos con un solo grado de calidad.

**Marcado:** Cada saco debe marcarse en forma legible e indeleble con lo siguiente:

- Nombre del producto\* y marca registrada
- Contenido neto en kilogramos
- Numero de lote de fabricación
- Razón social del fabricante o importador
- La leyenda "Hecho en México" o indicar país de origen "Hecho en.."

Nota: \* Tamaño mínimo de letras 5 cm y color contrastante.

**Etiquetado:** Cada saco de obturante granular debe incluir los datos necesarios para el correcto manejo del mismo, además de contener la información en cuanto a precauciones con su uso, de acuerdo con lo que establecen las normas y leyes de seguridad vigentes.

**Envase y embalaje:** El obturante granular debe envasarse en sacos de cuatro capas de papel kraft siendo la primera de ellas de  $100 \text{ g/m}^2$  y las tres restantes de  $80 \text{ g/m}^2$ . La tercera o cuarta capa debe estar impermeabilizada con una película de plástico adherida al papel y tener un espesor mínimo  $0.012$ . Cada saco debe contener la masa indicada en el mismo  $\pm 1.5 \%$ .

El obturante granular debe embalarse en cartón y/o plástico, de tal forma que se garantice su integridad hasta el momento de su utilización.

#### 4.1.7. CONCEPTOS DE OBTURANTES FIBROSO

Durante la perforación de pozos es factible que se presenten fracturas que ocasionan pérdida de fluido de perforación hacia las formaciones. Estas fracturas pueden ser naturales o inducidas y se controlan mediante el uso de materiales obturantes diversos, cuyo uso depende de la severidad de la pérdida y del tipo de formación.

La Norma Mexicana NMX-L-149-1995-SCFI, establece la metodología de evaluación y las especificaciones que deben cumplir los obturantes fibrosos empleados en las operaciones de perforación, terminación y reparación de pozos petroleros.

Para los propósitos de esta norma se establecen las siguientes definiciones:

**Obturante:** Es cualquier material adicionado al fluido de perforación con el propósito de sellar zonas fracturadas y restablecer la circulación.

**Obturantes fibrosos:** Son aquellos materiales que en forma natural o como resultado de un beneficio se presentan en forma de fibras, ejemplos de ellos son los derivados de la industria textil.

**Pérdida de circulación:** Es el fluido perdido hacia las formaciones que se manifiesta porque el flujo de retorno del mismo, es nulo o menor que el que se está introduciendo; puede ocurrir en cualquier lugar donde la presión efectiva ejercida por la columna del lodo, sea mayor que el gradiente de fractura de la formación.

**Espécimen:** Es el conjunto de porciones de producto extraídas de los sacos que componen la muestra representativa.

**Lote:** Es la cantidad de unidades de producto fabricadas esencialmente bajo las mismas condiciones de operación y que puede ser manejada como una parte de la producción.

**Lote de entrega:** Es la cantidad total de sacos motivo de la transacción comercial.

**Lote unitario:** Es el integrado por seiscientos sacos o menos.

**Muestra:** Es el conjunto de especímenes extraídos, que deben someterse a la inspección para determinar su calidad.

**Muestra representativa:** Es la muestra que representa proporcionalmente el lote del cual fue extraída, en cuanto a características y propiedades de los especímenes.

**Muestra representativa reducida:** La muestra representativa se reduce por cuarteos hasta aproximadamente 1.5 kg, los cuales se dividen en tres partes: una para el análisis de calidad, otra para el proveedor y otra para resguardo por parte del usuario para casos de reanálisis o tercería.

**Unidad de producto:** Es cada uno de los sacos de 25 kg, que constituyen el lote unitario.

**Clasificación:** Los obturantes fibrosos objeto de esta norma se clasifican en un solo tipo y un grado de calidad.

**Marcado:** Cada saco debe marcarse en forma legible e indeleble con lo siguiente:

- Nombre del producto\* y marca registrada
- Contenido neto en kilogramos
- Numero de lote de fabricación
- Razón social del fabricante o importador
- La leyenda "Hecho en México" o indicar país de origen "Hecho en.."

Nota: \* Tamaño mínimo de letras 5 cm y color contrastante.

**Etiquetado:** Cada saco de obturante fibroso debe incluir los datos necesarios para el correcto manejo del mismo, además de contener la información en cuanto a precauciones con su uso, de acuerdo con lo que establecen las normas y leyes de seguridad vigentes.

**Envase y embalaje:** El obturante fibroso debe envasarse en sacos de tres capas de papel kraft siendo la primera de ellas de 100 g/m<sup>2</sup> y las dos restantes de 80 g/m<sup>2</sup>. La capa intermedia debe estar impermeabilizada con una película de plástico adherida al papel y tener un espesor mínimo 0.018 mm. Cada saco debe contener la masa indicada en el mismo  $\pm 1.5$  %.



El obturante fibroso debe embalarse en cartón y/o plástico, de tal forma que se garantice su integridad hasta el momento de su utilización.

#### 4.1.8. CONCEPTOS DE LIGNITOS NATURALES

Los fluidos de perforación requieren en su formulación de materiales que les impartan resistencia a la temperatura y control sobre sus propiedades de filtración y flujo, los lignitos en combinación con otros aditivos específicos, constituyen una de las alternativas que frecuentemente se emplean para satisfacer estos requerimientos.

La Norma Mexicana NMX-L-157-1996-SCFI, establece la metodología de evaluación y las especificaciones que deben cumplir los lignitos naturales, empleados en los fluidos de perforación, terminación y reparación de pozos petroleros.

Para los propósitos de la siguiente norma se establecen las siguientes definiciones:

**Espécimen:** Es el conjunto de porciones de producto extraídos de los sacos que componen la muestra representativa.

**Lignito:** Es un mineral con alto contenido de ácido húmico usado principalmente como adelgazante que puede o no, estar químicamente modificado; también es utilizado como emulsionante en los fluidos base agua.

**Lote:** Es la cantidad de unidades de producto fabricadas esencialmente bajo las mismas condiciones de operación y que puede ser manejada como una parte de la producción.

**Lote de entrega:** Es la cantidad total de sacos motivo de la transacción comercial.

**Lote unitario:** Es el integrado por 15 t o menos.

**Muestra:** Es el conjunto de especímenes extraídos, que deben someterse a la inspección para determinar su calidad.

**Muestra representativa:** Es la muestra que representa proporcionalmente el lote del cual fue extraída, en cuanto a características y propiedades de los especímenes.

**Muestra representativa reducida:** La muestra representativa se reduce por cuarteos hasta aproximadamente 1.5 kg, los cuales se dividen en tres partes: una para el análisis de calidad, otra para el proveedor y otra para resguardo por parte del usuario para casos de reanálisis o tercera.

**Unidad de producto:** Es cada uno de los sacos de 25 kg, que constituyen el lote unitario.

**Clasificación:** Para efecto de esta norma, los lignitos naturales son de un solo tipo, con un solo grado de calidad.

**Marcado:** Cada saco debe marcarse en forma legible e indeleble con lo siguiente:

- Nombre del producto\* y marca registrada
- Contenido neto en kilogramos
- Numero de lote de fabricación
- Razón social del fabricante o importador
- La leyenda "Hecho en México" o indicar país de origen "Hecho en.."

Nota: \* Tamaño mínimo de letras 5 cm y color contrastante.

**Etiquetado:** Cada saco de lignito natural debe incluir los datos necesarios para el correcto manejo del mismo, además de contener la información en cuanto a precauciones con su uso, de acuerdo con lo que establecen las normas y leyes de seguridad vigentes.

**Envase y embalaje:** El lignito natural debe envasarse en sacos de tres capas de papel tipo kraft de  $85 \text{ g/m}^2$ , con una bolsa interna de polietileno calibre 200. Cada saco debe contener la masa indicada en el mismo  $\pm 1.5 \%$ .

Los lignitos naturales deben embalarse en cartón y/o plástico, de tal forma que se garantice su integridad hasta el momento de su utilización.

#### 4.1.9. CONCEPTOS DE LIGNITOS MODIFICADOS

Los fluidos de perforación requieren en su formulación de materiales que les impartan resistencia a la temperatura y control sobre sus propiedades de filtración y flujo, los lignitos en combinación con otros aditivos específicos, constituyen una de las alternativas que frecuentemente se emplean para satisfacer estos requerimientos.

La norma mexicana NMX-L-143-1995-SCFI, establece la metodología de evaluación y las especificaciones que deben cumplir los lignitos modificados utilizados en los fluidos de perforación, terminación y reparación de pozos.

Para los propósitos de la siguiente norma se establecen las siguientes definiciones:

**Espécimen:** Es el conjunto de porciones de producto extraídos de los sacos que componen la muestra representativa.

**Lignito:** Es un mineral con alto contenido de ácido húmico usado principalmente como adelgazante que puede o no, estar químicamente modificado; también es utilizado como emulsionante en los fluidos base agua.

**Lignito modificado:** Es un lignito que se ha transformado mediante reacción química; como el lignito acústico, producto de la solubilidad del lignito en sosa, para su posterior evaporización y molienda o como el cromolignito, producto de la reacción del lignito acústico con dicromato de sodio.

**Lote:** Es la cantidad de unidades de producto fabricadas esencialmente bajo las mismas condiciones de operación y que puede ser manejada como una parte de la producción.

**Lote de entrega:** Es la cantidad total de sacos motivo de la transacción comercial.

**Lote unitario:** Es el integrado por 15 t o menos.

**Muestra:** Es el conjunto de especímenes extraídos, que deben someterse a la inspección para determinar su calidad.

**Muestra representativa:** Es la muestra que representa proporcionalmente el lote del cual fue extraída, en cuanto a características y propiedades de los especímenes.

**Muestra representativa reducida:** La muestra representativa se reduce por cuarteos hasta aproximadamente 1.5 kg, los cuales se dividen en tres partes: una para el análisis de calidad, otra para el proveedor y otra para resguardo por parte del usuario para casos de reanálisis o tercera.

**Unidad de producto:** Es cada uno de los sacos de 25 kg, que constituyen el lote unitario.

**Clasificación:** Los lignitos modificados se clasifican en lignitos cáusticos y cromolignitos con un solo grado de calidad. son de un solo tipo, con un solo grado de calidad.

**Marcado:** Cada saco debe marcarse en forma legible e indeleble con lo siguiente:

- Nombre del producto\* y marca registrada
- Contenido neto en kilogramos
- Numero de lote de fabricación
- Razón social del fabricante o importador
- La leyenda "Hecho en México" o indicar país de origen "Hecho en.."

Nota: \* Tamaño mínimo de letras 5 cm y color contrastante.

**Etiquetado:** Cada saco de lignito modificado debe incluir los datos necesarios para el correcto manejo del mismo, además de contener la información en cuanto a precauciones con su uso, de acuerdo con lo que establecen las normas y leyes de seguridad vigentes.

**Envase y embalaje:** El lignito natural debe envasarse en sacos de cuatro capas de papel tipo kraft siendo la primera de ellas de  $100 \text{ g/m}^2$  y las restantes de  $80 \text{ g/m}^2$ , la tercera o cuarta de dichas capas debe impermeabilizarse mediante una película de plástico de 0.018 mm de espesor como mínimo y estar adherida al papel. Cada saco debe contener la masa indicada en el mismo  $\pm 1.5 \%$ .

Los lignitos modificados deben embalarse en cartón y/o plástico, de tal forma que se garantice su integridad hasta el momento de su utilización.

#### 4.1.10. CONCEPTOS DE LUBRICANTES DE CARGA MÁXIMA

Durante las operaciones de perforación, terminación y reparación de pozos petroleros, se presentan fricciones entre la sarta del equipo y las paredes del agujero que alteran dichas operaciones, haciéndose necesaria la utilización de reductores de fricción en los fluidos de control, tales como lubricantes de carga máxima que coadyuvan en la solución de este problema.

La Norma Mexicana NMX-L-160-1996-SCFI, establece la metodología de evaluación y especificaciones que deben cumplir los productos lubricantes de carga máxima, usados en los fluidos de perforación de pozos petroleros.

Para los propósitos de esta norma se establecen las siguientes definiciones:

**Espécimen:** Es el conjunto de porciones de producto extraídos de los sacos que componen la muestra representativa.

**Lote:** Es la cantidad de unidades de producto fabricadas esencialmente bajo las mismas condiciones de operación y que puede ser manejada como una parte de la producción.

**Lote de entrega:** Es la cantidad total de sacos motivo de la transacción comercial.

**Lote unitario:** Es el integrado por 15 t o menos.

**Lubricante:** Producto que forma una película resistente a la fricción, bajo condiciones de alta carga, presión y temperatura.

**Muestra:** Es el conjunto de especímenes extraídos, que deben someterse a la inspección para determinar su calidad.

**Muestra representativa:** Es la muestra que representa proporcionalmente el lote del cual fue extraída, en cuanto a características y propiedades de los especímenes.

**Muestra representativa reducida:** La muestra representativa se reduce por cuarteos hasta aproximadamente 1.5 kg, los cuales se dividen en tres partes: una para el análisis de calidad, otra para el proveedor y otra para resguardo por parte del usuario para casos de reanálisis o tercería.

**Torque:** Es la fuerza que se aplica a un eje u otro mecanismo rotatorio, para hacer que este gire o tienda a hacerlo. El torque se mide en unidades de longitud por fuerza.

**Unidad de producto:** Es cada uno de los envases de producto, que constituyen el lote unitario.

**Clasificación:** Para efecto de esta norma, los lubricantes de carga máxima se clasifican en un solo tipo y grado de calidad.

**Marcado:** Cada saco debe marcarse en forma legible e indeleble con lo siguiente:

- Nombre del producto\* y marca registrada
- Contenido neto en kilogramos o litros
- Número de lote de fabricación
- Razón social del fabricante o importador
- La leyenda "Hecho en México" o indicar país de origen "Hecho en.."

Nota: \* Tamaño mínimo de letras 5 cm y color contrastante.

**Etiquetado:** Cada envase del material debe incluir los datos necesarios para el manejo del mismo, además de contener la información en cuanto a precauciones con su uso, de acuerdo con lo que establecen las normas y leyes de seguridad vigentes.

**Envase y embalaje:** Para los materiales líquidos, el envase debe garantizar la total integridad del material hasta el momento de su utilización. Cada envase debe contener la masa o volumen indicada en el mismo  $\pm 1.5 \%$ .

El lubricante debe embalsarse, de tal forma que se facilite su manejo y se garantice su integridad hasta el momento de su utilización.

Las características de estos aditivos se representan en la tabla 4.1.

**Tabla 4.1. Aditivos empleados en la elaboración de sistemas de fluidos de perforación, terminación y reparación de pozos. (continúa)**

| ADITIVO   | ADICIONADO AL FLUIDO PRESENTA  | PREVIENE  | TIPO DE FLUIDO EMPLEADO   | OBSERVACIONES  |
|---|--|---|---|--|
| Barita (Densificante)   | Incrementa la densidad al fluido   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Invasión del agujero perforado por gas, agua y aceite</li> <li>• Derrumbe de las paredes del pozo</li> </ul>                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Perforación de pozos</li> <li>• Terminación de pozos</li> <li>• Reparación de pozos</li> </ul> | Tiene una densidad de 4.23 kg/cm <sup>3</sup>  |
| Bentonita (viscosificante)  | Proporciona propiedades de suspensión de los recortes  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Protege las paredes del pozo formando un enjarre</li> <li>• Disminuye la filtración del fluido a las formaciones productoras</li> </ul>          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Perforación de pozos</li> <li>• Terminación de pozos</li> <li>• Reparación de pozos</li> </ul> | Se conoce la bentonita tratada y la no tratada   |
| Carboximetil Celulosa (CMC) (viscosificante)                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Proporciona viscosidad al fluido</li> <li>• Es un reductor de filtrado</li> </ul> | Previene que disminuya la viscosidad de los lodos   | Perforación de pozos  | Solo o en combinación con la bentonita forman un fluido de bajo contenido de sólidos   |
| Carbonato de sodio anhidro (aditivo de tratamiento de fluidos)                | Incrementa el pH de la fase acuosa del fluido  | Utilizado en el tratamiento por contaminaciones de calcio   | Perforación y reparación de pozos   |  |
| Carbonato de calcio (Densificante)  | Proporciona densidad a los fluidos   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Previene la invasión por gas, aceite o agua de formación al agujero perforado</li> <li>• Previene el derrumbe de las paredes del pozo</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Terminación de pozos</li> <li>• Reparación de pozos</li> </ul>                                 |  |
| Obturantes granulares   | Tiene el propósito de sellar zonas fracturadas y restablecer la circulación  | Previene la pérdida de circulación de los fluidos de perforación hacia las formaciones  | Perforación de pozos  | Se emplean generalmente en fluidos de perforación  |
| Obturantes fibrosos (Material para el control de las pérdidas de circulación) | Tiene el propósito de sellar zonas fracturadas y restablecer la circulación  | Previene la pérdida de circulación de los fluidos de perforación hacia las formaciones  | • Perforación de pozos  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se emplean generalmente en fluidos de perforación</li> <li>• Son incompatibles con fluidos base aceite</li> </ul> |

**Tabla 4.1. Aditivos empleados en la elaboración de sistemas de fluidos de perforación, terminación y reparación pozos.**

| ADITIVO  | ADICIONADO AL FLUIDO PRESENTA   | PREVIENE   | TIPO DE FLUIDO EMPLEADO   | OBSERVACIONES  |
|--|---|--|---|--|
| Lignitos naturales (emulsificante)                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Proporciona adelgazamiento del fluido</li> <li>▪ Como emulsionante en los fluidos base agua</li> </ul> | Imparte resistencia a la temperatura y control sobre sus propiedades de filtración | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Perforación de pozos</li> <li>▪ Terminación de pozos</li> <li>▪ Reparación de pozos</li> </ul> | Se emplea generalmente en los fluidos de perforación |
| Lignitos modificados                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Proporciona adelgazamiento del fluido</li> <li>▪ Como emulsionante en los fluidos base agua</li> </ul> | Imparte resistencia a la temperatura y control sobre sus propiedades de filtración | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Perforación de pozos</li> <li>▪ Terminación de pozos</li> <li>▪ Reparación de pozos</li> </ul> | Se emplea generalmente en los fluidos de perforación |
| Lubricantes de carga máxima (reductor de fricción) | Proporcionan un sistema lubricante en los fluidos   | Disminuye la fricción entre la sarta de perforación y las paredes del agujero      | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Perforación de pozos</li> <li>▪ Terminación de pozos</li> <li>▪ Reparación de pozos</li> </ul> |  |



## 4.2. ESPECIFICACIONES DE ADITIVOS DE ACUERDO A LAS NORMAS MEXICANAS

En las siguientes tablas, se indican las especificaciones que deben cumplir algunos aditivos empleados con mayor frecuencia en fluidos de perforación, terminación y reparación de pozos petroleros.

- Barita
- Bentonita
- Carboximetil Celulosa de Sodio
- Carbonato de sodio anhidro
- Carbonato de Calcio
- Obturantes Granulares
- Obturantes Fibrosos
- Lignitos Naturales
- Lignitos Modificados
- Lubricantes de Carga Máxima

**TABLA 4.2. ESPECIFICACIÓN DE LA BARITA**

| Parámetros  | Especificaciones |
|---|------------------|
| Densidad (g/cm <sup>3</sup> )   | 4.20 mínimo      |
| Humedad (%)   | 0.3 máximo       |
| Granulometría:<br>Retenido en malla 200 ASTM<br>(abertura 75 µm)        | 4.0 máximo       |
| Retenido en malla 325 ASTM<br>(abertura 45 µm)                          | 8.5 mínimo       |
| Metales alcalinotérreos como calcio soluble (Ca <sup>+2</sup> ) (mg/kg) | 250.0 máximo     |
| Alcalinidad total como carbonato De calcio (CaCO <sub>3</sub> ) (%)     | 6.0 máximo       |

**TABLA 4.3. ESPECIFICACIÓN DE LA BENTONITA**

| Parámetros                                       |            | Especificaciones |             |
|--|------------|------------------|-------------|
|  |            | Tratada          | No tratada  |
| Humedad  | (%)        | 10.0 máximo      | 10.0 máximo |
| Viscosidad aparente                              | (mPa.s)    | 15.0 mínimo      | 15.0 mínimo |
| Punto de cedencia                                | (Pa)       | 6.7 mínimo       | 6.7 mínimo  |
| Relación punto de Cedencia / viscosidad plástica | (PC / VP)  | 3,0 máximo       | 1.5 máximo  |
| Filtrado   | (mL)       | 14.0 máximo      | 10.0 máximo |
| Reducción de viscosidad Aparente                 | (mPa.s)    | 3.0 máximo       | -----       |
| Retenido en malla 200 (abertura 75 µm)           | (%)        | 3.0 máximo       | 3.0 máximo  |
| Capacidad de intercambio Catiónico (C/C)         | (meq/100g) | 60.0 mínimo      | 72.0 mínimo |

TABLA 4.4. ESPECIFICACIÓN DEL CARBOXIMETIL CELULOSA DE SODIO

| Parámetros                  | Especificaciones |             |
|-----------------------------|------------------|-------------|
|                             | Tipo A           | Tipo B      |
| Humedad (%)                 | 8.0 máximo       | 8.0 máximo  |
| Grado de sustitución        | 0.8 mínimo       | 0.8 mínimo  |
| Pureza (%)                  | 62.0 mínimo      | 62.0 mínimo |
| Viscosidad aparente (mPa.s) | 30.0 máximo      | 50.0 mínimo |
| Filtrado (%)                | 8.5 máximo       | -----       |

TABLA 4.5. ESPECIFICACIÓN DEL CARBONATO DE SODIO ANHIDRO

| Parámetros                         | Especificaciones |
|------------------------------------|------------------|
| Bicarbonato de sodio (%)           | 1.0 máximo       |
| Pureza como carbonato de sodio (%) | 98.0 mínimo      |
| Humedad (%)                        | 1.0 máximo       |

**TABLA 4.6. ESPECIFICACIÓN DEL CARBONATO DE CALCIO**

| Parámetros                                   |                      | Especificaciones |
|--|----------------------|------------------|
| Humedad                                      | (%)                  | 1.0 máximo       |
| Material insoluble en HCL                    | (%)                  | 3.5 máximo       |
| Contenido de calcio como CaCO <sub>3</sub>   | (%)                  | 94.0 mínimo      |
| Densidad                                     | (g/cm <sup>3</sup> ) | 2.7 mínimo       |
| Granulometría:                               |                      |                  |
| Retenido en malla 200<br>(abertura de 75 µm) | (%)                  | 5.0 máximo       |
| Retenido en malla 325<br>(abertura de 45 µm) | (%)                  | 10.0 mínimo      |

**TABLA 4.7. ESPECIFICACIÓN DE OBTURANTES GRANULARES**

| Parámetros                  | Gruoso |        | Mediano |        | Fino   |        |
|-----------------------------|--------|--------|---------|--------|--------|--------|
|                             | mínimo | máximo | mínimo  | máximo | mínimo | máximo |
| Módulo de finura            | 6.00   | 7.99   | 4.00    | 5.99   | 2.00   | 3.99   |
| Variación de pH<br>Unidades | -1.0   | +1.0   | -1.0    | +1.0   | -1.0   | +1.0   |
| Humedad (%)                 | ---    | 8.0    | ---     | 8.0    | ---    | 8.0    |
| Presión de Ruptura (Kpa)    | 21,083 | ---    | 21,083  | ---    | 21,083 | ---    |

**TABLA 4.8. ESPECIFICACIÓN DE OBTURANTES FIBROSOS**

| Parámetros                 | Especificaciones |
|----------------------------|------------------|
| Pérdida de volumen (mL)    | 1000 máximo      |
| Variación de pH (unidades) | -1.0 a + 1.0     |

**TABLA 4.9. ESPECIFICACIÓN DE LIGNITOS NATURALES**

| Parámetros   | Especificaciones |
|--|------------------|
| Humedad (%)  | 18.0 máximo      |
| Solubilidad (%)  | 80.0 mínimo      |
| pH (unidades)  | 4.0 – 5.0        |
| Cromo como $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ (%)            | 0                |
| Eficiencia de dispersión (%)                                 | 65.0 mínimo      |
| Gelatinosidad a 10 min (Pa)                                  | 12.0 máximo      |
| Estabilidad térmica:<br>Punto de cedencia (Pa)               | 9.6 máximo       |
| Contaminación con bicarbonato de sodio:<br>Gel a 10 min (Pa) | 15.4 máximo      |

TABLA 4.10. ESPECIFICACIONES DE LIGNITOS MODIFICADOS

| Parámetros  | Especificaciones |              |
|---|------------------|--------------|
|   | Lignito cáustico | Cromolignito |
| Humedad (%)   | 15.0 máximo      | 15.0 máximo  |
| Solubilidad (%)   | 80.0 mínimo      | 80.0 mínimo  |
| pH (unidades)   | 8.5 máximo       | 8.5 máximo   |
| Propiedades reológicas y tixotrópicas:                          |                  |              |
| Punto de cedencia (Pa)  | 17.3 máximo      | 17.3 máximo  |
| Gelatinosidad a 10 min (Pa)                                     | 14.4 máximo      | 14.4 máximo  |
| Filtrado alta presión Alta temperatura (mL)                     | 34.0 máximo      | 34.0 máximo  |
| Capacidad emulsionante Medida como filtrado a Baja presión (mL) | 10.0 máximo      | 10.0 máximo  |
| Cromo como $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ (%)               | -----            | 3.0 mínimo   |

**TABLA 4.11. ESPECIFICACIÓN DE LUBRICANTE DE CARGA MÁXIMA**

| Parámetros  | Especificaciones            |
|---|-----------------------------|
| Propiedades reológicas:<br>Δ Punto de cedencia (Pa)<br>Δ Gel a 10 min (Pa)                    | 0.00<br>3.36 máximo         |
| Presión extrema:<br>Reducción del torque (%)<br>Δ Poder lubricante (kg/cm <sup>2</sup> )      | 68.0 mínimo<br>340,0 mínimo |
| Nota.- Δ es igual al incremento en el valor de la propiedad respecto a condiciones iniciales. |                             |

## CAPITULO V

### ESPECIFICACIONES PARA FLUIDOS DE PERFORACIÓN, TERMINACIÓN Y REPARACIÓN DE POZOS

Existe una gran cantidad de aditivos utilizados en la elaboración de sistemas de fluidos que se emplean en la perforación, terminación y reparación de pozos petroleros. En este capítulo, se trata únicamente la especificación para un sistema de fluido de emulsión inversa, debido a que esta se encuentra normalizada y se verán los conceptos generales para el procedimiento de inspección por muestreo para un sistema de fluido base agua inhibidores de lutitas empleada en la perforación de pozos, debido a que en la actualidad, no cuenta con especificaciones y se encuentra como un anteproyecto de la Norma Mexicana. Para el resto de los sistemas de fluidos base agua aún no se cuenta con las especificaciones de alguna norma, pero en cuanto se tengan, puede aplicarse el procedimiento de inspección por muestreo que se indica en la página 6-18, o aplicar el procedimiento propuesto para un fluido de emulsión inversa del capítulo VIII, o por el momento comparar los análisis con los requerimientos que necesita el fluido para las operaciones de campo en diferentes litologías.

#### 5.1. FLUIDOS DE PERFORACIÓN

##### 5.1.1. Tipos de fluidos

Los fluidos de perforación pueden ser clasificados de acuerdo a su constituyente principal en fluidos:

- Base aire
  - Base agua
  - Base aceite
- 
- ▶ Base Aire
    - Niebla
    - Espuma
    - Lodos aireados



► Base Agua

- Lodos iniciales
- Lodo bentonítico
- Lodos tratados con fosfato
- Lodos gel químico
- Lodos tratados con lignitos y lignosulfonatos
- Lodos Cálcidos
  - Con adición de cal
  - Con adición de yeso
  
- Lodos de polímeros de bajo contenido de sólidos no dispersos
- Lodos Salados
  - Baja salinidad
  - Salados saturados
  
- Lodos de polímeros de bajo contenido de sólidos no dispersos
- Lodos de baja salinidad
- Lodos salados saturados
- Lodos salados de aplicación especial

► Base Aceite

- Lodos de Aceite (menos de 5 % de agua)
- Emulsión Inversa

A continuación se presenta en la tabla 5.1, las características especiales de cada uno de estos fluidos.

**Tabla 5.1. Fluidos empleados en la perforación de pozos. (Continúa)**

| TIPO DE FLUIDO             | ADITIVOS EMPLEADOS EN SU ELABORACIÓN  | AL AÑADIRSE AL FLUIDO PRESENTA   | TIPO DE OPERACIÓN EMPLEADA  | OBSERVACIONES  |
|----------------------------|---|--|---|--|
| <b>Base aire</b>           |   |  |   |  |
| Niebla                     | Surfactantes espumosos  | Es peligroso su empleo en la perforación   | En áreas donde se encuentran pequeñas cantidades de agua de formación   | Dificultad en el acarreo de los recortes                                 |
| Espuma                     | Surfactantes espumosos  | Es peligroso su empleo en la perforación   | Cuando existe flujo débil de la formación al pozo   | Dificultad en el acarreo de los recortes                                 |
| Lodos aireados             | Surfactantes espumosos  | Es peligroso su empleo en la perforación   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ En perforaciones de baja presión</li> <li>▪ En zonas de pérdida de presión</li> </ul>                              | Dificultad en el acarreo de los recortes                                 |
| <b>Lodos Base Agua</b>     |   |  |   |  |
| Lodos iniciales            | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Bentonita</li> <li>▪ Atapulguita (viscosificantes)</li> </ul>              | Una buena capacidad de acarreo para limpiar los agujeros de gran diámetro                        | Ideal en la perforación del agujero del tubo conductor  | Se desechan después de haber perforado el agujero del tubo conductor     |
| Lodo bentonítico           | Bentonita (viscosificantes)   | Mejora la capacidad de acarreo   | En la perforación de pozos someros  | Previene los problemas que se presentarían perforando con agua solamente |
| Lodos tratados con fosfato | Fosfatos (dispersantes)   | Reduce la viscosidad en lodos bentoníticos que han sido contaminados por sólidos de la formación | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ideal en la perforación de pozos someros</li> <li>▪ En la perforación de las partes superiores del pozo</li> </ul> | Son inestables a temperaturas mayores de 65 ° C                          |
| Lodos gel químico          | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Bentonita</li> <li>▪ Reductores de viscosidad (lignosulfonatos)</li> </ul> | Reduce la viscosidad en lodos bentoníticos que han sido contaminados por sólidos de la formación | Ideal en perforaciones a grandes profundidades  | Son estables a mayores profundidades                                     |

**Tabla 5.1. Fluidos empleados en la perforación de pozos. (Continúa)**

| TIPO DE FLUIDO   | ADITIVOS EMPLEADOS EN SU ELABORACIÓN   | AL AÑADIRSE AL FLUIDO PRESENTA  | TIPO DE OPERACIÓN EMPLEADA   | OBSERVACIONES  |
|--|--|---|--|--|
| Lodo tratado con lignitos y lignosulfonatos                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Lignitos</li> <li>▪ Lignosulfonatos</li> </ul>                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Los lignitos controlan el filtrado de formación</li> <li>▪ Los lignosulfonatos son adelgazantes más efectivos</li> </ul>   | Ideal en perforaciones a grandes profundidades donde se requieren lodos con alta densidad  | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Los lodos con lignosulfonatos son más resistentes a la contaminación por calcio y cloruros</li> <li>▪ Son estables a temperaturas mayores de 204 ° C</li> </ul>                           |
| Lodos cálcicos:<br>- Con adición de cal<br>- Con adición de yeso | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Bentonita</li> <li>▪ Cal y yeso</li> </ul>                                | Controlan la viscosidad y filtración de agua  | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Son aplicables en la perforación de capas de poco espesor de anhidrita</li> <li>▪ En donde se presenta lutitas deleznales y flujos de agua salada</li> </ul>                              |  |
| Con adición de cal   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Sosa cáustica</li> <li>▪ Adelgazantes</li> <li>▪ Cal hidratada</li> </ul> | Resistencia a la contaminación de sal   | En perforaciones donde la contaminación con sal es de hasta 50,000 ppm   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ A altas temperaturas presentan solidificación y alta gelatinosidad</li> <li>▪ El lodo base es bentonítico</li> </ul>  |
| Con adición de yeso  | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Yeso (sulfato de calcio)</li> <li>▪ Lignosulfonatos</li> </ul>            | Resistencia a la contaminación de sal   | En perforaciones con formaciones de anhidrita, yeso y con intercalaciones de sal y lutita  | Se elaboran a partir de lodos naturales mediante la adición de sulfato de calcio y lignosulfonatos   |
| Lodos de polímeros de bajo contenido de sólidos no dispersos.    | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Polímeros floculantes</li> <li>▪ Bentonita</li> </ul>                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Se obtiene con este fluido altas velocidades de perforación</li> <li>▪ Los polímeros en lugar de dispersar los sólidos los recubre y los flocula para facilitar su desplazamiento</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ En perforaciones de zonas bentoníticas</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Al añadir polímeros se utiliza menos bentonita en el lodo por lo que contiene menos sólidos en su elaboración</li> <li>▪ Son los lodos base agua más estables a la temperatura</li> </ul> |
| Lodos de baja salinidad (1 % de NaCl o <10000 ppm)               | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cloruro de sodio</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Son de baja viscosidad</li> <li>▪ Exhiben altas velocidades de filtración.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ideal en la perforación de domos salinos</li> <li>▪ Ideal en perforaciones donde se encuentra flujos de agua salada</li> <li>▪ En formaciones de anhidrita, yeso y de lutitas.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ La suspensión de los sólidos es difícil</li> <li>▪ Forman enjarres gruesos</li> </ul>   |

**Tabla 5.1. Fluidos empleados en la perforación de pozos.**

| TIPO DE FLUIDO                         | ADITIVOS EMPLEADOS EN SU ELABORACIÓN  | AL AÑADIRSE AL FLUIDO PRESENTA   | TIPO DE OPERACIÓN EMPLEADA  | OBSERVACIONES  |
|--|---|--|---|--|
| Lodos salados saturados                | <ul style="list-style-type: none"> <li>Agentes de control de filtrado</li> </ul>                | Baja viscosidad  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Para perforar domos salinos</li> <li>Donde existen problemas de agrandamiento del agujero con otros lodos.</li> </ul>  | Para controlar sus propiedades se adiciona agua salada y atapulgita, para para reducir su viscosidad y aumentar su poder de sustentación                               |
| Lodos salados de aplicación especial   | Polímeros   | Aumentan la viscosidad del agua salada   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Ideales en la perforación costafuera</li> <li>En áreas de lutita donde no se necesitan lodos de alta densidad</li> <li>También es ideal en las operaciones de reparación de pozos</li> </ul> |  |
| <b>Lodos Base Aceite</b>               |   |  |   |  |
| Lodos de aceite (menos de 5 % de agua) | Diesel  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Evita contaminaciones de agua de las formaciones productoras</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Para muestreo de formación</li> <li>Ideales en zonas de anhidrita</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Se elaboran comúnmente con crudo previamente desgasificado</li> <li>Es inerte a la contaminación de secciones de sal</li> </ul> |
| Emulsión inversa                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>Diesel</li> <li>Barita</li> <li>Emulsionantes</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Evita contaminaciones de agua de las formaciones productoras</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Ideales en perforación donde se presenten altas temperaturas</li> <li>Ideales en zonas de lutitas</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Contiene al agua como fase dispersa y al aceite como fase continua</li> <li>Son estables a altas temperaturas</li> </ul>        |

### 5.1.2. Aditivos empleados en su elaboración

Los aditivos empleados en la preparación de estos fluidos, se dividen conforme a las propiedades que dan o proporcionan al ser mezclados con éstos en:

- Viscosificantes
- Densificantes
- Reactivos reductores de viscosidad
- Reductores de pérdida de agua
- Emulsificantes
- Materiales para el control de la pérdida de circulación
- Aditivos especiales

#### 1. Viscosificantes

- ◆ Bentonita
- ◆ Atapulgita
- ◆ Asbestos
- ◆ Polímeros
- ◆ Agentes amplificadores y de revestimiento de la bentonita

#### 2. Densificantes

- ◆ Barita
- ◆ Sales disueltas
  - Cloruro de sodio (NaCl)
  - Cloruro de calcio (CaCl<sub>2</sub>)
- ◆ Carbonato de calcio (CaCO<sub>3</sub>)

#### 3. Reductores de viscosidad

- ◆ Fosfatos
- ◆ Tanatos
- ◆ Lignitos
- ◆ Lignosulfonatos
- ◆ Poliacrilatos de sodio

#### 4. Reductores de pérdida de agua

- ◆ Bentonita
- ◆ Almidón
- ◆ Carboximetil celulosa de sodio (CMC)
- ◆ Drispac
- ◆ Dispersantes

## 5. Emulsificantes

- ◆ Emulsiones de aceite en agua
  - lignitos
  - Emulsificantes tipo jabón
- ◆ Emulsificantes agua en aceite
  - Inverumul
  - Imco ken x

## 6. Materiales para el control de la pérdida de circulación

- ◆ Materiales fibrosos
- ◆ Cáscara de nuez
- ◆ Recorte de celofán
- ◆ Diesel M
- ◆ Combinación de recortes, materiales fibrosos y granulares

## 7. Aditivos especiales

- ◆ Floculantes
- ◆ Agentes para control de corrosión
- ◆ Desespumantes
- ◆ Control de pH

A continuación, se presenta en la tabla 5.2, las características especiales de estos aditivos empleados en la elaboración de fluidos de perforación.

**Tabla 5.2. Aditivos empleados en la elaboración de fluidos de perforación de pozos. (Continúa)**

| TIPO DE ADITIVO  | PROPIEDAD QUE IMPARTE AL FLUIDO   | EN QUE FLUIDOS SE EMPLEAN  | OBSERVACIONES   |
|--|---|--|---|
| <b>Viscosificantes</b>   |   |  |   |
| Bentonita (montmorillonita de sodio)                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Material para dar viscosidad</li> <li>▪ Como reductor de pérdida de agua</li> </ul>  | En lodos base agua dulce   | Imparte control de filtración                                   |
| Atapulgita (silicato hidro magnesio-aluminio)                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Material para dar viscosidad al fluido</li> </ul>  | En lodos base agua salada  | No imparte control de filtración                                |
| Asbesto (silicato de calcio y magnesio)                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Material para dar viscosidad al fluido</li> </ul>  | En lodos base agua dulce y agua salada   | Es un material peligroso produce cáncer                         |
| Polímeros  | Material para dar viscosidad al fluido  |  |   |
| - Polímero X C   | Produce viscosidad al agua de cualquier salinidad aún sin sólidos coloidales  | En lodos base agua dulce o salada  | Temperatura máxima de trabajo es de 121° C                      |
| - Celulosa DRISPAC   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Imparte viscosidad al fluido</li> <li>▪ También se usa como reductos de pérdida de agua</li> </ul>   | En lodos agua dulce y agua salada  | Su degradación es a 148 ° C                                     |
| - Carboxymethyl Celulosa (CMC)                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Imparte viscosidad a lodos de agua dulce y salada por arriba de 50 000 ppm de Cl<sup>-</sup></li> <li>▪ También se usa como reductor de pérdida de agua</li> </ul> | En lodos de agua dulce y agua salada   | Su degradación es a 121 ° C                                     |
| Ben – EX<br>(Agente amplificador y de revestimiento de la bentonita) | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Agente floculante para sólidos perforados</li> <li>▪ Funciona como amplificador de la bentonita en lodos densos no dispersos</li> </ul>                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ En lodos de bajos sólidos no dispersos</li> <li>▪ En lodos densos no dispersos</li> </ul> | Funciona como agente de revestimiento para la barita            |
| <b>Densificantes</b>   |   |  |   |
| Barita (sulfato de bario)  | Material que imparte densidad al fluido   | Empleada en la mayoría de lodos que requieran un incremento en la densidad   | Se obtienen lodos de densidad hasta de 2.4 gr / cm <sup>3</sup> |

**Tabla 5.2. Aditivos empleados en la elaboración de fluidos de perforación de pozos. (Continúa)**

| TIPO DE ADITIVO  | PROPIEDAD QUE IMPARTE AL FLUIDO   | EN QUE FLUIDOS SE EMPLEAN   | OBSERVACIONES   |
|--|---|---|---|
| Cloruro de sodio (NaCl)  | Material que imparte densidad al fluido   | En fluidos de perforación   | Se usa cuando se perforan estratos de sal o domos. Obteniendo densidades hasta $1.20 \text{ gr / cm}^3$   |
| Cloruro de Calcio ( $\text{CaCl}_2$ )                                      | Material que imparte densidad al fluido   | En lodos libres de sólidos<br>En fluidos de perforación   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Se emplean también en operaciones de reparación de pozos</li> <li>Se obtienen densidades hasta de <math>1.42 \text{ gr / cm}^3</math></li> </ul> |
| Carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ )                                    | Material que imparte densidad al fluido   | En lodos de densidad moderada base aceite   | Se emplea como material de control de pérdidas de circulación en operaciones de reparación de pozos.  |
| <b>Reductores de Viscosidad</b>  |   |   |   |
| Fosfatos<br>- Pirofosfato de sodio ácido<br>- Fosfato Tetrasódico          | <ul style="list-style-type: none"> <li>Material para reducir la viscosidad</li> <li>Material para reducir la viscosidad</li> </ul>  | En lodos con baja densidad tratados con fosfatos  | Su degradación es a $65^\circ \text{ C}$  |
| Tanatos:<br>- Extracto de quebracho<br>- Extracto de abeto                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>Es un efectivo adelgazador químico</li> <li>Es un adelgazador de lodos</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Es uno de los más efectivos en lodos naturales</li> <li>Adelgazador en lodos que contengan arriba de 240 ppm de calcio y 10 000 ppm de NaCL</li> </ul> |   |
| Lignitos:<br>- Lignitos modificados<br>- Lignitos de mina o ácidos húmicos | <ul style="list-style-type: none"> <li>Se usa como adelgazador de lodos</li> <li>Ayuda al control de la filtración</li> <li>Se emplea como adelgazador de lodos</li> <li>Como reductor de pérdidas de filtrado</li> <li>Como emulsificante de aceite</li> </ul> | Son empleados en fluidos base agua o base aceite  | Todos los lignitos son estables a temperaturas arriba de $204^\circ \text{ C}$  |



**Tabla 5.2. Aditivos empleados en la elaboración de fluidos de perforación de pozos. (Continúa)**

| TIPO DE ADITIVO   | EMPLEO  | EN QUE FLUIDOS SE EMPLEAN   | OBSERVACIONES  |
|---|---|---|--|
| Lignosulfonatos:<br>- Lignosulfonato de calcio<br><br>- Lignosulfonato de sodio | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Se emplea como dispersante químico</li> <li>▪ Se emplea para reducir viscosidad y el esfuerzo gel</li> <li>▪ Ayuda al control de la pérdida de fluido</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ En lodos de agua dulce</li> <li>▪ En lodos cálcicos</li> <li>▪ En lodos sódicos</li> </ul>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ No son efectivos como adelgazador de lodos en agua dulce</li> <li>▪ En combinación con lignitos ayudan a controlar las propiedades del fluido a altas temperaturas</li> </ul> |
| Poliacrilatos de sodio  | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Se emplea como adelgazante del fluido</li> <li>▪ Para controlar el valor de cedencia</li> <li>▪ Para controlar el esfuerzo gel</li> </ul>                        | Se emplea en lodos de bajo contenido de sólidos no dispersos  |  |
| <b>Reductores de pérdida de agua</b>  |   |   |  |
| Bentonita   | Controla la filtración del fluido debido a su característica de formar enjarre en las paredes del pozo  | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ En lodos de agua dulce</li> <li>▪ En lodos de agua salada controla la filtración en menor grado</li> </ul> |  |
| Almidón   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Reduce la pérdida de fluido</li> <li>▪ Se emplea como dispersante</li> </ul>   | En lodos de agua dulce y salada   |  |
| Carboxymethyl Celulosa de Sodio (CMC)   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Reduce la pérdida de fluido</li> <li>▪ Funciona también como dispersante</li> </ul>  | Se emplea en lodos salados con menos de 50 000 ppm de sal   |  |
| DRISPAC   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Reduce la pérdida de fluido</li> <li>▪ Tiene poder dispersible en lodos base agua</li> <li>▪ Para controlar la viscosidad del fluido</li> </ul>                  | Se emplea en lodos base agua  |  |
| Dispersantes<br>- Fosfatos<br>- Taninos<br>- Lignosulfonatos                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Controlan la pérdida de agua</li> <li>▪ Controlan la pérdida de agua</li> <li>▪ Controlan la pérdida de agua</li> </ul>  | Se emplean en lodos base agua. Principalmente en fluidos de perforación   | Además los Lignosulfonatos controlan la viscosidad del fluido  |

**Tabla 5.2. Aditivos empleados en la elaboración de fluidos de perforación de pozos. (Continúa)**

| TIPO DE ADITIVO   | EMPLEO  | EN QUE FLUIDOS SE EMPLEAN  | OBSERVACIONES   |
|---|---|--|---|
| <b>Emulsificantes</b>   |   |  |   |
| Emulsiones de aceite en agua<br>- Lignitos<br><br>- Emulsionante tipo jabón | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Se emplea para emulsionar lodos con contenido de 10 % de aceite</li> <li>▪ También es utilizado para control de filtrado</li> </ul> <p>Es un emulsificante</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ En sistemas de lodos dispersos</li> <li>▪ En lodos de emulsión directa</li> </ul> <p>En fluidos base agua o base aceite</p> | Las emulsiones de aceite en agua casi siempre son perjudiciales en el avance de la perforación          |
| Emulsión de agua en aceite<br>- INVERMUL<br>- IMCO KEN X                    | Son emulsificantes  | Se emplean en fluidos de emulsión inversa  |   |
| <b>Materiales para el control de la pérdida de circulación</b>              |   |  |   |
| Materiales fibrosos   | Se usa como filtro y material obturante   | Fluidos base agua  | Los materiales fibrosos para controlar perdidas de circulación no son compatibles con lodos base aceite |
| Cáscara de nuez   | Controla la pérdida de circulación  | En lodos base aceite   | Es el más empleado para combatir la pérdida de circulación por acción de taponamiento                   |
| Recorte de celofán  | Restablece la circulación   | En lodos base agua   |   |
| Diesel M  | Controla la pérdida de circulación en inyecciones forzadas  | Se emplea con todos los sistemas de lodos  | Es una tierra diatomacea  |
| Combinación de materiales fibrosos, recortes y material granular            | Controlan la pérdida de circulación   | En lodos base agua   | No es recomendable en lodos base aceite   |

**Tabla 5.2. Aditivos empleados en la elaboración de fluidos de perforación de pozos.**

| TIPO DE ADITIVO  | EMPLEO   | EN QUE FLUIDOS SE EMPLEAN   | OBSERVACIONES  |
|--|--|---|--|
| <b>Aditivos especiales</b>   |  |   |  |
| Floculantes (polímeros)  | Son usados para flocular sólidos perforados de grandes conglomerados de manera que se puede remover ya sea por asentamiento o por medio mecánico | En fluidos de perforación y sistemas base agua  | La floculación es el único método para remover los sólidos de tamaño coloidal que se producen durante la perforación, los cuales son altamente perjudiciales en el avance de la perforación              |
| Agentes para control de la corrosión                               | Controlan la corrosión en las tuberías   | En fluidos de perforación y reparación de pozos   | Son compuestos a base de aminas aplicados manualmente o mecánicamente en el pozo para proteger el interior y exterior de la sarta de perforación.  |
| Desespumantes<br>- Para todos propósitos<br><br>- Para agua salada | Utilizados para controlar la creación de espuma por la agitación de los fluidos  | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Empleado en todos los sistemas de lodos base agua</li> <li>▪ Empleados en el control de la espuma en lodos de agua salada</li> </ul> |  |
| Control del pH<br>- Sosa Cáustica (Hidróxido de sodio)             | Es el reactivo más común en el control del pH en el fluido de perforación  | En sistemas de fluido base agua   | La potasa cáustica o hidróxido de potasio puede ser directamente sustituido por el hidróxido de sodio en todos los sistemas de lodos base agua, especialmente donde hay problemas de calizas inestables. |

## 5.2. FLUIDOS DE TERMINACIÓN Y REPARACIÓN

### 5.2.1. Tipos de Fluidos

Los fluidos de terminación y reparación pueden clasificarse de acuerdo en su constituyente principal en fluidos:

- Base agua
- Base aceite

#### ▶ Base Agua

- ◆ Espumas
- ◆ Salmueras
  - Sódicas
  - Cálcidas
  - Con Polímeros y Densificantes
- ◆ Fluido Bentonítico
- ◆ Fluido Ben-pol-at
- ◆ Fluido Cromolignosulfonato Emulsionado
- ◆ Agua Dulce

#### ▶ Base Aceite

- ◆ Fluido Base Aceite (emulsión inversa)
- ◆ Fluido Baja Densidad (emulsión directa)

A continuación se presenta en la tabla 5.3, las características especiales de estos fluidos de terminación y reparación de pozos.

Tabla 5.3. Fluidos de terminación y reparación de pozos. (Continúa)

| TIPO DE FLUIDO                         | ADITIVOS EMPLEADOS EN SU ELABORACIÓN  | AL AÑADIRSE AL FLUIDO PRESENTA  | TIPO DE OPERACIÓN EMPLEADA  | OBSERVACIONES  |
|--|---|---|---|--|
| Base Agua                              |   |   |   |  |
| Espumas                                | Espumantes  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Baja viscosidad</li> <li>• Baja densidad</li> </ul>                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Como fluido de limpieza de pozos</li> <li>• Desarenamiento de pozos</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Son afectados por la profundidad y temperatura por lo tanto no pueden emplearse en pozos mayores de 3000 m</li> <li>• No controlan la presión de formación</li> </ul> |
| Salmueras                              |   |   | Utilizados como fluidos de control y limpieza   | Causan menor daño a la formación productora  |
| Salmueras sódicas                      | Densificante (cloruro de sodio)   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumentan muy poco la densidad</li> </ul>                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se utiliza como fluido de control de pozos</li> <li>• También se utiliza para la introducción de bombeo neumático por no contener sólidos un suspensión</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nulo poder de arrastre por no contener sólidos en suspensión</li> <li>• Son muy corrosivos</li> </ul>   |
| Salmuera cálcica                       | Densificante (cloruro de calcio)  | Poco aumento en la viscosidad   | Se emplea como fluido de control y limpieza   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• No dañan las formaciones</li> <li>• Son corrosivos</li> </ul>   |
| Salmuera con y polímeros densificantes | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Densificante</li> <li>• Viscosificante (polímeros)</li> </ul>            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Viscosidad y gelatinosidad</li> <li>• Incremento en la densidad</li> </ul> | En operaciones de limpieza con gran poder de arrastre   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Son muy costosos por la adición de polímeros</li> <li>• Causan problema de generación de espuma</li> </ul>  |
| Fluido bentonítico                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Viscosificante (bentonita)</li> <li>• Densificante (cloruros)</li> </ul> | Alto poder de arrastre y suspensión de sólidos  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ideal en limpieza de pozos</li> <li>• Molienda (cemento y fierro)</li> <li>• Controlde pozos</li> </ul>  | No es recomendable utilizarse a temperaturas mayores de 180 °C debido a que aumenta su viscosidad al deshidratarse la arcilla  |

Tabla 5.3. Fluidos de terminación y reparación de pozos.

| TIPO DE FLUIDO  | ADITIVOS EMPLEADOS EN SU ELABORACIÓN  | AL AÑADIRSE AL FLUIDO PRESENTA   | TIPO DE OPERACIÓN EMPLEADA  | OBSERVACIONES  |
|---|---|--|---|--|
| Fluido Bentonita-polimero-alta temperatura (ben-pol-at) | Viscosificantes (bentonita y polímeros)   | Proporciona estabilidad al polímero para aumentar la tolerancia a las altas temperaturas | Se utiliza como fluido de control y limpieza de pozos profundos   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Filtrado bajo que forma un enjarre fino y permeable que evita la invasión del agua de filtrado a la formación productora</li> </ul>   |
| Fluido cromolignosulfonato emulsionado (CLSE)           | <ul style="list-style-type: none"> <li>Viscosificantes (bentonita)</li> <li>Emulsificantes (lignosulfonatos, cromolignitos y diesel)</li> </ul> | Que el fluido sea estable a altas presiones y temperaturas                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>Se utiliza como fluido de control y limpieza</li> <li>También en la terminación de pozos</li> </ul>                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>Es muy costoso</li> <li>El filtrado de agua saña a la formación</li> </ul>  |
| Agua dulce  | No contiene. Es agua sin sales y sin otros elementos  |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Ideal como fluidos de control en zonas de baja presión</li> <li>Para efectuar operaciones de cable y línea de acero</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Hidrata fácilmente a las lutitas arcillosas dañando a las formaciones productoras</li> </ul>  |
| <b>Fluidos Base Aceite</b>                              |   |  |   |  |
| Aceite (emulsión inversa)                               | Emulsificantes (jabón o detergentes)  | Proporciona al fluido que se estable a altas temperaturas y no dañe a la formación       | Control y limpieza de pozos   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Por su rango de densidades 0.92 a 2.20 gr/cm<sup>3</sup> se manejan en pozos depresionados así como en pozos de altas presiones</li> <li>Estable a altas temperaturas por arriba de 200 °C</li> </ul> |
| Fluido de baja densidad (emulsión directa)              | Emulsificante (nalcomex)  | Proporciona al fluido alta viscosidad y estabilidad a altas temperaturas                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>En pozos depresionados</li> <li>Como fluidos de control y limpieza</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Estable a temperaturas de 180 °C</li> <li>No se contamina con cemento</li> </ul>  |

### **5.2.2. Aditivos empleados en su elaboración**

Los aditivos empleados en la preparación de estos fluidos, se dividen conforme a las propiedades que dan o proporcionan al ser mezclados con éstos en:

1. Viscosificantes
2. Densificantes
3. Dispersantes
4. Precipitantes del ion calcio
5. Alcalinizantes
6. Antiespumantes
7. Inhibidores de corrosión
8. Emulsificantes

#### **1. Viscosificantes**

Son arcillas coloidales o polímeros que al ser mezclados con fluidos base agua, proporcionan a estos mayor grado de viscosidad y son los siguientes:

- a) Bentonita
- b) Atapulguita
- c) Kelzan XCD
- d) Politex HT
- e) Biozan

#### **2. Densificantes**

Son materiales inertes o productos químicos que al ser utilizados en fluidos de control base agua dulce o salada, sirven para aumentar su densidad.

- a) Barita
- b) Carbonato de Calcio
- c) Cloruro de Sodio
- d) Cloruro De Calcio

#### **3. Materiales Dispersantes**

Son sustancias químicas que al combinarse con algunos fluidos de control reducen la viscosidad de éstos.

- a) Supercaltex
- b) Lignex

#### 4. Precipitantes del Ion Calcio

Sirven para precipitar o anular la acción del calcio contenido en el fluido.

- a) Carbonato de Sodio
- b) Bicarbonato de Sodio
- c) Pirofosfato Ácido de Sodio

#### 5. Alcalinizantes

Se emplean para alcalinizar, es decir para aumentar el pH de algunos fluidos base agua.

- a) Sosa Cáustica

#### 6. Antiespumantes

Son productos químicos cuyo efecto es abatir o eliminar la espuma que se produce en la composición, preparación y uso de algunos fluidos de control.

- a) Aceite Nacional Soluble Núm. 4
- b) Productos IMP-AE-02.
- c) Diesel

#### 7. Inhibidores de Corrosión

Son sustancias que al agregarse a los fluidos, sirven para contrarrestar o abatir la corrosión que éstos pudieran provocar en tuberías o partes del equipo.

- a) Producto Magco A-101
- b) Cal Hidratada
- c) Ironite Sponge
- d) Quimo-Sec
- e) Dicromato de Sodio

#### 8. Emulsificantes

Son sustancias químicas cuya función es permitir o facilitar la dispersión de un líquido en el otro.

- a) Drilex
- b) Drilox
- c) Nalcomex NFRO-70



A continuación se presenta la tabla 5.4, con las características especiales de estos aditivos empleados en la elaboración de fluidos de terminación y reparación de pozos.

**Tabla 5.4. Aditivos empleados en la elaboración de fluidos de terminación y reparación de pozos. (Cont.)**

| TIPO DE ADITIVO                           | PROPIEDAD QUE IMPARTE AL FLUIDO   | EN QUE FLUIDOS SE EMPLEAN  | OBSERVACIONES  |
|---|---|--|--|
| <b>Viscocificantes</b>                    |   |  | Son arcillas coloidales o polímeros que al ser mezclados con fluidos base agua, proporcionan a estos mayores grados de viscosidad                                    |
| Bentonita<br>(material coloidal sódico)   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Imparte viscosidad</li> <li>• Controla el filtrado</li> <li>• Proporciona poder de suspensión</li> </ul> | En los fluidos bentoníticos  | Proporciona viscosidad Marsh de 40 a 50 segundos   |
| Atapulgita<br>(material coloidal cálcico) | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Imparte viscosidad</li> <li>• Imparte poder de suspensión</li> </ul>                                     | Se emplea en la preparación de salmueras con concentraciones mayores de 35 000 ppm | Proporciona viscosidad Marsh de 35 a 45 segundos   |
| Kelzan XCD<br>(polímero)                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Imparte viscosidad y poder de suspensión al agregarse a las salmueras</li> </ul>                         | Empleado en fluidos de agua dulce o salada   | Proporciona viscosidad Marsh de 32 a 80 segundos   |
| Politex-HT<br>(polímero)                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Imparte viscosidad ligera</li> <li>• Actúa como reductor de filtrado</li> </ul>                          | Se emplea en fluidos de agua dulce o agua salada                                   | Controla mejor el filtrado   |
| Biozan<br>(polímero)                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Imparte viscosidad</li> <li>• Imparte poder de suspensión</li> </ul>                                     | Se emplea en fluidos de agua dulce o agua salada                                   | Soporta temperaturas arriba de 100 ° C   |
| <b>Densificantes</b>                      |   |  | Son materiales inertes o productos químicos que al ser utilizados en fluidos de control base agua o salada sirven para aumentar su densidad.                         |
| Barita<br>(sulfato de bario)              | Imparte densidad al fluido  | En fluidos bentoníticos y emulsionados   | Proporciona densidad hasta de 2.20 gr / cm <sup>3</sup>  |
| Carbonato de calcio                       | Imparte densidad al fluido  | Se emplea en fluidos de agua dulce o salada  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Proporciona densidad hasta de 1.40 gr / cm<sup>3</sup></li> <li>• No daña a la formación con invasión de sólidos</li> </ul> |

**Tabla 5.4. Aditivos empleados en la elaboración de fluidos de terminación y reparación de pozos. (Cont.)**

| TIPO DE ADITIVO                     | PROPIEDAD QUE IMPARTE AL FLUIDO  | EN QUE FLUIDOS SE EMPLEAN  | OBSERVACIONES  |
|-------------------------------------|--|--|--|
| Cloruro de sodio                    | Imparte densidad al fluido   | En salmueras sódicas   | Proporciona densidad de 1.02 a 1.19 gr / cm <sup>3</sup>                                       |
| Cloruro de calcio                   | Imparte densidad al fluido   | En salmueras cálcicas  | Proporciona densidad de 1.01 a 1.19 gr / cm <sup>3</sup>                                       |
| Dispersantes                        |  |  | Son sustancias químicas que al combinarse con algunos fluidos de control reducen la viscosidad |
| Supercaltex                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Es un reductor de viscosidad</li> <li>• Controla el filtrado</li> <li>• Inhibidor de arcilla base agua</li> </ul>                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• En fluidos de control sódicos de bajo pH</li> <li>• En fluido bentoníticos</li> </ul> | Resiste grandes presiones y temperaturas   |
| Lignex                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reduce la viscosidad</li> <li>• Reduce el filtrado</li> <li>• Es un emulsionante</li> </ul>   | Se emplea en fluidos bentoníticos que se convierten en fluidos cromolignosulfonados (CLSE)                                     | Resiste grandes presiones y temperaturas   |
| <b>Precipitantes del ión calcio</b> |  |  | Se utilizan para precipitar o anular la acción del calcio contenido en el fluido               |
| Carbonato de sodio                  | Se agrega al fluido para precipitar el calcio que pueda existir  | En fluidos de perforación y reparación   |  |
| Bicarbonato de sodio                | Se agrega al fluido para tratar el calcio en fluidos de alto pH  | En fluidos de perforación y reparación   |  |
| Pirofosfato ácido de sodio          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se utiliza para reducir el pH cuando se requiere</li> <li>• Reduce viscosidad y gelatinosidad</li> </ul>  | En fluidos de perforación y reparación   |  |
| <b>Alcalinizantes</b>               |  |  | Se emplean para alcalinizar, es decir aumentar el pH de algunos fluidos base agua              |
| Sosa cáustica (hidróxido de sodio)  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumenta el pH en fluidos base agua</li> <li>• Solubiliza algunos dispersantes</li> <li>• Contrarresta la acción corrosiva en las salmueras</li> </ul> | Se emplea en fluidos base agua   |  |

**Tabla 5.4. Aditivos empleados en la elaboración de fluidos de terminación y reparación de pozos. (Cont.)**

| TIPO DE ADITIVO                 | PROPIEDAD QUE IMPARTE AL FLUIDO  | EN QUE FLUIDOS SE EMPLEAN                           | OBSERVACIONES   |
|---------------------------------|--|---|---|
| <b>Antiespumantes</b>           |  |   | Su efecto es abatir o eliminar la espuma que se produce en la composición, preparación y uso de algunos fluidos de control                                  |
| Aceite nacional soluble num. 4  | Reduce la espuma que se genera en las salmueras con polímeros  | En fluidos base agua salada                         |   |
| Productos IMP-01 e IMP-AE-02    | Reducen la espuma  | En fluidos base aceite                              | Son compuestos químicos líquidos dispersos en diesel que sirven para eliminar la espuma en algunos fluidos de control                                       |
| Diesel                          | Reduce la formación de espuma  | En fluidos base aceite                              |   |
| <b>Inhibidores de corrosión</b> |  |   | Son sustancias que al agregarse a los fluidos,, sirven para contrarrestar o abatir la corrosión que estos pudieran provocar en tuberías o partes del equipo |
| Producto Magco A-101            | Inhibidor de corrosión   | Empleado en salmueras                               |   |
| Cal hidratada                   | Neutraliza la acidez que provoca la corrosión  | Empleada en salmueras                               |   |
| Dicromato de sodio              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Es un inhibidor de corrosión</li> <li>• Estabiliza las arcillas a altas temperaturas</li> </ul> | En fluidos de perforación, terminación y reparación |   |
| Ironite Sponge                  | También se utiliza como agente secuestrante del gas sulfhídrico productor de corrosión   | En fluidos de perforación, terminación y reparación |   |

**Tabla 5.4. Aditivos empleados en la elaboración de fluidos de terminación y reparación de pozos.**

| TIPO DE ADITIVO       | PROPIEDAD QUE IMPARTE AL FLUIDO  | EN QUE FLUIDOS SE EMPLEAN               | OBSERVACIONES   |
|-----------------------|--|---|---|
| <b>Emulsificantes</b> |  |   | Son sustancias químicas cuya función es permitir o facilitar la dispersión de un líquido en otro. |
| Drilex                | Emulsifica los fluidos agua y aceite   | Empleado en fluidos de emulsión inversa |   |
| Drilox                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Emulsifica los fluidos agua y aceite</li> <li>• Mejora las propiedades de filtración y suspensión en los fluidos</li> </ul> | Empleado en fluidos de emulsión inversa |   |
| Nacolmex NFRO-70      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sirve como emulsificante</li> <li>• También es utilizado como espumante</li> </ul>  | Empleado en fluidos de baja densidad    |   |

### 5.3. ESPECIFICACIONES PARA UN SISTEMA DE FLUIDO BASE AGUA INHIBIDOR DE LUTITAS DE ACUERDO A LA NORMA MEXICANA.

#### 5.3.1 CONCEPTOS GENERALES

Durante la perforación de pozos petroleros al circular el fluido de control a través del agujero y estar en contacto con la formación, se promueve la hidratación de las zonas lutíticas reactivas, con la consecuente desestabilización de las paredes del pozo, por lo que se ha hecho necesario el empleo de sistemas que eviten la dispersión e hidratación de lutitas.

La Norma Mexicana (Proyecto NMX-Sistemas inhibidores) establece la metodología de evaluación que deben cumplir los sistemas base agua inhibidores de lutita para la perforación de pozos petroleros.

Esta norma tiene aplicación en la perforación de pozos, al atravesar formaciones lutíticas en un rango de temperatura de hasta 120°C, en los campos petroleros.

Para los propósitos de esta Norma Mexicana, se establecen las siguientes definiciones:

**Espécimen:** Es el conjunto de porciones de producto extraídas de los envases que componen la muestra representativa.

**Hidratación superficial de lutitas:** Es un proceso mediante el cual la adsorción de moléculas de agua provoca la hidratación de las lutitas.

**Hidratación osmótica:** Es un proceso de hidratación regido por la diferencia en la concentración de electrolitos entre el medio hidratante y la arcilla.

**Inhibidores de hidratación:** Son productos de naturaleza orgánica o inorgánica, que pueden ser naturales o sintéticos, solubles en agua y salmueras; diseñados para dar estabilidad al agujero evitando que las formaciones reactivas se hidraten.

**Lote:** Es la cantidad de unidades de producto fabricadas esencialmente bajo las mismas condiciones de operación y que puede ser manejada como una parte de la producción.

**Lote de entrega:** Es la cantidad de unidades de producto motivo de la transacción comercial.

**Lote unitario:** Es el integrado por 15 toneladas o menos.

**Lutitas hidrofílicas:** Rocas estratificadas con alto contenido de arcillas del tipo de las montmorillonitas, cuyas características son su facilidad a desmoronarse, hincharse e hidratarse en presencia de agua.

**Muestra:** Es el conjunto de especímenes extraídos que deben someterse a inspección para determinar su calidad.

**Muestra representativa:** Es una muestra de especímenes.

**Muestra reducida:** La muestra representativa se reduce por cuarteos hasta aproximadamente 1.5 kg, los cuales se dividen en tres partes: una para el análisis de calidad, otra para el proveedor y otra para resguardo por parte del usuario para casos de reanálisis o tercera.

**Pérdida de filtrado:** Es el volumen de fluido que puede atravesar un medio permeable, después de que se ha sometido a una presión diferencial, durante cierto tiempo.

**Sistemas base agua inhibidores de lutitas (SBAIL):** Es una mezcla de varios compuestos cuya fase continua es agua y en su formulación contiene aditivos que reducen la hidratación de lutitas presentes en las formaciones durante la perforación de pozos petroleros.

**Unidad de producto:** Es cada uno de los envases que constituyen el lote unitario.

**Clasificación:** Para efecto de esta norma, los sistemas base agua inhibidores de lutitas se clasifican en un solo tipo y grado de calidad.

**Marcado:** Cada envase debe identificarse en forma legible e indeleble con lo siguiente:

- Nombre del producto\* y marca registrada
- Contenido neto en kilogramos o litros
- Número de lote de fabricación
- Razón social del fabricante o importador
- La leyenda "Hecho en México" o indicar país de origen "Hecho en ....."

Nota.- \* Tamaño mínimo de las letras 5 cm y color contrastante.

**Etiquetado:** Cada envase de material debe incluir los datos necesarios para el correcto manejo del producto, además de contener toda la información en cuanto a precauciones en su uso, de acuerdo con lo que establecen las normas y leyes de seguridad vigentes.

**Envase y embalaje:** Cada envase debe garantizar la total integridad del material hasta el momento de su utilización. Cada unidad de producto debe contener la masa indicada en el mismo  $\pm 1.5\%$ .

Los materiales deben embalarse en cartón y/o plástico, de tal forma que se garantice su integridad hasta el momento de su utilización.

### 5.3.2 ESPECIFICACIONES

Este tipo de sistemas de fluidos base agua no cuenta con especificaciones que se encuentren normalizadas hasta el momento, debido a que tendrían que tomarse en cuenta la litología y características de cada pozo. Para estos sistemas únicamente se presenta la norma mexicana como una metodología y hasta el momento se encuentra como un anteproyecto.

## 5.4. ESPECIFICACIÓN PARA UN SISTEMA DE FLUIDO DE EMULSIÓN INVERSA DE ACUERDO A LA NORMA MEXICANA.

### 5.4.1 CONCEPTOS GENERALES

Durante la perforación de pozos petroleros se atraviesan formaciones de arcillas hidrofílicas que son difíciles de perforar con fluidos base agua, una alternativa a esto es utilizar los fluidos denominados emulsión inversa, los cuales además de estabilizar dichas arcillas son resistentes a las contaminaciones comúnmente encontradas así como a las altas temperaturas de fondo a que son expuestas.

La Norma Mexicana NMX-L-162-1996-SCFI, establece la metodología de evaluación y especificaciones que deben cumplir los fluidos de emulsión inversa, empleados en la perforación de pozos petroleros.

Para los propósitos de la presente norma se establecen las siguientes definiciones.

**Emulsión:** Mezclas de dos o más líquidos, generalmente no miscibles que permanecen, uno de ellos, disperso en el seno del otro, debido a la subdivisión del primero, ya sea por la acción mecánica de un mezclador o por la acción química de un emulsionante.

**Emulsión inversa:** Son emulsiones formadas por dos fases, una continua que es el aceite y otra dispersa que es una solución acuosa de salinidad controlada; estabilizada químicamente con emulsificantes y aditivos específicos para cada sistema.



**Espécimen:** Es el conjunto de porciones de producto extraídas de los envases que componen la muestra representativa.

**Lote:** Es la cantidad de unidades de producto fabricadas esencialmente bajo las mismas condiciones de operación y que puede ser manejada como una parte de la producción.

**Lote de entrega:** Es la cantidad de sacos motivo de la transacción comercial.

**Lote unitario:** Es el integrado por  $15 \text{ m}^3 \pm 10 \%$ .

**Lutitas hidrofílicas:** Rocas estratificadas con alto contenido de arcillas del tipo de las montmorillonitas, cuyas características son su facilidad a desmoronarse, hincharse e hidratarse en presencia de agua.

**Muestra:** Es el conjunto de especímenes extraído, que deben someterse a la inspección para determinar su calidad.

**Muestra representativa:** Es la muestra que representa proporcionalmente el lote del cual fue extraída, en cuanto a características y propiedades de los especímenes.

**Muestra representativa reducida:** La muestra representativa se reduce por cuarteos aproximadamente 1.5 kg, los cuales se dividen en tres partes: una para análisis de calidad, otra para el proveedor y otra para resguardo por parte del usuario para casos de reanálisis o tercería.

**Reología:** Ciencia que estudia la deformación y flujo de los materiales.

**Unidad de producto:** Es cada uno de los envases que constituyen el lote unitario.

**Clasificación:** Para efecto de esta norma, los fluidos de emulsión inversa se clasifican en un solo tipo y grado de calidad.

**Marcado:** Cada envase debe marcarse en forma legible e indeleble con lo siguiente:

- Nombre del producto\* y marca registrada
- Contenido neto en kilogramos o litros.
- Numero de lote de fabricación
- Razón social del fabricante o importador
- La leyenda "Hecho en México" o indicar país de origen  
"Hecho en.."

Nota: \* Tamaño mínimo de 5 cm y color contrastante.

**Etiquetado:** Cada envase de producto debe incluir los datos necesarios para el correcto manejo del mismo, además de contener la información en cuanto a precauciones con su uso, de acuerdo con lo que establecen las normas y leyes de seguridad vigentes.

**Envase y embalaje:** Los materiales sólidos se envasan en sacos de tres capas de papel kraft de  $80 \text{ g/m}^2$  cada una. La parte interna de la capa exterior debe estar impermeabilizada con una película de plástico de 0.018 mm de espesor como mínimo. Para los materiales líquidos, el envase debe garantizar la total integridad del material hasta el momento de su utilización. Cada unidad de producto debe contener la masa o el volumen indicado en el mismo  $\pm 1.5 \%$ .

Los elementos que conforman la emulsión deben embalarse en cartón y/o plástico, de tal forma que se garantice su integridad hasta el momento de su utilización.

## 5.4.2 ESPECIFICACIONES

Tabla 5.5. Especificación para un sistema de fluido de emulsión inversa.

| Parámetros   | Especificaciones                        |
|--|---|
| Emulsión inversa: Relación aceite-agua 75/25; densidad = 1.60 g / cm <sup>3</sup>  |   |
| Filtrado APAT  | cm <sup>3</sup> 10.0 máximo (sin agua)  |
| Efecto Térmico:  |   |
| L <sub>600</sub>   | (Pa) 25.5 mínimo                        |
| Δ L <sub>600</sub>   | (Pa) -7.65 a + 15.3                     |
| Δ L <sub>100</sub>   | (Pa) -5.10 a + 15.3                     |
| Resistencia a la contaminación con arcilla:  |   |
| Δ L <sub>600</sub>   | (Pa) 17.85 máximo                       |
| Δ L <sub>100</sub>   | (Pa) 12.75 máximo                       |
| Filtrado APAT  | cm <sup>3</sup> 12.00 máximo (sin agua) |
| Resistencia a la contaminación Con salmuera:                                       |   |
| Δ L <sub>600</sub>   | (Pa) 17.85 máximo                       |
| Δ L <sub>100</sub>   | (Pa) 12.75 máximo                       |
| Filtrado APAT  | cm <sup>3</sup> 10.0 máximo (sin agua)  |
| Emulsión inversa; Relación aceite-agua 80 / 20 densidad = 2.10 g / cm <sup>3</sup> |   |
| Poder de suspensión :  |   |
| L <sub>600</sub>   | (Pa) Sin asentamiento 91.8 máximo       |

## CAPÍTULO VI

### PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN POR MUESTREO PARA ADITIVOS Y SISTEMAS DE FLUIDOS DE ACUERDO A NORMAS MEXICANAS

#### 6.1. IMPORTANCIA DE SELECCIONAR ZONAS DE INSPECCIÓN POR MUESTREO.

Cuando los productos sólidos y líquidos llegan al campo en donde se localizan los equipos de operación de pozos, son transportados, descargados y almacenados en distintas formas y lugares dentro de las instalaciones petroleras. En el caso, de que un inspector de **La industria Petrolera** quiera obtener una muestra del producto para verificar que cumpla con las especificaciones acordadas y detecta que una muestra de un producto almacenado en un lugar uno, es diferente al de un lugar dos, le surgirá la duda si en realidad estos productos estuvieron sometidos a un procedimiento de inspección por muestreo, por lo cual, tendrá que levantar un reporte de los lotes a los que pertenecen cada una de las muestras, solicitar el plan de muestreo que se aplico para la aceptación o rechazo de los mismos y verificar que se aplico el correcto.

Por consiguiente, es muy importante en el campo petrolero, tener identificadas las zonas en donde se reciben y almacenan los productos que provienen de las plantas de los proveedores, de igual forma las zonas en donde se aplicaran los procedimientos de inspección por muestreo. También es importante identificar la forma, la presentación, el medio de transporte en la que son enviados y del lote al que pertenecen, ya que estos, son factores importantes que se consideran para elaborar un plan de muestreo e inspección de productos sólidos y líquidos, el cual llevará a una buena selección de lotes y por consiguiente, a la elaboración de sistemas de fluidos que cumplan los requerimientos para la perforación, terminación y reparación de pozos petroleros.

#### 6.2 SELECCIÓN DE ZONAS PARA APLICAR PROCEDIMIENTOS DE INSPECCIÓN POR MUESTREO.

Se proponen como zonas más importantes para realizar los planes de inspección por muestreo de productos sólidos y líquidos (aditivos y sistemas de fluidos) las siguientes:

- En la zona de recepción de productos.
- En la casa o almacenes para componentes del lodo.
- En los silos para materiales del lodo.
- En los tanques o presas del lodo.

**Nota: Los fluidos o lodos para las operaciones de perforación, terminación y mantenimiento de pozos, son considerados como sustancias líquidas.**

En la figura 6.1. Se muestran las zonas donde se aplicara la inspección por muestreo de aditivos y sistemas de fluidos. Para estos propósitos de inspección bastará con tomar en cuenta el muestreo sencillo para una inspección normal, rigurosa ó reducida, y un nivel de inspección general de I ó II.

## 1. ZONA DE RECEPCIÓN DE PRODUCTOS.

Esta zona es muy importante (ver figura 6.2) porque es el primer sitio donde se reciben los productos del proveedor. Todos los productos deben entrar por esta zona, y antes de bajarlos de las unidades de transporte, se tienen que revisar que estén etiquetados sin importar la presentación y muestren a la vista las siguientes características:

- Nombre del producto.
- Tipo de producto (si el producto es sólido o líquido).
- Lote al que pertenece.
- Fecha de envío.
- Manejo y recomendaciones del producto.
- Volumen o peso.

Posteriormente, pasan a ser almacenados en silos de materiales del lodo, en los almacenes de componentes del lodo y finalmente forman un fluido que se almacenan en las presas o tanques de lodo.

A esta zona, generalmente los productos son transportados en auto-tanques y camiones a granel y sacos respectivamente. Es responsabilidad del técnico inspector de muestreo recibirlos con la calidad acordada y para esto, tendrá que aplicar un plan de inspección por muestreo en cada zona correspondiente a la descarga y almacenamiento de los mismos.

Los productos sólidos pueden llegar en varias presentaciones.



**Figura 6.1. Localización de zonas en donde se recomienda establecer puntos de inspección por muestreo.**

- (A)** → zona de recepción de productos.
- (B)** → zona en donde se encuentra la casa o almacén para componentes de lodo.
- (C)** → zona de silos para materiales de lodo.
- (D)** → zona de presas o tanques de lodo.

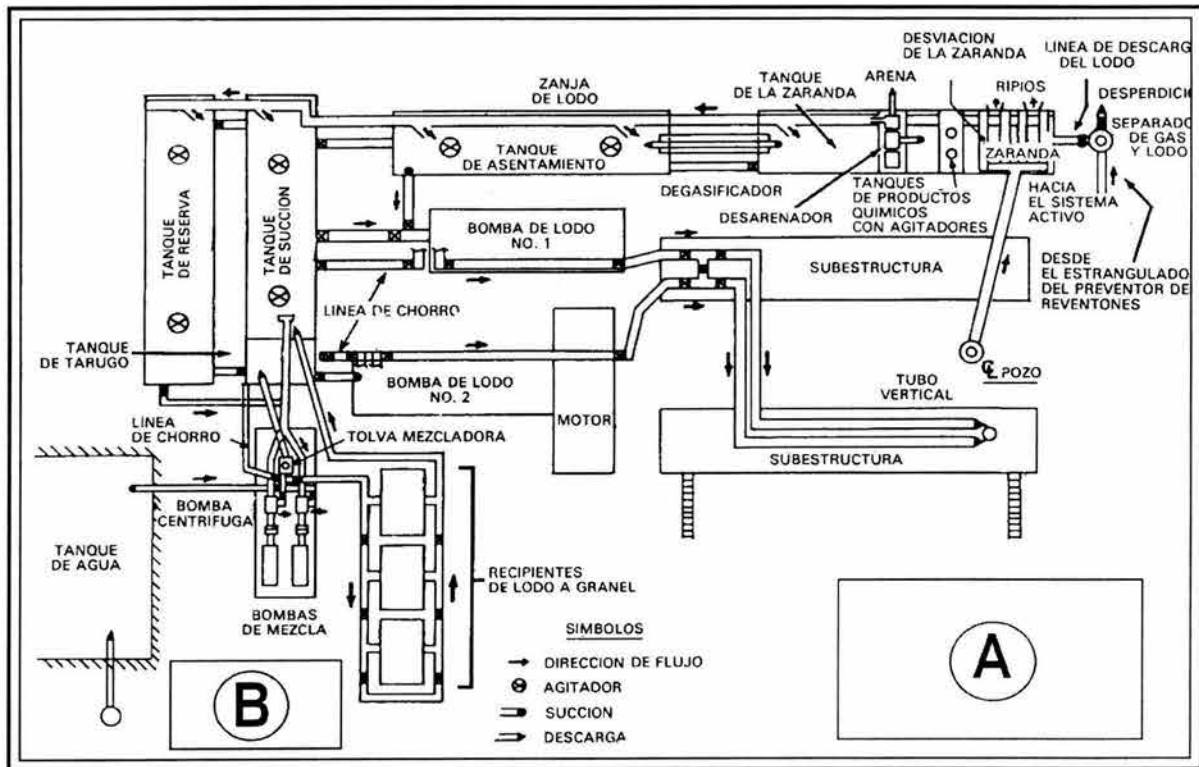


Figura 6.2. Zona de recepción de productos para realizar inspección por muestreo.

**A** → Zona de recepción de productos.

En auto-tanques o tolvas y son transportados:

- A granel

En camión son transportados:

- En sacos u otra presentación acordada.

Para los sistemas de fluidos, se definen los lotes cuando están en las presas o tranques de lodo.

**a) Cuando los productos son transportados a granel.**

Si la presentación de los productos es de esta forma, se considera el auto tanque como un lote de entrega del cual se toman las muestras representativas (generalmente los auto-tanques transportan sustancias sólidas) según el plan de muestreo aplicado. Del auto-tanque se recomienda tomar las muestras para la

inspección en la parte superior, en la parte media y en el fondo de cada una de las compuertas (domos) por donde se vierte la sustancia sólida, con el fin de obtener muestras de todos los puntos dentro del tanque para tener la certeza que la calidad del producto que se encuentra en el, es homogénea, debido a que existe la posibilidad que, a conveniencia del proveedor, únicamente cumplan con la calidad las muestras que puedan obtenerse cerca de los domos que es en la parte superior del auto-tanque y las muestras que se localizan en la parte central y en el fondo no cumplan con la calidad acordada generando un posible rechazo de todo el lote.

**Nota:** Generalmente la capacidad de almacenamiento de la tolva es de 50 t.

**b) Cuando los productos vienen en sacos.**

Si la presentación es de esta forma, pasan al almacén de componentes del lodo, donde se aplican los procedimientos de inspección por muestreo para determinar la aceptación o rechazo de lotes.

**2. SELECCIÓN DE LA ZONA DONDE SE ENCUENTRA LA CASA O ALMACÉN PARA COMPONENTES DEL LODO.**

En esta zona (figura 6.3) se almacenan los productos sólidos que llegan en camión y su presentación puede ser:

- En sacos, para productos sólidos

Los productos pueden ser descargados en la zona de recepción ó directamente en el almacén de componentes de lodo. Se recomienda, sea directamente en el almacén para protegerlos inmediatamente de la intemperie y posteriormente proceder a tomar las muestras para inspección de los productos.

**a) Cuando los productos vienen en sacos.**

Si la presentación de los productos es de esta forma, se considera el saco como una unidad de producto que; en conjunto con otros forman un lote. Generalmente, son transportados en camiones a la zona de recepción de productos o al almacén de componentes de lodo, hasta este momento y antes de bajar los sacos, se consideran como un lote y posteriormente se aplican la inspección por muestreo de acuerdo al plan de muestreo elaborado. Es importante mencionar que, el procedimiento de selección de sacos para la inspección se debe realizar de manera aleatoria utilizando las tablas de muestreo aleatorio.

Es importante verificar que los sacos no vengan húmedos, y que no exista derrame de sólidos.



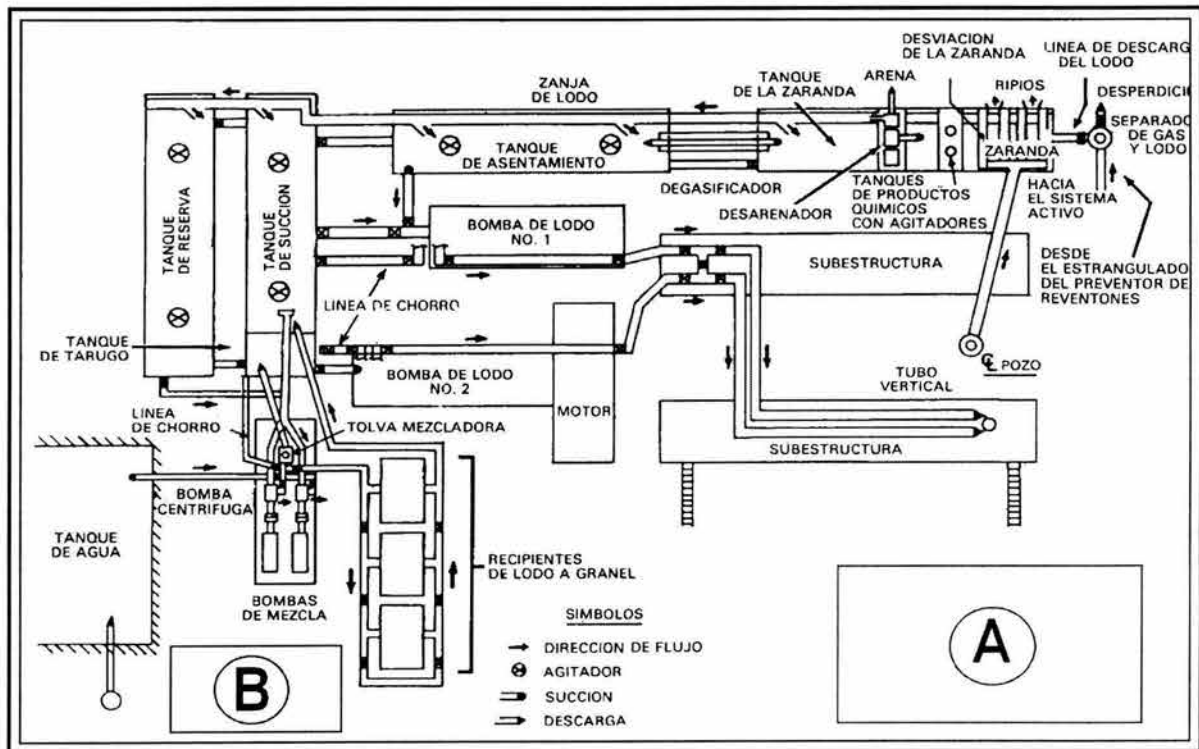


Figura 6.3. Zona de almacén de componentes de lodo para realizar inspección por muestreo.

**B** → Zona de almacén o casa para componentes de lodo.

### 3. SELECCIÓN DE LA ZONA DONDE SE LOCALIZAN LOS SILOS PARA ALMACENAR MATERIALES DEL LODO.

Esta zona también es importante, aquí se localizan los silos que almacenan sólidos a granel (principalmente barita) figura 6.4. Los auto-tanques o tolvas provenientes de la zona de recepción, descargan directamente aquí los productos. Se deben considerar esta zona para realizar planes de inspección por muestreo y se aplican directamente a los silos, debido a que existe la posibilidad que por algún imprevisto, no se haya realizado los procedimientos de inspección en la zona de recepción.

Los silos son considerados como lotes unitarios, en los cuales, se seleccionan puntos de muestreo sobre la superficie del domo y son considerados como unidades de producto. En ellos se toman muestras a diferentes profundidades para realizar la inspección por muestreo y verificar que la calidad del producto almacenado es homogénea y cumpla con las especificaciones de la norma.

Generalmente la capacidad de almacenamiento de los silos es de 50 t.

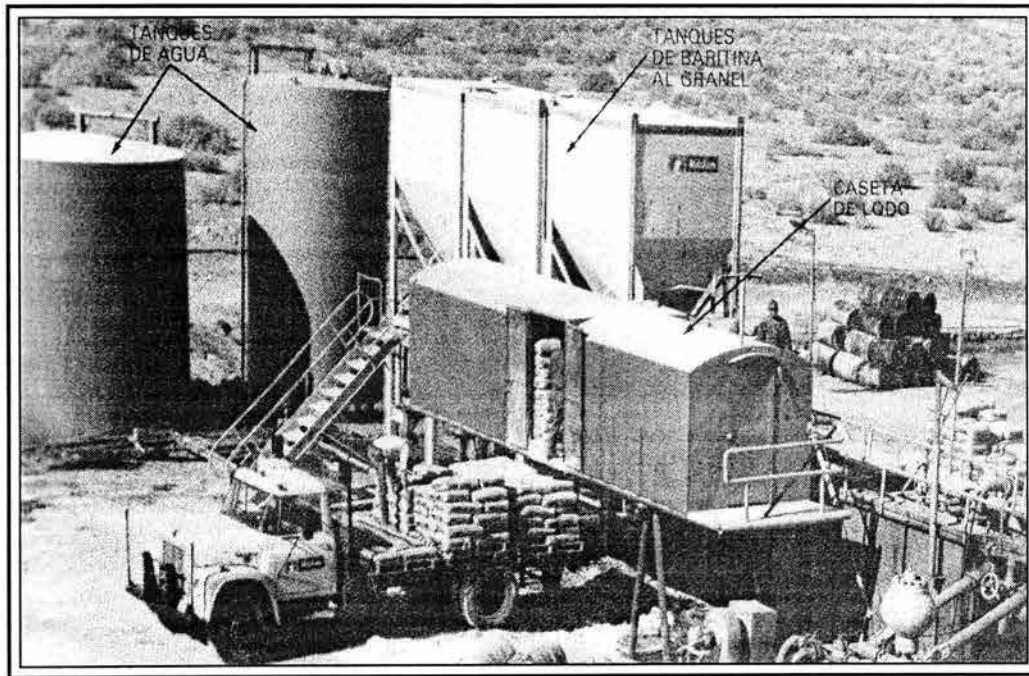


Figura 6.4. Zona de silos para realizar inspección por muestreo.

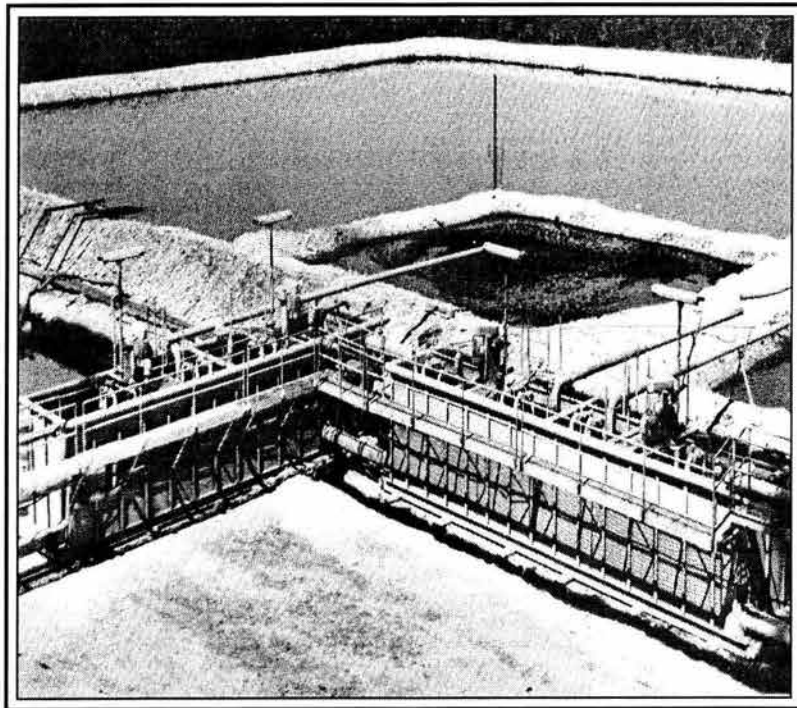
#### 4. SELECCIÓN DE LA ZONA DONDE SE LOCALIZAN LAS PRESAS O TANQUES DE LODO.

Aquí, los aditivos, agua y diesel, se mezclan para formar fluidos de perforación, terminación y reparación de pozos (figura 6.5). Es muy importante realizar los procedimientos de inspección por muestreo de estos productos para determinar la aceptación o rechazo de lotes antes de mezclarse en las presas de lodo y formen el fluido a utilizar. Sí, los productos son aceptados: estos forman el fluido de trabajo en las presas de lodo, en este momento, el volumen del fluido en las presas o tanque se considera como el lote unitario y de igual forma se toman muestras de manera aleatoria a diferentes profundidades dentro de las presas de acuerdo a los planes de inspección por muestreo, para verificar que el fluido es homogéneo y cumpla las especificaciones de la norma en cualquier lugar que se tome la muestra, para así, aceptar o rechazar el lote antes de que el fluido se introduzca al pozo.

De igual forma, se recomienda realizar el procedimiento de inspección por muestreo cuando los fluidos de perforación, terminación y reparación de pozos, se encuentren en reposo por mucho tiempo en los tanques de almacenamiento para lodos (figura 6.6) antes de que estos se introduzcan al pozo. Se evita la inspección, si existe la seguridad que el fluido, cumple con las especificaciones requeridas para el tipo de operación a realizar.



**Figura 6.5. Zona de presas o tanques de lodo para realizar inspección por muestreo.**



**Figura 6.6. Zona de presas de lodo en reposo.**

### 6.3 PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN POR MUESTREO PARA ADITIVOS Y SISTEMAS DE FLUIDOS SEGÚN LAS NORMAS MEXICANAS.

Las siguientes Normas Mexicanas, establecen los procedimientos de inspección por muestreo de productos sólidos y líquidos (aditivos y sistemas de fluidos respectivamente), tomando en cuenta las siguientes consideraciones:

- No existe mutuo acuerdo entre consumidor y proveedor en fijar un nivel de inspección (I, II o III). Por lo que considera el nivel de inspección general de I para la Barita y II para el resto de los productos, establecido por el comprador.
- No existe mutuo acuerdo entre consumidor y proveedor en especificar un NCA (Nivel de Calidad Aceptable) en porcentaje de defectuosos o en defectos por cien unidades.
- De los planes de muestreo sencillo, doble o múltiple, únicamente utiliza el sencillo.
- Utiliza inspección normal y reducida para la Barita y Bentonita, inspección normal para el resto de los productos.
- No define si esta considerando un proceso de serie de lotes continuos o lotes aislados.
- Únicamente determina el tamaño de la muestra sin obtener el plan de muestreo completo (no obtiene  $N_r$  = número de rechazo y  $N_a$  = número de aceptación).

En breve se describe el procedimiento de inspección por muestreo de los aditivos y sistemas de fluidos utilizados con mayor frecuencia:

- Procedimiento de la barita
- Procedimiento de la bentonita
- Procedimiento del carbonato de sodio anhidro
- Procedimiento del carbonato de calcio
- Procedimiento de obturantes granulares
- Procedimiento de obturantes fibrosos
- Procedimiento de lignitos naturales
- Procedimiento de lignitos modificados
- Procedimiento de lubricantes de carga máxima
- Procedimiento de fluido de emulsión inversa
- Procedimiento de sistemas base agua inhibidores de lutitas

### 6.3.1. INSPECCIÓN POR MUESTREO DE LA BARITA SEGÚN LA NORMA MEXICANA NMX-L-159-SCFI-2003

Para la barita se realizan dos formas de inspección por muestreo dependiendo la forma en que es envasada.

**A granel:** El nivel de inspección puede ser fijado de común acuerdo entre comprador y el proveedor, a falta de este acuerdo se debe proceder conforme a lo siguiente:

▶ En la tabla A.1 del apéndice A se indica el tamaño de la muestra por código de letras para que un lote de 26 t a 50 t y un nivel de inspección general I (establecido por el comprador) se obtiene la letra clave C.

▶ Con esta letra C en la tabla B.1 "Planes de muestreo sencillo para una inspección normal" del apéndice B, se determina que el tamaño de la muestra es cinco, esto nos indica que se deben analizar cinco muestras por separado y cada muestra es equivalente a una tonelada (1,000 kg).

▶ Para conformar la muestra representativa, el número de especímenes se determina nuevamente de la tabla A.1 del apéndice A, que en este caso indica que para un lote de 501 kg a 1200 kg y el mismo nivel de inspección general I, la letra clave es G.

▶ Con esta letra clave G pasamos a la tabla B.3 "Planes de muestreo sencillo para una inspección reducida" del apéndice B, con la cual obtenemos el valor de trece, que es el número de especímenes a tomar por cada muestra o tonelada.

▶ Para la extracción de especímenes de una tolva de 26 t a 50 t, emplee la sonda o calador que debe tomar once especímenes por inmersión, por lo que, al seleccionar cada una de las cinco muestras debe realizar el menos dos inmersiones, las que se homogenizan perfectamente de forma individual y posteriormente, la muestra se reduce en un cuarteador tipo rifle, para dividir al menos tres porciones: una para el análisis, otra para el proveedor y una más para el usuario.

▶ El procedimiento de extracción de muestra anterior, se repite aleatoriamente hasta obtener las cinco muestras para su análisis.

**En sacos:** Para lotes unitarios de 1,000 sacos o menos, el muestreo se realiza con el calador de dos ranuras.

▶ Para obtener el tamaño de la muestra de trece especímenes seleccione siete sacos aplicando una selección de números aleatorios utilizando la tabla G.1 "ejemplo de números aleatorios para muestreo" del apéndice G, extrayendo dos muestras en

cada inmersión con la sonda, homogeneizándolas y posteriormente reduciéndolas para obtener la muestra representativa para el análisis.

▶ Dividir en tres partes como en el caso anterior. Repita el procedimiento hasta obtener las cinco muestras.

### **6.3.2. INSPECCIÓN POR MUESTREO DE LA BENTONITA SEGÚN LA NORMA MEXICANA NMX-L-144-1995-SCFI.**

El nivel de inspección puede ser fijado de común acuerdo entre el comprador y el proveedor, a falta de este acuerdo se debe proceder conforme a lo siguiente:

▶ En la tabla A.1 "Tamaño de muestra" del apéndice A, para un lote de 35 t a 50 t o mil sacos o menos y a un nivel de inspección general II, se obtiene la letra clave D.

▶ Con esta letra en la tabla B.1 "Planes de muestreo sencillo para una inspección normal" del apéndice B, se determina que el tamaño de la muestra es ocho, esto nos indica que se deben analizar ocho muestras por separado y cada muestra es equivalente a una tonelada (1000 kg). Para conformar la muestra representativa, el número de especímenes se determina nuevamente de la tabla A.1, que en este caso indica que para un lote de 501 kg a 1200 kg y el mismo nivel de inspección general II, la letra clave es J.

▶ Con esta letra pasamos a la tabla B.3, "Planes de muestreo sencillo para una inspección reducida" del apéndice B, con lo cual obtenemos treinta y dos, que es el número de especímenes a tomar por cada muestra o tonelada.

▶ Para la extracción de especímenes utilice la sonda para obtener el tamaño de la muestra de treinta y dos especímenes seleccione 16 sacos aplicando una selección de números aleatorios utilizando la tabla G.1, extrayendo dos muestras de cada inmersión con la sonda, homogeneizándolas y posteriormente reduciéndolas mediante el cuarteador tipo rifle para obtener la muestra representativa para el análisis.

▶ Dividir en tres partes: Una para el análisis, otra para el proveedor y una más para el usuario como retención en casos de reanálisis o tercería.

▶ Repita el procedimiento hasta obtener las ocho muestras requeridas.

### **6.3.3. INSPECCIÓN POR MUESTREO DEL CARBOXIMETIL CELULOSA DE SODIO SEGÚN LA NORMA MEXICANA NMX-L-147-1995-SCFI**

El nivel de inspección puede ser fijado de común acuerdo entre el comprador y el proveedor, a falta de este acuerdo se debe proceder conforme a lo siguiente:

▶ Por cada lote unitario tomar tres muestras representativas para su análisis. Para conformar cada una de las muestras representativas refiérase a la tabla A.1 "Tamaño de la muestra" del apéndice A, en la cual, tomando en consideración el tamaño del lote y un nivel de inspección general II, se determina la letra clave.

▶ Con esta letra, pase a la tabla B.1 del apéndice B "Planes de muestreo sencillo para una inspección normal", en la cual se establece el número de unidades (sacos) a muestrear.

▶ Para la extracción de especímenes utilice la sonda y aplicando la tabla de números aleatorio (tabla G.1 del apéndice G) seleccione los sacos a muestrear extrayendo un espécimen en cada inmersión, homogeneizándolas y posteriormente reduciéndolas para obtener la muestra representativa para el análisis.

▶ Dividir en tres partes: Una para el análisis, otra para el proveedor y una más para el usuario como retención en casos de reanálisis o tercera.

▶ Repita el procedimiento de extracción de especímenes, hasta obtener las tres muestras.

### **6.3.4. INSPECCIÓN POR MUESTREO DEL CARBONATO DE SODIO ANHIDRO SEGÚN LA NORMA MEXICANA NMX-L-139-1995-SCFI**

El nivel de inspección puede ser fijado de común acuerdo entre el comprador y el proveedor, a falta de este acuerdo, se debe proceder conforme a lo siguiente.

Para obtener el tamaño de la muestra:

▶ Por cada lote unitario tomar 3 muestras representativas para su análisis.

▶ Para conformar cada una de las muestras representativas refiérase a la tabla A.1 "Tamaño de la muestra" del apéndice A, en el cual, tomando en consideración el tamaño del lote y un nivel de inspección general II se determina la letra clave.

▶ Con esta letra pase a la tabla B.1 "Planes de muestreo sencillo para una inspección normal" del apéndice B, en la cual se establece el número de unidades (sacos) a muestrear.

▶ Para la extracción de especímenes utilice la sonda y aplicando una selección de números aleatorios utilizando la tabla G.1 del apéndice G, seleccione los sacos a muestrear extrayendo un espécimen en cada inmersión, homogeneizándolas y posteriormente reduciéndolas, para obtener la muestra representativa para el análisis.

▶ Divida en tres porciones: una para el análisis, otra para el proveedor y una más para el usuario.

▶ Repita el procedimiento de extracción de especímenes, hasta obtener las tres muestras.

### **6.3.5. INSPECCIÓN POR MUESTREO DEL CARBONATO DE CALCIO SEGÚN LA NORMA MEXICANA NMX-L-142-1995-SCFI**

El nivel de inspección puede ser fijado de común acuerdo entre el comprador y el proveedor, a falta de este acuerdo, se debe proceder conforme a lo siguiente.

Para obtener el tamaño de la muestra:

▶ Por cada lote unitario debe tomar tres muestras representativas para su análisis.

▶ Para conformar cada una de las muestras refiérase a la tabla A.1 “Tamaño de la muestra” del apéndice A, en el cual, tomando en consideración el tamaño del lote y un nivel de inspección general II se determina la letra clave.

▶ Con esta letra pase a la tabla B.1 “Planes de muestreo sencillo para una inspección normal” del apéndice B, en la cual se establece el número de unidades (sacos) a muestrear.

▶ Para la extracción de especímenes utilice la sonda y aplicando una selección de números aleatorios utilizando la tabla G.1 del apéndice G, seleccione los sacos a muestrear extrayendo un espécimen en cada inmersión, homogeneizándolas y posteriormente reduciéndolas, para obtener la muestra representativa para el análisis.

▶ Divida en tres porciones: una para el análisis, otra para el proveedor y una más para el usuario.

▶ Repita el procedimiento de extracción de especímenes, hasta obtener las tres muestras.



### **6.3.6. INSPECCIÓN POR MUESTREO DE OBTURANTES GRANULARES SEGÚN LA NORMA MEXICANA NMX-L-148-1995-SCFI.**

El nivel de inspección puede ser fijado de común acuerdo entre el comprador y el proveedor, a falta de este acuerdo, se debe proceder conforme a lo siguiente.

Para obtener el tamaño de la muestra:

▶ Por cada lote unitario debe tomar tres muestras representativas para su análisis.

▶ Para conformar cada una de las muestras refiérase a la tabla A.1 "Tamaño de la muestra" del apéndice A, en el cual, tomando en consideración el tamaño del lote y un nivel de inspección general II se determina la letra clave.

▶ Con esta letra pase a la tabla B.1 "Planes de muestreo sencillo para una inspección normal" del apéndice B, en la cual se establece el número de unidades (sacos) a muestrear.

▶ Para la extracción de especímenes utilice el calador y aplicando una selección de números aleatorios utilizando la tabla G.1 del apéndice G, seleccione los sacos a muestrear extrayendo un espécimen en cada inmersión, homogeneizándolas, y posteriormente reduciéndolas, para obtener la muestra representativa para el análisis.

▶ Divida en tres porciones: una para el análisis, otra para el proveedor y una más para el usuario.

▶ Repita el procedimiento de extracción de especímenes, hasta obtener las tres muestras.

### **6.3.7. INSPECCIÓN POR MUESTREO DE OBTURANTES FIBROSOS SEGÚN LA INORMA MEXICANA NMX-L-149-1995-SCFI.**

El nivel de inspección puede ser fijado de común acuerdo entre el comprador y el proveedor, a falta de este acuerdo, se debe proceder conforme a lo siguiente.

Para obtener el tamaño de la muestra:

▶ Por cada lote unitario debe tomar tres muestras representativas para su análisis.

► Para conformar cada una de las muestras refiérase a la tabla A.1 “Tamaño de la muestra” del apéndice A, en el cual, tomando en consideración el tamaño del lote y un nivel de inspección general II se determina la letra clave.

► Con esta letra pase a la tabla B.1 “Planes de muestreo sencillo para una inspección normal” del apéndice G, en la cual se establece el número de unidades (sacos) a muestrear.

► Para la extracción de especímenes utilice el calador tipo espada y aplicando una selección de números aleatorios utilizando la tabla G.1 del apéndice G, seleccione los sacos a muestrear extrayendo un espécimen en cada inmersión, homogeneizándolas, y posteriormente reduciéndolas, para obtener la muestra representativa para el análisis.

► Divida en tres porciones: una para el análisis, otra para el proveedor y una más para el usuario.

► Repita el procedimiento de extracción de especímenes, hasta obtener las tres muestras.

### **6.3.8. INSPECCIÓN POR MUESTREO DE LIGNITOS NATURALES SEGÚN LA NORMA MEXICANA NMX-L-157-1996-SCFI.**

El nivel de inspección puede ser fijado de común acuerdo entre el comprador y el proveedor, a falta de este acuerdo, se debe proceder conforme a lo siguiente.

Para obtener el tamaño de la muestra:

► Por cada lote unitario debe tomar tres muestras representativas para su análisis.

► Para conformar cada una de las muestras refiérase a la tabla A.1 “Tamaño de la muestra” del apéndice A, en el cual, tomando en consideración el tamaño del lote y un nivel de inspección general II se determina la letra clave.

► Con esta letra pase a la tabla B.1 “Planes de muestreo sencillo para una inspección normal” del apéndice B, en la cual se establece el número de unidades (sacos) a muestrear.

► Para la extracción de especímenes utilice la sonda y aplicando una selección de números aleatorios utilizando la tabla G.1 del apéndice G, seleccione los sacos a muestrear extrayendo un espécimen en cada inmersión, homogeneizándolas y posteriormente reduciéndolas, para obtener la muestra representativa para el análisis.

- ▶ Divida en tres porciones: una para el análisis, otra para el proveedor y una más para el usuario.
- ▶ Repita el procedimiento de extracción de especímenes, hasta obtener las tres muestras.

### **6.3.9. INSPECCIÓN POR MUESTREO DE LIGNITOS MODIFICADOS SEGÚN LA NORMA MEXICANA NMX-L-143-1995-SCFI.**

El nivel de inspección puede ser fijado de común acuerdo entre el comprador y el proveedor, a falta de este acuerdo, se debe proceder conforme a lo siguiente.

Para obtener el tamaño de la muestra:

- ▶ Por cada lote unitario debe tomar tres muestras representativas para su análisis.
- ▶ Para conformar cada una de las muestras refiérase a la tabla A.1 “Tamaño de la muestra” del apéndice A, en el cual, tomando en consideración el tamaño del lote y un nivel de inspección general II se determina la letra clave.
- ▶ Con esta letra pase a la tabla B.1 “Planes de muestreo sencillo para una inspección normal” del apéndice B, en la cual se establece el número de unidades (sacos) a muestrear.
- ▶ Para la extracción de especímenes utilice la sonda y aplicando una selección de números aleatorios utilizando la tabla G.1 del apéndice G, seleccione los sacos a muestrear extrayendo un espécimen en cada inmersión, homogeneizándolas y posteriormente reduciéndolas, para obtener la muestra representativa para el análisis.
- ▶ Divida en tres porciones: una para el análisis, otra para el proveedor y una más para el usuario.
- ▶ Repita el procedimiento de extracción de especímenes, hasta obtener las tres muestras.

### **6.3.10. INSPECCIÓN POR MUESTREO DE LUBRICANTES DE CARGA MÁXIMA SEGÚN LA NORMA MEXICANA NMX-L-160-1996-SCFI.**

El nivel de inspección puede ser fijado de común acuerdo entre el comprador y el proveedor, a falta de este acuerdo, se debe proceder conforme a lo siguiente.

Para obtener el tamaño de la muestra:

- ▶ Por cada lote unitario debe tomar tres muestras representativas para su análisis.

- ▶ Para conformar cada una de las muestras refiérase a la tabla A.1 "Tamaño de la muestra" del apéndice A, en el cual, tomando en consideración el tamaño del lote y un nivel de inspección general II se determina la letra clave.

- ▶ Con esta letra pase a la tabla B.1 "Planes de muestreo sencillo para una inspección normal" del apéndice B, en la cual se establece el número de unidades (sacos) a muestrear.

- ▶ Para la extracción de especímenes utilice el tubo muestreador y aplicando una selección de números aleatorios utilizando la tabla G.1 del apéndice G, seleccione los envases a muestrear extrayendo un espécimen en cada inmersión, homogeneizándolas y posteriormente reduciéndolas, para obtener la muestra representativa para el análisis.

- ▶ Divida en tres porciones: una para el análisis, otra para el proveedor y una más para el usuario.

- ▶ Repita el procedimiento de extracción de especímenes, hasta obtener las tres muestras.

### **6.3.11. INSPECCIÓN POR MUESTREO DE EMULSIONES INVERSAS SEGÚN LA NORMA MEXICANA NMX-L-162-1996-SCFI.**

El nivel de inspección puede ser fijado de común acuerdo entre el comprador y el proveedor, a falta de este acuerdo, se debe proceder conforme a lo siguiente.

Para obtener el tamaño de la muestra:

- ▶ Por cada lote unitario debe tomar tres muestras representativas para su análisis.

▶ Para conformar cada una de las muestras refiérase a la tabla A.1 "Tamaño de la muestra" del apéndice A, en el cual, tomando en consideración el tamaño del lote y un nivel de inspección general II se determina la letra clave.

▶ Con esta letra pase a la tabla B.1 "Planes de muestreo sencillo para una inspección normal" del apéndice B, en la cual se establece el número de unidades a muestrear.

▶ Para la extracción de especímenes utilice la sonda o el tubo muestreador y aplicando una selección de números aleatorios utilizando la tabla G.1 del apéndice G, seleccione los envases a muestrear extrayendo un espécimen en cada inmersión, homogeneizándolas y posteriormente reduciéndolas, para obtener la muestra representativa para el análisis.

▶ Divida en tres porciones: una para el análisis, otra para el proveedor y una más para el usuario.

▶ Repita el procedimiento de extracción de especímenes, hasta obtener las tres muestras.

#### **6.3.12. INSPECCIÓN POR MUESTREO DE SISTEMAS BASE AGUA INHIBIDORES DE LUTITAS ANTEPROYECTO DE NORMA MEXICANA.**

El nivel de inspección puede ser fijado de común acuerdo entre el comprador y el proveedor, a falta de este acuerdo, se debe proceder conforme a lo siguiente.

Para obtener el tamaño de la muestra:

▶ Por cada lote unitario debe tomar tres muestras representativas para su análisis.

▶ Para conformar cada una de las muestras refiérase a la tabla A.1 "Tamaño de la muestra" del apéndice A, en el cual, tomando en consideración el tamaño del lote y un nivel de inspección general II se determina la letra clave.

▶ Con esta letra pase a la tabla B.1 "Planes de muestreo sencillo para una inspección normal" del apéndice B, en la cual se establece el número de unidades a muestrear.

▶ Para la extracción de especímenes utilice la sonda o el tubo muestreador según sea el caso y aplicando una selección de números aleatorios utilizando la tabla G.1 del apéndice G, seleccione los envases a muestrear extrayendo un espécimen en cada inmersión, homogeneizándolas y posteriormente reduciéndolas, para obtener la muestra representativa para el análisis.

- ▶ Divida en tres porciones: una para el análisis, otra para el proveedor y una más para el usuario.
  
- ▶ Repita el procedimiento de extracción de especímenes, hasta obtener las tres muestras.

## CAPÍTULO VII

### PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN POR MUESTREO PARA LA BARITA

#### 7.1. CONSIDERACIONES

Si quiere sujetarse un producto al método descrito en la Norma NMX-Z-12-parte 1 y 2-1987-SCFI de inspección por muestreo, sin que haya ningún problema, debe establecerse la especificación particular del producto. Los requisitos para elaborar dicha especificación pueden resumirse como sigue:

- Deben expresarse en forma de atributos cada uno de los requisitos de inspección y/o de prueba que se relacionan con el producto.
- Para cada uno de dichos requisitos se debe indicar en forma categórica los factores que a continuación se enlistan.
  - ◆ Definición de la unidad de producto.
  - ◆ Definición de la forma de expresión de la inconformidad o sea:
    - Por ciento de defectos o porcentaje de defectuosos
    - Defectos por cien unidades
  - ◆ Clasificación de defectos cuando esto sea aplicable.
  - ◆ Si va a considerarse cada defecto por separado para el NCA o si (y como) se deben agrupar los defectos.
  - ◆ El NCA requerido para cada defecto o grupos de defectos.
  - ◆ El nivel de inspección requerido para cada defecto o grupo de defectos.
  - ◆ Si se va a aplicar inicialmente la inspección normal o sencilla o rigurosa.
  - ◆ Cualquier limitación que existe sobre el tamaño del lote.
  - ◆ Bajo que circunstancias debe suspenderse la inspección (y por la tanto la aceptación).

Además, si se desea, puede especificarse el tipo de plan de muestreo (sencillo, doble, etc.) pero esto no es indispensable. Si va a llevarse a cabo la inspección en lotes aislados pudiera ser preferible entonces el especificar el valor de la calidad límite en lugar del valor del nivel de inspección de calidad aceptable.

Para realizar la inspección por muestreo de un producto sólido, tomaremos como ejemplo al aditivo llamado **barita**, y este procedimiento se puede aplicar al resto de productos sólidos. Para el caso específico de esta zona, en donde se reciben y almacenan productos sólidos y líquidos que al mezclarse conforman los sistemas de fluidos de perforación, terminación y reparación de pozos petroleros, se propone el siguiente procedimiento, apegándose a la Norma Mexicana NMX-Z-12/1-1987 con el fin de obtener planes de muestreo, tomando en consideración lo siguiente:

- Existe mutuo acuerdo entre comprador y proveedor en fijar un NCA (Nivel de Calidad Aceptable).
- Existe mutuo acuerdo entre comprador y proveedor en fijar un NIG (Nivel de inspección general).
- El proceso de inspección para el primer ejemplo es de lotes aislados. Para el segundo ejemplo es de una serie continua de lotes. Por lo cual, las tablas de los apéndices a utilizarse son "Calidad límite para inspección normal" y "Planes de muestreo sencillo para inspección normal, rigurosa y reducida respectivamente.

Para ambos ejemplos, se definen primero los siguientes puntos:

1. Definición de la unidad de producto:

A granel: Es cada una de las toneladas que contiene la tolva de 50 t.

En sacos: Es cada uno de los sacos de 50 kg que constituyen el lote unitario.

2. Definición de la forma de expresión de la inconformidad.

- ◆ En por ciento de defectos o porcentaje de defectuosos.
- ◆ En defectos por cien unidades.

Para determinar si utilizamos el porcentaje de defectuosos o defecto por cien unidades y considerando que, para cada saco o tonelada de barita se tiene que determinar varias pruebas como: densidad, humedad, granulometría, metales alcalinotérreos (como calcio soluble), alcalinidad total (como carbonato de calcio). Se contemplan dos situaciones:

- a) Considerando que la muestra representativa **puede no cumplir con las especificaciones de la Norma Mexicana en al menos una de cualquiera de las pruebas**, se determina al saco o tonelada **como un defectuoso**, y se especifica el NCA (Nivel de Calidad Aceptable) en porcentaje de defectuosos.



Ventajas:

- ◆ Es menos flexible en el control de la calidad.
- ◆ Es menos laborioso llevar el registro del control de la calidad.

Desventajas:

- ◆ Aporta menos información de los registros de calidad en los productos.
- b) Considerando que la muestra representativa **puede no cumplir con una o más especificaciones de la Norma en cualquiera de las pruebas**, se contabiliza cada prueba que no cumpla con las especificaciones, como un defecto, y se especifica el NCA en **defectos por cien unidades**.

Ventajas:

- ◆ Existe mayor registro de la calidad de los productos.
- ◆ Se puede llevar un registro, para que pruebas no se cumple con las especificaciones.

Desventajas:

- ◆ Es más flexible en el control de la calidad de los productos.
- ◆ Es más laborioso llevar el registro del control de la calidad.

De acuerdo al rango de nivel de calidad aceptable:

- ◆ Se expresa la inconformidad en porcentaje de defectuosos o en defectos por cien unidades, si los niveles de calidad aceptable son menores o iguales a 10.
- ◆ Por el contrario, se expresa únicamente, en defectos por cien unidades si los niveles de calidad aceptable son mayores a 10.

Para este ejemplo, se expresa la inconformidad en porcentaje de defectuosos.

### 3. Clasificación de defectos cuando esto sea aplicable.

Para este caso no existe clasificación de defectos.

En caso de que exista. Se considera que la muestra representativa puede no cumplir con una o más especificaciones en cualquiera de las pruebas y es como aceptar de inicio, que los productos no cumplan con las especificaciones de la Norma Mexicana. Lo más correcto, es realizar una clasificación de defectos y por lo tanto,

como ejemplo: Se puede clasificar a las muestras representativas de cada saco o tonelada que no cumplan con las especificaciones de la densidad y la humedad, en **defectos mayores**, y las muestras que no cumplan con las especificaciones de la granulometría, metales alcalinotérreos y alcalinidad total, en **defectos menores**. Cabe mencionar, que para cada defecto, existe un Nivel de calidad de Aceptación (NCA) distinto al otro, siendo más estricto para los defectos mayores y especificando el NCA en porcentaje defectuoso. Si el tamaño de la muestra cumple en cada uno de los dos planes de aceptación, es aceptado, y si falla en alguno o en ambos, se rechaza el lote.

Ejemplo:

| Prueba | Clase         | NCA                  |
|--------|---------------|----------------------|
| A,B    | Defecto Mayor | 0.65% de defectuosas |
| C,D,E  | Defecto Menor | 2.5% de defectuosas  |

| Clase         | Tamaño de la muestra | Número de aceptación | Número de rechazo |
|---------------|----------------------|----------------------|-------------------|
| Defecto Mayor | 125                  | 2 defectuosas        | 3 defectuosas     |
| Defecto Menor | 125                  | 7 defectuosas        | 8 defectuosas     |

Si A, B, C, D y E son pruebas de las unidades de producto en sacos o toneladas, siendo:

A y B → defectos mayores  
C, D, y E → defectos menores

Y la inspección arroja los siguientes resultados:

Una unidad de producto defectuosa en A  
Una unidad de producto defectuosa en B y D  
Dos unidades de producto defectuosas en C  
Tres unidades de producto defectuosas en C y D

En total tenemos: Dos defectuosas mayores y seis defectuosas menores. Por lo tanto se acepta el lote.

4. Si va a considerarse cada defecto por separado para el NCA o si (y como) se deben agrupar los defectos.

Este punto se omite por no considerar clasificación de defectos.

En caso que se tome en cuenta: Los defectos se agrupan en mayores y menores.

5. El NCA requerido para cada defecto o grupos de defectos.

Este punto se omite por no considerar clasificación de defectos.

En caso que se tome en cuenta: Se asigna a cada grupo de defectos (mayores y menores) un NCA en porcentaje defectuoso.

6. El nivel de inspección requerido para cada defecto o grupo de defectos.

No se considera ninguno de los dos casos, se establece de común acuerdo entre comprador y proveedor un nivel de inspección general de I.

En caso de ser considerado: Se establece de común acuerdo entre comprador y proveedor, el nivel de inspección I para defectos mayores y defectos menores.

7. Si va a aplicar inicialmente inspección normal, rigurosa o reducida.

Se aplica inicialmente la inspección normal.

En caso de existir clasificación de defectos, se hace la misma aplicación para defectos mayores y defectos menores.

8. Cualquier limitación que exista sobre el tamaño del lote.

El lote unitario es el integrado por:

- ◆ Una tolva de 50 t a granel de barita, como máximo.
- ◆ 1000 sacos de barita de 50 kg cada uno, como máximo.

9. Bajo que circunstancias debe suspenderse la inspección (y por lo tanto, la aceptación del lote).

Se suspenderá la inspección y la aceptación de lotes, únicamente cuando se presente lo siguiente:

- La barita que esta sometida a inspección por muestreo, no cumpla con las condiciones de aceptación de los planes de muestreo.
- La barita que esta sometida a inspección por muestreo, cumpla con las condiciones de rechazo de los planes de muestreo.

- Cuando exista la certeza de la barita que conforma el lote, no venga con las condiciones óptimas de estar sujeto a una inspección por muestreo. Ejemplo: Este mojada, no cumpla con las condiciones de envase, etc.

**NOTA:** Se emplea el muestreo sencillo en todo el proceso de inspección.

## 7.2. ESPECIFICACIÓN DEL NIVEL DE CALIDAD ACEPTABLE Y NIVEL DE INSPECCIÓN GENERAL

Al desarrollar un plan de muestreo (considerando la selección de tablas de los apéndices B y E), es necesario conocer en primer lugar, cinco aspectos importantes que se muestran en la tabla 7.1.

**Tabla 7.1. Aspectos importantes de conocer antes de desarrollar un plan de muestreo para la barita.**

1) El Nivel de Calidad Aceptable (NCA).

2) El nivel de inspección general. (NIG)

En general, estos dos aspectos se acuerdan entre proveedor y comprador para cada producto en particular al iniciarse un contrato y permanecen constantes durante la vigencia del mismo.

3) Si va a utilizarse la inspección normal, rigurosa o reducida.

4) Si va a utilizarse el muestreo sencillo, doble o múltiple.

5) El tamaño del lote.

**Nota:** El plan de muestreo al que se refiere es a un programa de muestreo específico de un plan de muestreo general.

Para poder especificar un NCA, se debe recordar que al presentar una serie de lotes continuos a inspección usando los planes de muestreo de esta norma, expresados en las tablas B.1, B.2 y B.3 del apéndice B, el extremo superior de la curva de operación característica (COC), es el más importante, en el sentido de que la calidad de la producción, debe encontrarse en general en esta región de la curva, si es que se espera evitar los rechazos frecuentes de lotes, la inspección rigurosa y eventualmente la suspensión de la inspección. Sin embargo, el extremo inferior de la curva tiene importancia preponderante cuando el producto se presenta en un único lote

aislado o una serie muy corta de lotes. En este caso, el consumidor no puede depender de la inspección rigurosa para obtener una protección adicional, debido a que no hay posibilidad para la aplicación del procedimiento de cambio. Es para estos casos que se han preparado las tablas de calidad límite C.1 y C.2, en porcentaje de defectuosos del apéndice C. Los valores tabulados son calidad límite (CL) 10 y 5, contra, porcentaje de defectuosas.

Por lo tanto: Se analizan la tabla del apéndice A en combinación con las tablas del apéndice B, F y G, para especificar el NCA de una serie de lotes continuos de barita. Se analizan la tabla del apéndice A en combinación con las tablas del apéndice C, D, E y G, para especificar el NCA de un lote aislado o una serie corta de lotes de barita.

A continuación, se explica un procedimiento para especificar un NCA y el nivel de inspección general para un lote aislado y para una serie continua de lotes:

- Especificaciones para tres formas en las que se presenta un lote aislado:
  - ◆ Si el lote aislado es un lote unitario representado por una tolva de 50 toneladas de barita.
  - ◆ Si el lote aislado es un lote unitario representado por un camión con 1000 sacos de 50 kg de barita cada uno.
  - ◆ Si el lote aislado es un lote unitario representado por un silo de 50 toneladas de barita.
- Especificaciones para dos formas en las que se presenta una serie continua de lotes:
  - ◆ Para una serie continua de lotes de 25 tolvas conformadas por lotes unitarios de 50 toneladas de barita cada uno.
  - ◆ Para una serie continua de lotes de 25 camiones conformadas por lotes unitarios de 1000 sacos de 50 kg de barita cada uno.

### **7.2.1. Especificación del nivel de calidad aceptable y nivel de inspección general para un lote aislado.**

Si el lote aislado es un lote unitario representado por una tolva de 50 toneladas de barita.

1. Se especifica, que se realizara inspección normal con muestreo sencillo, el tamaño de lote es de 50 t de barita, la calidad límite se expresa en porcentaje de defectuosas para una probabilidad de aceptación de un lote del 10% ( $P_a = 10\%$ ).
2. En la tabla A.1 del apéndice A, seleccionar en la columna de "Tamaño del lote o partida" el rango de valores de 26 a 50, se observa en la columna de "Niveles de inspección general", que existen tres niveles posibles de selección (I, II y III), con su respectiva letra clave (C, D y E).
3. De las tablas del apéndice C, seleccionar la tabla C.1 "calidad límite (en porcentaje de defectuosas) para la cual  $P_a=10\%$ , que corresponde a las especificaciones del inciso 1. En la columna que corresponde a las letras clave, se analizan las letras C, D y E y se determinan los siguientes posibles valores: tamaño de muestra, calidad límite y niveles de calidad aceptable, como se muestra en la tabla 7.2.

**Tabla 7.2. Posibles valores de selección de calidad límite y nivel de calidad aceptable para un lote aislado, representado por una tolva de 50 t de barita.**

| Letra Clave<br>*(de A.1 y C.1) | Nivel de inspección<br>*(de A.1) | Tamaño de muestra<br>*(de C.1) | Calidad Límite<br>*(de C.1) | Nivel de Calidad Aceptable<br>*(de C.1) |
|--------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|---|
| C                              | I                                | 5                              | 37                          | 2.5                                     |
|                                |                                  |                                | 58                          | 10.0                                    |
| D                              | II                               | 8                              | 25                          | 1.5                                     |
|                                |                                  |                                | 41                          | 6.5                                     |
|                                |                                  |                                | 54                          | 10.0                                    |
| E                              | III                              | 13                             | 16                          | 1.0                                     |
|                                |                                  |                                | 27                          | 4.0                                     |
|                                |                                  |                                | 36                          | 6.5                                     |
|                                |                                  |                                | 44                          | 10.0                                    |

4. Así mismo en la tabla 7.2 se tiene tres posibles tamaños de muestra a elegir con sus respectivas letras clave, niveles de inspección general, calidades límite y niveles de calidad aceptables.
5. De mutuo acuerdo entre consumidor y proveedor, de la tabla 7.2 analizan el posible valor del nivel de calidad aceptable con su respectivo nivel de inspección general que beneficie a ambos, tomando en cuenta las siguientes consideraciones:
  - a) Un nivel de calidad más estricto, aumenta el costo de cualquier producto.
  - b) Se utilizan con mayor frecuencia los niveles de inspección general y se debe utilizar el nivel II a menos que se especifique claramente alguno de los otros niveles.

- c) Una buena elección de un nivel de inspección general es la que representa el tamaño de muestra de un 8% a un 10% como máximo, del tamaño de un lote de 2 a 1200 unidades de producto, pero no es una regla. Generalmente cuando existe un mutuo acuerdo entre consumidor y proveedor, se especifica un nivel de inspección general de I, debido a que existe la confianza en el consumidor de que el proveedor respeta durante todo el proceso de producción del producto (para este caso barita) la calidad expresada en porcentaje de defectuosas en los lotes, para que este cuente con la probabilidad del 90% que el lote será aceptado. Con este porcentaje del tamaño de muestra puede justificarse el costo de la inspección por muestreo.

A continuación se analiza la tabla D.1.1 "Valores tabulados para las curvas de operación característica para planes de muestreo sencillo" del apéndice D. En la columna "Pa (en porcentaje de defectuosas)", se eligen los números 36.9 y 58.4 para Pa=10 que son los valores que más se aproximan a 37 y 58 obtenidos en la tabla C.1 para una letra clave C y que corresponden a niveles de calidad aceptable de 2.5 y 10 de la tabla D.1.1 respectivamente, con los cuales se obtiene la tabla 7.3.

Utilizando la ecuación (1) de la expresión de la inconformidad (en porcentaje de defectuosas), se determina para los valores de 2.5 y 10 de calidad aceptable el límite máximo de unidades defectuosas (equivalentes en sacos de barita), que puede contener un lote de 50 toneladas, para que exista un 10% de posibilidad que sea aceptado.

El porcentaje de defectuosas o porcentaje defectivo esta dado por la siguiente fórmula:

$$100 * \frac{\text{número de defectuosos}}{\text{número total de unidades de producto}} = \% \text{ defectivo} \quad \dots\dots\dots(1)$$

Con la cual se obtienen los valores que se expresan en la tabla 7.3.

**Tabla 7.3. Determinación del porcentaje y número de defectos para un lote aislado de barita representado por una tolva de 50 t. Con letra clave C.**

| Probabilidad de aceptación del lote. (%)<br>* (de D.1.1) | NCA = 2.5<br>* (de D.1.1)   | NCA = 10<br>* (de D.1.1)  |
|--|---|---|
| Pa = 10  | $100 * \frac{18.4}{50} = 36.9$  | $100 * \frac{29.2}{50} = 58.4$  |
|  | Indica que un lote de 50 t de barita contiene 18.4 t defectuosas o 36.9 % de defectuosas. Y existe un 10 % de probabilidad de ser aceptado. | Indica que un lote de 50 t de barita contiene 29.2 t defectuosas o 58.4 % de defectuosas. Y existe un 10 % de probabilidad de ser aceptado. |

**Nota:** Los valores entre paréntesis marcados con (\*) se refieren a las tablas de los apéndices.

Para el resto de los valores de cada columna se obtiene la siguiente tabla.

**Tabla 7.4. Determinación del porcentaje y número de defectos para un lote aislado de barita representado por una tolva de 50 t. Con letra clave C.**

| Probabilidad de aceptación del lote (%)<br>*(de D.1.1) | NCA = 2.5 |      | NCA = 10 |      |
|--|-----------|------|----------|------|
|  | ND        | PD   | ND       | PD   |
| Pa = 25  | 12.10     | 24.2 | 22.70    | 45.4 |
| Pa = 50  | 6.45      | 12.9 | 15.70    | 31.4 |
| Pa = 75  | 2.79      | 5.59 | 9.70     | 19.4 |
| Pa = 90  | 1.04      | 2.09 | 5.60     | 11.2 |
| Pa = 95  | 0.51      | 1.02 | 3.81     | 7.63 |



Donde:

- ND → Número de defectos.
- PD → Porcentaje de defectos.

Aplicando el mismo procedimiento para el análisis de la tabla D.2.1 del apéndice D, se obtienen los valores en la tabla 7.5.

**Tabla 7.5 Determinación del porcentaje y número de defectos para un lote aislado de barita, representado por una tolva de 50 t. Con letra clave D.**

| Probabilidad de aceptación del lote. (%)<br>*(de D.2.1) | NCA = 1.5 |      | NCA = 6.5 |      | NCA = 10 |      |
|---|-----------|------|-----------|------|----------|------|
|   | ND        | PD   | ND        | PD   | ND       | PD   |
| Pa = 10   | 12.5      | 25.0 | 20.30     | 40.6 | 26.95    | 53.9 |
| Pa = 25   | 7.95      | 15.9 | 15.15     | 30.3 | 21.65    | 43.3 |
| Pa = 50   | 4.15      | 8.30 | 10.05     | 20.1 | 16.05    | 32.1 |
| Pa = 75   | 1.76      | 3.53 | 6.05      | 12.1 | 11.05    | 22.1 |
| Pa = 90   | 0.65      | 1.31 | 3.44      | 6.88 | 7.35     | 14.7 |
| Pa = 95   | 0.32      | 0.64 | 1.32      | 2.64 | 5.55     | 11.1 |

Donde:

- ND → Número de defectos.
- PD → Porcentaje de defectos

Aplicando el mismo procedimiento para el análisis de la tabla D.3.1 del apéndice D, se obtienen los valores en la tabla 7.6.

**Tabla 7.6. Determinación del porcentaje y número de defectos para un lote aislado de barita, representado por una tolva de 50 t. Con letra clave E.**

| Probabilidad de aceptación del lote (%).<br>*(de D.3.1) | NCA = 1.0 |       | NCA = 4.0 |      | NCA = 6.5 |      | NCA = 10 |      |
|---|-----------|-------|-----------|------|-----------|------|----------|------|
|   | ND        | PD    | ND        | PD   | ND        | PD   | ND       | PD   |
| Pa = 10   | 8.10      | 16.2  | 13.40     | 26.8 | 18        | 36.0 | 22       | 44.4 |
| Pa = 25   | 5.05      | 10.1  | 9.70      | 19.4 | 14        | 28.0 | 18.10    | 36.2 |
| Pa = 50   | 2.59      | 5.19  | 6.3       | 12.6 | 10        | 20.0 | 13.75    | 27.5 |
| Pa = 75   | 1.09      | 2.19  | 3.70      | 7.41 | 6.70      | 13.4 | 9.95     | 19.9 |
| Pa = 90   | 0.40      | 0.807 | 2.08      | 4.16 | 4.40      | 8.80 | 7.10     | 14.2 |
| Pa = 95   | 0.19      | .394  | 1.40      | 2.81 | 3.31      | 6.63 | 5.65     | 11.3 |

Donde:

ND → Número de defectos.  
PD → Porcentaje de defectos.

Del análisis de las tablas D.1.1, D.2.1 y D.3.1 del apéndice D y 7.2, 7.3, 7.4, 7.5 y 7.6 se deducen los siguientes puntos:

- a) De la tabla 7.2, se descarta la elección para un tamaño de muestra 8 y 13 que corresponde al nivel II y III respectivamente debido a que existe un mutuo acuerdo en la especificación del NCA y nivel de inspección general que es de I.
- b) Únicamente se analiza la tabla D.1.1, 7.3 y 7.4, para elegir que NCA se va especificar. Se observa que un NCA = 10 es cómodo en cuanto al número de toneladas de barita defectuosas permitidas en 50 toneladas que conforma el lote.

- c) Por el contrario, para un  $NCA = 2.5$ , es más riguroso el número de toneladas de barita defectuosas permitidas en 50 toneladas que conforma el lote.

6. De mutuo acuerdo entre consumidor y proveedor especifican el nivel de calidad aceptable y el nivel de inspección general que permanecerá vigente en todo el proceso de inspección por muestreo.

Tomando en cuenta las consideraciones y análisis del inciso 5, se elige un nivel de calidad aceptable ( $NCA = 10$ ), que corresponde a una letra clave C, con un nivel de inspección general de I, para un lote de una tolva de 50 toneladas de barita, con un tamaño de muestra de 5 toneladas, aplicando muestreo sencillo e inspección normal.

Si el lote aislado es un lote unitario representado por un camión con 1000 sacos de 50 kg de barita cada uno.

1. Se especifica, que se realizará inspección normal con muestreo sencillo, el tamaño de lote es de 1000 sacos de 50 kg cada uno de barita. La calidad límite se expresa en porcentaje de defectuosas para una probabilidad de aceptación de un lote del 10% ( $P_a = 10\%$ ).
2. En la tabla A.1 del apéndice A, seleccionar en la columna de "Tamaño del lote o partida" el rango de valores de 501 a 1200, se observa en la columna de "Niveles de inspección general", que existen tres niveles posibles de selección (I, II y III), con su respectiva letra clave (G, J, y K).
3. De las tablas del apéndice C, seleccionar la tabla C.1 "calidad límite (en porcentaje de defectuosas) para la cual  $P_a=10\%$ , que corresponde a las especificaciones del inciso 1. En la columna que corresponde a las letras clave, se analizan las letras G, J y K y se determinan los siguientes posibles valores: tamaño de muestra, calidad límite y niveles de calidad aceptable, como se muestra en la tabla 7.7.
4. Así mismo en la tabla 7.7 se tiene tres posibles tamaños de muestra a elegir con sus respectivas letras clave, niveles de inspección general, calidades límite y niveles de calidad aceptables.
5. De mutuo acuerdo entre consumidor y proveedor, de la tabla 7.7, se analiza el posible valor del nivel de calidad aceptable con su respectivo nivel de inspección general que beneficie a ambos, tomando en cuenta las siguientes consideraciones:

**Tabla 7.7. Posibles valores de selección de calidad límite y nivel de calidad aceptable para un lote aislado, representado por un camión de 1000 sacos de 50 kg de barita cada uno.**

| Letra clave<br>*(de A.1 y C.1) | Nivel de inspección<br>*(de A.1) | Tamaño de muestra<br>*(de C.1) | Calidad límite<br>*(de C.1) | Nivel de calidad aceptable<br>*(de C.1) |
|--------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|---|
| G                              | I                                | 32                             | 6.9                         | 0.40                                    |
|                                |                                  |                                | 12.0                        | 1.5                                     |
|                                |                                  |                                | 16.0                        | 2.5                                     |
|                                |                                  |                                | 20.0                        | 4.0                                     |
|                                |                                  |                                | 27.0                        | 6.5                                     |
|                                |                                  |                                | 34.0                        | 10.0                                    |
| J                              | II                               | 80                             | 2.8                         | 0.15                                    |
|                                |                                  |                                | 4.8                         | 0.65                                    |
|                                |                                  |                                | 6.5                         | 1.0                                     |
|                                |                                  |                                | 8.2                         | 1.5                                     |
|                                |                                  |                                | 11.0                        | 2.5                                     |
|                                |                                  |                                | 14.0                        | 4.0                                     |
|                                |                                  |                                | 19.0                        | 6.5                                     |
|                                |                                  |                                | 24.0                        | 10.0                                    |
| K                              | III                              | 125                            | 1.8                         | 0.1                                     |
|                                |                                  |                                | 3.1                         | 0.40                                    |
|                                |                                  |                                | 4.3                         | 0.65                                    |
|                                |                                  |                                | 5.4                         | 1.0                                     |
|                                |                                  |                                | 7.4                         | 1.5                                     |
|                                |                                  |                                | 9.4                         | 2.5                                     |
|                                |                                  |                                | 12.0                        | 4.0                                     |
|                                |                                  |                                | 16.0                        | 6.5                                     |
|                                |                                  |                                | 23.0                        | 10.0                                    |

- a) Un nivel de calidad más estricto, aumenta el costo de cualquier producto.
- b) Se utilizan con mayor frecuencia los niveles de inspección general y se debe utilizar el nivel II a menos que se especifique claramente alguno de los otros niveles.
- c) Una buena elección de un nivel de inspección general es la que representa el tamaño de muestra hasta un 10% como máximo, del tamaño de un lote de 2 a 1200 unidades de producto. Generalmente cuando existe un mutuo acuerdo entre consumidor y proveedor, se especifica un nivel de

inspección general de I, debido a que existe la confianza en el consumidor de que el proveedor respeta durante todo el proceso de producción del producto (para este caso barita) la calidad expresada en porcentaje de defectuosas en los lotes, para que este cuente con la probabilidad del 90% que el lote será aceptado. Con este porcentaje del tamaño puede justificarse el costo de la inspección por muestreo.

A continuación se analiza la tabla D.4.1 "Valores tabulados para las curvas de operación característica para planes de muestreo sencillo" del apéndice D. En la columna "Pa (en porcentaje de defectuosas)", se eligen los números (6.94, 11.6, 15.8, 19.7, 27.1 y 34.1) para Pa=10 que son los valores que más se aproximan a (6.9, 12.0, 16.0, 20.0, 27.0 y 34.0) obtenidos en la tabla C.1 del apéndice C para una letra clave G y que corresponden a niveles de calidad aceptable de (0.40, 1.5, 2.5, 4.0, 6.5 y 10) de la tabla D.4.1 del apéndice D respectivamente y representados en tabla 7.7, con los cuales se obtienen los valores de la tabla 7.8.

**Tabla 7.8. Niveles de calidad aceptables correspondientes a niveles de calidad límite de un lote Aislado, representado por un camión de 1000 sacos de 50 kg de barita cada uno.**

| Pa<br>*(de D.4.1) | Nivel de calidad<br>aceptable<br>*(de C.1 y D.4.1) | Calidad<br>Límite<br>*(de D.4.1) |
|-------------------|--|----------------------------------|
| 10                | 0.40   | 6.94                             |
| 10                | 1.5  | 11.6                             |
| 10                | 2.5  | 15.8                             |
| 10                | 4.0  | 19.7                             |
| 10                | 6.5  | 27.1                             |
| 10                | 10.0   | 34.1                             |

Utilizando la ecuación (1) de la expresión de la inconformidad (en porcentaje de defectuosas), se determina para los valores de (0.40, 1.5, 2.5, 4.0, 6.5 y 10.0) de calidad aceptable, el límite máximo de unidades defectuosas (equivalentes en sacos de barita), que puede contener un lote de 1000 sacos, para que exista un 10% de posibilidad de que sea aceptado. Estos valores se expresan en la tabla 7.9.

El porcentaje de defectuosas o porcentaje defectivo esta dado por la siguiente fórmula:

$$100 * \frac{\text{número de defectuosos}}{\text{número total de unidades de producto}} = \% \text{ defectivo} \dots\dots\dots(1)$$

**Tabla 7.9. Determinación del porcentaje y número de defectos para un lote aislado de barita representado por un camión de 1000 sacos de 50 kg cada uno. Con letra clave G.**

| Pa (%)<br>*(de D.4.1) | NCA=0.40 |       | NCA=1.5 |      | NCA=2.5 |      | NCA=4.0 |      | NCA=6.5 |      | NCA=10 |      |
|-----------------------|----------|-------|---------|------|---------|------|---------|------|---------|------|--------|------|
|                       | ND       | PD    | ND      | PD   | ND      | PD   | ND      | PD   | ND      | PD   | ND     | PD   |
| 10                    | 69       | 6.94  | 116     | 11.6 | 158     | 15.8 | 197     | 19.7 | 271     | 27.1 | 341    | 34.1 |
| 25                    | 42.3     | 4.23  | 81.9    | 8.19 | 119     | 11.9 | 154     | 15.4 | 223     | 22.3 | 290    | 29.0 |
| 50                    | 21.4     | 2.14  | 51.9    | 5.19 | 82.7    | 8.27 | 114     | 11.4 | 175     | 17.5 | 237    | 23.7 |
| 75                    | 8.95     | 0.895 | 30.1    | 3.01 | 54.2    | 5.42 | 79.8    | 7.98 | 134     | 13.4 | 190    | 19.0 |
| 90                    | 3.29     | 0.329 | 16.7    | 1.67 | 35.0    | 3.50 | 55.6    | 5.56 | 102     | 10.2 | 151    | 15.1 |
| 95                    | 1.61     | 0.161 | 11.3    | 1.13 | 25.9    | 2.59 | 43.9    | 4.39 | 85      | 8.50 | 131    | 13.1 |

Donde:

- Pa → Probabilidad de aceptación del lote
- ND → Número de defectos
- PD → Porcentaje de defectos

Aplicando el mismo procedimiento para el análisis de la tabla D.5.1 del apéndice D, se obtienen los valores de la tabla 7.10.

**Tabla 7.10. Determinación del porcentaje y número de defectos de un lote aislado de barita representado por un camión de 1000 sacos de 50 kg cada uno. Con letra clave J.**

| Pa (%) | NCA=0.15 |       | NCA=0.65 |       | NCA=1.0 |      | NCA=1.5 |      | NCA=2.5 |      | NCA=4.0 |      | NCA=6.5 |      | NCA=10 |      |
|--------|----------|-------|----------|-------|---------|------|---------|------|---------|------|---------|------|---------|------|--------|------|
|        | ND       | PD    | ND       | PD    | ND      | PD   | ND      | PD   | ND      | PD   | ND      | PD   | ND      | PD   | ND     | PD   |
| 10     | 28.4     | 2.84  | 47.8     | 4.78  | 65.2    | 6.52 | 81.6    | 8.16 | 113     | 11.3 | 142     | 14.2 | 186     | 18.6 | 242    | 24.2 |
| 25     | 17.2     | 1.72  | 33.3     | 3.33  | 48.4    | 4.84 | 63.1    | 6.31 | 91.4    | 9.14 | 119     | 11.9 | 160     | 16.0 | 213    | 21.3 |
| 50     | 8.63     | 0.863 | 20.9     | 2.09  | 33.3    | 3.33 | 45.7    | 4.57 | 70.6    | 7.06 | 95.5    | 9.55 | 133     | 13.3 | 183    | 18.3 |
| 75     | 3.59     | 0.359 | 12.0     | 1.20  | 21.6    | 2.16 | 31.8    | 3.18 | 53.0    | 5.30 | 75.0    | 7.50 | 109     | 10.9 | 155    | 15.5 |
| 90     | 1.32     | 0.132 | 6.66     | 0.666 | 13.8    | 1.38 | 22.0    | 2.20 | 39.8    | 3.98 | 59.1    | 5.91 | 89.5    | 8.95 | 132    | 13.2 |
| 95     | 0.64     | 0.064 | 4.44     | 0.444 | 10.3    | 1.03 | 17.3    | 1.73 | 33.2    | 3.32 | 50.6    | 5.06 | 79.1    | 7.91 | 119    | 11.9 |

Donde:

- Pa → Probabilidad de aceptación del lote
- ND → Número de defectos
- PD → Porcentaje de defectos

Aplicando el mismo procedimiento para el análisis de la tabla D.6.1 del apéndice D, se obtienen los valores de la tabla 7.11.

**Tabla 7.11. Determinación del porcentaje y número de defectos para lote aislado de barita representado por un camión de 1000 sacos de 50 kg cada uno. Con letra clave K.**

| Pa (%) | NCA = 0.10 |       | NCA = 0.40 |       | NCA = 0.65 |       | NCA = 1.0 |      | NCA = 1.5 |      | NCA = 2.5 |      | NCA = 4.0 |      | NCA = 6.5 |      | NCA = 10.0 |      |
|--------|------------|-------|------------|-------|------------|-------|-----------|------|-----------|------|-----------|------|-----------|------|-----------|------|------------|------|
|        | ND         | PD    | ND         | PD    | ND         | PD    | ND        | PD   | ND        | PD   | ND        | PD   | ND        | PD   | ND        | PD   | ND         | PD   |
| 10     | 18.4       | 1.84  | 31.1       | 3.11  | 42.6       | 4.26  | 53.5      | 5.35 | 74.2      | 7.42 | 94.2      | 9.42 | 123       | 12.3 | 161       | 16.1 | 225        | 22.5 |
| 25     | 11.1       | 1.11  | 21.5       | 2.15  | 31.4       | 3.14  | 40.9      | 4.09 | 59.4      | 5.94 | 77.5      | 7.75 | 104       | 10.4 | 139       | 13.9 | 200        | 20.0 |
| 50     | 5.54       | 0.554 | 13.4       | 1.34  | 21.4       | 2.14  | 29.4      | 2.94 | 45.4      | 4.54 | 61.4      | 6.14 | 85.3      | 8.53 | 117       | 11.7 | 173        | 17.3 |
| 75     | 2.30       | 0.230 | 7.69       | 0.76  | 13.82      | 1.382 | 20.3      | 2.03 | 33.8      | 3.38 | 47.7      | 4.77 | 69.0      | 6.90 | 97.9      | 9.79 | 149        | 14.9 |
| 90     | 0.840      | 0.084 | 4.26       | 0.426 | 8.82       | 0.882 | 14.0      | 1.40 | 25.2      | 2.52 | 37.3      | 3.73 | 56.2      | 5.62 | 82.4      | 8.24 | 130        | 13.0 |
| 95     | 0.410      | 0.041 | 2.84       | 0.284 | 6.54       | 0.654 | 10.9      | 1.09 | 20.9      | 2.09 | 31.9      | 3.19 | 49.4      | 4.94 | 74.0      | 7.40 | 119        | 11.9 |

Donde:

- Pa → Probabilidad de aceptación del lote
- ND → Número de defectos
- PD → Porcentaje de defectos

Del análisis de las tablas D.4.1, D.5.1 y D.6.1, del apéndice D, se deduce lo siguiente:



- a) De la tabla 7.7, se descarta la elección para los niveles de inspección II y III con tamaño de muestra de 80 y 125 respectivamente, debido a que existe un mutuo acuerdo en la especificación del nivel de calidad aceptable y el nivel de inspección general de I. Aún así, se realiza el análisis para ver el comportamiento de las probabilidades de aceptación de un lote cuando existe cierta cantidad de defectuosos.
  - b) Únicamente se analiza la tabla D.4.1 y 7.9, se conserva el mismo nivel de calidad aceptable  $NCA=10$ .
6. De mutuo acuerdo entre consumidor y proveedor especifican el nivel de calidad aceptable y el nivel de inspección general que permanecerá vigente en todo el proceso de inspección por muestreo.

Tomando en cuenta las consideraciones y análisis del inciso 5, se elige un nivel de calidad aceptable ( $NCA=10$ ), que corresponde a una letra clave G, con un nivel de inspección general de I, para un lote de 1000 sacos de barita, con un tamaño de muestra de 32 sacos, aplicando muestreo sencillo e inspección normal.

Si el lote aislado es un lote unitario representado por un silo de 50 toneladas de barita.

1. Se especifica, que se realizara inspección normal con muestreo sencillo, el tamaño de lote es un silo de 50 t de barita, la calidad límite se expresa en porcentaje de defectuosas para una probabilidad de aceptación de un lote del 10% ( $P_a = 10\%$ ).
2. En la tabla A.1 del apéndice A, seleccionar en la columna de "Tamaño del lote" el rango de valores de 26 a 50, se observa en la columna de "Niveles de inspección general", que existen tres niveles posibles de selección (I, II y III), con su respectiva letra clave (C, D y E).
3. De las tablas del apéndice C, seleccionar la tabla C.1 "calidad límite (en porcentaje de defectuosas) para la cual  $P_a=10\%$ , que corresponde a las especificaciones del inciso 1. En la columna que corresponde a las letras clave, se analizan las letras C, D y E y se determinan los siguientes posibles valores: tamaño de muestra, calidad límite y niveles de calidad aceptable, como se muestra en la tabla 7.12.

**Tabla 7.12. Posibles valores de selección de calidad límite y nivel de calidad aceptable.**

| Letra clave<br>*(de A.1 y C.1) | Nivel de inspección<br>*(de A.1) | Tamaño de muestra<br>*(de C.1) | Calidad Límite<br>*(de C.1) | Nivel de Calidad Aceptable<br>*(de C.1) |
|--------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|---|
| C                              | I                                | 5                              | 37                          | 2.5                                     |
|                                |                                  |                                | 58                          | 10.0                                    |
| D                              | II                               | 8                              | 25                          | 1.5                                     |
|                                |                                  |                                | 41                          | 6.5                                     |
|                                |                                  |                                | 54                          | 10.0                                    |
| E                              | III                              | 13                             | 16                          | 1.0                                     |
|                                |                                  |                                | 27                          | 4.0                                     |
|                                |                                  |                                | 36                          | 6.5                                     |
|                                |                                  |                                | 44                          | 10.0                                    |

4. Así mismo en la tabla 7.12, se tiene tres posibles tamaños de muestra a elegir con sus respectivas letras clave, niveles de inspección general, calidades límite y niveles de calidad aceptables.

5. Para esta zona de silos o tanques para almacenar barita a granel, prevalecen las mismas especificaciones para el nivel de calidad aceptable NCA = 10 y nivel de inspección general I que se acuerda inicialmente entre el consumidor y el proveedor.

Por lo tanto las especificaciones generales para esta zona son las siguientes: El nivel de calidad aceptable NCA = 10, que corresponde a una letra clave C, con un nivel de inspección general de I, para un silo de 50 t de barita, con un tamaño de muestra de 5 t aplicando muestreo sencillo e inspección normal.

### 7.2.2. ESPECIFICACIÓN DEL NCA Y NIVEL DE INSPECCIÓN GENERAL PARA UNA SERIE CONTINUA DE LOTES.

Especificación para una serie continua de lotes, conformada por 25 tolvas de 50 toneladas de barita cada uno.

1. Se conservan las mismas especificaciones que se establecieron para un lote aislado, únicamente se agregan las condiciones para establecer los procedimientos de cambio que son: de normal a rigurosa, rigurosa a normal, normal a reducida y reducida a normal.
2. Por lo tanto, las especificaciones de inspección por muestreo es la siguiente: para una serie continua de lotes de 25 tolvas conformada por lotes unitarios de 50 toneladas, NCA=10, que corresponde a una letra clave C, con nivel de inspección general de I, con un tamaño de muestra de 5 toneladas de barita, aplicando muestreo sencillo y con los procedimientos de cambio (de inspección normal se cambia a inspección rigurosa cuando 2 lotes de 5 inspeccionados son rechazados); (de inspección rigurosa se cambia a inspección normal cuando 5 lotes consecutivos son aceptados); (de inspección normal se cambia a inspección reducida cuando al llegar a 10 lotes o más, la cantidad de defectuosas es igual o menor al número limite obtenido de la tabla F.1 del apéndice F); (de inspección reducida se cambia a inspección normal cuando el número de muestras defectuosas es mayor al número de aceptación del lote).

Especificación para una serie continua de lotes de 25 camiones conformadas por 1000 sacos de 50 kg de barita cada uno.

1. Se conservan las mismas especificaciones que se establecieron para un lote aislado, únicamente se agregan las condiciones para establecer los procedimientos de cambio que son: de normal a rigurosa, rigurosa a normal, normal a reducida y reducida a normal.
2. Por lo tanto, las especificaciones de inspección por muestreo es la siguiente: para una serie continua de lotes de 25 camiones conformada por lotes unitarios de 1000 sacos de barita, NCA=10, que corresponde a una letra clave G, con nivel de inspección general de I, con un tamaño de muestra de 32 sacos, aplicando muestreo sencillo y con los procedimientos de cambio (de inspección normal se cambia a inspección rigurosa cuando 2 lotes de 5 inspeccionados son rechazados); (de inspección rigurosa se cambia a inspección normal cuando 5 lotes consecutivos son aceptados); (de inspección normal se cambia a inspección reducida cuando al llegar a 10 lotes o más, la cantidad de defectuosas es igual o menor al número limite obtenido de la tabla F.1 del apéndice F); (de inspección reducida se cambia a inspección normal cuando el número de muestras defectuosas es mayor al número de aceptación del lote).

### 7.3. PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN POR MUESTREO PARA UN LOTE AISLADO DE BARITA.

Se contemplan tres zonas en las que se realiza inspección por muestreo para productos sólidos:

- En la zona de recepción de productos
  - ◆ Para una tolva de 50 t de barita
  - ◆ Para un camión de 1000 sacos de 50 kg cada uno de barita
- En la zona de silos
  - ◆ Propuesta para un silo de 50 t de barita.
- En la zona de almacén para materiales del lodo
  - ◆ Para un lote de 1000 sacos de 50 kg cada uno de barita

#### PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN POR MUESTREO EN LA ZONA DE RECEPCIÓN DE PRODUCTOS

##### ► Procedimiento de inspección para una tolva de 50 t de barita.

A continuación, se describe el procedimiento de inspección por muestreo a seguir.

##### 1. Se determina el plan de muestreo.

Una vez especificado el Nivel de Calidad Aceptable (NCA=10) y el Nivel de Inspección General I.

En la tabla E.1 "Planes de muestreo para el tamaño de la muestra correspondiente a la letra clave C" del apéndice E, de la columna tipo de plan de muestreo (seleccionando muestreo sencillo), y de la columna tamaño de la muestra (seleccionando el número cinco), en la intersección con el valor de 10 correspondiente

a la columna de nivel de calidad aceptable (para inspección normal), obtenemos los valores de  $A_c = 1$  y  $R_c = 2$ , que nos indican el número de aceptación y rechazo para un lote de 50 t de barita.

Por lo tanto, para las siguientes especificaciones:

- Lote aislado de 50 t de barita
- Con NCA de 10
- Nivel de inspección general de I
- Inspección normal
- Muestreo sencillo

Se determina el siguiente plan de muestreo:

- Tamaño de la muestra → 5
- Número de aceptación → 1
- Número de rechazo → 2

Quiere decir lo siguiente: para un lote de 50 t de barita, se deben extraer para ser analizadas cinco muestras por separado mediante un proceso aleatorio (que se explica a detalle en el inciso dos), y cada muestra es equivalente a 1t o 1000 kg de barita. El número de aceptación de 1, indica que; bastará que una de las cinco muestras cumpla con las especificaciones en las pruebas realizadas a la barita, para ser aceptado todo el lote. Por el contrario si dos muestras de cinco, no cumplen con las especificaciones en las pruebas, el lote se rechaza.

2. Por medio de un proceso aleatorio se obtienen las muestras.

Como el tamaño de muestra es cinco, se deben extraer cinco muestras de la tolva, de 1 t o 1000 kg de barita cada una, de un proceso aleatorio para su análisis.

Existen dos formas de obtener de un proceso aleatorio estas cinco muestras:

Primera: Que sean extraídas de la tolva, 50 muestras de 1000 kg envasadas en algún recipiente, se enumeran y seleccionan cinco muestras, lo cual, resulta ser un proceso muy laborioso.

Segunda: Considerando generalmente que; una tolva cuenta con tres orificios (domos) de 60 cm de diámetro en la parte superior por donde se vierte la barita, se pueden obtener puntos de localización para tomar muestras mediante la reja de muestreo circular (figura 7.1) colocada en los domos y numerarlos como se muestra en la figura 7.2, cada punto representa una tonelada de barita.

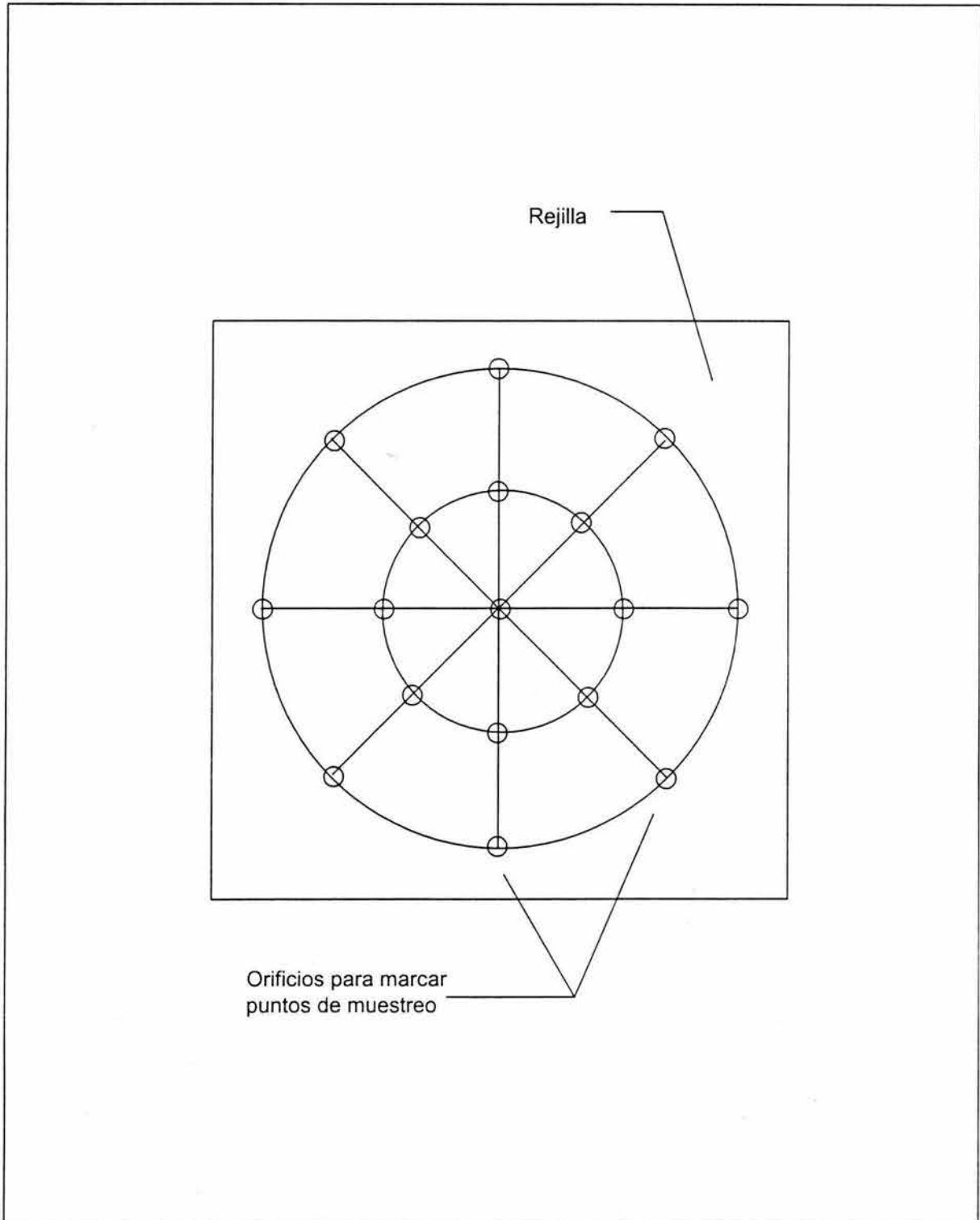


Figura 7.1. Rejilla muestreadora o de muestreo para un auto-tanque o tolva de 50 t.

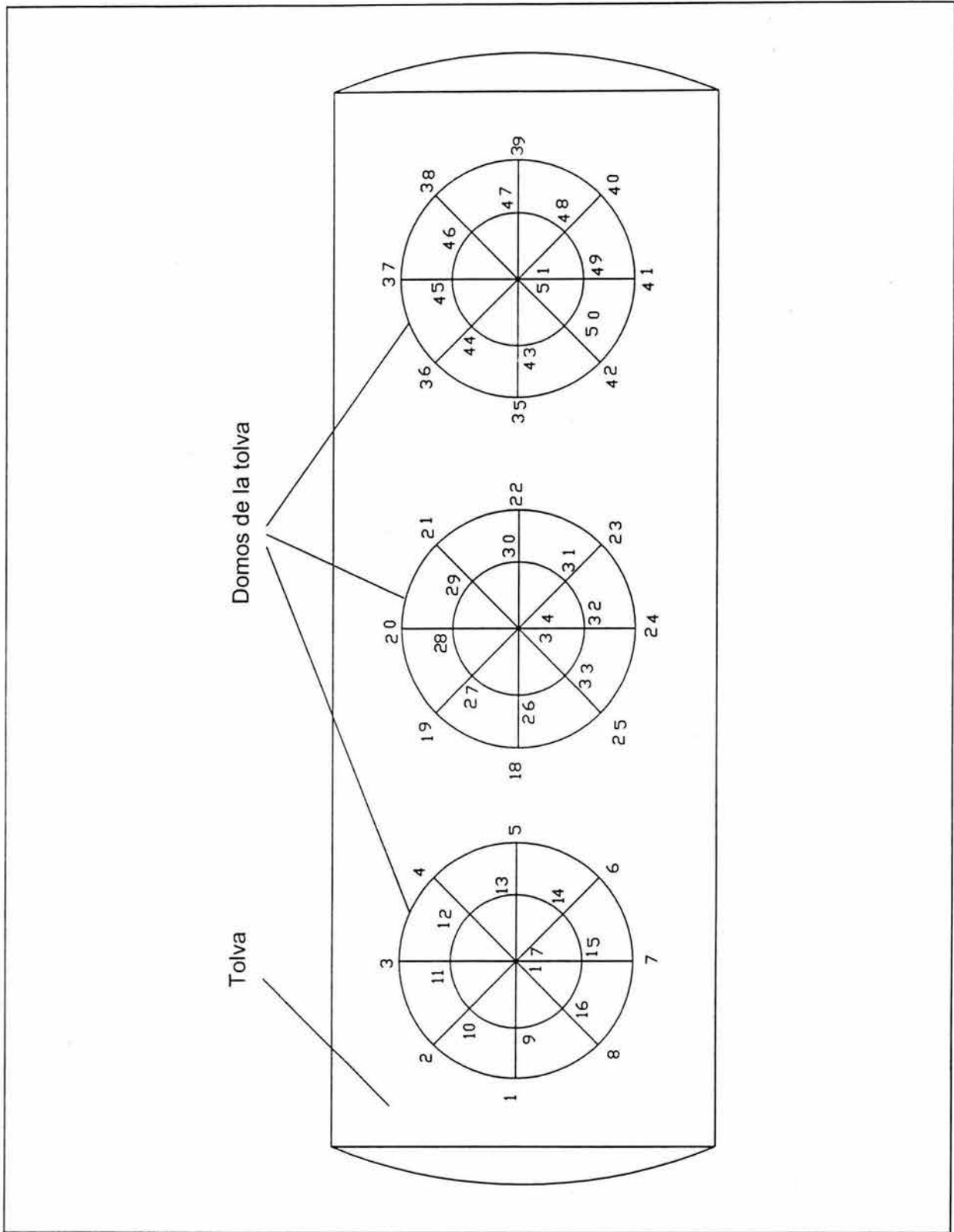


Figura 7.2. Selección de puntos de muestreo sobre los domos de la tolva de 50 t.

Cada punto de muestreo puede ser representado también en los siguientes rangos (101 al 151), (501 al 551), (1001 al 1051) etc. Si el rango elegido es (1 al 51). De la tabla G.1 del apéndice G "Ejemplos de números aleatorios", se pueden considerar las dos primeras cifras, tres primeras cifras o más de los números aleatorios. Considerando las dos primeras cifras de acuerdo al tamaño del lote. Se puede seleccionar cualquier columna del 1 al 11. Se elige la columna 4 de números aleatorios y se van seleccionando los puntos de muestreo sobre los domos de la tolva de acuerdo a como vayan apareciendo verticalmente en forma descendente en tal columna, como se muestra en la tabla 7.13.

De esta forma, se obtienen los cinco puntos de muestreo que representan una tonelada cada uno de muestra de barita.

Estas muestras representadas por los puntos de muestreo no se extraen de la tolva, debido a que sería difícil su extracción.

El siguiente paso es obtener las muestras representativas de cada una de estas cinco muestras.

**Tabla 7.13. Selección de puntos de muestreo sobre el domo de la tolva de acuerdo a la tabla de números aleatorios.**

| Columna<br>*(de G.1) | Número<br>Aleatorio<br>*(de G.1) | Punto de selección |
|----------------------|----------------------------------|--------------------|
| 4                    | 533→81                           |                    |
| 4                    | 919→62                           |                    |
| 4                    | 876→37                           | 37                 |
| 4                    | 493→23                           | 23                 |
| 4                    | 144→42                           | 42                 |
| 4                    | 982→75                           |                    |
| 4                    | 789→85                           |                    |
| 4                    | 826→74                           |                    |
| 4                    | 533→63                           |                    |
| 4                    | 278→89                           |                    |
| 4                    | 742→11                           | 11                 |
| 4                    | 101→19                           | 19                 |



### 3. Obtener las muestras representativas

Para conformar las muestras representativas, se determina nuevamente el número de especímenes. Ahora, el lote es de 1000 kg. de barita. Se conserva el muestreo sencillo, inspección normal, nivel de inspección general de I. Nuevamente se considera un lote aislado.

En la tabla A.1 del apéndice A, para un tamaño de lote de 501 a 1200, le corresponde una letra clave G. En la tabla C.1 "calidad límite (en porcentaje de defectuosas) para el cual  $P_a=10\%$  del apéndice C, ha esta letra clave G le corresponde un tamaño de muestra de 32, que es el número de especímenes que se toman por cada muestra de 1000 kg de barita. Este tamaño de muestra de 32 debe representar 32 kg de barita.

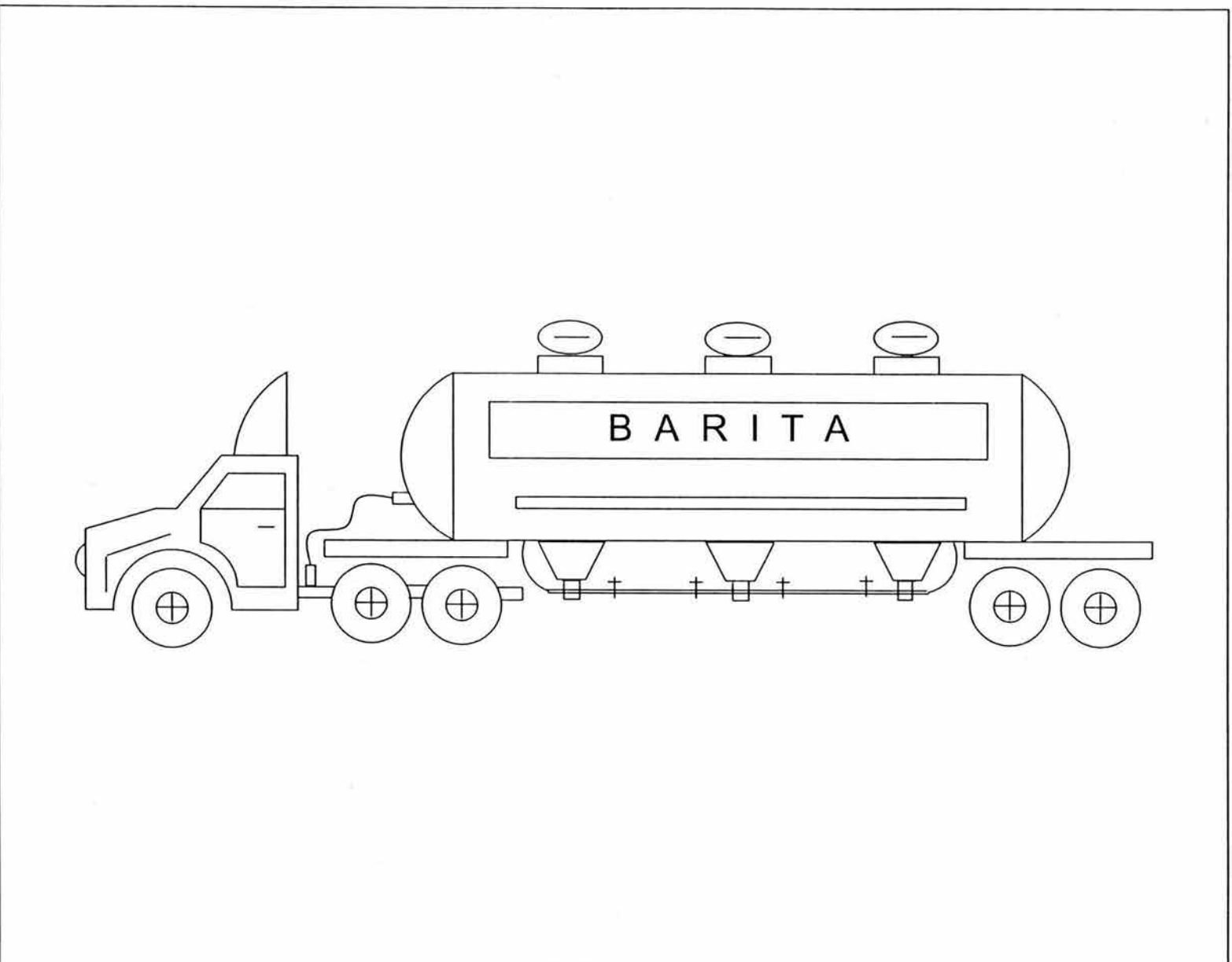
### 4. Extracción de especímenes.

Para la extracción de especímenes de una tolva de 50 t de barita figura 7.3 Se emplea la sonda o calador figura 7.4, que debe tomar once especímenes por cada inmersión en los puntos de muestreo (37, 23, 42, 11 y 19), debido a que cuenta con once espacios y cuando entra la sonda se llenan de barita. Se aplica una segunda inmersión con el fin de obtener 22 especímenes. De nuevo se aplica una tercera inmersión con el fin de obtener un total de 32 especímenes. Este proceso, se aplica en cada punto de muestreo seleccionado de un proceso aleatorio. Los 32 especímenes extraídos de cada punto de muestreo se mezclan perfectamente para obtener una mezcla homogénea, y posteriormente la muestra se reduce en un cuarteador, figura 7.5, para dividirla en tres porciones: una para el análisis, otra para el proveedor y otra más para el usuario. Este proceso se repite para cada punto de muestreo.

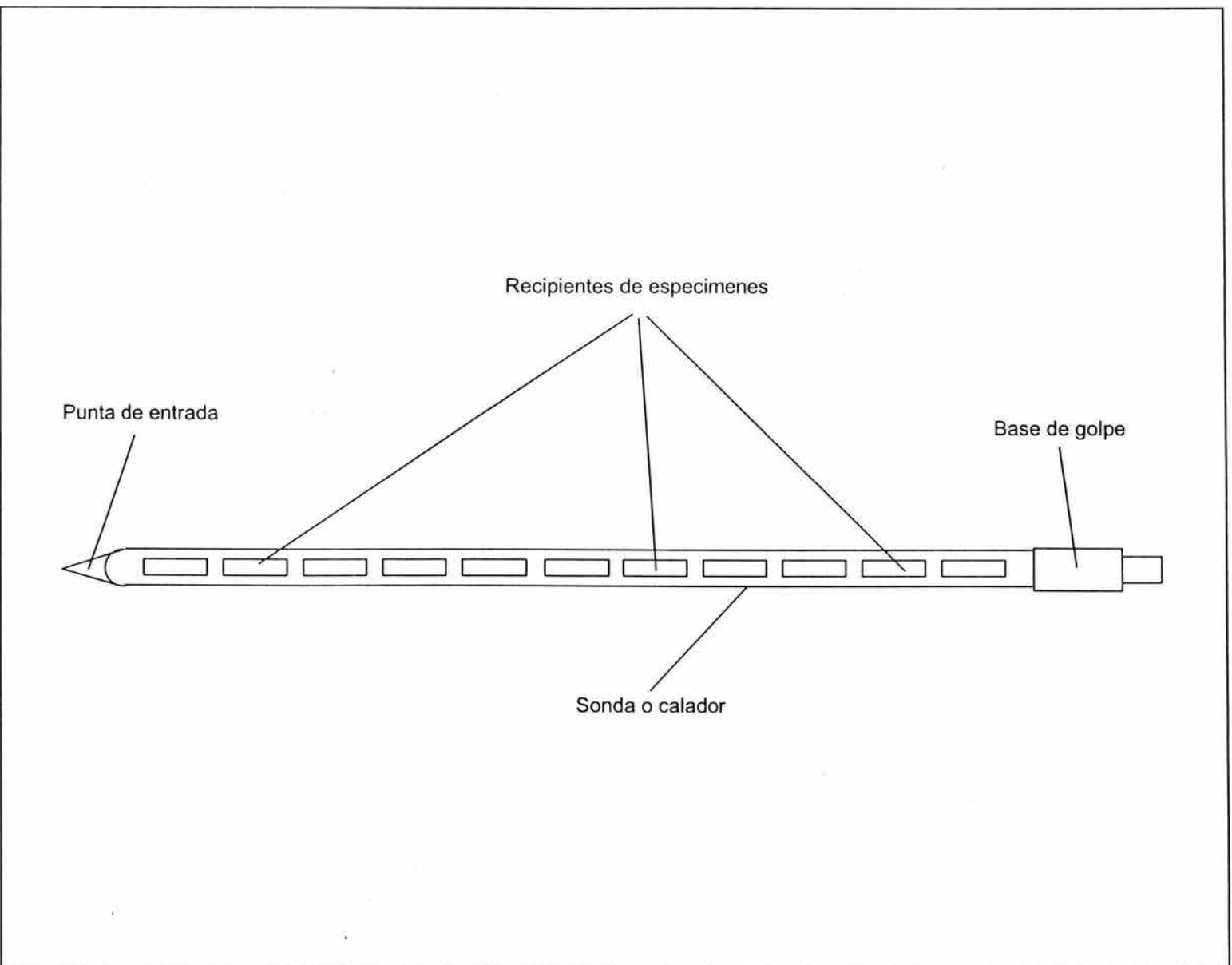
Para tomar la muestra de especímenes de los puntos de muestreo que se localizan en la circunferencia mayor del orificio de la tolva, la sonda entra con un ángulo de  $45^\circ$ . Para tomar las muestras de los puntos que se localicen en la circunferencia menor la sonda entra con un ángulo de  $60^\circ$  y para tomar la muestra del punto central la sonda entrara verticalmente, este procedimiento se realiza con el fin de obtener muestras homogéneas de barita dentro de la tolva figura 7.6.

### 5. Aceptación del lote de barita.

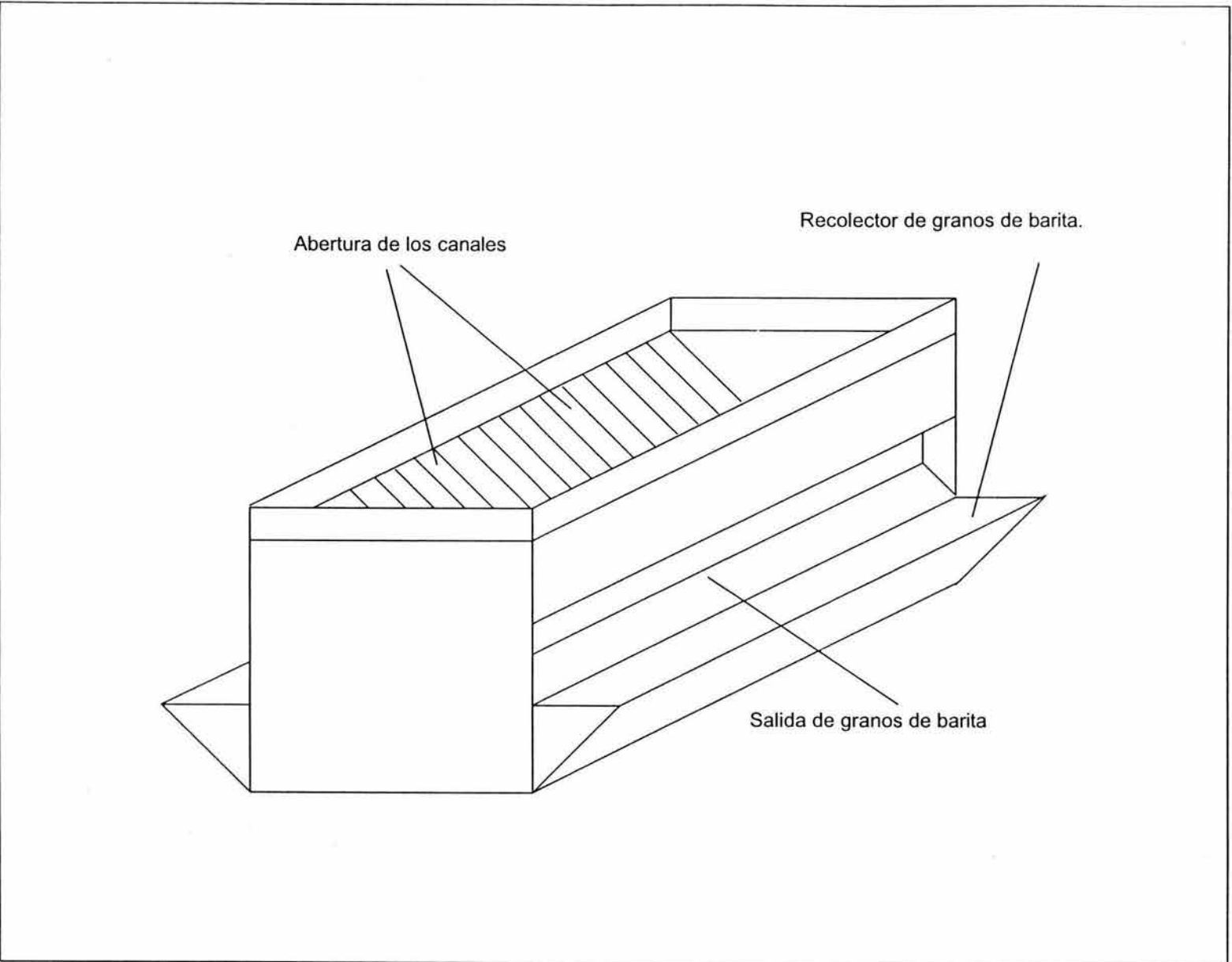
Las porciones obtenidas para el análisis de cada punto de muestreo están sujetas a los métodos de prueba de la densidad, humedad, granulometría, metales alcalinotérreos y alcalinidad total, además, deberán cumplir con las especificaciones de la norma NMX-L-159-SCFI-2003. Bastará, que una de las porciones que representa a una tonelada de barita cumpla con todas las especificaciones de la Norma, para que el lote de cincuenta toneladas sea aceptado. En caso de no cumplir las especificaciones dos porciones, el lote se rechaza.



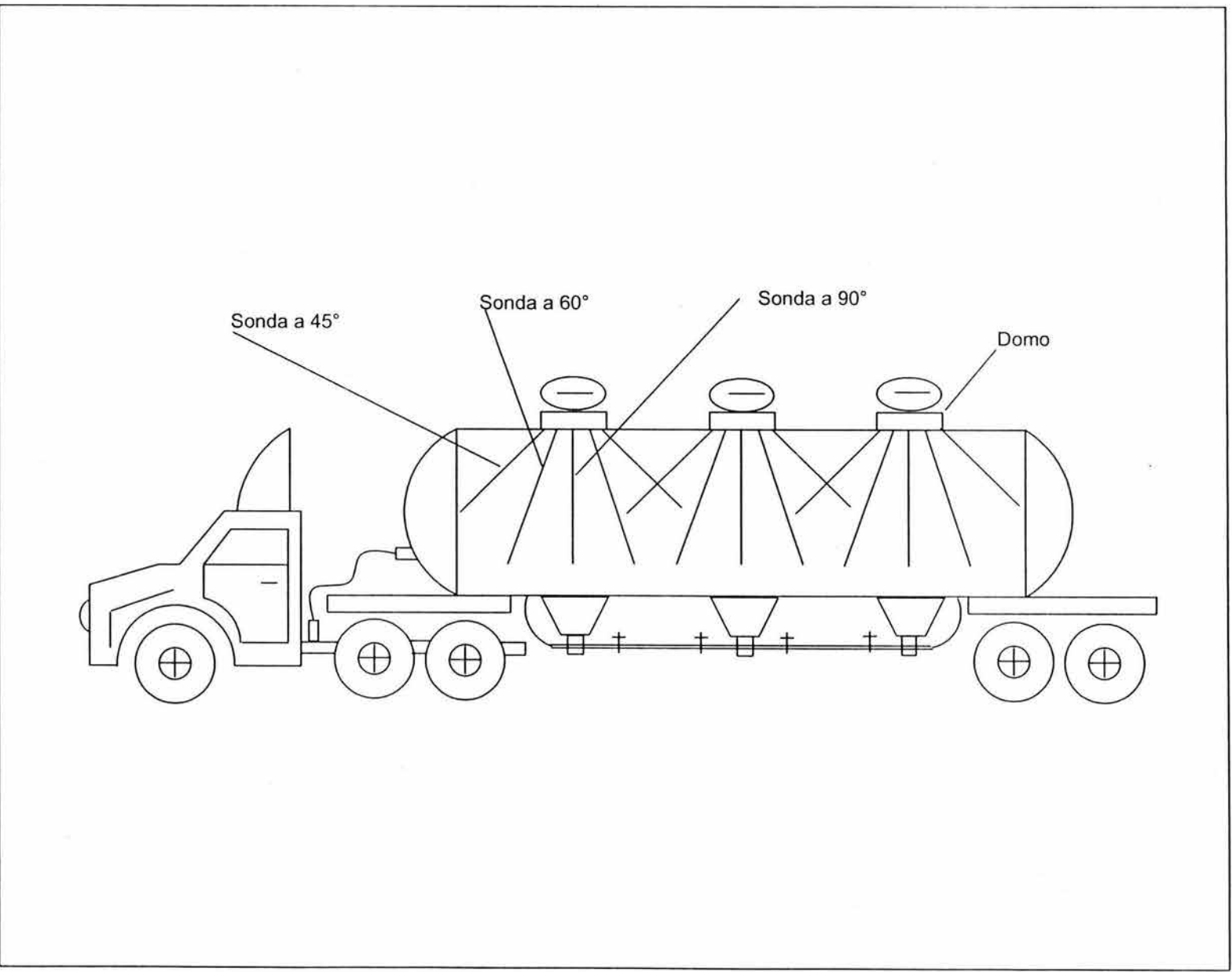
**Figura 7.3. Auto-tanque o tolva de 50 t, transportando barita a granel.**



**Figura 7.4. Sonda o calador, empleada para tomar 11 especímenes de barita a granel en una tolva .**



**Figura 7.5 . Cuarteador para reducir las muestras a porciones de granos de barita.**



**Figura 7.6. Ángulos de introducción de la sonda en una tolva, para tomar muestras de barita.**

► **Procedimiento de inspección para un camión que contiene 1000 sacos de barita.**

A continuación, se describe el procedimiento de inspección por muestreo a seguir.

1. Se determina el plan de muestreo.

Una vez especificado el Nivel de Calidad Aceptable (NCA=10) y el Nivel de Inspección General I.

En la tabla E.4 "Planes de muestreo para el tamaño de la muestra correspondiente a la letra clave G" del apéndice E, de la columna tipo de plan de muestreo (seleccionando muestreo sencillo), y de la columna tamaño de la muestra (seleccionando el número 32), en la intersección con el valor de 10 correspondiente a la columna de nivel de calidad aceptable (para inspección normal), obtenemos los valores de  $A_c=7$  y  $R_e=8$ , que nos indican el número de aceptación y rechazo para un lote de 1000 sacos de barita.

Por lo tanto, para las siguientes especificaciones:

- Lote aislado de 1000 sacos de barita
- Con NCA de 10
- Nivel de inspección general de I
- Inspección normal
- Muestreo sencillo

Se determina el siguiente plan de muestreo:

- Tamaño de la muestra → 32
- Número de aceptación → 7
- Número de rechazo → 8

Quiere decir lo siguiente: para un lote de 1000 sacos de barita, se deben extraer para ser analizadas treinta y dos muestras por separado mediante un proceso aleatorio (que se explica a detalle en el inciso dos), y cada muestra es equivalente a 1 saco de 50 kg de barita. El número de aceptación de 7, indica que; bastará que siete sacos de las treinta y dos muestras, cumpla con las especificaciones en las pruebas realizadas a la barita para ser aceptado todo el lote. Por el contrario, si ocho muestras de treinta y dos no cumplen con las especificaciones en las pruebas, el lote se rechaza.

2. Por medio de un proceso aleatorio se obtienen las muestras.

Como el tamaño de muestra es treinta y dos, se deben extraer treinta y dos sacos de 50 kg cada uno del lote de 1000 sacos de barita, de un proceso aleatorio para su análisis.

Existen dos formas de obtener de un proceso aleatorio estas treinta y dos muestras:

Primera: Que los sacos sean extraídos de acuerdo a la tabla de números aleatorios sin que se bajen del camión y se realice todo el proceso de selección arriba del mismo. Lo cual, resulta ser un proceso más laborioso.

Segunda: Que los sacos se bajen del camión y sean extraídos por medio de la tabla de números aleatorios conforme vayan estibándose en el almacén de productos del lodo, como se muestra en la figura 7.7. Este proceso es el más óptimo.

Se elige la segunda opción. De la tabla G.1 del apéndice G "Ejemplos de números aleatorios para muestreo", se consideran las tres primeras cifras de acuerdo al tamaño del lote, se elige cualquier columna del 1 al 11. Por ejemplo se elige la columna 9 de números aleatorios. A continuación se bajan los sacos de barita del camión empezando por la parte superior, y se van estibando sobre una tarima de madera al mismo tiempo que se asigna un número a cada saco (en un rango del 1 al 1000) y se extraen conforme van apareciendo en la columna 9 verticalmente en forma descendente como se muestra en la tabla 7.14, Hasta completar las treinta y dos muestras.

De esta forma, se obtienen las treinta y dos muestras representadas por sacos de 50 kg de barita cada una para el análisis de pruebas.

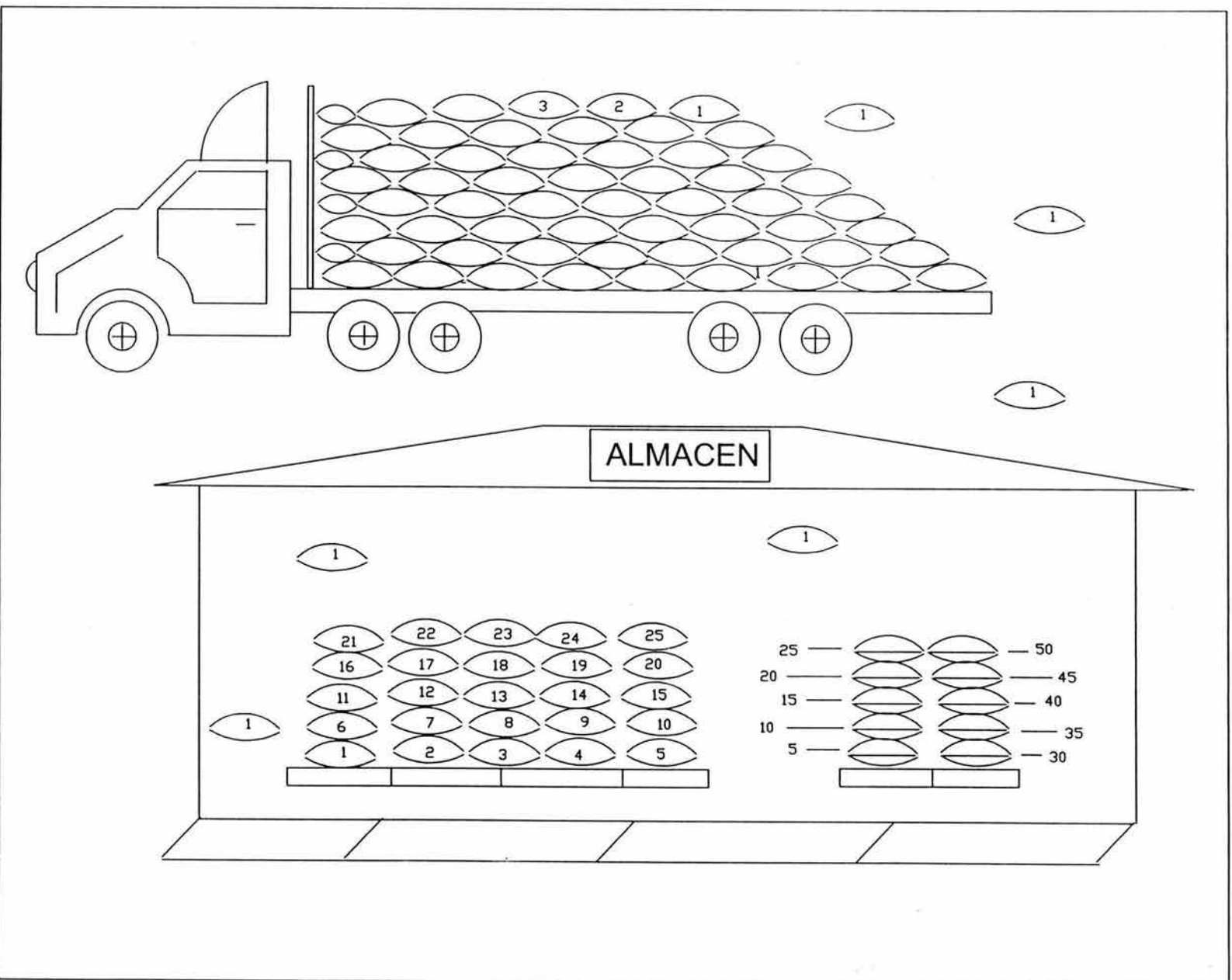
**Nota:** La forma de estibar los sacos es la siguiente: Se colocan 10 sacos de base formando dos filas de 5, se van apilando hasta completar una altura de 5, de este arreglo queda un grupo de 50 sacos. De esta forma los sacos están a la vista por ambos lados y en caso de estar almacenados es muy fácil poder identificar cada uno de ellos para futuras inspecciones, como se muestra en la figura 7.8.

El siguiente paso es obtener las muestras representativas de cada saco de barita que conforman las treinta y dos muestras.

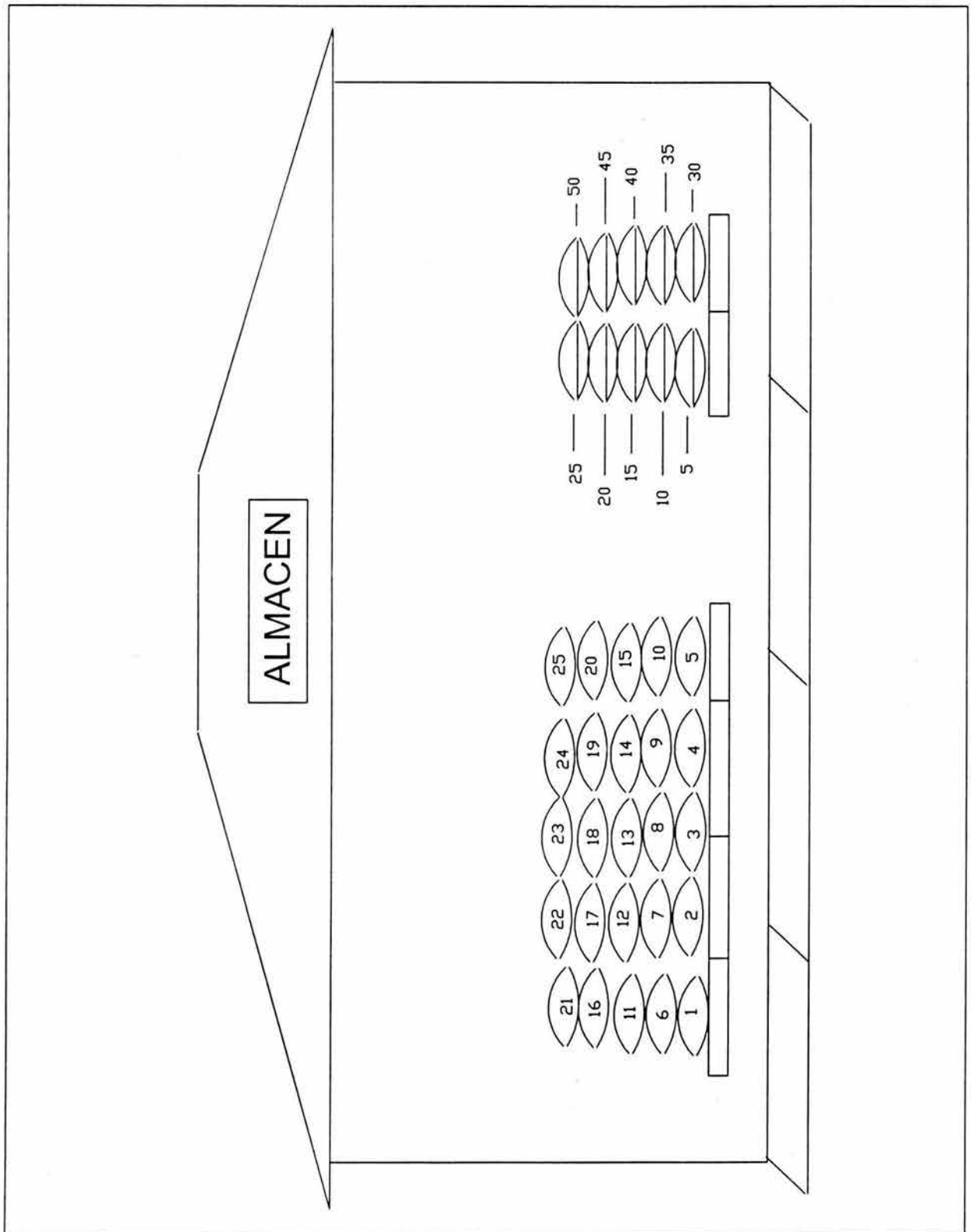
Tabla 7.14. Selección de muestras (en sacos de barita) empleando la tabla de números aleatorios.

| Número de Muestras | Números aleatorios (columna 9) *(de G.1) | Extracción de muestras (número de saco) |
|--------------------|--|---|
| 1                  | 36→693                                   | 693                                     |
| 2                  | 94→730                                   | 730                                     |
| 3                  | 38→725                                   | 725                                     |
| 4                  | 80→780                                   | 780                                     |
| 5                  | 09→983                                   | 983                                     |
| 6                  | 82→732                                   | 732                                     |
| 7                  | 35→083                                   | 083                                     |
|                    | 35→083                                   |   |
| 8                  | 76→554                                   | 554                                     |
| 9                  | 72→152                                   | 152                                     |
| 10                 | 05→607                                   | 607                                     |
| 11                 | 73→144                                   | 144                                     |
| 12                 | 16→553                                   | 553                                     |
| 13                 | 86→044                                   | 044                                     |
| 14                 | 00→033                                   | 033                                     |
| 15                 | 33→310                                   | 310                                     |
| 16                 | 97→403                                   | 403                                     |
| 17                 | 16→489                                   | 489                                     |
| 18                 | 68→876                                   | 876                                     |
| 19                 | 80→644                                   | 644                                     |
| 20                 | 29→891                                   | 891                                     |
| 21                 | 91→903                                   | 903                                     |
| 22                 | 42→027                                   | 027                                     |
|                    | 36→152                                   |   |
| 23                 | 39→782                                   | 782                                     |
| 24                 | 13→442                                   | 442                                     |
| 25                 | 78→662                                   | 662                                     |
| 26                 | 45→349                                   | 349                                     |
| 27                 | 05→174                                   | 174                                     |
| 28                 | 92→520                                   | 520                                     |
| 29                 | 51→202                                   | 202                                     |
| 30                 | 26→123                                   | 123                                     |
| 31                 | 85→205                                   | 205                                     |
| 32                 | 71→899                                   | 899                                     |





**Figura 7.7.** Camión transportando sacos de barita y forma de estibarlos en el almacén mientras se realiza la selección.



**Figura 7.8. Forma de estibar los sacos de barita, para la futura selección de toma muestras.**

### 3. Obtener las muestras representativas

Para conformar las muestras representativas, se determina nuevamente el número de especímenes. Ahora, el lote unitario es un saco de 50 kg de barita. Se conserva el muestreo sencillo, inspección normal, nivel de inspección general de I. Nuevamente se considera un lote aislado.

En la tabla A.1 del apéndice A, para un tamaño de lote de 26 a 50, le corresponde una letra clave C. En la tabla C.1 "calidad límite (en porcentaje de defectuosas) para el cual  $P_a=10\%$  del apéndice C, ha esta letra clave C le corresponde un tamaño de muestra de 5, que es el número de especímenes que se toman por cada saco. Este tamaño de muestra 5, debe representar 5 kg de barita.

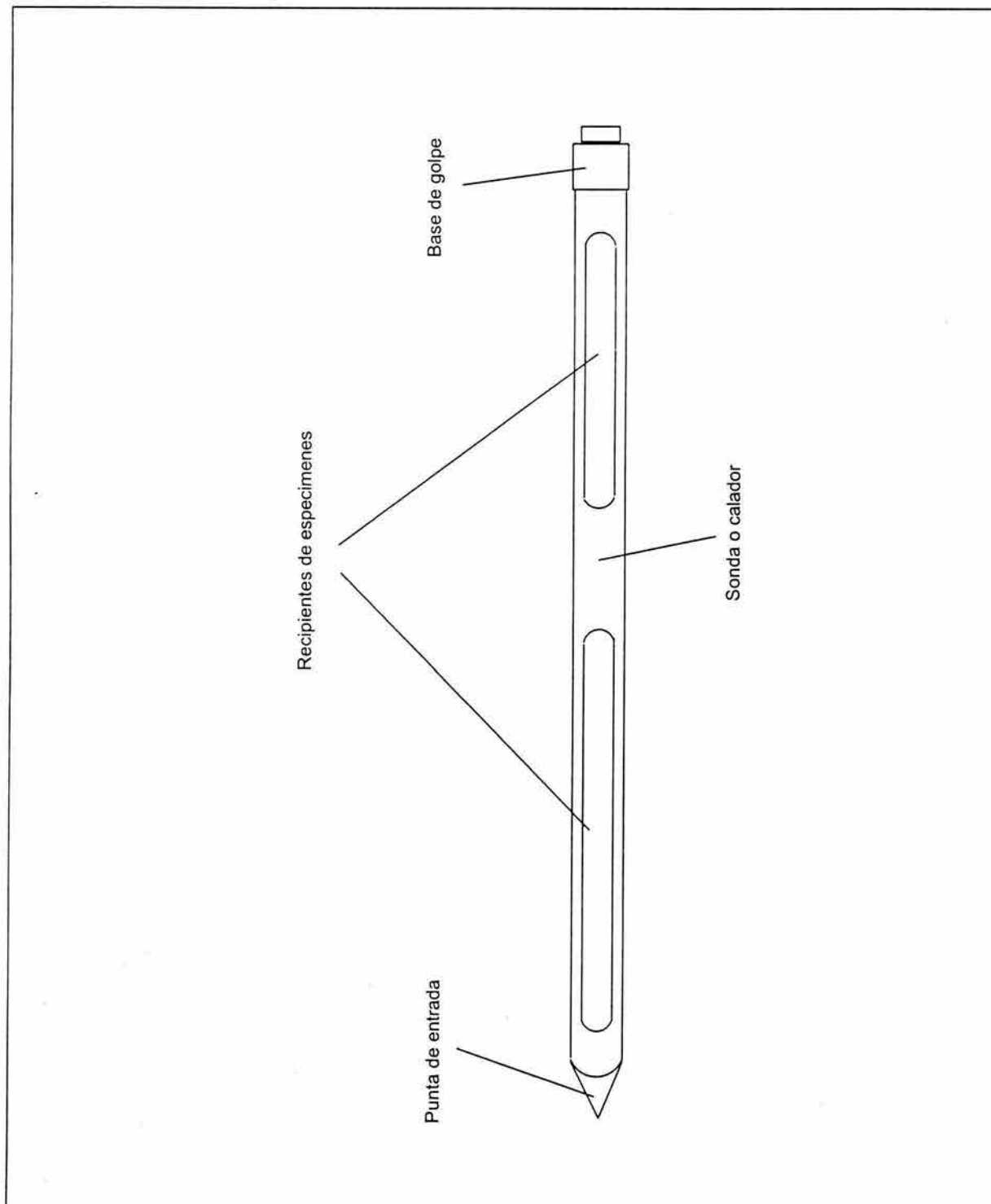
### 4. Extracción de especímenes.

Para la extracción de especímenes de barita de un saco de 50 kg se emplea la sonda o calador figura 7.9, que debe tomar dos especímenes por cada inmersión en los sacos, debido a que cuenta con dos espacios y cuando entra la sonda se llenan de barita. Se aplica una segunda inmersión con el fin de obtener 4 especímenes. De nuevo se aplica una tercera inmersión con el fin de obtener un total de 5 especímenes. Este proceso, se aplica en los 32 sacos seleccionados de un proceso aleatorio. Los 5 especímenes extraídos de cada saco se mezclan perfectamente para obtener una mezcla homogénea, y posteriormente la muestra se reduce en un cuarteador, para dividirla en tres porciones: una para el análisis, otra para el proveedor y otra más para el usuario.

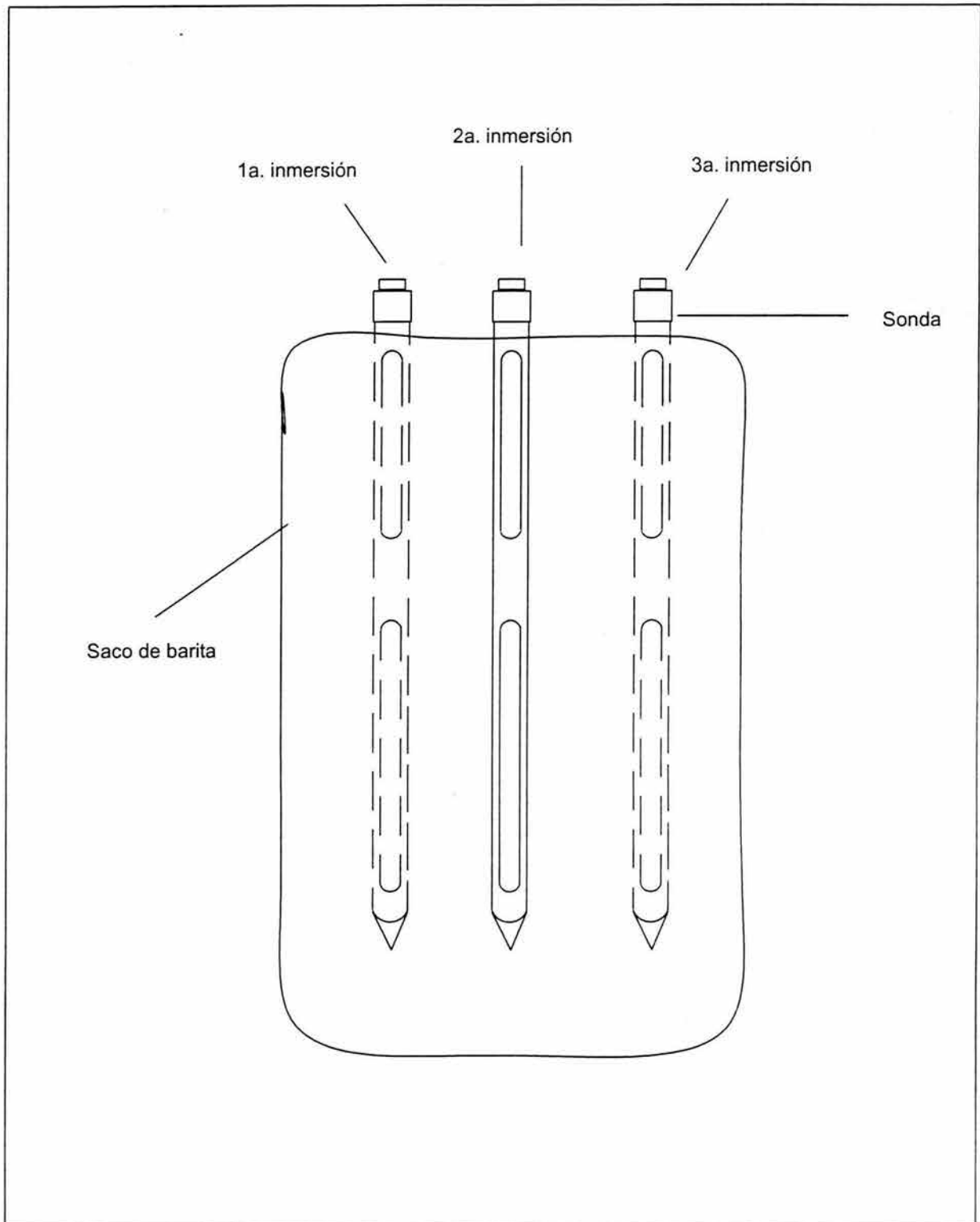
Para tomar la muestra de especímenes de los sacos de barita, la sonda entra verticalmente en cada punto de muestreo como se indica en la figura 7.10, este procedimiento se realiza con el fin de obtener muestras homogéneas de barita dentro del saco.

### 5. Aceptación del lote de barita.

Las porciones obtenidas para el análisis de cada punto de muestreo en los sacos están sujetas a los métodos de prueba de la densidad, humedad, granulometría, metales alcalinotérreos y alcalinidad total, además, deberán cumplir con las especificaciones de la norma NMX-L-159-SCFI-2003. Bastará, que siete de las porciones que representa cada una a un saco de 50 kg de barita cumpla con todas las especificaciones de la Norma, para que el lote de 1000 sacos sea aceptado. En caso contrario, de no cumplir las especificaciones 8 porciones, el lote se rechaza.



**Figura. 7.9. Sonda o calador, empleada para tomar 2 especímenes de barita de un saco.**



**Figura 7.10. Forma de introducir la sonda en un saco, para tomar 5 especimenes de barita.**

## PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN POR MUESTREO EN LA ZONA DE SILOS

### ► Procedimiento de inspección para un silo que contiene 50 t de barita.

A continuación se describe el procedimiento de inspección por muestreo a seguir.

#### 1. Se determina el plan de muestreo.

Una vez especificado el Nivel de Calidad Aceptable (NCA=10) y el Nivel de Inspección General I.

En la tabla E.1 “Planes de muestreo para el tamaño de la muestra correspondiente a la letra clave C” del apéndice E, de la columna tipo de plan de muestreo (seleccionando muestreo sencillo), y de la columna tamaño de la muestra (seleccionando el número cinco), en la intersección con el valor de 10 correspondiente a la columna de nivel de calidad aceptable (para inspección normal), obtenemos los valores de  $A_c=1$  y  $R_c=2$ , que nos indican el número de aceptación y rechazo para un lote de 50 t de barita.

Por lo tanto, para las siguientes especificaciones:

- Un lote de un silo de 50 t de barita
- Con NCA de 10
- Nivel de inspección general de I
- Inspección normal
- Muestreo sencillo

Se determina el siguiente plan de muestreo:

- Tamaño de la muestra → 5
- Número de aceptación → 1
- Número de rechazo → 2

Quiere decir lo siguiente: para un silo de 50 t de barita, se deben extraer para ser analizadas cinco muestras por separado mediante un proceso aleatorio (que se explica a detalle en el inciso dos), y cada muestra es equivalente a 1t o 1000 kg de barita. El número de aceptación de 1, indica que, bastará que una de las cinco muestras cumpla con las especificaciones en las pruebas realizadas a la barita, para ser aceptado todo el lote. Por el contrario si dos muestras de cinco, no cumplen con las especificaciones en las pruebas, el lote se rechaza.

## 2. Por medio de un proceso aleatorio se obtienen las muestras.

Como el tamaño de muestra es cinco, se deben extraer cinco muestras del silo, de 1 t o 1000 kg de barita cada una, de un proceso aleatorio para su análisis. Existen dos formas de obtener de un proceso aleatorio estas cinco muestras:

Primera: Que sean extraídas del silo, 50 muestras de 1000 kg envasadas en algún recipiente, se enumeran y seleccionan cinco muestras, lo cual, resulta ser un proceso no adecuado.

Segunda: Considerando generalmente que; un silo cuenta con un domo pasa hombre de 80 cm de diámetro en la parte superior por donde se vierte la barita, se pueden obtener 25 puntos para tomar muestras mediante la rejilla de muestreo circular colocada en el domo y numerarlos como se muestra en la figura 7.11, cada punto representa dos toneladas de barita figura 7.12. Como se necesitan 50 puntos de muestreo el punto de muestreo 1 también representa al punto de muestreo 26, el 2 al 27, el 3 al 28, etc. como se muestra en la tabla 7.15.

Cada punto de muestreo puede ser representado también en los siguientes rangos (101 al 150), (501 al 550), (1001 al 1050) etc. Si el rango elegido es (1 al 51). De la tabla G.1 apéndice G “Ejemplos de números aleatorios”, se pueden considerar las dos primeras cifras, tres primeras cifras ó más de los números aleatorios. Considerando las dos primeras cifras de acuerdo al tamaño del lote. Se puede seleccionar cualquier columna del 1 al 11. Se elige la columna 4 de números aleatorios y se van seleccionando los puntos de muestreo sobre el domo del silo de acuerdo a como vayan apareciendo verticalmente en forma descendente en tal columna como se muestra en la tabla 7.16.

De esta forma, se obtienen los cinco puntos de muestreo que representan una tonelada cada uno de muestra de barita.

Estas muestras representadas por los puntos de muestreo no se extraen de la tolva, debido a que sería difícil su extracción.

El siguiente paso es obtener las muestras representativas de cada una de estas cinco muestras.

**Tabla 7.15. Representación de puntos de muestreo sobre el domo del silo, para obtener especímenes de barita.**

| ÁNGULO DE INCLINACIÓN DE LA SONDA | PUNTO DE MUESTREO SOBRE EL DOMO | PUNTO DE MUESTREO QUE REPRESENTA EN EL RANGO (26 A 50) TONELADAS. |
|-----------------------------------|---------------------------------|---|
| 90°                               | 1                               | 26  |
| 90°                               | 2                               | 27  |
| 90°                               | 3                               | 28  |
| 90°                               | 4                               | 29  |
| 90°                               | 5                               | 30  |
| 90°                               | 6                               | 31  |
| 90°                               | 7                               | 32  |
| 90°                               | 8                               | 33  |
| 90°                               | 9                               | 34  |
| 60°                               | 10                              | 35  |
| 60°                               | 11                              | 36  |
| 60°                               | 12                              | 37  |
| 60°                               | 13                              | 38  |
| 60°                               | 14                              | 39  |
| 60°                               | 15                              | 40  |
| 60°                               | 16                              | 41  |
| 60°                               | 17                              | 42  |
| 45°                               | 18                              | 43  |
| 45°                               | 19                              | 44  |
| 45°                               | 20                              | 45  |
| 45°                               | 21                              | 46  |
| 45°                               | 22                              | 47  |
| 45°                               | 23                              | 48  |
| 45°                               | 24                              | 49  |
| 45°                               | 25                              | 50  |



**Tabla 7.16. Selección de puntos de muestreo por medio de la tabla de números aleatorios para obtener especímenes de barita.**

| COLUMNA<br>*(de G.1) | NÚMERO<br>ALEATORIO<br>*(de G.1) | SELECCIÓN DEL PUNTO DE<br>MUESTREO |
|----------------------|----------------------------------|------------------------------------|
| 4                    | 533→81                           |                                    |
| 4                    | 919→62                           |                                    |
| 4                    | 876→37                           | 37                                 |
| 4                    | 493→23                           | 23                                 |
| 4                    | 144→42                           | 42                                 |
| 4                    | 982→75                           |                                    |
| 4                    | 789→85                           |                                    |
| 4                    | 826→74                           |                                    |
| 4                    | 533→63                           |                                    |
| 4                    | 278→89                           |                                    |
| 4                    | 742→11                           | 11                                 |
| 4                    | 101→19                           | 19                                 |

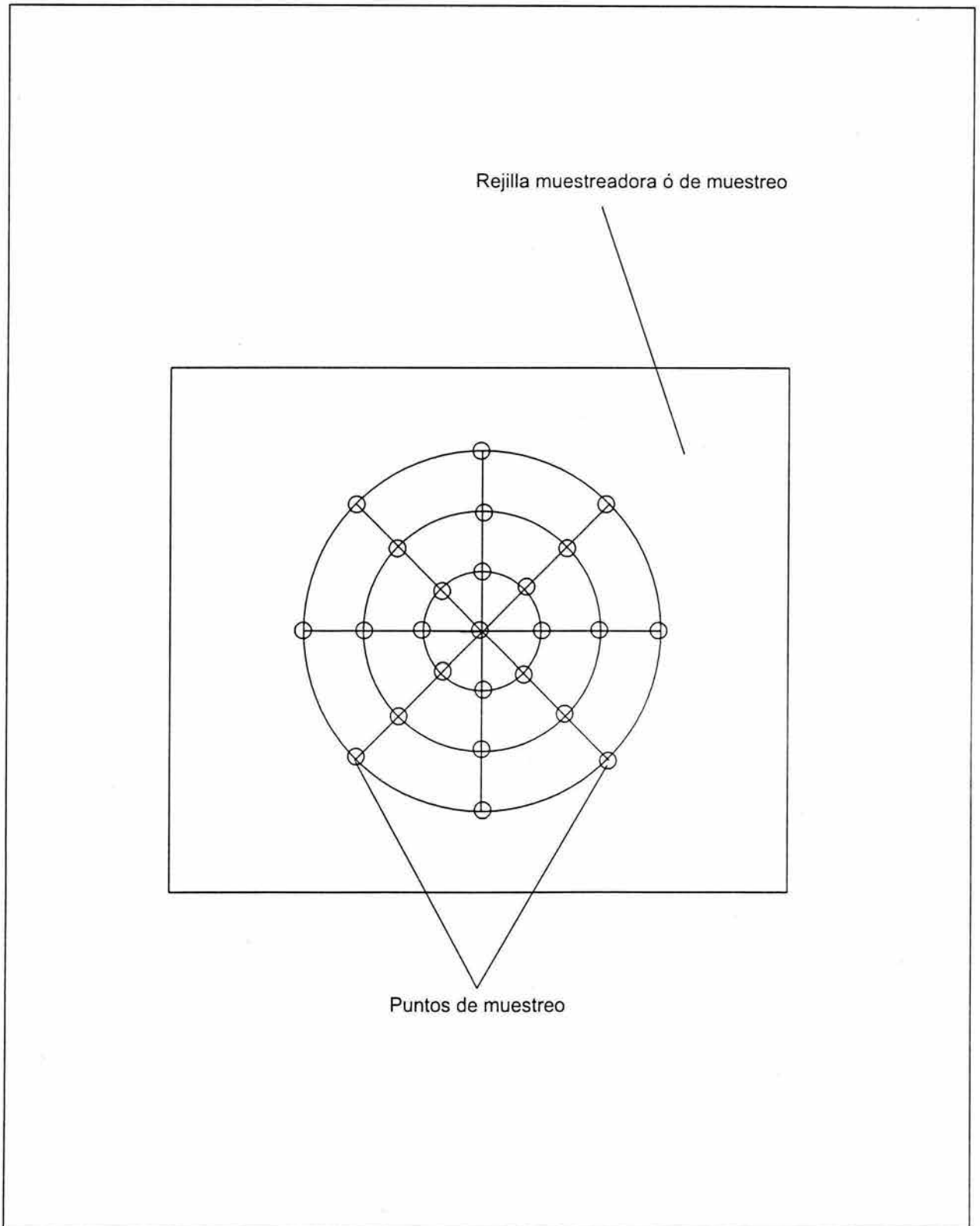


Figura 7.11. Rejilla muestreadora o de muestreo para un silo de 50 t.

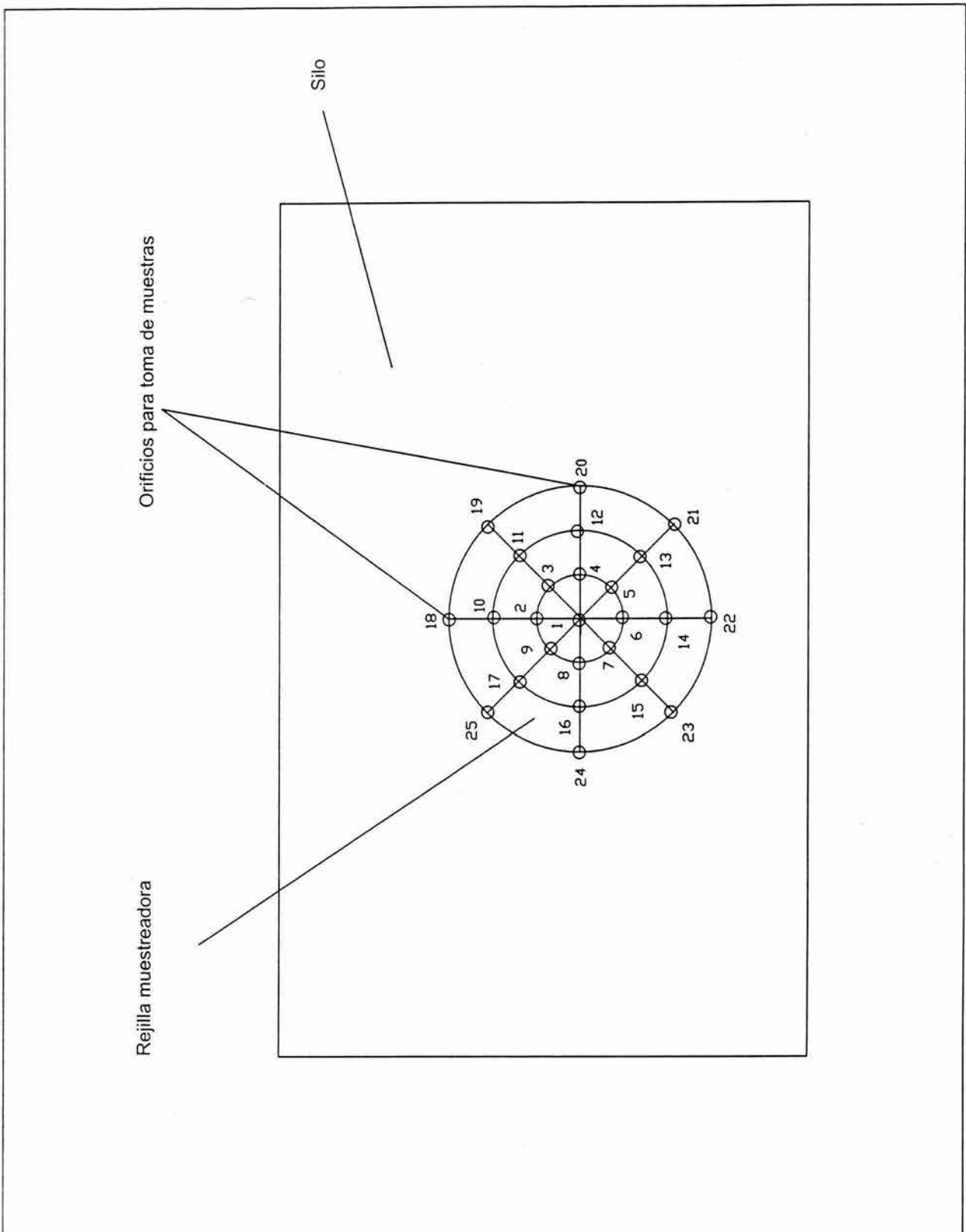


Figura 7.12. Selección de puntos de muestreo sobre el domo del silo.

### 3. Obtener las muestras representativas

Para conformar las muestras representativas, se determina el número de especímenes. Ahora, el lote es de 1000 kg de barita. Se conserva el muestreo sencillo, inspección normal, nivel de inspección general de I. Nuevamente se considera un lote aislado.

En la tabla A.1 del apéndice A, para un tamaño de lote de 501 a 1200, le corresponde una letra clave G. En la tabla C.1 "calidad límite (en porcentaje de defectuosas) para el cual  $P_a=10\%$  del apéndice C, a esta letra clave G le corresponde un tamaño de muestra de 32, que es el número de especímenes que se toman por cada muestra de 1000 kg de barita. Este tamaño de muestra de 32 debe representar 32 kg de barita.

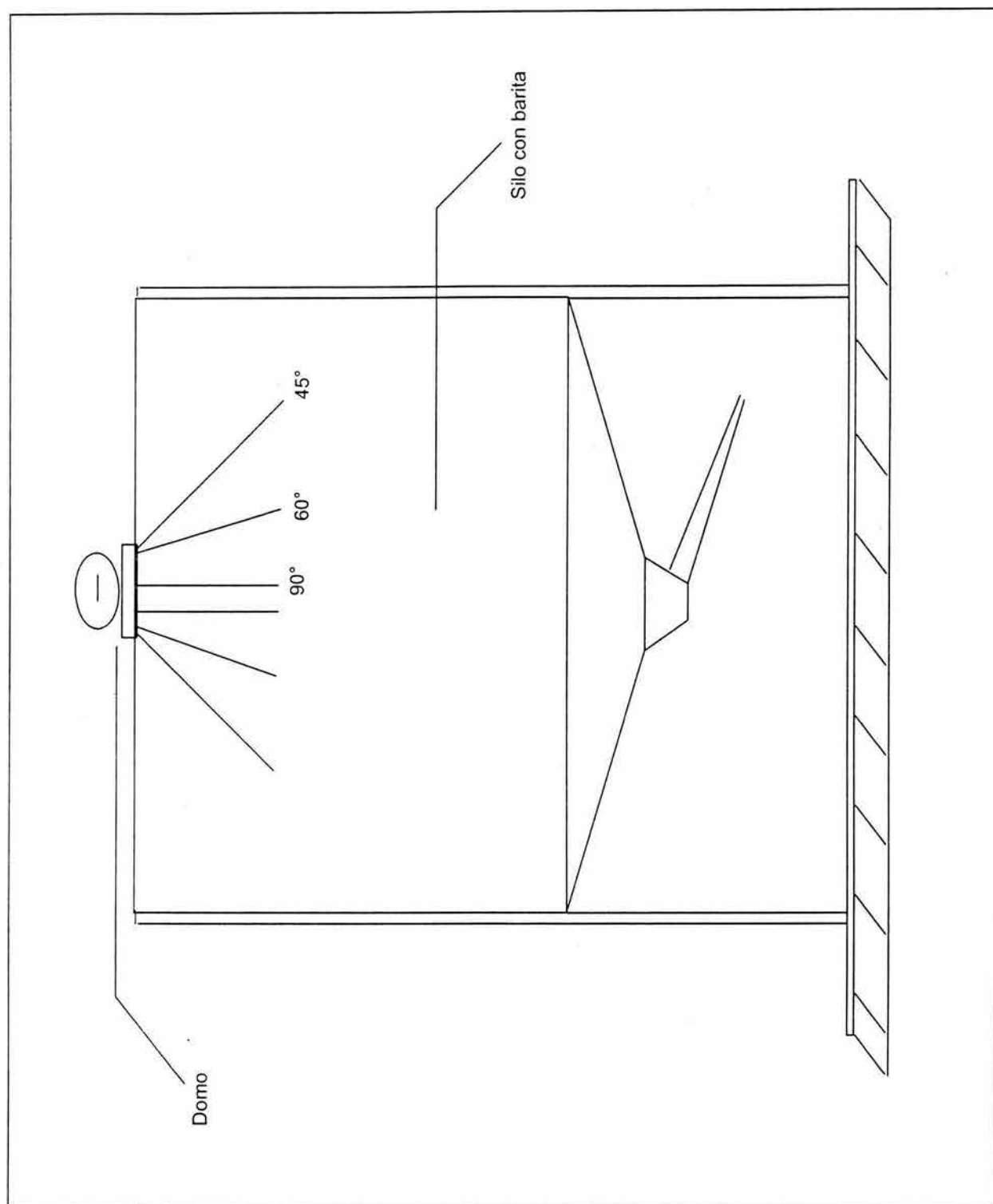
### 4. Extracción de especímenes.

Para la extracción de especímenes de un silo de 50 t de barita se emplea la sonda o calador emplea para una tolva, que debe tomar once especímenes por cada inmersión en los puntos de muestreo (37, 23, 42, 11 y 19), debido a que cuenta con once espacios y cuando entra la sonda se llenan de barita. Se aplica una segunda inmersión con el fin de obtener 22 especímenes. De nuevo se aplica una tercera inmersión con el fin de obtener un total de 32 especímenes. Este proceso, se aplica en cada punto de muestreo seleccionado de un proceso aleatorio. Los 32 especímenes extraídos de cada punto de muestreo se mezclan perfectamente para obtener una mezcla homogénea y posteriormente la muestra se reduce en un cuarteador, para dividirla en tres porciones: una para el análisis, otra para el proveedor y otra más para el usuario.

Para tomar la muestra de especímenes de los puntos de muestreo que se localizan en la circunferencia mayor del domo, la sonda entra con un ángulo de  $45^\circ$ . Para tomar las muestras de los puntos que se localicen en la circunferencia media la sonda entra con un ángulo de  $60^\circ$  y para tomar la muestra de la circunferencia menor y el punto central la sonda entra verticalmente, este procedimiento se realiza con el fin de obtener muestras homogéneas de barita dentro de la tolva figura 7.13.

### 5. Aceptación del lote de barita.

Las porciones obtenidas para el análisis de cada punto de muestreo están sujetas a los métodos de prueba de la densidad, humedad, granulometría, metales alcalinotérreos y alcalinidad total, además, deberán cumplir con las especificaciones de la norma NMX-L-159-SCFI-2003. Bastará, que una de las porciones que representa a una tonelada de barita cumpla con todas las especificaciones de la Norma, para que el silo de cincuenta toneladas sea aceptado. En caso contrario, de no cumplir las especificaciones 2 porciones, el lote se rechaza.



**Figura 7.13. Ángulos de introducción de la sonda en el silo, para tomar muestras de barita.**

## INSPECCIÓN POR MUESTREO EN LA ZONA DE ALMACÉN PARA MATERIALES DE LODOS

### ► Para un lote de 1000 sacos cada uno de 50 kg de barita.

A continuación, se describe el procedimiento a seguir en la inspección por muestreo.

#### 1. Se determina el plan de muestreo.

Una vez especificado el Nivel de Calidad Aceptable (NCA=10) y el Nivel de Inspección General I.

En la tabla E.4 "Planes de muestreo para el tamaño de la muestra correspondiente a la letra clave G" del apéndice E, de la columna tipo de plan de muestreo (seleccionando muestreo sencillo), y de la columna tamaño de la muestra (seleccionando el número 32), en la intersección con el valor de 10 correspondiente a la columna de nivel de calidad aceptable (para inspección normal), obtenemos los valores de  $A_c=7$  y  $R_e=8$ , que nos indican el número de aceptación y rechazo para un lote de 1000 sacos de barita.

Por lo tanto, para las siguientes especificaciones:

- Lote aislado de 1000 sacos de barita
- Con NCA de 10
- Nivel de inspección general de I
- Inspección normal
- Muestreo sencillo

Se determina el siguiente plan de muestreo:

- Tamaño de la muestra → 32
- Número de aceptación → 7
- Número de rechazo → 8

Quiere decir lo siguiente: para un lote de 1000 sacos de barita, se deben extraer para ser analizadas treinta y dos muestras por separado mediante un proceso aleatorio (que se explica a detalle en el inciso dos), y cada muestra es equivalente a 1 saco de 50 kg de barita. El número de aceptación de 7, indica que; bastará que siete de las treinta y dos muestras cumpla con las especificaciones en las pruebas

realizadas a la barita, para ser aceptado todo el lote. Por el contrario si ocho muestras de treinta y dos, no cumplen con las especificaciones en las pruebas, el lote se rechaza.

2. Por medio de un proceso aleatorio se obtienen las muestras.

Como el tamaño de muestra es treinta y dos, se deben extraer treinta y dos sacos de 50 kg cada uno del lote de 1000 sacos de barita, de un proceso aleatorio para su análisis.

Existe una forma de obtener de un proceso aleatorio estas treinta y dos muestras.

Los sacos que se encuentran en el almacén de componentes del lodo estén estibados en grupos de 50 sacos con arreglos de 5x2x5 y con separación entre cada grupo de 80 cm, de tal forma que exista libertad para extraer los sacos cuando se requiera la selección de los mismos aleatoriamente como se muestra en la figura 7.14. Esta es la forma más óptima de obtener las muestras. En caso de no disponer del espacio, estibarlos de manera que se facilite su extracción.

De la tabla G.1 del apéndice G “Ejemplos de números aleatorios para muestreo”, se consideran las tres primeras cifras de acuerdo al tamaño del lote, se elige cualquier columna del 1 al 11. Por ejemplo se elige la columna 9 de números aleatorios. A continuación, se asigna un número a cada saco (en un rango del 1 al 1000) y se van extrayendo conforme van apareciendo en la columna 9 verticalmente en forma descendente como se muestra en la tabla 7.17, Hasta completar las treinta y dos muestras.

De esta forma, se obtienen las treinta y dos muestras representadas por sacos de 50 kg de barita cada una para el análisis de pruebas.

**Nota:** La forma de estibar los sacos es la siguiente: Se colocan 10 sacos de base formando dos filas de 5, se van apilando hasta completar una altura de 5, de este arreglo queda un grupo de 50 sacos. De esta forma los sacos están a la vista por ambos lados y en caso de estar almacenados es muy fácil poder identificar cada uno de ellos para futuras inspecciones, como se muestra en la figura 7.14 y 7.15.

El siguiente paso es obtener las muestras representativas de de cada saco de barita que conforman las treinta y dos muestras.

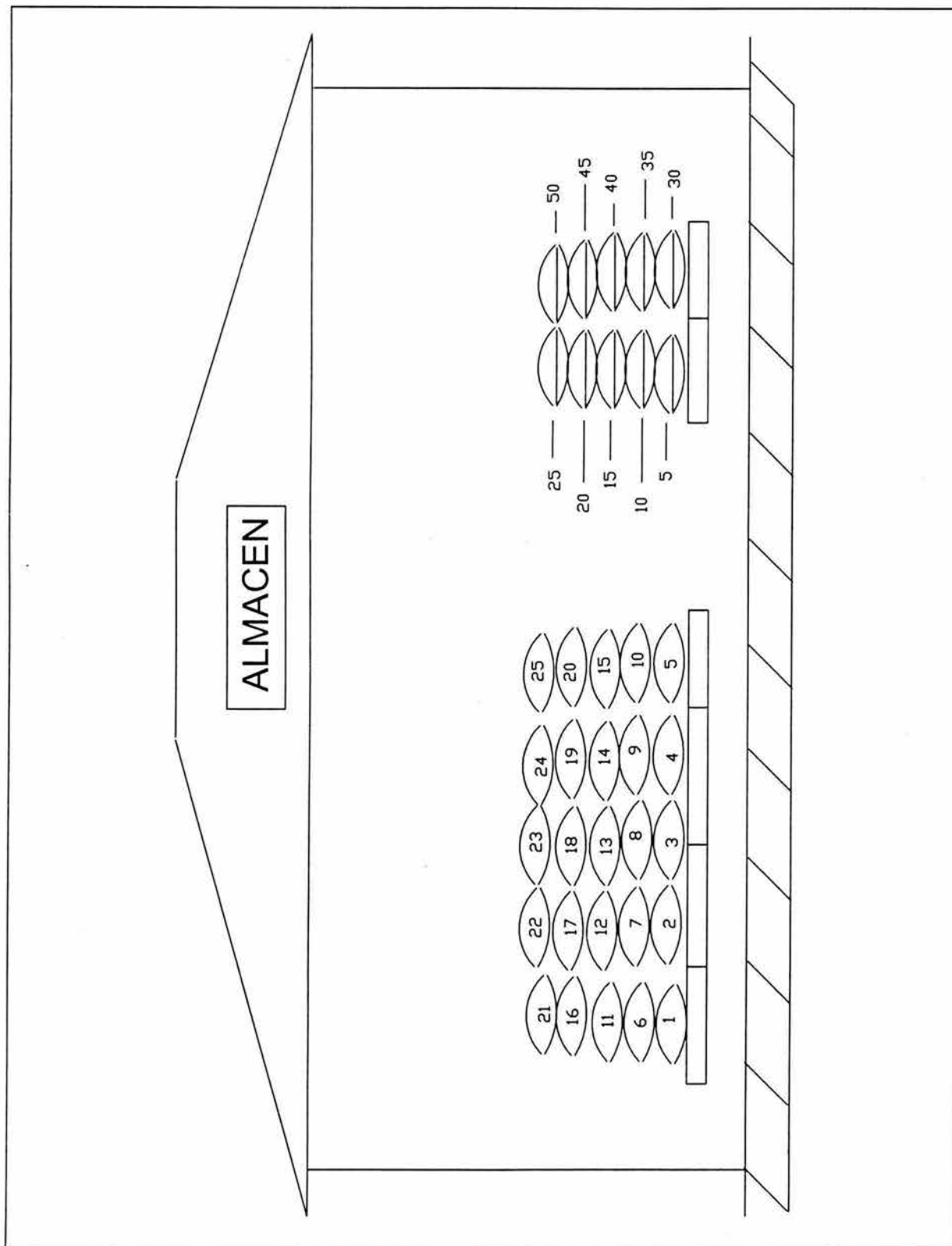
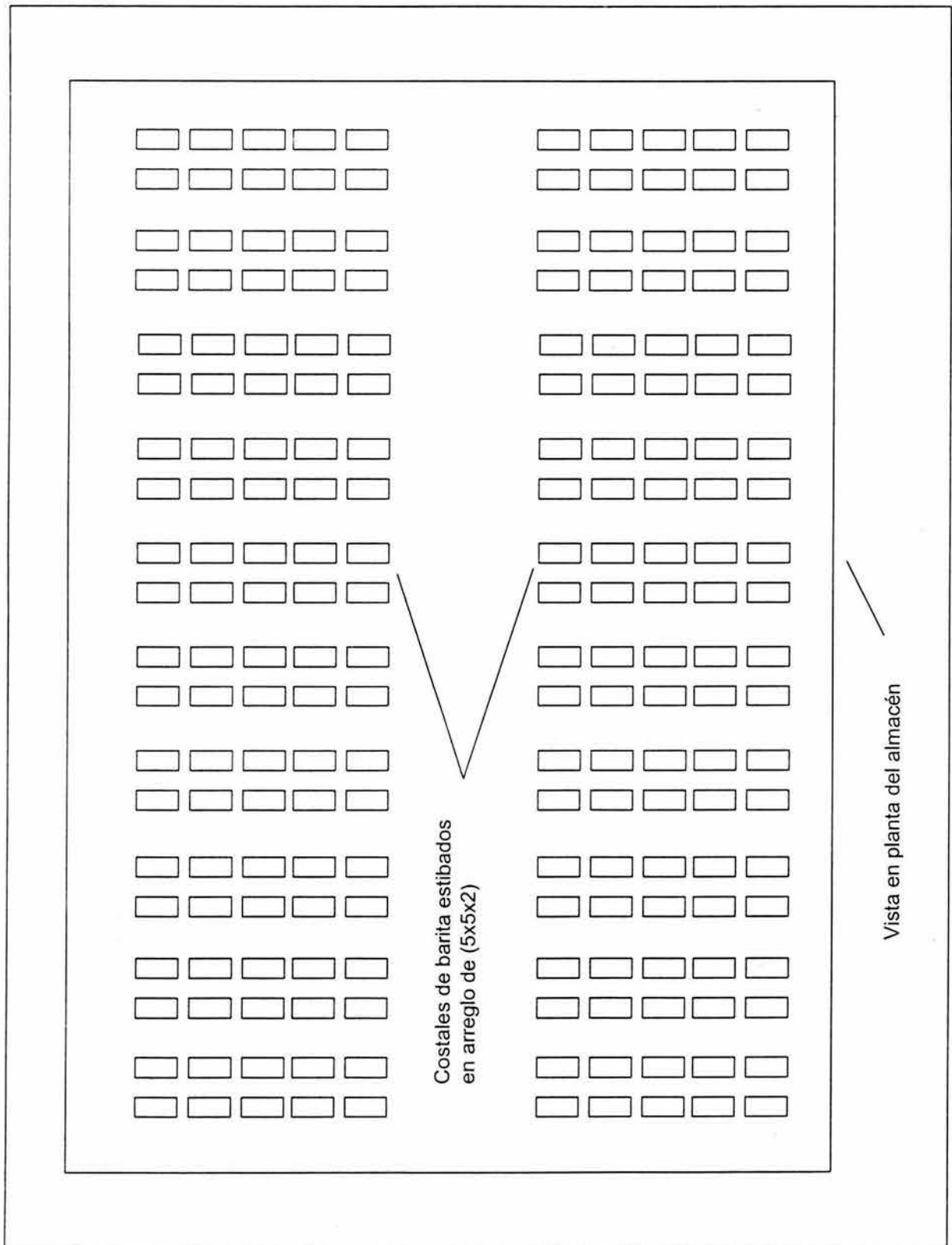


Figura 7.14. Forma de estibar 50 sacos de barita en el almacén para una futura selección de muestras.



**Tabla 7.17. Extracción de muestras (de los sacos de barita) empleando la tabla de números aleatorios.**

| Número de Muestras | Números aleatorios (columna 9)<br>*(de G.1) | Extracción de muestras (número de saco) |
|--------------------|---|---|
| 1                  | 36→693                                      | 693                                     |
| 2                  | 94→730                                      | 730                                     |
| 3                  | 38→725                                      | 725                                     |
| 4                  | 80→780                                      | 780                                     |
| 5                  | 09→983                                      | 983                                     |
| 6                  | 82→732                                      | 732                                     |
| 7                  | 35→083                                      | 083                                     |
|                    | 35→083                                      |   |
| 8                  | 76→554                                      | 554                                     |
| 9                  | 72→152                                      | 152                                     |
| 10                 | 05→607                                      | 607                                     |
| 11                 | 73→144                                      | 144                                     |
| 12                 | 16→553                                      | 553                                     |
| 13                 | 86→044                                      | 044                                     |
| 14                 | 00→033                                      | 033                                     |
| 15                 | 33→310                                      | 310                                     |
| 16                 | 97→403                                      | 403                                     |
| 17                 | 16→489                                      | 489                                     |
| 18                 | 68→876                                      | 876                                     |
| 19                 | 80→644                                      | 644                                     |
| 20                 | 29→891                                      | 891                                     |
| 21                 | 91→903                                      | 903                                     |
| 22                 | 42→027                                      | 027                                     |
|                    | 36→152                                      |   |
| 23                 | 39→782                                      | 782                                     |
| 24                 | 13→442                                      | 442                                     |
| 25                 | 78→662                                      | 662                                     |
| 26                 | 45→349                                      | 349                                     |
| 27                 | 05→174                                      | 174                                     |
| 28                 | 92→520                                      | 520                                     |
| 29                 | 51→202                                      | 202                                     |
| 30                 | 26→123                                      | 123                                     |
| 31                 | 85→205                                      | 205                                     |
| 32                 | 71→899                                      | 899                                     |



**Figura 7.15. Forma de estibar 1000 sacos de barita para futuras selecciones de muestras en el almacén.**

### 3. Obtener las muestras representativas

Para conformar las muestras representativas, se determina nuevamente el número de especímenes. Ahora, el lote unitario es un saco de 50 kg de barita. Se conserva el muestreo sencillo, inspección normal y nivel de inspección general de I. Nuevamente se considera un lote aislado.

En la tabla A.1 del apéndice A, para un tamaño de lote de 26 a 50 unidades, le corresponde una letra clave C. En la tabla C.1 "calidad límite (en porcentaje de defectuosas) para el cual  $P_a=10\%$  del apéndice C, ha esta letra clave C le corresponde un tamaño de muestra de 5, que es el número de especímenes que se toman por cada saco. Este tamaño de muestra 5, debe representar 5 kg de barita.

### 4. Extracción de especímenes.

Para la extracción de especímenes de barita de un saco de 50 kg, se emplea la sonda o calador figura 7.9 que debe tomar dos especímenes por cada inmersión en los sacos, debido a que cuenta con dos espacios y cuando entra la sonda se llenan de barita. Se aplica una segunda inmersión con el fin de obtener 4 especímenes. De nuevo se aplica una tercera inmersión con el fin de obtener un total de 5 especímenes. Este proceso, se aplica en los 32 sacos seleccionados de un proceso aleatorio. Los 5 especímenes extraídos de cada saco se mezclan perfectamente para obtener una mezcla homogénea, y posteriormente la muestra se reduce en un cuarteador, para dividirla en tres porciones: una para el análisis, otra para el proveedor y otra más para el usuario.

Para tomar la muestra de especímenes de los sacos de barita, la sonda entra verticalmente en cada punto de muestreo como se indica en la figura 7.10, este procedimiento se realiza con el fin de obtener muestras homogéneas de barita dentro del saco.

### 5. Aceptación del lote de barita.

Las porciones obtenidas para el análisis de cada punto de muestreo en los sacos están sujetas a los métodos de prueba de la densidad, humedad, granulometría, metales alcalinotérreos y alcalinidad total, además, deberán cumplir con las especificaciones de la norma NMX-L-159-SCFI-2003. Bastará, que siete de las porciones que representa cada una a un saco de 50 kg de barita cumpla con todas las especificaciones de la Norma, para que el lote de 1000 sacos sea aceptado. En caso contrario de no cumplir con las especificaciones 8 porciones, el lote se rechaza.

#### 7.4. PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN POR MUESTREO PARA UNA SERIE CONTINUA DE LOTES DE BARITA.

Se contemplan dos zonas en la que se realiza inspección por muestreo para lotes de barita que conforman series de lotes continuos:

- En la zona de recepción de productos
  - ◆ Para una serie de 25 tolvas de 50 t cada una de barita
  - ◆ Para una serie de 25 camiones de 1000 sacos de 50 kg cada uno de barita.
  
- En la zona de silos
  - ◆ Para una serie de 25 silos de 50 t cada uno de barita

En este inciso, únicamente se va a realizar el ejemplo para una serie continua de lotes representada por 25 tolvas que contienen 50 t de barita cada una, debido a que generalmente se aplica la inspección por muestreo para un lote aislado y por la amplitud del tema. Los casos restantes se pueden resolver aplicando el procedimiento que a continuación se detalla.

#### PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN POR MUESTREO EN LA ZONA DE RECEPCIÓN DE PRODUCTOS

##### ► Procedimiento de inspección para una serie de 25 tolvas de 50 t cada una de barita.

A continuación, se describe el procedimiento de inspección por muestreo a seguir.

1. Se conserva el nivel de calidad aceptable (NCA=10) y el nivel de inspección general I obtenido para un lote aislado, debido a que el contrato permanece vigente durante todo el proceso de inspección.
2. Se determina el plan de muestreo para inspección normal.

En la tabla A.1 "Letras clave correspondientes al tamaño de la muestra" del apéndice A, de la columna tamaño del lote, para un lote de 50 t, al nivel de inspección general de I le corresponde una letra clave C. En la tabla B.1 "planes de muestreo

sencillo para inspección normal” del apéndice B, a esta letra clave le corresponde un tamaño de muestra de 5 y de la intersección con la columna de niveles de calidad aceptable de 10, se obtienen los valores del número de aceptación  $Ac=1$  y el número de rechazo  $Re=2$ .

Por lo tanto, para las siguientes especificaciones:

- Serie continua de 25 tolvas de 50 t de barita
- Con NCA de 10
- Nivel de inspección general de I
- Inspección normal
- Muestreo sencillo

Se determina el siguiente plan de muestreo:

- Tamaño de la muestra → 5
- Número de aceptación → 1
- Número de rechazo → 2

Quiere decir lo siguiente: para un lote de 50 t de barita, se deben extraer para ser analizadas cinco muestras por separado mediante un proceso aleatorio, y cada muestra es equivalente a 1t o 1000 kg de barita. El número de aceptación de 1, indica que; bastará que una de las cinco muestras cumpla con las especificaciones en las pruebas realizadas a la barita, para ser aceptado todo el lote. Por el contrario si dos muestras de cinco, no cumplen con las especificaciones en las pruebas, el lote se rechaza.

3. Por medio de un proceso aleatorio se obtienen las muestras.

Se inicia la inspección por muestreo para la serie de lotes correspondientes a 25 tolvas de 50 t de barita cada una. De cada lote se obtienen las muestras por medio de un proceso aleatorio aplicando el procedimiento del inciso dos para un lote aislado de la página 7-23.

4. Obtener las muestras representativas

Para conformar las muestras representativas, se determina nuevamente el número de especímenes. Ahora, el lote es de 1000 kg. de barita. Se conserva el muestreo sencillo, inspección normal, nivel de inspección general de I.

En la tabla A.1 del apéndice A, para un tamaño de lote de 501 a 1200, le corresponde una letra clave G. En la tabla B.1 "Planes de muestreo sencillo para inspección normal" del apéndice B, ha esta letra clave G le corresponde un tamaño de muestra de 32, que es el número de especímenes que se toman por cada muestra de 1000 kg de barita. Este tamaño de muestra de 32 debe representar 32 kg de barita.

## 5. Extracción de especímenes.

Para la extracción de especímenes de una tolva de 50 t de barita (ver figuras 7.2 y 7.3 páginas 7-25 y 7-28), se emplea la sonda o calador (ver figura 7.4 página 7-29) que debe tomar once especímenes por cada inmersión en los puntos de muestreo (37, 23, 42, 11 y 19), debido a que cuenta con once espacios y cuando entra la sonda se llenan de barita. Se aplica una segunda inmersión con el fin de obtener 22 especímenes. De nuevo se aplica una tercera inmersión con el fin de obtener un total de 32 especímenes. Este proceso, se aplica en cada punto de muestreo seleccionado de un proceso aleatorio. Los 32 especímenes extraídos de cada punto de muestreo se mezclan perfectamente para obtener una mezcla homogénea, y posteriormente la muestra se reduce en un cuarteador (ver figura 7.5 página 7-30), para dividirla en tres porciones: una para el análisis, otra para el proveedor y otra más para el usuario.

Para tomar la muestra de especímenes de los puntos de muestreo que se localizan en la circunferencia mayor del orificio de la tolva, la sonda entra con un ángulo de 45°. Para tomar las muestras de los puntos que se localicen en la circunferencia menor la sonda entra con un ángulo de 60° y para tomar la muestra del punto central la sonda entrara verticalmente, este procedimiento se realiza con el fin de obtener muestras homogéneas de barita dentro de la tolva (ver figura 7.3 página 7-31).

## 6. Aceptación del lote de barita.

Las porciones obtenidas para el análisis de cada punto de muestreo están sujetas a los métodos de prueba de la densidad, humedad, granulometría, metales alcalinotérreos y alcalinidad total, además deberá cumplir con las especificaciones de la norma NMX-L-159-SCFI-2003. Bastará, que una de las porciones que representa a una tonelada de barita cumpla con todas las especificaciones de la Norma, para que el lote de cincuenta toneladas sea aceptado. En caso contrario, de no cumplir con las especificaciones 2 porciones, el lote se rechaza.

7. Este procedimiento se repite para cada lote que se encuentre originalmente en inspección normal, considerando los procedimientos de cambio que se mencionan en el inciso 2 de la pagina 7-21.

Si existe un procedimiento de cambio de inspección normal a rigurosa pasar al inciso 8.

Si existe un procedimiento de cambio de inspección normal a reducida, pasar al inciso 9.

Si no existe un procedimiento de cambio se debe continuar con inspección normal.

**8. Se determina el plan de muestreo para inspección rigurosa.**

En la tabla A.1 "Letras clave correspondientes al tamaño de la muestra" del apéndice A, de la columna tamaño del lote o partida, para un lote de 50 t, al nivel de inspección general de I le corresponde una letra clave C. En la tabla B.2 "planes de muestreo sencillo para inspección rigurosa" del apéndice B, a esta letra clave le corresponde un tamaño de muestra de 5 y de la intersección con la columna de niveles de calidad aceptable de 10, se obtienen los valores del número de aceptación  $Ac=1$  y el número de rechazo  $Re=2$ .

Por lo tanto, para las siguientes especificaciones:

- Serie continua de 25 tolvas de 50 t de barita
- Con NCA de 10
- Nivel de inspección general de I
- Inspección rigurosa
- Muestreo sencillo

Se determina el siguiente plan de muestreo:

- Tamaño de la muestra → 5
- Número de aceptación → 1
- Número de rechazo → 2

Se puede apreciar que el plan de muestreo permanece igual, con respecto al procedimiento de inspección de un lote aislado, únicamente cambia el lugar dentro de la curva de operación característica donde debe encontrarse en general la calidad de la producción.

➤ Por medio de un proceso aleatorio se obtienen las muestras.

Se inicia la inspección por muestreo para la serie de lotes correspondientes a 25 tolvas de 50 t de barita cada una. De cada lote se obtienen las muestras por medio de un proceso aleatorio aplicando el procedimiento del inciso dos para un lote aislado de la página 7-23.

➤ Obtener las muestras representativas

Para conformar las muestras representativas, se determina el número de especímenes. Ahora, el lote es de 1000 kg. de barita. Se conserva el muestreo sencillo, inspección rigurosa, nivel de inspección general de I.

En la tabla A.1 del apéndice A, para un tamaño de lote de 501 a 1200, le corresponde una letra clave G. En la tabla B.2 "Planes de muestreo sencillo para inspección rigurosa" del apéndice B, ha esta letra clave G le corresponde un tamaño de muestra de 32, que es el número de especímenes que se toman por cada muestra de 1000 kg de barita. Este tamaño de muestra de 32 debe representar 32 kg de barita.

➤ Extracción de especímenes.

Para la extracción de especímenes de una tolva de 50 t de barita (ver figura 7.2 y 7.3 páginas 7-25 y 7-28), se emplea la sonda o calador (ver figura 7.4 página 7-29), que debe tomar once especímenes por cada inmersión en los puntos de muestreo (37, 23, 42, 11 y 19), debido a que cuenta con once espacios y cuando entra la sonda se llenan de barita. Se aplica una segunda inmersión con el fin de obtener 22 especímenes. De nuevo se aplica una tercera inmersión con el fin de obtener un total de 32 especímenes. Este proceso, se aplica en cada punto de muestreo seleccionado de un proceso aleatorio. Los 32 especímenes extraídos de cada punto de muestreo se mezclan perfectamente para obtener una mezcla homogénea, y posteriormente la muestra se reduce en un cuarteador para dividirla en tres porciones: una para el análisis, otra para el proveedor y otra más para el usuario.

Para tomar la muestra de especímenes de los puntos de muestreo que se localizan en la circunferencia mayor del orificio de la tolva, la sonda entra con un ángulo de 45°. Para tomar las muestras de los puntos que se localicen en la circunferencia menor la sonda entra con un ángulo de 60° y para tomar la muestra del punto central la sonda entra verticalmente, este procedimiento se realiza con el fin de obtener muestras homogéneas de barita dentro de la tolva ( figura 7.6 página 7-31).

➤ Aceptación del lote de barita.

Las porciones obtenidas para el análisis de cada punto de muestreo están sujetas a los métodos de prueba de la densidad, humedad, granulometría, metales alcalinotérreos y alcalinidad total, además, deberán cumplir con las especificaciones de la norma NMX-L-159-SCFI-2003. Bastará, que una de las porciones que representa a una tonelada de barita cumpla con todas las especificaciones de la Norma, para que el lote de cincuenta toneladas sea aceptado. En caso contrario, de no cumplir con las especificaciones 2 porciones, el lote se rechaza.

➤ Este procedimiento se repite para cada lote que se encuentre originalmente en inspección rigurosa.



9. Se determina el plan de muestreo para inspección reducida.

En la tabla A.1 “Letras clave correspondientes al tamaño de la muestra” del apéndice A, de la columna tamaño del lote o partida, para un lote de 50 t, al nivel de inspección general de I le corresponde una letra clave C. En la tabla B.3 “planes de muestreo sencillo para inspección reducida” del apéndice B, a esta letra clave le corresponde un tamaño de muestra de 2 y de la intersección con la columna de niveles de calidad aceptable de 10, se obtienen los valores del número de aceptación  $Ac=0$  y el número de rechazo  $Re=2$ .

Por lo tanto, para las siguientes especificaciones:

- Serie continua de 25 tolvas de 50 t de barita
- Con NCA de 10
- Nivel de inspección general de I
- Inspección reducida
- Muestreo sencillo

Se determina el siguiente plan de muestreo:

- Tamaño de la muestra → 5
- Número de aceptación → 0
- Número de rechazo → 2

Se puede apreciar que el número de aceptación  $Ac=0$ , para este caso, a la primera porción que se acepte, el lote es aceptado y se cambia inmediatamente a inspección normal a partir del siguiente lote.

➤ Por medio de un proceso aleatorio se obtienen las muestras.

Se inicia la inspección por muestreo para la serie de lotes correspondientes a 25 tolvas de 50 t de barita cada una. De cada lote se obtienen las muestras por medio de un proceso aleatorio aplicando el procedimiento del inciso dos para un lote aislado de la página 7-23.

➤ Obtener las muestras representativas

Para conformar las muestras representativas, se determina nuevamente el número de especímenes. Ahora, el lote es de 1000 kg. de barita. Se conserva el muestreo sencillo, inspección normal, nivel de inspección general de I.

En la tabla A.1 del apéndice A, para un tamaño de lote de 501 a 1200, le corresponde una letra clave G. En la tabla B.3 “Planes de muestreo sencillo para inspección reducida” del apéndice B, ha esta letra clave G le corresponde un tamaño

de muestra de 32, que es el número de especímenes que se toman por cada muestra de 1000 kg de barita. Este tamaño de muestra de 32 debe representar 32 kg de barita.

➤ Extracción de especímenes.

Para la extracción de especímenes de una tolva de 50 t de barita (ver figura 7.2 y 7.3 páginas 7-25 y 7-28), se emplea la sonda o calador (ver figura 7.4 página 7-29) que debe tomar once especímenes por cada inmersión en los puntos de muestreo (37, 23, 42, 11 y 19), debido a que cuenta con once espacios y cuando entra la sonda se llenan de barita. Se aplica una segunda inmersión con el fin de obtener 22 especímenes. De nuevo se aplica una tercera inmersión con el fin de obtener un total de 32 especímenes. Este proceso, se aplica en cada punto de muestreo seleccionado de un proceso aleatorio. Los 32 especímenes extraídos de cada punto de muestreo se mezclan perfectamente para obtener una mezcla homogénea, y posteriormente la muestra se reduce en un cuarteador (ver figura 7.5 página 7-30), para dividirla en tres porciones: una para el análisis, otra para el proveedor y otra más para el usuario.

Para tomar la muestra de especímenes de los puntos de muestreo que se localizan en la circunferencia mayor del orificio de la tolva, la sonda entra con un ángulo de 45°. Para tomar las muestras de los puntos que se localicen en la circunferencia menor la sonda entra con un ángulo de 60° y para tomar la muestra del punto central la sonda entrara verticalmente, este procedimiento se realiza con el fin de obtener muestras homogéneas de barita dentro de la tolva figura (ver figura 7.6 página 7-31).

➤ Aceptación del lote de barita.

Las porciones obtenidas para el análisis de cada punto de muestreo están sujetas a los métodos de prueba de la densidad, humedad, granulometría, metales alcalinotérreos y alcalinidad total, además, deberán cumplir con las especificaciones de la norma NMX-L-159-SCFI-2003. Bastará, que una de las porciones que representa a una tonelada de barita cumpla con todas las especificaciones de la Norma, para que el lote de cincuenta toneladas sea aceptado. En caso contrario, si 2 porciones no cumplen con las especificaciones, el lote se rechaza.

➤ Este procedimiento se repite para cada lote que se encuentre originalmente en inspección reducida.

A continuación, se expone un ejemplo en la tabla 7.18 de una inspección por muestreo para una serie continua de 25 lotes de tolvas que contienen 50 t de barita cada una y la aplicación de los procedimientos de cambio bajo las siguientes condiciones:

- Se aplica inicialmente la inspección normal a menos que el proveedor y comprador acuerden otra cosa.

- Procedimiento de cambio de inspección normal a rigurosa:

Cuando esta realizándose la inspección normal y se rechazan 2 de 5 lotes en inspección original, se establece de inmediato inspección rigurosa.

- Procedimiento de cambio de inspección rigurosa a normal:

Cuando esta realizándose la inspección rigurosa y se aceptan 5 lotes consecutivos en inspección original, se debe establecer de inmediato la inspección normal.

- Procedimiento de cambio de inspección normal a reducida:

Cuando esta realizándose la inspección normal, se debe establecer la inspección reducida si se cumplen los siguientes requisitos:

- ◆ Cuando no se hayan rechazado en inspección normal los últimos 10 lotes.
- ◆ La suma del número de defectuosas de estos lotes sea menor al número límite de defectuosas permitidas en la tabla F.1 del apéndice F.
- ◆ La inspección tenga un ritmo constante.
- ◆ Cuando de mutuo acuerdo entre proveedor y comprador se considere deseable implantar la inspección reducida.

- Procedimiento de cambio de inspección reducida a normal:

Cuando se esta llevando a cabo la inspección reducida, se debe establecer de inmediato la inspección normal si en la inspección original sucede cualquiera de las siguientes circunstancias:

- ◆ Se rechaza un lote.
- ◆ Si la inspección se hace irregular o lenta.
- ◆ Otras condiciones que justifiquen la implantación de la inspección normal.

➤ Suspensión de la inspección:

En el caso de que 10 lotes permanezcan en inspección rigurosa y en espera de que una acción mejore la calidad del producto presentado.

**Ejemplo:** De un procedimiento de inspección por muestreo para una serie de lotes continuos, se presentan los resultados de los procedimientos de cambio en la tabla 7.18.

**Tabla 7.18. Ejemplos de procedimientos de cambio al aplicar inspección por muestreo de una serie de lotes continuos de 25 lotes que contienen barita.**

| Número de lote | Tamaño del lote | Tamaño De la muestra | (Ac) | (Re) | Unidades de producto defectuosas | Dictamen ( el lote es) | Tipo de inspección |
|----------------|-----------------|----------------------|------|------|----------------------------------|------------------------|--------------------|
| 1              | 50              | 5                    | 1    | 2    | 0                                | Aceptado               | Inicie con I.N.    |
| 2              | 50              | 5                    | 1    | 2    | 2                                | Rechazado              | Continúe en I.N.   |
| 3              | 50              | 5                    | 1    | 2    | 0                                | Aceptado               | Continúe en I.N.   |
| 4              | 50              | 5                    | 1    | 2    | 1                                | Aceptado               | Continúe en I.N.   |
| 5              | 50              | 5                    | 1    | 2    | 2                                | Rechazado              | Cambie a I.RI.     |
| 6              | 50              | 5                    | 1    | 2    | 1                                | Aceptado               | Continúe en I.RI   |
| 7              | 50              | 5                    | 1    | 2    | 0                                | Aceptado               | Continúe en I.RI   |
| 8              | 50              | 5                    | 1    | 2    | 0                                | Aceptado               | Continúe en I.RI.  |
| 9              | 50              | 5                    | 1    | 2    | 1                                | Aceptado               | Continúe en I.RI   |
| 10             | 50              | 5                    | 1    | 2    | 1                                | Aceptado               | Cambie a I.N.      |
| 11             | 50              | 5                    | 1    | 2    | 0                                | Aceptado               | Continúe en I.N.   |
| 12             | 50              | 5                    | 1    | 2    | 0                                | Aceptado               | Continúe en I.N.   |
| 13             | 50              | 5                    | 1    | 2    | 0                                | Aceptado               | Continúe en I.N.   |
| 14             | 50              | 5                    | 1    | 2    | 1                                | Aceptado               | Continúe en I.N.   |
| 15             | 50              | 5                    | 1    | 2    | 0                                | Aceptado               | Continúe en I.N.   |
| 16             | 50              | 5                    | 1    | 2    | 0                                | Aceptado               | Continúe en I.N.   |
| 17             | 50              | 5                    | 1    | 2    | 0                                | Aceptado               | Continúe en I.N.   |
| 18             | 50              | 5                    | 1    | 2    | 0                                | Aceptado               | Continúe en I.N.   |
| 19             | 50              | 5                    | 1    | 2    | 0                                | Aceptado               | Continúe en I.N.   |
| 20             | 50              | 5                    | 1    | 2    | 0                                | Aceptado               | Cambie a I.RE.     |
| 21             | 50              | 5                    | 0    | 2    | 0                                | Aceptado               | Continúe en I.RE.  |
| 22             | 50              | 5                    | 2    | 2    | 1                                | Aceptado               | Continúe en I.RE.  |
| 23             | 50              | 5                    | 0    | 2    | 0                                | Aceptado               | Continúe en I.RE.  |
| 24             | 50              | 5                    | 0    | 2    | 1                                | Rechazado              | Cambie a I.N.      |
| 25             | 50              | 5                    | 1    | 2    | 0                                | Aceptado               | Continúe con I.N.  |

**Nota:** Para implantar la inspección reducida, se cuentan el número de defectuosas del lote 11 al 20 que resulta ser 1, también se suman los tamaños de muestras de estos mismos lotes que es de 50, con este valor y con la intersección del NCA de 10 se determina el número límite que resulta ser 2, de la tabla F.1 "Números límite para inspección reducida" del apéndice F. Como el número de defectuosas es menor que el número límite para inspección reducida se permite la inspección reducida.

El siguiente cuadro muestra los aspectos que considera cada procedimiento de inspección por muestreo.

| Aspectos a considerar   | Procedimiento establecido por las normas mexicanas | Procedimiento propuesto |
|---|--|-------------------------|
| Existe común acuerdo entre comprador y proveedor en fijar un NCA.                     | NO   | SI                      |
| Existe común acuerdo entre comprador y proveedor en fijar un NIG.                     | NO   | SI                      |
| Determina planes de muestreo  | NO   | SI                      |
| Especifica claramente si el procedimiento se aplica para un lote aislado.             | NO   | SI                      |
| Especifica claramente si el procedimiento se aplica para una serie continua de lotes. | NO   | SI                      |
| El comprador establece únicamente el nivel de inspección general.                     | SI   | NO                      |

## CAPÍTULO VIII

### PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN POR MUESTREO PARA UN FLUIDO DE EMULSIÓN INVERSA

#### 8.1. CONSIDERACIONES

Si quiere sujetarse un producto al método descrito en la Norma NMX-Z-12-1987- parte 1 y 2-SCFI de inspección por muestreo, sin que haya ningún problema, debe establecerse la especificación particular del producto. Los requisitos para elaborar dicha especificación, pueden resumirse como sigue:

- Deben expresarse en forma de atributos cada uno de los requisitos de inspección y/o de prueba que se relacionan con el producto.
- Para cada uno de dichos requisitos se debe indicar en forma categórica los factores que a continuación se enlistan.
  - ◆ Definición de la unidad de producto.
  - ◆ Definición de la forma de expresión de la inconformidad o sea:
    - Por ciento de defectos o porcentaje de defectuosos
    - Defectos por cien unidades
  - ◆ Clasificación de defectos cuando esto sea aplicable.
  - ◆ Si va a considerar cada defecto por separado para el NCA o si (y como) se deben agrupar los defectos.
  - ◆ El NCA requerido para cada defecto o grupos de defectos.
  - ◆ El nivel de inspección requerido para cada defecto o grupo de defectos.
  - ◆ Si va a aplicar inicialmente la inspección normal o sencilla o rigurosa.
  - ◆ Cualquier limitación que existe sobre el tamaño del lote.
  - ◆ Bajo que circunstancias debe suspenderse la inspección (y por la tanto la aceptación).

Además, si se desea, puede especificarse el tipo de plan de muestreo (sencillo, doble, etc.) pero esto no es indispensable. Si va a llevarse a cabo la inspección en lotes aislados pudiera ser preferible entonces el especificar el valor de la calidad límite en lugar del valor del nivel de inspección de calidad aceptable.

Para realizar la inspección por muestreo de un producto líquido, se toma como ejemplo al sistema de fluido llamado “**Fluido de emulsión inversa**”, y este procedimiento se puede aplicar al resto de productos líquidos. Para el caso específico de esta zona, en donde se reciben y almacenan los productos sólidos y líquidos que al mezclarse conforman los sistemas de fluidos de perforación, terminación y reparación de pozos petroleros, se propone el siguiente procedimiento, apegándose a la Norma Mexicana NMX-Z-12/1 y 2 -1987 con el fin de obtener planes de muestreo, tomando en consideración lo siguiente:

- Existe mutuo acuerdo entre comprador y proveedor del NCA (Nivel de Calidad Aceptable).
- Existe mutuo acuerdo entre comprador y proveedor en fijar un NIG (nivel de inspección general).
- El proceso de inspección para el primer ejemplo es de lotes aislados. Para el segundo ejemplo es de una serie continua de lotes. Por lo cual, las tablas de los apéndices a utilizarse son “Calidad Limite para inspección normal” y “Planes de muestreo sencillo para inspección normal, rigurosa y reducida respectivamente.

Para ambos ejemplos, se definen primero los siguientes puntos:

1. Definición de la unidad de producto:

A granel: Es cada uno de los metros cúbicos que contiene la presa o tanque, de 50 metros cúbicos.

2. Definición de la forma de expresión de la inconformidad.

- ◆ En por ciento de defectos o porcentaje de defectuosos.
- ◆ En defectos por cien unidades.

Para determinar si utilizamos el porcentaje de defectuosos o defecto por cien unidades y considerando que, para cada metro cúbico o envase, se tienen que determinar varias pruebas como: Filtrado APAT, efecto térmico, resistencia a la contaminación con arcilla, resistencia a la contaminación con salmuera (Para una emulsión inversa con relación aceite-agua 75/25 y densidad de  $1.60 \text{ g/cm}^3$ ) y poder de suspensión (para una emulsión inversa con relación aceite-agua de 80/20 y densidad de  $2.10 \text{ g/cm}^3$ ). Se contemplan dos situaciones:

- a) Considerando que la muestra representativa **puede no cumplir con las especificaciones de la Norma Mexicana en al menos una de cualquiera de las pruebas**, se determina al saco o tonelada **como un defectuoso**, y se especifica el NCA (Nivel de Calidad Aceptable) en porcentaje de defectuosos.

Ventajas:

- ◆ Es menos flexible en el control de la calidad.
- ◆ Es menos laborioso llevar el registro del control de la calidad.

Desventajas:

- ◆ Aporta menos información de los registros de calidad en los productos.

- b) Considerando que la muestra representativa **puede no cumplir con una o más especificaciones de la Norma en cualquiera de las pruebas**, se contabiliza cada prueba que no cumpla con las especificaciones, como un defecto, y se especifica el NCA en **defectos por cien unidades**.

Ventajas:

Existe mayor registro de la calidad de los productos.

- ◆ Se puede llevar un registro para que pruebas no se cumple con las especificaciones.

Desventajas:

- ◆ Es más flexible en el control de la calidad de los productos.
- ◆ Es más laborioso llevar el registro del control de la calidad.

De acuerdo al rango de nivel de calidad aceptable:

- ◆ Se expresa la inconformidad en porcentaje de defectuosos o en defectos por cien unidades, si los niveles de calidad aceptable son menores o iguales a 10.
- ◆ Por el contrario, se expresa únicamente, en defectos por cien unidades si los niveles de calidad aceptable son mayores a 10.

Para este ejemplo, se expresa la inconformidad en porcentaje de defectuosos.



3. Clasificación de defectos cuando esto sea aplicable.

Para este caso no existe clasificación de defectos.

En caso de que exista. Se considera que la muestra representativa puede no cumplir con una o más especificaciones en cualquiera de las pruebas y es como aceptar de inicio, que los productos no cumplan con las especificaciones de la Norma Mexicana. Lo más correcto, es realizar una clasificación de defectos, por lo tanto, como ejemplo: Se puede clasificar a las muestras representativas de cada metro cúbico o envase que no cumplan con las especificaciones del filtrado APAT y efecto térmico en **defectos mayores** y las muestras que no cumplan con las especificaciones de la resistencia a la contaminación con arcilla y resistencia a la contaminación con salmuera en **defectos menores**. Cabe mencionar que, para cada defecto existe un Nivel de calidad de Aceptación (NCA) distinto al otro, siendo más estricto para los defectos mayores y especificando el NCA en porcentaje defectuoso. Si el tamaño de la muestra cumple en cada uno de los dos planes de aceptación, es aceptado y si falla en alguno o en ambos, se rechaza el lote.

Ejemplo:

| Prueba | Clase         | NCA                  |
|--------|---------------|----------------------|
| A, B   | Defecto Mayor | 0.65% de defectuosas |
| C, D   | Defecto Menor | 2.5% de defectuosas  |

| Clase         | Tamaño de la muestra | Número de aceptación | Número de rechazo |
|---------------|----------------------|----------------------|-------------------|
| Defecto Mayor | 125                  | 2 defectuosas        | 3 defectuosas     |
| Defecto Menor | 125                  | 7 defectuosas        | 8 defectuosas     |

Sí A, B, C, D son pruebas de las unidades de producto en metros cúbicos o cualquier otro envase, siendo:

- A y B → defectos mayores
- C y D → defectos menores

Y la inspección arroja los siguientes resultados:

Una unidad de producto defectuosa en A

Una unidad de producto defectuosa en B y D  
Dos unidades de producto defectuosas en C  
Tres unidades de producto defectuosas en C y D

En total tenemos: Dos defectuosas mayores y seis defectuosas menores. Por lo tanto se acepta el lote.

4. Si va a considerarse cada defecto por separado para el NCA o si (y como) se debe agrupar los defectos.

Este punto se omite por no considerar clasificación de defectos.

En caso que se tome en cuenta: Los defectos se agrupan en mayores y menores.

5. El NCA requerido para cada defecto o grupos de defectos.

Este punto se omite por no considerar clasificación de defectos.

En caso que se tome en cuenta: Se asigna a cada grupo de defectos (mayores y menores) un NCA en porcentaje defectuoso.

6. El nivel de inspección requerido para cada defecto o grupo de defectos.

No se considera ninguno de los dos casos, se establece de común acuerdo entre comprador y proveedor un nivel de inspección general de I.

En caso de ser considerado: Se establece de común acuerdo entre comprador y proveedor, el nivel de inspección I para defectos mayores y defectos menores.

7. Si va a aplicar inicialmente inspección normal, rigurosa o reducida.

Se aplica inicialmente la inspección normal.

En caso de existir clasificación de defectos, se hace la misma aplicación para defectos mayores y defectos menores.

8. Cualquier limitación que exista sobre el tamaño del lote.

El lote unitario es el integrado por:

- ◆ Un tanque de 50 m<sup>3</sup> de fluido de emulsión inversa a granel.
- ◆ Puede existir el caso de contemplar un tanque en un rango de 45 m<sup>3</sup> a 55 m<sup>3</sup>.

9. Bajo que circunstancias debe suspenderse la inspección (y por lo tanto, la aceptación del lote).

Se suspenderá la inspección y la aceptación de lotes, únicamente cuando se presente lo siguiente:

- El fluido de emulsión inversa que está sometido a inspección por muestreo, no cumpla con las condiciones de aceptación de los planes de muestreo.
- El fluido de emulsión inversa que está sometido a inspección por muestreo, cumpla con las condiciones de rechazo de los planes de muestreo.
- Cuando exista la certeza del fluido que conforma el lote, no se encuentre con las condiciones óptimas de estar sujeto a una inspección por muestreo. Ejemplo: Que el lote estuvo expuesto a una lluvia y altero sus relaciones agua-aceite. Etc.

**NOTA:** Se emplea el muestreo sencillo en todo el proceso de inspección.

## 8.2. ESPECIFICACIÓN DEL NCA Y NIVEL DE INSPECCIÓN GENERAL.

Al desarrollar un plan de muestreo (considerando la selección de tablas de los apéndices B y E), es necesario conocer en primer lugar, cinco aspectos importantes que se muestran en la tabla 8.1.

**Tabla 8.1. Aspectos importantes de conocer antes de desarrollar un plan de muestreo para un fluido de emulsión inversa.**

1) El Nivel de Calidad Aceptable (NCA).

2) El nivel de inspección general (NIG)

En general, estos dos aspectos se acuerdan entre proveedor y comprador para cada producto en particular al iniciarse un contrato y permanecen constantes durante la vigencia del mismo.

3) Si va a utilizarse la inspección normal, rigurosa o reducida.

4) Si va a utilizarse el muestreo sencillo, doble o múltiple.

5) El tamaño del lote de fluido de emulsión inversa.

Para poder especificar un NCA, Se debe recordar; que al presentar una serie de lotes continuos a inspección usando los planes de muestreo de esta norma, expresados en las tablas B.1, B.2 y B.3 del apéndice B, el extremo superior de la curva de operación característica (COC), es el más importante, en el sentido de que la calidad de la producción, debe encontrarse en general en esta región de la curva, si es que se espera evitar los rechazos frecuentes de lotes de fluido de emulsión inversa, la inspección rigurosa y eventualmente la suspensión de la inspección. Sin embargo, el extremo inferior de la curva tiene importancia preponderante cuando el producto se presenta en un único lote aislado o una serie muy corta de lotes. En este caso, el consumidor no puede depender de la inspección rigurosa para obtener una protección adicional, debido a que no hay posibilidad para la aplicación del procedimiento de cambio. Es para estos casos que se han preparado las tablas de calidad límite C.1 y C.2 en porcentaje de defectuosos del apéndice C. Los valores tabulados son calidad límite (CL) 10 y 5, contra, porcentaje de defectuosas.

Por lo tanto: Se analizan la tabla del apéndice A en combinación con las tablas del apéndice B, G y F, para especificar el NCA de una serie de lotes continuos de fluido de emulsión inversa. Se analizan la tabla del apéndice A en combinación con las tablas del apéndice C, D, E y G para especificar el NCA de un lote aislado o una serie corta de lotes.

A continuación, se explica un procedimiento para especificar un NCA y un nivel de inspección general para un lote aislado y para una serie continua de lotes de FEI.

- Especificación para una forma en la que se presenta un lote aislado:
  - ◆ Si el lote aislado es un lote unitario representado por una presa o tanque de  $50 \text{ m}^3$  de fluido de emulsión inversa.
- Especificación para una forma en la que se presenta una serie continua de lotes:
  - ◆ Para una serie continua de lotes de 25 tanques o presas conformadas por lotes unitarios de  $50 \text{ m}^3$  de fluido de emulsión inversa.

### **8.2.1. ESPECIFICACIÓN DEL NCA Y NIVEL DE INSPECCIÓN GENERAL PARA UN LOTE AISLADO.**

Si el lote unitario es una presa o tanque de  $50 \text{ m}^3$  de fluido de emulsión inversa.

1. Se especifica, que se realizara inspección normal con muestreo sencillo, el tamaño de lote es de  $50 \text{ m}^3$  de fluido de emulsión inversa, la calidad límite se expresa en porcentaje de defectuosas para una probabilidad de aceptación de un lote del 10% ( $P_a = 10\%$ ).
2. En la tabla A.1 del apéndice A, seleccionar en la columna de "Tamaño del lote " el rango de valores de 26 a 50, se observa en la columna de "Niveles de inspección general", que existen tres niveles posibles de selección (I, II y III), con su respectiva letra clave (C, D y E).
3. De las tablas del apéndice C, seleccionar la tabla C.1 "calidad límite (en porcentaje de defectuosas) para la cual  $P_a=10\%$ , que corresponde a las especificaciones del inciso 1. En la columna que corresponde a las letras clave, se analizan las letras C, D y E y se determinan los siguientes posibles valores: tamaño de muestra, calidad límite y niveles de calidad aceptable, como se muestra en la tabla 8.2.

**Tabla 8.2. Posibles valores de selección de calidad límite y nivel de calidad aceptable para un lote aislado, representado por una presa o tanque de  $50 \text{ m}^3$  de un FEI.**

| Letra clave<br>*(de A.1 y C.1) | Nivel de inspección<br>*(de A.1) | Tamaño de muestra<br>*(de C.1) | Calidad Límite<br>*(de C.1) | Nivel de Calidad Aceptable<br>*(de C.1) |
|--------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|---|
| C                              | I                                | 5                              | 37                          | 2.5                                     |
|                                |                                  |                                | 58                          | 10.0                                    |
| D                              | II                               | 8                              | 25                          | 1.5                                     |
|                                |                                  |                                | 41                          | 6.5                                     |
|                                |                                  |                                | 54                          | 10.0                                    |
| E                              | III                              | 13                             | 16                          | 1.0                                     |
|                                |                                  |                                | 27                          | 4.0                                     |
|                                |                                  |                                | 36                          | 6.5                                     |
|                                |                                  |                                | 44                          | 10.0                                    |

4. Así mismo en la tabla 8.2 se tiene tres posibles tamaños de muestra a elegir con sus respectivas letras clave, niveles de inspección general, calidades límite y niveles de calidad aceptables.
5. De mutuo acuerdo entre consumidor y proveedor de la tabla 8.2, analizan el posible valor del nivel de calidad aceptable con su respectivo nivel de inspección general que beneficie a ambos, tomando en cuenta las siguientes consideraciones:

- a) Un nivel de calidad más estricto, aumenta el costo de cualquier producto.

- b) Se utilizan con mayor frecuencia los niveles de inspección general y se debe utilizar el nivel II a menos que se especifique claramente alguno de los otros niveles.
- c) Una buena elección de un nivel de inspección general es la que representa el tamaño de muestra de un 8% a un 10% como máximo del tamaño de un lote de 2 a 1200 unidades de producto, pero no es una regla. Generalmente cuando existe un mutuo acuerdo entre consumidor y proveedor, se especifica un nivel de inspección general de I, debido a que existe la confianza en el consumidor de que el proveedor respeta durante todo el proceso de producción del producto la calidad (expresada en porcentaje de defectuosas en los lotes), para que cuente con la probabilidad del 90% que el lote será aceptado. Con este porcentaje del tamaño de muestra puede justificarse el costo de la inspección por muestreo.

A continuación se analiza la tabla D.1.1 "Valores tabulados para las curvas de operación característica para planes de muestreo sencillo" del apéndice D. En la columna "Pa (en porcentaje de defectuosas)", se eligen los números 36.9 y 58.4 que son los valores que más se aproximan a 37 y 58 obtenidos en la tabla C.1 para la calidad límite y que corresponden a niveles de calidad aceptable de 2.5 y 10 respectivamente.

Utilizando la ecuación (1) de la expresión de la inconformidad (en porcentaje de defectuosas), se determina para los valores de 2.5 y 10 de calidad aceptable el límite máximo de unidades defectuosas (equivalentes en m<sup>3</sup> de fluido de emulsión inversa), que puede contener un lote de 50 m<sup>3</sup> para que exista un 10% de posibilidad que sea aceptado.

El porcentaje de defectuosas o porcentaje defectivo esta dado por la siguiente fórmula:

$$100 * \frac{\text{número de defectuosos}}{\text{número total de unidades de producto}} = \% \text{ defectivo} \quad \dots \quad (1)$$

**Tabla 8.3. Determinación del porcentaje y número de defectos para un lote aislado de fluido de emulsión inversa, representado por una presa o tanque de 50m<sup>3</sup>. Con letra clave C.**

|   |  |   |
|---|--|---|
| Probabilidad de aceptación del lote. (%)<br>*(de D.1.1) | NCA = 2.5<br>*(de D.1.1)   | NCA = 10<br>*(de D.1.1)   |
| Pa = 10   | $100 * \frac{18.4}{50} = 36.9$   | $100 * \frac{29.2}{50} = 58.4$  |
|   | Indica que un lote de 50 m <sup>3</sup> de fluido de emulsión inversa contiene 18.4 m <sup>3</sup> de defectuosas o 36.9 % de defectuosas. Y existe un 10 % de probabilidad de ser aceptado. | Indica que un lote de 50 m <sup>3</sup> de fluido de emulsión inversa, contiene 29.2 m <sup>3</sup> de defectuosas o 58.4 % de defectuosas. Y existe un 10 % de probabilidad de ser aceptado. |

**Nota:** Los valores entre paréntesis marcados con (\*) se refieren a las tablas de los apéndices.

Para el resto de los valores de cada columna se obtiene:

**Tabla 8.4. Determinación del porcentaje y número de defectos para un lote aislado de fluido de emulsión inversa, representado por una presa o tanque de 50m Con letra clave C.**

| Probabilidad de aceptación del lote (%)<br>*(de D.1.1) | NCA = 2.5 |      | NCA = 10 |      |
|--|-----------|------|----------|------|
|  | ND        | PD   | ND       | PD   |
| Pa = 25  | 12.10     | 24.2 | 22.70    | 45.4 |
| Pa = 50  | 6.45      | 12.9 | 15.70    | 31.4 |
| Pa = 75  | 2.79      | 5.59 | 9.70     | 19.4 |
| Pa = 90  | 1.04      | 2.09 | 5.60     | 11.2 |
| Pa = 95  | 0.51      | 1.02 | 3.81     | 7.63 |

Donde:

ND → Número de defectos.  
PD → Porcentaje de defectos.

Aplicando el mismo procedimiento para el análisis de la tabla D.2.1 del apéndice D. Se obtiene la tabla 8.5.

**Tabla 8.5. Determinación del porcentaje y número de defectos para un lote aislado de fluido de emulsión inversa, representado por una presa o tanque de 50 m<sup>3</sup>. Con letra clave D.**

| Probabilidad de aceptación del lote.<br>(%)<br>*(de D.2.1) | NCA = 1.5 |      | NCA = 6.5 |      | NCA = 10 |      |
|--|-----------|------|-----------|------|----------|------|
|  | ND        | PD   | ND        | PD   | ND       | PD   |
| Pa = 10  | 12.5      | 25.0 | 20.30     | 40.6 | 26.95    | 53.9 |
| Pa = 25  | 7.95      | 15.9 | 15.15     | 30.3 | 21.65    | 43.3 |
| Pa = 50  | 4.15      | 8.30 | 10.05     | 20.1 | 16.05    | 32.1 |
| Pa = 75  | 1.76      | 3.53 | 6.05      | 12.1 | 11.05    | 22.1 |
| Pa = 90  | 0.65      | 1.31 | 3.44      | 6.88 | 7.35     | 14.7 |
| Pa = 95  | 0.32      | 0.64 | 1.32      | 2.64 | 5.55     | 11.1 |

Donde:

ND → Número de defectos  
PD → Porcentaje de defectos

Aplicando en mismo procedimiento para el análisis de la tabla D.3.1 del apéndice D. Se obtiene la tabla 8.6.



**Tabla 8.6. Determinación del porcentaje y número de defectos para un lote aislado de fluido de emulsión inversa representado por una presa o tanque de 50 m<sup>3</sup>. Con letra clave E.**

| Probabilidad de aceptación del lote (%)<br>*(de D.3.1) | NCA = 1.0 |       | NCA = 4.0 |      | NCA = 6.5 |      | NCA = 10 |      |
|--|-----------|-------|-----------|------|-----------|------|----------|------|
|  | ND        | PD    | ND        | PD   | ND        | PD   | ND       | PD   |
| Pa = 10  | 8.10      | 16.2  | 13.40     | 26.8 | 18        | 36.0 | 22       | 44.4 |
| Pa = 25  | 5.05      | 10.1  | 9.70      | 19.4 | 14        | 28.0 | 18.10    | 36.2 |
| Pa = 50  | 2.59      | 5.19  | 6.3       | 12.6 | 10        | 20.0 | 13.75    | 27.5 |
| Pa = 75  | 1.09      | 2.19  | 3.70      | 7.41 | 6.70      | 13.4 | 9.95     | 19.9 |
| Pa = 90  | 0.40      | 0.807 | 2.08      | 4.16 | 4.40      | 8.80 | 7.10     | 14.2 |
| Pa = 95  | 0.19      | .394  | 1.40      | 2.81 | 3.31      | 6.63 | 5.65     | 11.3 |

Donde:

ND → Número de defectos.

PD → Porcentaje de defectos.

Del análisis de las tablas D.1.1, D.2.1 y D.3.1 del apéndice D y 8.2, 8.3, 8.4, 8.5 y 8.6, se deducen los siguientes puntos:

- De la tabla 8.2, se descarta la elección para un tamaño de muestra 8 y 13 que corresponde al nivel II y III respectivamente debido a que existe un mutuo acuerdo en la especificación del NCA y nivel de inspección general que es de I.
- Únicamente se analiza la tabla D.1.1, 8.3 y 8.4, para elegir que NCA se va especificar. Se observa que un NCA = 10 es cómodo en cuanto al número de m<sup>3</sup> de fluido de emulsión inversa defectuosos permitidas en 50 m<sup>3</sup> que conforma el lote.
- Por el contrario, para un NCA = 2.5, es más riguroso el número de m<sup>3</sup> de fluido de emulsión inversa defectuosos permitidas en 50 m<sup>3</sup> que conforma el lote.

6. De mutuo acuerdo entre consumidor y proveedor especifican el nivel de calidad aceptable y el nivel de inspección general que permanecerá vigente en todo el proceso de inspección por muestreo.

Tomando en cuenta las consideraciones y análisis del inciso 5, se elige un nivel de calidad aceptable (NCA = 10), que corresponde a una letra clave C, con un nivel de inspección general de I, para un lote de 50 m<sup>3</sup> de fluido de emulsión inversa con un tamaño de muestra de 5 m<sup>3</sup>, aplicando muestreo sencillo e inspección general.

### 8.2.2. ESPECIFICACIÓN DEL NCA Y NIVEL DE INSPECCIÓN GENERAL PARA UNA SERIE CONTINUA DE LOTES

Para una serie continua de lotes de 25 tanques o presas conformada por lotes unitarios de 50 m<sup>3</sup> de fluido de emulsión inversa

1. Se conservan las mismas especificaciones que se establecieron para un lote aislado, únicamente se agregan las condiciones para establecer los procedimientos de cambio que son: de normal rigurosa, rigurosa a normal, normal a reducida y reducida a normal

2. Por lo tanto las especificaciones de inspección por muestreo es la siguiente: para una serie continua de lotes de 25 tanques o presas conformada por lotes unitarios de 50 m<sup>3</sup> de fluido de emulsión inversa, NCA=10, que corresponde a una letra clave C, con nivel de inspección general de I, con un tamaño de muestra de 5 m<sup>3</sup> de fluido de emulsión inversa, aplicando muestreo sencillo y con los procedimientos de cambio (de inspección normal se cambia a inspección rigurosa cuando 2 lotes de 5 inspeccionados son rechazados); (de inspección rigurosa se cambia a inspección normal cuando 5 lotes consecutivos son aceptados); (de inspección normal se cambia a inspección reducida cuando al llegar a 10 lotes o más, la cantidad de defectuosas es igual o menor al número limite obtenido de la tabla F.1 del apéndice F); (de inspección reducida se cambia a inspección normal cuando el número de muestras defectuosas es mayor al número de aceptación del lote).

### 8.3 PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN POR MUESTREO PARA UN LOTE AISLADO.

Se contempla una zona en la que se realiza inspección por muestreo para productos líquidos (fluido de emulsión inversa):

- En la zona de presas o tanques de lodo.
  - ◆ Para una presa o tanque de 50 m<sup>3</sup> que contiene fluido de emulsión inversa.

### PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN POR MUESTREO EN LA ZONA DE PRESAS O TANQUES DE LODO.

#### ► Para una presa o tanque de 50 m<sup>3</sup> que contiene fluido de emulsión inversa.

A continuación, se describe el procedimiento a seguir para la inspección por muestreo.

#### 1. Se determina el plan de muestreo.

Una vez especificado el Nivel de Calidad Aceptable (NCA=10) y el Nivel de Inspección General I.

En la tabla E.1 “Planes de muestreo para el tamaño de la muestra correspondiente a la letra clave C” del apéndice E, de la columna tipo de plan de muestreo (seleccionando muestreo sencillo), y de la columna tamaño de la muestra (seleccionando el número 5), en la intersección con el valor de 10 correspondiente a la columna de nivel de calidad aceptable (para inspección normal), obtenemos los valores de  $A_c=1$  y  $R_e=2$ , que nos indican el número de aceptación y rechazo para un lote de 50 m<sup>3</sup> de fluido de emulsión inversa.

Por lo tanto, para las siguientes especificaciones:

- Lote aislado de 50 m<sup>3</sup> de fluido de emulsión inversa.
- Con NCA de 10
- Nivel de inspección general de I
- Inspección normal
- Muestreo sencillo

Se determina el siguiente plan de muestreo:

- Tamaño de la muestra → 5
- Número de aceptación → 1
- Número de rechazo → 2

Quiere decir lo siguiente: para un lote de  $50 \text{ m}^3$  de fluido de emulsión inversa, se deben extraer para ser analizadas cinco muestras por separado mediante un proceso aleatorio (que se explica a detalle en el inciso dos), y cada muestra es equivalente a  $1 \text{ m}^3$  o 1000 L de fluido de emulsión inversa. El número de aceptación de 1, indica que; bastará que una de las cinco muestras cumpla con las especificaciones en las pruebas realizadas al fluido, para ser aceptado todo el lote. Por el contrario si dos muestras de cinco, no cumplen con las especificaciones en las pruebas, el lote se rechaza.

2. Por medio de un proceso aleatorio se obtienen las muestras.

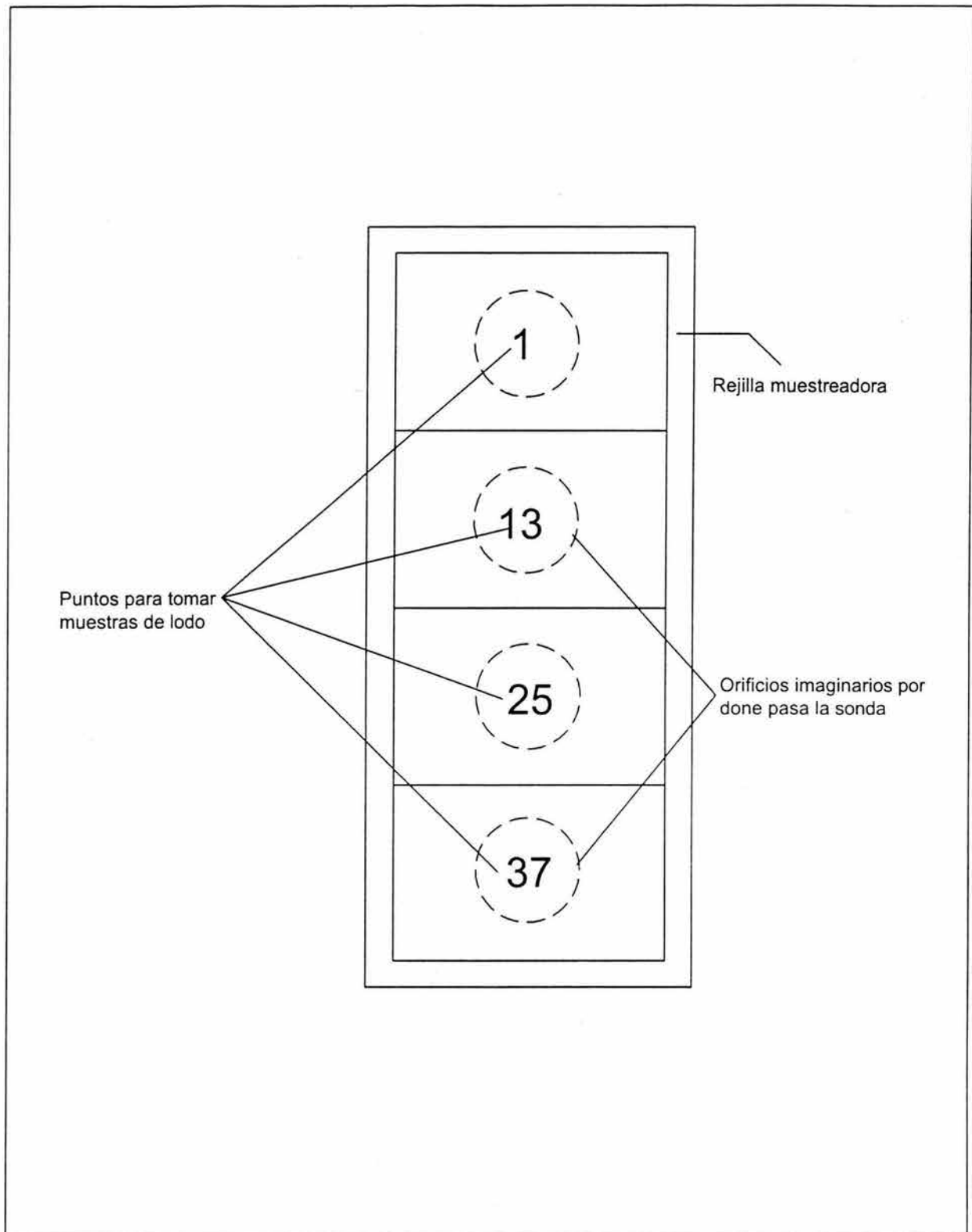
Como el tamaño de muestra es cinco, se deben extraer cinco muestras del tanque o presa, de  $1 \text{ m}^3$  ó 1000 L de fluido de emulsión inversa cada una, de un proceso aleatorio para su análisis.

Existe una forma de obtener de un proceso aleatorio estas cinco muestras:

Considerando generalmente que; un tanque o presa es un cubo de forma rectangular y la base superior esta descubierta por donde se vierte el fluido, se pueden obtener puntos de localización para tomar muestras mediante la rejilla rectangular colocada en la parte superior y numerarlos como se muestra en la figura 8.1 y 8.2 cada punto representa un  $\text{m}^3$  de fluido de emulsión inversa.

Cada punto de muestreo puede ser representado también en los siguientes rangos (101 al 151), (501 al 551), (1001 al 1051) etc. Si el rango elegido es (1 al 51), de la tabla G.1 del apéndice G "Ejemplos de números aleatorios", se pueden considerar las dos primeras cifras, tres primeras cifras ó más de los números aleatorios. Considerando las dos primeras cifras de acuerdo al tamaño del lote. Se puede seleccionar cualquier columna del 1 al 11. Se elige la columna 4 de números aleatorios y se van seleccionando los puntos de muestreo en la base superior del tanque o presa, de acuerdo a como vayan apareciendo verticalmente en forma descendente en tal columna, como se muestra en la tabla 8.7.

De esta forma, se obtienen los cinco puntos de muestreo que representan un  $\text{m}^3$  cada uno de muestra de fluido de emulsión inversa.



**Figura 8.1. Rejilla muestreadora o de muestreo para un tanque o presa de 50 m<sup>3</sup>, que contiene fluido de emulsión inversa.**

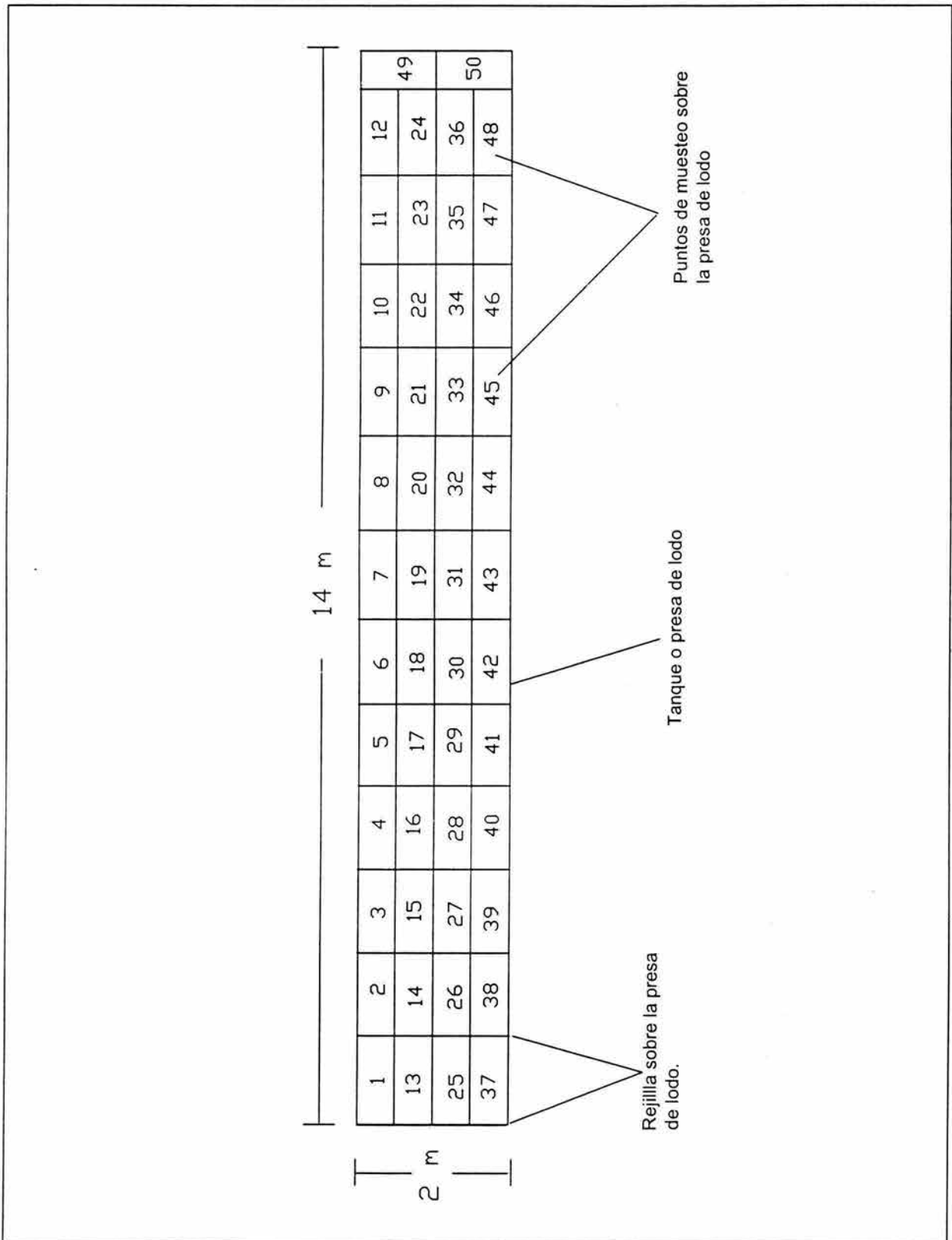


Figura 8.2. Selección de puntos de muestreo sobre el tanque o presa de lodo.

Estas muestras representadas por los puntos de muestreo no se extraen del tanque, debido a que sería difícil su extracción.

El siguiente paso es obtener las muestras representativas de cada una de estas cinco muestras.

**Tabla 8.7. Selección de puntos de muestreo sobre el domo del tanque o presa de lodo de acuerdo a, la tabla de números aleatorios.**

| Columna<br>*(de F.1) | Número<br>Aleatorio | Punto de selección |
|----------------------|---------------------|--------------------|
| 4                    | 533→81              |                    |
| 4                    | 919→62              |                    |
| 4                    | 876→37              | 37                 |
| 4                    | 493→23              | 23                 |
| 4                    | 144→42              | 42                 |
| 4                    | 982→75              |                    |
| 4                    | 789→85              |                    |
| 4                    | 826→74              |                    |
| 4                    | 533→63              |                    |
| 4                    | 278→89              |                    |
| 4                    | 742→11              | 11                 |
| 4                    | 101→19              | 19                 |

### 3. Obtener las muestras representativas

Para conformar las muestras representativas, se determina el número de especímenes. Ahora, el lote es de 1000 L de fluido de emulsión inversa. Se conserva el muestreo sencillo, inspección normal y nivel de inspección general de I. Nuevamente se considera un lote aislado.

En la tabla A.1 del apéndice A, para un tamaño de lote de 501 a 1200, le corresponde una letra clave G. En la tabla C.1 "calidad límite (en porcentaje de defectuosas) para el cual  $P_a=10\%$  del apéndice C, ha esta letra clave G le corresponde un tamaño de muestra de 32, que es el número de especímenes que se toman por cada muestra de 1000 L de fluido. Este tamaño de muestra de 32 debe representar 32 L de fluido de emulsión inversa.

#### 4. Extracción de especímenes.

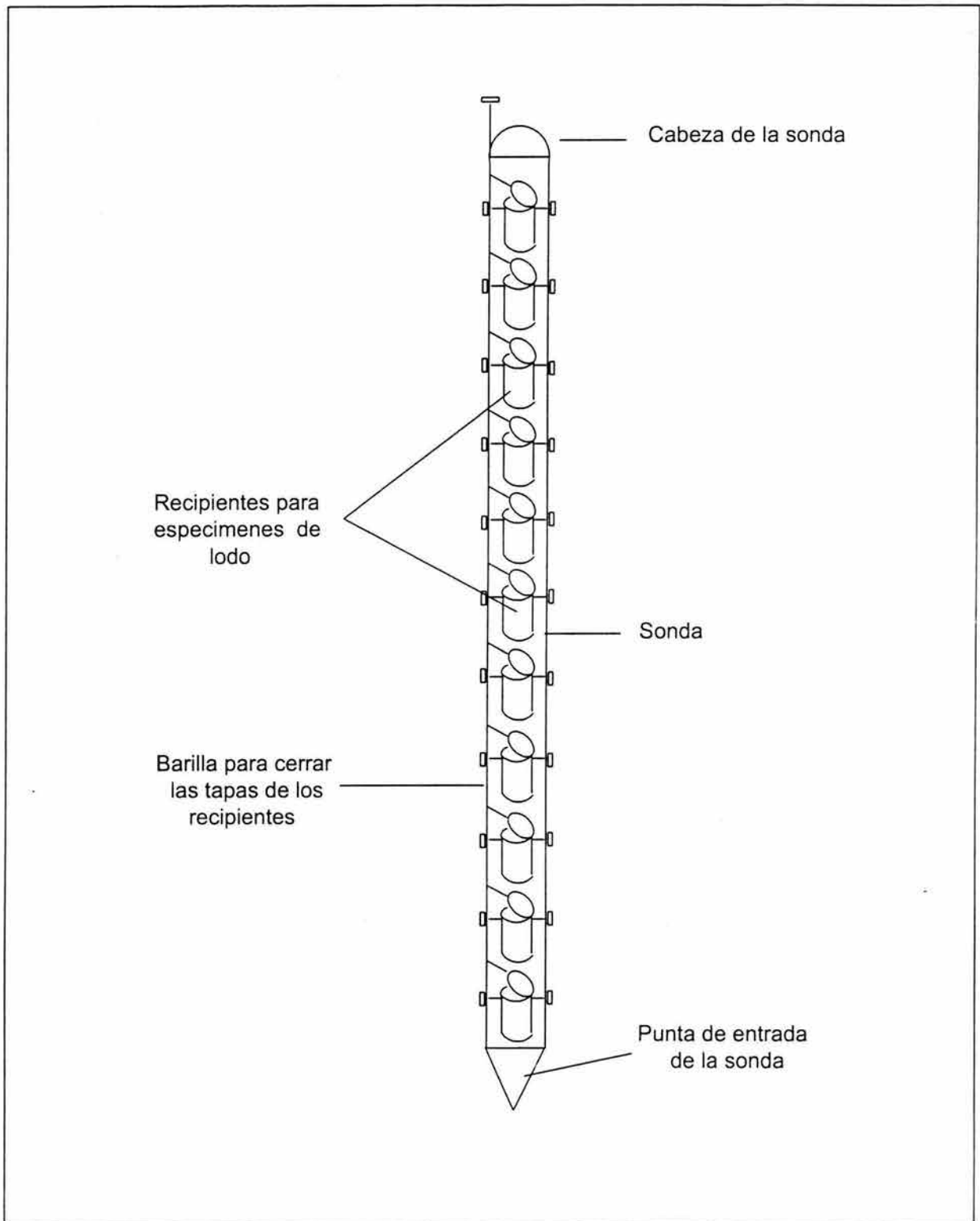
Para la extracción de especímenes de un tanque o presa de  $50 \text{ m}^3$  de fluido de emulsión inversa, se emplea la sonda figura 8.3 que debe tomar once especímenes por cada inmersión en los puntos de muestreo (37, 23, 42, 11 y 19), debido a que cuenta con once recipientes de 1 L cada uno y cuando entra la sonda se llenan de fluido. Se aplica una segunda inmersión con el fin de obtener 22 especímenes. De nuevo se aplica una tercera inmersión con el fin de obtener un total de 32 especímenes. Este proceso, se aplica en cada punto de muestreo seleccionado de un proceso aleatorio. Los 32 especímenes extraídos de cada punto de muestreo se mezclan perfectamente para obtener una mezcla homogénea, y posteriormente la muestra se reduce por cuarteos hasta 6 L, para dividirla en tres porciones: una para el análisis, otra para el proveedor y otra más para el usuario.

Para tomar la muestra de especímenes de fluido en los puntos de muestreo, la sonda entra verticalmente. Este procedimiento se realiza con el fin de obtener muestras homogéneas de fluido de emulsión inversa dentro del tanque o presa de lodo figura 8.4.

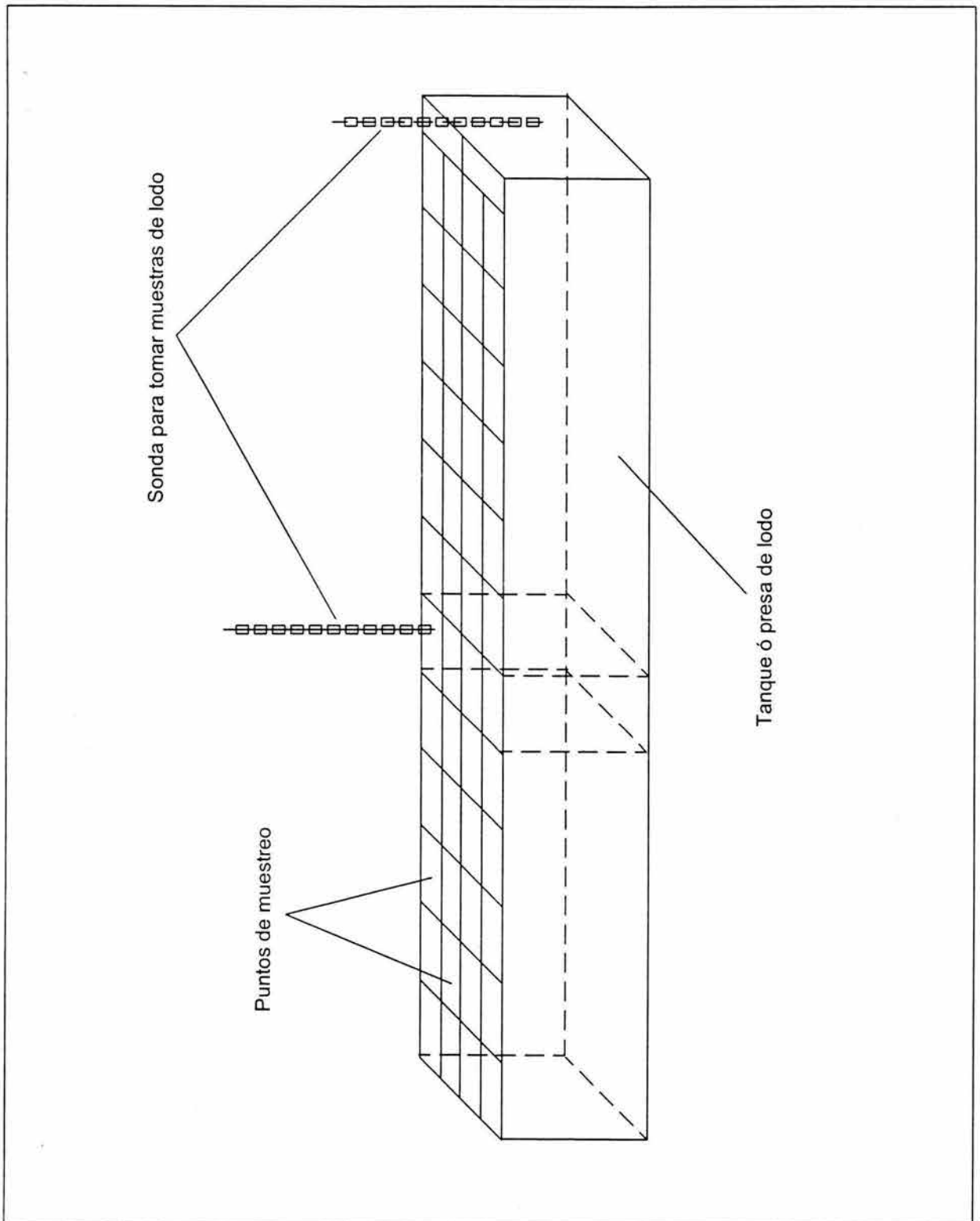
#### 5. Aceptación del lote de fluido de emulsión inversa.

Las porciones obtenidas para el análisis de cada punto de muestreo están sujetas a los métodos de prueba de filtrado APAT, efecto térmico, resistencia a la contaminación con salmuera, resistencia a la contaminación con arcilla para un fluido de emulsión inversa con relación de aceite-agua de 75/25 y densidad de  $1.60 \text{ g/cm}^3$ , y poder de suspensión para un fluido de emulsión inversa con relación de aceite-agua de 80/20 y densidad de  $2.10 \text{ g/cm}^3$  y deberán cumplir con las especificaciones de la norma NMX-L-159-1996-SCFI. Bastará, que una de las porciones que representa a un metro cúbico de fluido de emulsión inversa cumpla con todas las especificaciones de la Norma, para que el lote de  $50 \text{ m}^3$  sea aceptado. En caso contrario de no cumplir las especificaciones dos porciones, el lote se rechaza.





**Figura 8.3. Sonda para tomar 11 muestras de un fluido de emulsión inversa en un Tanque o presa de lodo.**



**Figura 8.4. Forma de tomar muestras de fluido de emulsión inversa, con la sonda en la presa o tanque de lodo de 50 m<sup>3</sup>.**

## 8.4 PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN POR MUESTREO PARA UNA SERIE CONTINUA DE LOTES DE UN FLUIDO DE EMULSIÓN INVERSA.

Se contempla una zona en la que se realiza inspección por muestreo para lotes de fluido de emulsión inversa que conforman series de lotes continuos:

- En la zona de presas y tanques de lodos.
  - ◆ Para una serie de 25 presas o tanques de  $50 \text{ m}^3$  cada una de fluido de emulsión inversa.

### PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN POR MUESTREO EN LA ZONA DE TANQUES O PRESAS DE LODO.

#### ► Procedimiento de inspección para una serie de 25 tanques o presas de $50 \text{ m}^3$ cada una de fluido de emulsión inversa.

A continuación, se describe el procedimiento de inspección por muestreo a seguir.

1. Se conserva el nivel de calidad aceptable ( $NCA=10$ ) y el nivel de inspección general I obtenido para un lote aislado, debido a que el contrato permanece vigente durante todo el proceso de inspección.
2. Se determina el plan de muestreo para inspección normal.

En la tabla A.1 "Letras clave correspondientes al tamaño de la muestra" del apéndice A, de la columna tamaño del lote, para un lote de  $50 \text{ m}^3$ , al nivel de inspección general de I le corresponde una letra clave C. En la tabla B.1 "planes de muestreo sencillo para inspección normal" del apéndice B, a esta letra clave le corresponde un tamaño de muestra de 5 y de la intersección con la columna de niveles de calidad aceptable de 10, se obtienen los valores del número de aceptación  $Ac=1$  y el número de rechazo  $Re=2$ .

Por lo tanto, para las siguientes especificaciones:

- Serie continua de 25 tanques o presas de 50 m<sup>3</sup> de fluido de emulsión inversa.
- Con NCA de 10
- Nivel de inspección general de I
- Inspección normal
- Muestreo sencillo

Se determina el siguiente plan de muestreo:

- Tamaño de la muestra → 5
- Número de aceptación → 1
- Número de rechazo → 2

Quiere decir lo siguiente: para un lote de 50 m<sup>3</sup> de fluido de emulsión inversa, se deben extraer para ser analizadas cinco muestras por separado mediante un proceso aleatorio, y cada muestra es equivalente a 1 m<sup>3</sup> o 1000 L de fluido de emulsión inversa. El número de aceptación de 1, indica que; bastará que una de las cinco muestras cumpla con las especificaciones en las pruebas realizadas al fluido, para ser aceptado todo el lote. Por el contrario, si dos muestras de cinco no cumplen con las especificaciones en las pruebas, el lote se rechaza.

3. Por medio de un proceso aleatorio se obtienen las muestras.

Se inicia la inspección por muestreo para la serie de lotes correspondientes a 25 tanques o presas de 50 m<sup>3</sup> de fluido de emulsión inversa cada una. De cada lote se obtienen las muestras por medio de un proceso aleatorio aplicando el procedimiento del inciso dos para un lote aislado de la página 8-15.

4. Obtener las muestras representativas.

Para conformar las muestras representativas, se determina nuevamente el número de especímenes. Ahora, el lote es de 1000 L de fluido. Se conserva el muestreo sencillo, inspección normal y nivel de inspección general de I.

En la tabla A.1 del apéndice A, para un tamaño de lote de 501 a 1200, le corresponde una letra clave G. En la tabla B.1 "Planes de muestreo sencillo para inspección normal" del apéndice B, ha esta letra clave G le corresponde un tamaño de muestra de 32, que es el número de especímenes que se toman por cada muestra de 1000 L de fluido. Este tamaño de muestra de 32 debe representar 32 L de fluido de emulsión inversa.

## 5. Extracción de especímenes.

Para la extracción de especímenes de un tanque o presa de 50 m<sup>3</sup> de fluido (ver figura 8.2 página 8-17) se emplea la sonda (ver figura 8.3 página 8-20), que debe tomar once especímenes por cada inmersión en los puntos de muestreo (37, 23, 42, 11 y 19), debido a que cuenta con once espacios y cuando entra la sonda se llenan de fluido. Se aplica una segunda inmersión con el fin de obtener 22 especímenes. De nuevo se aplica una tercera inmersión con el fin de obtener un total de 32 especímenes. Este proceso, se aplica en cada punto de muestreo seleccionado de un proceso aleatorio. Los 32 especímenes extraídos de cada punto de muestreo se mezclan perfectamente para obtener una mezcla homogénea, y posteriormente la muestra se reduce por cuarteos hasta 6 L, para dividirla en tres porciones: una para el análisis, otra para el proveedor y otra más para el usuario.

Para tomar la muestra de especímenes de fluido en los puntos de muestreo, la sonda entra verticalmente. Este procedimiento se realiza con el fin de obtener muestras homogéneas de fluido de emulsión inversa dentro del tanque o presa de lodo figura 8.4 página 8-21.

## 6. Aceptación del lote de fluido de emulsión inversa.

Las porciones obtenidas para el análisis de cada punto de muestreo están sujetas a los métodos de prueba de filtrado APAT, efecto térmico, resistencia a la contaminación con salmuera, resistencia a la contaminación con arcilla para un fluido de emulsión inversa con relación de aceite-agua de 75/25 y densidad de 1.60 g/cm<sup>3</sup>, y poder de suspensión para un fluido de emulsión inversa con relación de aceite-agua de 80/20 y densidad de 2.10 g/cm<sup>3</sup> y deberán cumplir con las especificaciones de la norma NMX-L-159-1996-SCFI. Bastará, que una de las porciones que representa a un metro cúbico de fluido de emulsión inversa cumpla con todas las especificaciones de la Norma, para que el lote de 50 m<sup>3</sup> sea aceptado. En caso contrario, de no cumplir las especificaciones dos porciones, el lote se rechaza.

7. Este procedimiento se repite para cada lote que se encuentre originalmente en inspección normal, considerando los procedimientos de cambio que se mencionan en el inciso 2 de la página 8-13.

Si existe un procedimiento de cambio de inspección normal a rigurosa, pasar al inciso 8.

Si existe un procedimiento de cambio de inspección normal a reducida, pasar al inciso 9.

Si no existe un procedimiento de cambio se debe continuar con inspección normal.

**8. Se determina el plan de muestreo para inspección rigurosa.**

En la tabla A.1 "Letras clave correspondientes al tamaño de la muestra" del apéndice A, de la columna tamaño del lote, para un tanque o presa de 50 m<sup>3</sup> de fluido de emulsión inversa, al nivel de inspección general de I le corresponde una letra clave C. En la tabla B.2 "planes de muestreo sencillo para inspección rigurosa" del apéndice B, a esta letra clave le corresponde un tamaño de muestra de 5 y de la intersección con la columna de niveles de calidad aceptable de 10, se obtienen los valores del número de aceptación  $A_c=1$  y el número de rechazo  $R_e=2$ .

Por lo tanto, para las siguientes especificaciones:

- Serie continua de 25 tanques o presas 50 m<sup>3</sup> de fluido de emulsión inversa.
- Con NCA de 10
- Nivel de inspección general de I
- Inspección rigurosa
- Muestreo sencillo

Se determina el siguiente plan de muestreo:

- Tamaño de la muestra → 5
- Número de aceptación → 1
- Número de rechazo → 2

Se puede apreciar que el plan de muestreo permanece igual con respecto al procedimiento de inspección de un lote aislado, únicamente cambia el lugar dentro de la curva de operación característica donde debe encontrarse generalmente la calidad de producción para cada caso.

➤ Por medio de un proceso aleatorio se obtienen las muestras.

Se inicia la inspección por muestreo para la serie de lotes correspondientes a 25 tanques o presas de 50 m<sup>3</sup> de fluido de emulsión inversa cada una. De cada lote se obtienen las muestras por medio de un proceso aleatorio aplicando el procedimiento del inciso dos para un lote aislado de la página 8-15.

➤ Obtener las muestras representativas

Para conformar las muestras representativas, se determina nuevamente el número de especímenes. Ahora, el lote es de 1000 L de fluido. Se conserva el muestreo sencillo, inspección normal, nivel de inspección general de I.

En la tabla A.1 del apéndice A, para un tamaño de lote de 501 a 1200, le corresponde una letra clave G. En la tabla B.2 "Planes de muestreo sencillo para inspección rigurosa" del apéndice B, ha esta letra clave G le corresponde un tamaño de muestra de 32, que es el número de especímenes que se toman por cada muestra de 1000 L de fluido. Este tamaño de muestra de 32 debe representar 32 L de fluido de emulsión inversa.

➤ Extracción de especímenes.

Para la extracción de especímenes de un tanque o presa de 50 m<sup>3</sup> de fluido de emulsión inversa (ver figura 8.2 página 8-17) se emplea la sonda o calador (ver figura 8.3 página 8-20), que debe tomar once especímenes por cada inmersión en los puntos de muestreo (37, 23, 42, 11 y 19), debido a que cuenta con once espacios y cuando entra la sonda se llenan de fluido. Se aplica una segunda inmersión con el fin de obtener 22 especímenes. De nuevo se aplica una tercera inmersión con el fin de obtener un total de 32 especímenes. Este proceso, se aplica en cada punto de muestreo seleccionado de un proceso aleatorio. Los 32 especímenes extraídos de cada punto de muestreo se mezclan perfectamente para obtener una mezcla homogénea, y posteriormente la muestra se reduce por cuarteos hasta 6 L para dividirla en tres porciones: una para el análisis, otra para el proveedor y otra más para el usuario.

Para tomar la muestra de especímenes de fluido en los puntos de muestreo, la sonda entra verticalmente. Este procedimiento se realiza con el fin de obtener muestras homogéneas de fluido de emulsión inversa dentro del tanque o presa de lodo figura 8.4 página 8-21.

➤ Aceptación del lote de fluido de emulsión inversa

Las porciones obtenidas para el análisis de cada punto de muestreo están sujetas a los métodos de prueba de filtrado APAT, efecto térmico, resistencia a la contaminación con salmuera, resistencia a la contaminación con arcilla para un fluido de emulsión inversa con relación de aceite-agua de 75/25 y densidad de 1.60 g/cm<sup>3</sup>, y poder de suspensión para un fluido de emulsión inversa con relación de aceite-agua de 80/20 y densidad de 2.10 g/cm<sup>3</sup> y deberán cumplir con las especificaciones de la norma NMX-L-159-1996-SCFI. Bastará, que una de las porciones que representa a un metro cúbico de fluido de emulsión inversa cumpla con todas las especificaciones de la Norma, para que el lote de 50 m<sup>3</sup> sea aceptado. En caso contrario, de no cumplir las especificaciones 2 porciones, el lote se rechaza.

➤ Este procedimiento se repite para cada lote que se encuentre originalmente en inspección rigurosa.

9. Se determina el plan de muestreo para inspección reducida.

En la tabla A.1 "Letras clave correspondientes al tamaño de la muestra" del apéndice A, de la columna tamaño del lote, para un lote  $50 \text{ m}^3$ , al nivel de inspección general de I le corresponde una letra clave C. En la tabla B.3 "planes de muestreo sencillo para inspección reducida" del apéndice B, a esta letra clave le corresponde un tamaño de muestra de 2 y de la intersección con la columna de niveles de calidad aceptable de 10, se obtienen los valores del número de aceptación  $Ac=0$  y el número de rechazo  $Re=2$ .

Por lo tanto, para las siguientes especificaciones:

- Serie continua de 25 tanques o presas de  $50 \text{ m}^3$  de fluido de emulsión inversa.
- Con NCA de 10
- Nivel de inspección general de I
- Inspección reducida
- Muestreo sencillo

Se determina el siguiente plan de muestreo:

- Tamaño de la muestra  $\rightarrow 5$
- Número de aceptación  $\rightarrow 0$
- Número de rechazo  $\rightarrow 2$

Se puede apreciar que el número de aceptación  $Ac=0$ , para este caso, la primera muestra que se acepte, el lote es aceptado y se cambia inmediatamente a inspección normal a partir del siguiente lote.

➤ Por medio de un proceso aleatorio se obtienen las muestras.

Se inicia la inspección por muestreo para la serie de lotes correspondientes a 25 tanques o presas de  $50 \text{ m}^3$  de fluido de emulsión inversa cada uno. De cada lote se obtienen las muestras por medio de un proceso aleatorio aplicando el procedimiento del inciso dos para un lote aislado de la página 8-15.

➤ Obtener las muestras representativas

Para conformar las muestras representativas, se determina el número de especímenes. Ahora, el lote es de 1000 L de fluido. Se conserva el muestreo sencillo, inspección normal, nivel de inspección general de I.



En la tabla A.1 del apéndice A, para un tamaño de lote de 501 a 1200, le corresponde una letra clave G. En la tabla B.3 "Planes de muestreo sencillo para inspección reducida" del apéndice B, ha esta letra clave G le corresponde un tamaño de muestra de 32, que es el número de especímenes que se toman por cada muestra de 1000 L de fluido. Este tamaño de muestra de 32 debe representar 32 L de fluido de emulsión inversa.

➤ Extracción de especímenes.

Para la extracción de especímenes de un tanque o presa de 50 m<sup>3</sup> de fluido de emulsión inversa (ver figura 8.2 página 8-17), se emplea la sonda (ver figura 8.3 página 8-20) que debe tomar once especímenes por cada inmersión en los puntos de muestreo (37, 23, 42, 11 y 19), debido a que cuenta con once espacios y cuando entra la sonda se llenan de fluido. Se aplica una segunda inmersión con el fin de obtener 22 especímenes. De nuevo se aplica una tercera inmersión con el fin de obtener un total de 32 especímenes. Este proceso, se aplica en cada punto de muestreo seleccionado de un proceso aleatorio. Los 32 especímenes extraídos de cada punto de muestreo se mezclan perfectamente para obtener una mezcla homogénea, y posteriormente la muestra se reduce por cuarteos hasta 6 L para dividirla en tres porciones: una para el análisis, otra para el proveedor y otra más para el usuario.

Para tomar la muestra de especímenes de fluido en los puntos de muestreo, la sonda entra verticalmente. Este procedimiento se realiza con el fin de obtener muestras homogéneas de fluido de emulsión inversa dentro del tanque o presa de lodo figura 8.4 página 8-21.

➤ Aceptación del lote de fluido de emulsión inversa

Las porciones obtenidas para el análisis de cada punto de muestreo están sujetas a los métodos de prueba de filtrado APAT, efecto térmico, resistencia a la contaminación con salmuera, resistencia a la contaminación con arcilla para un fluido de emulsión inversa con relación de aceite-agua de 75/25 y densidad de 1.60 g/cm<sup>3</sup>, y poder de suspensión para un fluido de emulsión inversa con relación de aceite-agua de 80/20 y densidad de 2.10 g/cm<sup>3</sup> y deberán cumplir con las especificaciones de la norma NMX-L-159-1996-SCFI. Bastará, que una de las porciones que representa a un metro cúbico de fluido de emulsión inversa cumpla con todas las especificaciones de la Norma, para que el lote de 50 m<sup>3</sup> sea aceptado. En caso contrario, de no cumplir con las especificaciones dos porciones, el lote se rechaza.

➤ Este procedimiento se repite para cada lote que se encuentre originalmente en inspección reducida.

A continuación, se expone un ejemplo en la tabla 8.8 de una inspección por muestreo para una serie continua de 25 lotes de tanques o presas de lodo que contienen 50 m<sup>3</sup> de fluido de emulsión inversa y la aplicación de los procedimientos de cambio bajo las siguientes condiciones:

- En este caso se usa inicialmente la inspección normal a menos que el proveedor y comprador acuerden otra cosa.

- Procedimiento de cambio de inspección normal a rigurosa:

Cuando esta realizándose la inspección normal y se rechazan 2 de 5 lotes en inspección original, se establece de inmediato inspección rigurosa.

- Procedimiento de cambio de inspección rigurosa a normal:

Cuando esta realizándose la inspección rigurosa y se aceptan 5 lotes consecutivos en inspección original, se debe establecer de inmediato la inspección normal.

- Procedimiento de cambio de inspección normal a reducida:

Cuando esta realizándose la inspección normal, se debe establecer la inspección reducida si se cumplen los siguientes requisitos:

- ◆ Cuando no se hayan rechazado en inspección normal los últimos 10 lotes.
- ◆ La suma del número de defectuosas de estos lotes sea menor al número límite de defectuosas permitidas en la tabla F.1 del apéndice F.
- ◆ La inspección tenga un ritmo constante.
- ◆ Cuando de mutuo acuerdo entre proveedor y comprador se considere deseable implantar la inspección reducida.

- Procedimiento de cambio de inspección reducida a normal:

Cuando se esta llevando a cabo la inspección reducida, se debe establecer de inmediato la inspección normal si en la inspección original sucede cualquiera de las siguientes circunstancias:

- ◆ Se rechaza un lote
- ◆ Si la inspección se hace irregular o lenta
- ◆ Otras condiciones que justifiquen la implantación de la inspección normal.

➤ Suspensión de la inspección:

En el caso de que 10 lotes permanezcan en inspección rigurosa y en espera de que una acción mejore la calidad del producto presentado.

Ejemplo: Se presenta la siguiente tabla.

**Tabla 8.8. Ejemplo de procedimientos de cambio en una inspección por muestreo de una serie de lotes continuos, de 25 tanques o presas que contienen un fluido de emulsión inversa.**

| Número de lote | Tamaño del lote | Tamaño De la muestra | (Ac) | (Re) | Unidades de producto defectuosas | Dictamen ( el lote es) | Tipo de inspección |
|----------------|-----------------|----------------------|------|------|----------------------------------|------------------------|--------------------|
| 1              | 50              | 5                    | 1    | 2    | 0                                | Aceptado               | Inicie con I.N.    |
| 2              | 50              | 5                    | 1    | 2    | 2                                | Rechazado              | Continúe en I.N.   |
| 3              | 50              | 5                    | 1    | 2    | 0                                | Aceptado               | Continúe en I.N.   |
| 4              | 50              | 5                    | 1    | 2    | 1                                | Aceptado               | Continúe en I.N.   |
| 5              | 50              | 5                    | 1    | 2    | 2                                | Rechazado              | Cambie a I.RI.     |
| 6              | 50              | 5                    | 1    | 2    | 1                                | Aceptado               | Continúe en I.RI   |
| 7              | 50              | 5                    | 1    | 2    | 0                                | Aceptado               | Continúe en I.RI   |
| 8              | 50              | 5                    | 1    | 2    | 0                                | Aceptado               | Continúe en I.RI.  |
| 9              | 50              | 5                    | 1    | 2    | 1                                | Aceptado               | Continúe en I.RI   |
| 10             | 50              | 5                    | 1    | 2    | 1                                | Aceptado               | Cambie a I.N.      |
| 11             | 50              | 5                    | 1    | 2    | 0                                | Aceptado               | Continúe en I.N.   |
| 12             | 50              | 5                    | 1    | 2    | 0                                | Aceptado               | Continúe en I.N.   |
| 13             | 50              | 5                    | 1    | 2    | 0                                | Aceptado               | Continúe en I.N.   |
| 14             | 50              | 5                    | 1    | 2    | 1                                | Aceptado               | Continúe en I.N.   |
| 15             | 50              | 5                    | 1    | 2    | 0                                | Aceptado               | Continúe en I.N.   |
| 16             | 50              | 5                    | 1    | 2    | 0                                | Aceptado               | Continúe en I.N.   |
| 17             | 50              | 5                    | 1    | 2    | 0                                | Aceptado               | Continúe en I.N.   |
| 18             | 50              | 5                    | 1    | 2    | 0                                | Aceptado               | Continúe en I.N.   |
| 19             | 50              | 5                    | 1    | 2    | 0                                | Aceptado               | Continúe en I.N.   |
| 20             | 50              | 5                    | 1    | 2    | 0                                | Aceptado               | Cambie a I.RE.     |
| 21             | 50              | 5                    | 0    | 2    | 0                                | Aceptado               | Continúe en I.RE.  |
| 22             | 50              | 5                    | 2    | 2    | 1                                | Aceptado               | Continúe en I.RE.  |
| 23             | 50              | 5                    | 0    | 2    | 0                                | Aceptado               | Continúe en I.RE.  |
| 24             | 50              | 5                    | 0    | 2    | 1                                | Rechazado              | Cambie a I.N.      |
| 25             | 50              | 5                    | 1    | 2    | 0                                | Aceptado               | Continúe con I.N.  |

**Nota:** Para implantar la inspección reducida, se cuentan el número de defectuosas del lote 11 al 20 que resulta ser 1, también se suman los tamaños de muestras de estos mismos lotes que es de 50, con este valor y con la intersección del NCA de 10 se determina el número límite que resulta ser 2, de la tabla F.1 "Números límite para inspección reducida" del apéndice F. Como el número de defectuosas es menor que el número límite para inspección reducida se permite la inspección reducida.

El siguiente cuadro muestra los aspectos que considera cada procedimiento de inspección por muestreo.

| Aspectos a considerar   | Procedimiento establecido por las normas mexicanas | Procedimiento propuesto |
|---|--|-------------------------|
| Existe común acuerdo entre comprador y proveedor en fijar un NCA.                     | NO   | SI                      |
| Existe común acuerdo entre comprador y proveedor en fijar un NIG.                     | NO   | SI                      |
| Determina planes de muestreo  | NO   | SI                      |
| Especifica claramente si el procedimiento se aplica para un lote aislado.             | NO   | SI                      |
| Especifica claramente si el procedimiento se aplica para una serie continua de lotes. | NO   | SI                      |
| El comprador establece únicamente el nivel de inspección general.                     | SI   | NO                      |

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones:

En el presente trabajo se recopiló, analizó, sistematizó la información técnica, se propuso un procedimiento y determinaron guías de usuario para la inspección por muestreo de productos sólidos y líquidos, refiriéndose principalmente a un aditivo como la barita y un fluido de emulsión inversa respectivamente, tomando como referencia la información, procedimientos y condiciones de la Norma Mexicana NMX-Z-12 / 1,2-1987 de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial.

Este trabajo provee una herramienta de fácil consulta y comprensión para el personal que tiene la responsabilidad de recibir los productos que llegan a las instalaciones petroleras, proporcionándoles elementos o criterios para aceptar o rechazar lotes.

Para optimizar todas las actividades se concluyen los siguientes puntos:

- Debe existir personal capacitado con los conocimientos para realizar inspección por muestreo de los productos o materiales que llegan a las instalaciones petroleras.
- Deben emplearse las herramientas especiales al tomar muestras de los productos para garantizar que los procedimientos del muestreo sean representativos durante todo el proceso.
- Deben estar bien identificadas las zonas en las cuales, se reciben o almacenan todos los productos o materiales que se emplean en la elaboración de fluidos de perforación, terminación y reparación de pozos, debido a que, en estas zonas se pueden aplicar procedimientos de inspección por muestreo a los aditivos y sistemas de fluidos para detectar que cumplan con las especificaciones para las diferentes operaciones de campo.
- Se debe evaluar la calidad de los productos desde el momento en que salen de los almacenes de los proveedores, para garantizar que se emplearán con los niveles de calidad acordada y optimizar los tiempos y costos de las operaciones de campo.
- Se contemplaron dos procedimientos para realizar inspección por muestreo de aditivos y sistemas de fluidos empleados en la elaboración de fluidos de perforación terminación y reparación de pozos. El primero, de acuerdo a las Normas Mexicanas descritos en el capítulo VI, contempla que no existe un mutuo acuerdo entre el comprador y el proveedor en fijar un nivel de calidad aceptable y un nivel de inspección general, tampoco determina los planes de muestreo que son requeridos para la aceptación o rechazo de lotes. El segundo, que es el propuesto en esta tesis en los capítulos VII y VIII, específicamente se enfocó a los procedimientos de inspección por

muestreo para la barita y un fluido de emulsión inversa y contempla que existe un mutuo acuerdo entre ambas partes en fijar los niveles de calidad aceptable e inspección general, además, el procedimiento determina planes de muestreo para lotes aislados y serie continua de lotes, por lo que define al procedimiento como una herramienta más completa para poder aplicar procedimientos de inspección por muestreo.

### **Recomendaciones:**

De la información integrada y analizada se pueden hacer las siguientes recomendaciones:

- Desde el punto de vista técnico, el empleo del equipo adecuado y la utilización de la metodología de los procedimientos de inspección por muestreo, se derivan en un programa óptimo, el cual pretende reducir los tiempos y costos en la perforación, terminación y reparación de pozos, mediante la utilización correcta de los procedimientos y planes de muestreo descritas en la Norma Mexicana NMX-Z-12/1,2-1987, de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, por lo que se recomienda obtener los costos y tiempos reales que se emplean en cada operación de perforación, terminación y reparación de pozos en condiciones normales y compararlos con los tiempos y costos de los mismos, aplicando los procedimientos de inspección y planes de muestreo propuestos en este trabajo para poder justificar su empleo.
- Se recomienda desarrollar el procedimiento de inspección por muestreo para una serie continua de lotes de barita, para una serie de 25 camiones de 1000 sacos de barita de 50 kg cada uno y para una serie de 25 silos de 50 t cada uno de barita, aplicando el procedimiento de inspección por muestreo para una serie de 25 tolvas de 50 t cada una de barita descrito en la página 7-54 del capítulo VII, debido a que, únicamente se describió el procedimiento para este caso por la extensión del desarrollo.
- Se recomienda desarrollar los procedimientos de inspección por muestreo en campo aplicando el método propuesto para el resto de los aditivos, una vez que existan las herramientas que se utilizarán para tomar las muestras de especímenes según sea el caso. Así mismo, consultar regularmente las actualizaciones de las especificaciones y métodos de prueba de las Normas Mexicanas para cada producto, editadas por la "Dirección General de Normas de la SECOFI".
- Se recomienda consultar las guías rápidas del apéndice H para la aplicación de procedimientos de inspección por muestreo para lotes aislados en las zonas de interés.

---

---

## NOMENCLATURA

### ABREVIATURAS:

|                   |   |  |
|-------------------|---|--|
| Ac=Na             | = | Número de aceptación para un lote  |
| ANSI              | = | Instituto americano nacional de estándares   |
| AQL=NCA           | = | Nivel de Calidad Aceptable   |
| ASQC              | = | Sociedad americana de control de calidad   |
| ASTM              | = | Sociedad americana para pruebas y materiales   |
| CIC               | = | Capacidad de intercambio cationico   |
| CL                | = | Calidad límite   |
| CLSE              | = | Fluido cromolignosulfonado   |
| CMC=CMC-Na        | = | Carboximetil Celulosa de Sodio   |
| COC               | = | Curva de operación característica  |
| CPP               | = | Calidad promedio de un proceso   |
| CPS               | = | Calidad promedio de salida   |
| FEI               | = | Fluido de emulsión inversa   |
| IN                | = | Inspección Normal  |
| IRE               | = | Inspección reducida  |
| IRI               | = | Inspección rigurosa  |
| ISO               | = | Organización internacional de estándares   |
| L <sub>600</sub>  | = | Lectura del viscosímetro rotacional a 600 rpm  |
| Mil. Std. 105D    | = | Norma Militar Estándar 105   |
| NCA               | = | Nivel de calidad aceptable   |
| ND                | = | Número de defectos   |
| NIG               | = | Nivel de inspección general  |
| NMX-Z-12/1,2-1987 | = | Norma Mexicana que se refiere a los métodos de muestreo para la inspección por atributos |

|                  |   |   |
|------------------|---|---|
| P                | = | Calidad de los lotes ( en porcentaje de defectuosas o en defectos por cien unidades)                                |
| Pa               | = | Probabilidad de aceptación del lote   |
| PD               | = | Porcentaje de defectos  |
| pH               | = | Medida de la acidez o alcalinidad de una solución   |
| ppm              | = | Partes por millón   |
| Rc=Nr            | = | Número de rechazo para un lote  |
| SCFI             | = | Secretaría de Comercio y Fomento Industrial   |
| $\Delta L_{100}$ | = | Diferencia entre $L_{600}$ del lodo después de añejar menos $L_{600}$ del lodo sin añejar                           |
| $\Delta L_{600}$ | = | Diferencia entre $L_{600}$ del lodo después de añejar a 50 ° C, menos $L_{600}$ del lodo sin añejar tomada a 50 ° C |

UNIDADES:

|                    |   |  |
|--------------------|---|--|
| cm                 | = | Centímetros                            |
| cm <sup>3</sup>    | = | Centímetros cúbicos                    |
| g/cm <sup>2</sup>  | = | Gramos por cada centímetro cuadrado    |
| g/cm <sup>3</sup>  | = | Gramos por cada centímetro cúbico      |
| g/m <sup>2</sup>   | = | Gramos por cada metro cuadrado         |
| kg                 | = | Kilogramos                             |
| kg/cm <sup>2</sup> | = | Kilogramo por cada centímetro cuadrado |
| Kpa                | = | Kilo pascal                            |
| L                  | = | Litro                                  |
| m                  | = | Metros                                 |
| m <sup>3</sup>     | = | Metro cúbico                           |
| meq/100 g          | = | Mili equivalentes por cada cien gramos |
| mg/kg              | = | Miligramo por cada kilogramo           |
| mL                 | = | Mililitros                             |
| mm                 | = | Milímetros                             |



|       |   |                         |
|-------|---|-------------------------|
| %     | = | Porcentaje              |
| mPa.s | = | Mili pascal por segundo |
| ° C   | = | Grados centígrados      |
| ° F   | = | Grados Fahrenheit       |
| Pa    | = | Pascal                  |
| PC    | = | Punto de cedencia       |
| rpm   | = | Revoluciones por minuto |
| s     | = | Segundos                |
| t     | = | Toneladas               |
| VP    | = | Viscosidad plástica     |
| μm    | = | Micras                  |

---

---

## BIBLIOGRAFÍA

1. CONTROL TOTAL DE LA CALIDAD  
A.V. Feingenbaum  
Editorial Continental S.A. de C.V. México  
4ª Impresión 1999
2. CONTROL DE LA CALIDAD Y ESTADÍSTICA INDUSTRIAL  
Acheson J. Duncan  
Editorial alfaomega S.A. de C.V.  
5ª Edición
3. MANUAL DE TECNOLGÍA DE LODOS K/P1/47  
Instituto Mexicano del Petroleo  
Ing. Rafael Martínez García  
Subdirección de capacitación
4. APUNTES DE FLUIDOS DE LA PERFORACIÓN  
Miguel Ángel Benítez Hernández, Francisco Garaicochea Petrirena, Ciro Reyes A.  
División de Ingeniería en Ciencias de la Tierra, Departamento de Explotación del Petróleo,  
Facultad de ingeniería UNAM. 1986.
5. EQUIPO Y DISEÑO DE LA PERFORACIÓN DE POZOS  
Norma Araceli García Muñoz  
Tesis Facultad de Ingeniería UNAM. Febrero 1999.
6. MUESTREO PARA LA INSPECCIÓN POR ATRIBUTOS PARTE 1: INFORMACIÓN  
GENERAL Y APLICACIONES  
Norma Mexicana NMX-Z-12/ 1-1987  
Secretaría de Comercio y Fomento Industrial. Dirección General de Normas.
7. MUESTREO PARA LA INSPECCIÓN POR ATRIBUTOS PARTE 2: MÉTODOS DE  
MUESTREO , TABLAS Y GRÁFICAS  
Norma Mexicana NMX-Z-12/ 2-1987  
Secretaría de Comercio y Fomento Industrial. Dirección General de Normas.
8. EXPLORACIÓN DEL PETRÓLEO – BARITA EMPLEADA EN FLUIDOS DE  
PERFORACIÓN, TERMINACIÓN Y REPARACIÓN DE POZOS PETROLEROS –  
ESPECIFICACIONES Y MÉTODOS DE PRUEBA.  
Norma Mexicana NMX-L-159-SCFI-2003.  
Secretaría de Comercio y Fomento Industrial. Dirección General de Normas.

9. EXPLORACIÓN DEL PETRÓLEO – BENTONITA EMPLEADA EN FLUIDOS DE PERFORACIÓN, TERMINACIÓN Y REPARACIÓN DE POZOS PETROLEROS ESPECIFICACIONES Y MÉTODOS DE PRUEBA.  
Norma Mexicana NMX-L-144-1995-SCFI  
Secretaría de Comercio y Fomento Industrial. Dirección General de Normas.
10. EXPLORACIÓN DEL PETRÓLEO – CARBOXIMETIL CELULOSA DE SODIO EMPLEADO EN FLUIDOS DE PERFORACIÓN, TERMINACIÓN Y REPARACIÓN DE POZOS PETROLEROS ESPECIFICACIONES Y MÉTODOS DE PRUEBA.  
Norma Mexicana NMX-L-147-1995-SCFI  
Secretaría de Comercio y Fomento Industrial.
11. EXPLORACIÓN DEL PETRÓLEO – CARBONATO DE SODIO ANHIDRO EMPLEADO EN FLUIDOS DE PERFORACIÓN, TERMINACIÓN Y REPARACIÓN DE POZOS PETROLEROS ESPECIFICACIONES Y MÉTODOS DE PRUEBA.  
Norma Mexicana NMX-L-139-1995-SCFI  
Secretaría de Comercio y Fomento Industrial. Dirección General de Normas.
12. EXPLORACIÓN DEL PETRÓLEO – CARBONATO DE CALCIO EMPLEADO EN FLUIDOS DE PERFORACIÓN, TERMINACIÓN Y REPARACIÓN DE POZOS PETROLEROS ESPECIFICACIONES Y MÉTODOS DE PRUEBA.  
Norma Mexicana NMX-L-142-1995-SCFI  
Secretaría de Comercio y Fomento Industrial. Dirección General de Normas.
13. EXPLORACIÓN DEL PETRÓLEO – OBTURANTES GRANULARES EMPLEADOS EN FLUIDOS DE PERFORACIÓN, TERMINACIÓN Y REPARACIÓN DE POZOS PETROLEROS ESPECIFICACIONES Y MÉTODOS DE PRUEBA.  
Norma Mexicana NMX-L-148-1995-SCFI  
Secretaría de Comercio y Fomento Industrial. Dirección General de Normas.
14. EXPLORACIÓN DEL PETRÓLEO – OBTURANTES FIBROSOS EMPLEADOS EN FLUIDOS DE PERFORACIÓN, TERMINACIÓN Y REPARACIÓN DE POZOS PETROLEROS ESPECIFICACIONES Y MÉTODOS DE PRUEBA.  
Norma Mexicana NMX-L-149-1995-SCFI  
Secretaría de Comercio y Fomento Industrial. Dirección General de Normas.
15. EXPLORACIÓN DEL PETRÓLEO – LIGNITOS NATURALES EMPLEADOS EN FLUIDOS DE PERFORACIÓN, TERMINACIÓN Y REPARACIÓN DE POZOS PETROLEROS ESPECIFICACIONES Y MÉTODOS DE PRUEBA.  
Norma Mexicana NMX-L-157-1996-SCFI  
Secretaría de Comercio y Fomento Industrial. Dirección General de Normas.

16. EXPLORACIÓN DEL PETRÓLEO – LIGNITOS MODIFICADOS EMPLEADOS EN FLUIDOS DE PERFORACIÓN, TERMINACIÓN Y REPARACIÓN DE POZOS PETROLEROS ESPECIFICACIONES Y MÉTODOS DE PRUEBA.  
Norma Mexicana NMX-L-143-1995-SCFI  
Secretaría de Comercio y Fomento Industrial. Dirección General de Normas.
17. EXPLORACIÓN DEL PETRÓLEO – LUBRICANTES DE CARGA MÁXIMA EMPLEADOS EN FLUIDOS DE PERFORACIÓN, TERMINACIÓN Y REPARACIÓN DE POZOS PETROLEROS ESPECIFICACIONES Y MÉTODOS DE PRUEBA.  
Norma Mexicana NMX-L-160 -1996-SCFI  
Secretaría de Comercio y Fomento Industrial. Dirección General de Normas.
18. EXPLORACIÓN DEL PETRÓLEO – PROYECTO DE UN SISTEMA DE FLUIDO BASE AGUA INHIBIDOR DE LUTITAS EMPLEADOS EN FLUIDOS DE PERFORACIÓN, DE POZOS PETROLEROS  
Proyecto NMX-Sistemas inhibidores. Establecimiento de metodología de evaluación que deben cumplir los sistemas base agua inhibidores de lutita para la perforación de pozos petroleros.
19. EXPLORACIÓN DEL PETRÓLEO – EMULSIONES INVERSAS EMPLEADAS COMO FLUIDOS DE PERFORACIÓN, TERMINACIÓN Y MANTENIMIENTO DE POZOS PETROLEROS ESPECIFICACIONES Y MÉTODOS DE PRUEBA.  
Norma Mexicana NMX-L-160 -1996-SCFI  
Secretaría de Comercio y Fomento Industrial. Dirección General de Normas.
20. FLUIDOS DE CONTROL NIVEL 2  
Gerencia de Reparación y Terminación de Pozos  
Programa Nacional de Capacitación Técnico-Practica PEMEX-IMP 1987
21. PERFORACIÓN ROTARIA: “SISTEMAS DE CIRCULACIÓN UNIDAD I, LECCIÓN 8”.  
Petex, IMP y Asistencia Recíproca Petrolera Estatal Latinoamericana. 1984
22. PERFORACIÓN ROTARIA: “ EL EQUIPO ROTARIO Y SUS COMPONENTES UNIDAD I, LECCIÓN 1”.  
Petex, IMP y Asistencia Recíproca Petrolera Estatal Latinoamericana. 1984

# APÉNDICE “A”

**TABLA A.1 LETRAS CLAVE CORRESPONDIENTES AL TAMAÑO DE LA MUESTRA**

| Tamaño del lote o partida | Niveles de inspección especiales |     |     |     | Niveles de inspección general |    |     |
|---------------------------|----------------------------------|-----|-----|-----|-------------------------------|----|-----|
|                           | S-1                              | S-2 | S-3 | S-4 | I                             | II | III |
|                           | 2                                | A   | A   | A   | A                             | A  | A   |
| 9                         | A                                | A   | A   | A   | A                             | B  | C   |
| 16                        | A                                | A   | B   | B   | B                             | C  | D   |
| 26                        | A                                | B   | B   | C   | C                             | D  | E   |
| 51                        | B                                | B   | C   | C   | C                             | E  | F   |
| 91                        | B                                | B   | C   | D   | D                             | F  | G   |
| 151                       | B                                | C   | D   | E   | E                             | G  | H   |
| 281                       | B                                | C   | D   | E   | F                             | H  | J   |
| 501                       | C                                | C   | E   | F   | F                             | J  | K   |
| 1201                      | C                                | D   | E   | G   | H                             | K  | L   |
| 3201                      | C                                | D   | F   | G   | J                             | L  | M   |
| 10001                     | C                                | D   | F   | H   | K                             | M  | N   |
| 35001                     | D                                | E   | G   | J   | L                             | N  | P   |
| 150001                    | D                                | E   | G   | J   | M                             | P  | Q   |
| 500001                    | D                                | E   | H   | K   | N                             | Q  | R   |

LETRAS CLAVE

# APÉNDICE “B”

**TABLA B.1. PLANES DE MUESTREO SENCILLO PARA INSPECCIÓN NORMAL**

| Letra clave del tamaño de la muestra | Niveles de calidad aceptable |       |       |       |       |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |      |    |
|--------------------------------------|------------------------------|-------|-------|-------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|------|----|
|                                      | 0.010                        | 0.015 | 0.025 | 0.040 | 0.065 | 1.0 | 1.5 | 2.5 | 4.0 | 6.5 | 10 | 15 | 25 | 40 | 65 | 100 | 150 | 250 | 400 | 650 | 1000 |    |
|                                      | Ac                           | Re    | Ac    | Re    | Ac    | Re  | Ac  | Re  | Ac  | Re  | Ac | Re | Ac | Re | Ac | Re  | Ac  | Re  | Ac  | Re  | Ac   | Re |
| A                                    | ↓                            |       | ↓     |       | ↓     |     | ↓   |     | ↓   |     | ↓  |    | ↓  |    | ↓  |     | ↓   |     | ↓   |     | ↓    |    |
| B                                    | ↓                            |       | ↓     |       | ↓     |     | ↓   |     | ↓   |     | ↓  |    | ↓  |    | ↓  |     | ↓   |     | ↓   |     | ↓    |    |
| C                                    | ↓                            |       | ↓     |       | ↓     |     | ↓   |     | ↓   |     | ↓  |    | ↓  |    | ↓  |     | ↓   |     | ↓   |     | ↓    |    |
| D                                    | ↓                            |       | ↓     |       | ↓     |     | ↓   |     | ↓   |     | ↓  |    | ↓  |    | ↓  |     | ↓   |     | ↓   |     | ↓    |    |
| E                                    | ↓                            |       | ↓     |       | ↓     |     | ↓   |     | ↓   |     | ↓  |    | ↓  |    | ↓  |     | ↓   |     | ↓   |     | ↓    |    |
| F                                    | ↓                            |       | ↓     |       | ↓     |     | ↓   |     | ↓   |     | ↓  |    | ↓  |    | ↓  |     | ↓   |     | ↓   |     | ↓    |    |
| G                                    | ↓                            |       | ↓     |       | ↓     |     | ↓   |     | ↓   |     | ↓  |    | ↓  |    | ↓  |     | ↓   |     | ↓   |     | ↓    |    |
| H                                    | ↓                            |       | ↓     |       | ↓     |     | ↓   |     | ↓   |     | ↓  |    | ↓  |    | ↓  |     | ↓   |     | ↓   |     | ↓    |    |
| I                                    | ↓                            |       | ↓     |       | ↓     |     | ↓   |     | ↓   |     | ↓  |    | ↓  |    | ↓  |     | ↓   |     | ↓   |     | ↓    |    |
| J                                    | ↓                            |       | ↓     |       | ↓     |     | ↓   |     | ↓   |     | ↓  |    | ↓  |    | ↓  |     | ↓   |     | ↓   |     | ↓    |    |
| K                                    | ↓                            |       | ↓     |       | ↓     |     | ↓   |     | ↓   |     | ↓  |    | ↓  |    | ↓  |     | ↓   |     | ↓   |     | ↓    |    |
| L                                    | ↓                            |       | ↓     |       | ↓     |     | ↓   |     | ↓   |     | ↓  |    | ↓  |    | ↓  |     | ↓   |     | ↓   |     | ↓    |    |
| M                                    | ↓                            |       | ↓     |       | ↓     |     | ↓   |     | ↓   |     | ↓  |    | ↓  |    | ↓  |     | ↓   |     | ↓   |     | ↓    |    |
| N                                    | ↓                            |       | ↓     |       | ↓     |     | ↓   |     | ↓   |     | ↓  |    | ↓  |    | ↓  |     | ↓   |     | ↓   |     | ↓    |    |
| P                                    | ↓                            |       | ↓     |       | ↓     |     | ↓   |     | ↓   |     | ↓  |    | ↓  |    | ↓  |     | ↓   |     | ↓   |     | ↓    |    |
| Q                                    | ↓                            |       | ↓     |       | ↓     |     | ↓   |     | ↓   |     | ↓  |    | ↓  |    | ↓  |     | ↓   |     | ↓   |     | ↓    |    |
| R                                    | ↓                            |       | ↓     |       | ↓     |     | ↓   |     | ↓   |     | ↓  |    | ↓  |    | ↓  |     | ↓   |     | ↓   |     | ↓    |    |

NORMAL SENCILLO

- ↓ = Utilizese el primer plan de muestreo debajo de la flecha. Si el tamaño de la muestra es igual, o mayor, al del lote, efectúese inspección 100%.
- ↑ = Utilizese el primer plan de muestreo arriba de la flecha.
- Ac = Número de aceptación
- Re = Número de rechazo



**TABLA B.2. PLANES DE MUESTREO SENCILLO PARA INSPECCIÓN RIGUROSA**

| Letra clave del tamaño de la muestra | Niveles de calidad aceptable |       |       |       |       |      |      |      |      |      |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |      |   |
|--------------------------------------|------------------------------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|------|---|
|                                      | 0.010                        | 0.015 | 0.025 | 0.040 | 0.065 | 0.10 | 0.15 | 0.25 | 0.40 | 0.65 | 1.0 | 1.5 | 2.5 | 4.0 | 6.5 | 10 | 15 | 25 | 40 | 65 | 100 | 150 | 250 | 400 | 650 | 1000 |   |
| A                                    | ↓                            | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓    | ↓    | ↓    | ↓    | ↓    | ↓   | ↓   | ↓   | ↓   | ↓   | ↓  | ↓  | ↓  | ↓  | ↓  | ↓   | ↓   | ↓   | ↓   | ↓   | ↓    | ↓ |
| B                                    | ↓                            | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓    | ↓    | ↓    | ↓    | ↓    | ↓   | ↓   | ↓   | ↓   | ↓   | ↓  | ↓  | ↓  | ↓  | ↓  | ↓   | ↓   | ↓   | ↓   | ↓   | ↓    | ↓ |
| C                                    | ↓                            | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓    | ↓    | ↓    | ↓    | ↓    | ↓   | ↓   | ↓   | ↓   | ↓   | ↓  | ↓  | ↓  | ↓  | ↓  | ↓   | ↓   | ↓   | ↓   | ↓   | ↓    | ↓ |
| D                                    | ↓                            | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓    | ↓    | ↓    | ↓    | ↓    | ↓   | ↓   | ↓   | ↓   | ↓   | ↓  | ↓  | ↓  | ↓  | ↓  | ↓   | ↓   | ↓   | ↓   | ↓   | ↓    | ↓ |
| E                                    | ↓                            | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓    | ↓    | ↓    | ↓    | ↓    | ↓   | ↓   | ↓   | ↓   | ↓   | ↓  | ↓  | ↓  | ↓  | ↓  | ↓   | ↓   | ↓   | ↓   | ↓   | ↓    | ↓ |
| F                                    | ↓                            | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓    | ↓    | ↓    | ↓    | ↓    | ↓   | ↓   | ↓   | ↓   | ↓   | ↓  | ↓  | ↓  | ↓  | ↓  | ↓   | ↓   | ↓   | ↓   | ↓   | ↓    | ↓ |
| G                                    | ↓                            | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓    | ↓    | ↓    | ↓    | ↓    | ↓   | ↓   | ↓   | ↓   | ↓   | ↓  | ↓  | ↓  | ↓  | ↓  | ↓   | ↓   | ↓   | ↓   | ↓   | ↓    | ↓ |
| H                                    | ↓                            | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓    | ↓    | ↓    | ↓    | ↓    | ↓   | ↓   | ↓   | ↓   | ↓   | ↓  | ↓  | ↓  | ↓  | ↓  | ↓   | ↓   | ↓   | ↓   | ↓   | ↓    | ↓ |
| J                                    | ↓                            | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓    | ↓    | ↓    | ↓    | ↓    | ↓   | ↓   | ↓   | ↓   | ↓   | ↓  | ↓  | ↓  | ↓  | ↓  | ↓   | ↓   | ↓   | ↓   | ↓   | ↓    | ↓ |
| K                                    | ↓                            | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓    | ↓    | ↓    | ↓    | ↓    | ↓   | ↓   | ↓   | ↓   | ↓   | ↓  | ↓  | ↓  | ↓  | ↓  | ↓   | ↓   | ↓   | ↓   | ↓   | ↓    | ↓ |
| L                                    | ↓                            | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓    | ↓    | ↓    | ↓    | ↓    | ↓   | ↓   | ↓   | ↓   | ↓   | ↓  | ↓  | ↓  | ↓  | ↓  | ↓   | ↓   | ↓   | ↓   | ↓   | ↓    | ↓ |
| M                                    | ↓                            | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓    | ↓    | ↓    | ↓    | ↓    | ↓   | ↓   | ↓   | ↓   | ↓   | ↓  | ↓  | ↓  | ↓  | ↓  | ↓   | ↓   | ↓   | ↓   | ↓   | ↓    | ↓ |
| N                                    | ↓                            | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓    | ↓    | ↓    | ↓    | ↓    | ↓   | ↓   | ↓   | ↓   | ↓   | ↓  | ↓  | ↓  | ↓  | ↓  | ↓   | ↓   | ↓   | ↓   | ↓   | ↓    | ↓ |
| P                                    | ↓                            | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓    | ↓    | ↓    | ↓    | ↓    | ↓   | ↓   | ↓   | ↓   | ↓   | ↓  | ↓  | ↓  | ↓  | ↓  | ↓   | ↓   | ↓   | ↓   | ↓   | ↓    | ↓ |
| Q                                    | ↓                            | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓    | ↓    | ↓    | ↓    | ↓    | ↓   | ↓   | ↓   | ↓   | ↓   | ↓  | ↓  | ↓  | ↓  | ↓  | ↓   | ↓   | ↓   | ↓   | ↓   | ↓    | ↓ |
| R                                    | ↓                            | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓    | ↓    | ↓    | ↓    | ↓    | ↓   | ↓   | ↓   | ↓   | ↓   | ↓  | ↓  | ↓  | ↓  | ↓  | ↓   | ↓   | ↓   | ↓   | ↓   | ↓    | ↓ |
| S                                    | ↓                            | ↓     | ↓     | ↓     | ↓     | ↓    | ↓    | ↓    | ↓    | ↓    | ↓   | ↓   | ↓   | ↓   | ↓   | ↓  | ↓  | ↓  | ↓  | ↓  | ↓   | ↓   | ↓   | ↓   | ↓   | ↓    | ↓ |

RIGUROSA SENCILLO

- ↓ = Utilícese el primer plan de muestreo debajo de la flecha. Si el tamaño de la muestra es igual, o mayor, al del lote, efectúese inspección 100%.
- ↑ = Utilícese el primer plan de muestreo arriba de la flecha.
- Ac = Número de aceptación
- Re = Número de rechazo

**TABLA B.3. PLANES DE MUESTREO SENCILLO PARA INSPECCIÓN REDUCIDA**

| Letra clave del tamaño de la muestra | Niveles de calidad aceptable + |       |       |       |       |      |      |      |      |      |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |      |    |    |
|--------------------------------------|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|------|----|----|
|                                      | 0.010                          | 0.015 | 0.025 | 0.040 | 0.065 | 0.10 | 0.15 | 0.25 | 0.40 | 0.65 | 1.0 | 1.5 | 2.5 | 4.0 | 6.5 | 10 | 15 | 25 | 40 | 65 | 100 | 150 | 250 | 400 | 650 | 1000 |    |    |
| A                                    | Ac                             | Re    | Ac    | Re    | Ac    | Re   | Ac   | Re   | Ac   | Re   | Ac  | Re  | Ac  | Re  | Ac  | Re | Ac | Re | Ac | Re | Ac  | Re  | Ac  | Re  | Ac  | Re   | Ac | Re |
| B                                    | Ac                             | Re    | Ac    | Re    | Ac    | Re   | Ac   | Re   | Ac   | Re   | Ac  | Re  | Ac  | Re  | Ac  | Re | Ac | Re | Ac | Re | Ac  | Re  | Ac  | Re  | Ac  | Re   | Ac | Re |
| C                                    | Ac                             | Re    | Ac    | Re    | Ac    | Re   | Ac   | Re   | Ac   | Re   | Ac  | Re  | Ac  | Re  | Ac  | Re | Ac | Re | Ac | Re | Ac  | Re  | Ac  | Re  | Ac  | Re   | Ac | Re |
| D                                    | Ac                             | Re    | Ac    | Re    | Ac    | Re   | Ac   | Re   | Ac   | Re   | Ac  | Re  | Ac  | Re  | Ac  | Re | Ac | Re | Ac | Re | Ac  | Re  | Ac  | Re  | Ac  | Re   | Ac | Re |
| E                                    | Ac                             | Re    | Ac    | Re    | Ac    | Re   | Ac   | Re   | Ac   | Re   | Ac  | Re  | Ac  | Re  | Ac  | Re | Ac | Re | Ac | Re | Ac  | Re  | Ac  | Re  | Ac  | Re   | Ac | Re |
| F                                    | Ac                             | Re    | Ac    | Re    | Ac    | Re   | Ac   | Re   | Ac   | Re   | Ac  | Re  | Ac  | Re  | Ac  | Re | Ac | Re | Ac | Re | Ac  | Re  | Ac  | Re  | Ac  | Re   | Ac | Re |
| G                                    | Ac                             | Re    | Ac    | Re    | Ac    | Re   | Ac   | Re   | Ac   | Re   | Ac  | Re  | Ac  | Re  | Ac  | Re | Ac | Re | Ac | Re | Ac  | Re  | Ac  | Re  | Ac  | Re   | Ac | Re |
| H                                    | Ac                             | Re    | Ac    | Re    | Ac    | Re   | Ac   | Re   | Ac   | Re   | Ac  | Re  | Ac  | Re  | Ac  | Re | Ac | Re | Ac | Re | Ac  | Re  | Ac  | Re  | Ac  | Re   | Ac | Re |
| J                                    | Ac                             | Re    | Ac    | Re    | Ac    | Re   | Ac   | Re   | Ac   | Re   | Ac  | Re  | Ac  | Re  | Ac  | Re | Ac | Re | Ac | Re | Ac  | Re  | Ac  | Re  | Ac  | Re   | Ac | Re |
| K                                    | Ac                             | Re    | Ac    | Re    | Ac    | Re   | Ac   | Re   | Ac   | Re   | Ac  | Re  | Ac  | Re  | Ac  | Re | Ac | Re | Ac | Re | Ac  | Re  | Ac  | Re  | Ac  | Re   | Ac | Re |
| L                                    | Ac                             | Re    | Ac    | Re    | Ac    | Re   | Ac   | Re   | Ac   | Re   | Ac  | Re  | Ac  | Re  | Ac  | Re | Ac | Re | Ac | Re | Ac  | Re  | Ac  | Re  | Ac  | Re   | Ac | Re |
| M                                    | Ac                             | Re    | Ac    | Re    | Ac    | Re   | Ac   | Re   | Ac   | Re   | Ac  | Re  | Ac  | Re  | Ac  | Re | Ac | Re | Ac | Re | Ac  | Re  | Ac  | Re  | Ac  | Re   | Ac | Re |
| N                                    | Ac                             | Re    | Ac    | Re    | Ac    | Re   | Ac   | Re   | Ac   | Re   | Ac  | Re  | Ac  | Re  | Ac  | Re | Ac | Re | Ac | Re | Ac  | Re  | Ac  | Re  | Ac  | Re   | Ac | Re |
| P                                    | Ac                             | Re    | Ac    | Re    | Ac    | Re   | Ac   | Re   | Ac   | Re   | Ac  | Re  | Ac  | Re  | Ac  | Re | Ac | Re | Ac | Re | Ac  | Re  | Ac  | Re  | Ac  | Re   | Ac | Re |
| Q                                    | Ac                             | Re    | Ac    | Re    | Ac    | Re   | Ac   | Re   | Ac   | Re   | Ac  | Re  | Ac  | Re  | Ac  | Re | Ac | Re | Ac | Re | Ac  | Re  | Ac  | Re  | Ac  | Re   | Ac | Re |
| R                                    | Ac                             | Re    | Ac    | Re    | Ac    | Re   | Ac   | Re   | Ac   | Re   | Ac  | Re  | Ac  | Re  | Ac  | Re | Ac | Re | Ac | Re | Ac  | Re  | Ac  | Re  | Ac  | Re   | Ac | Re |

REDUCIDA SENCILLO

- ↓ = Utilizese el primer plan de muestreo debajo de la flecha. Si el tamaño de la muestra es igual, o mayor, al del lote, efectúese inspección 100%.
- ↑ = Utilizese el primer plan de muestreo arriba de la flecha.
- Ac = Número de aceptación
- Re = Número de rechazo
- + = Si se excede el número de aceptación, pero no se alcanza el de rechazo, se acepta el lote y se cambia a inspección normal a partir del lote siguiente.

# APÉNDICE “C”

**TABLA C.1. CLIDAD LIMITE (EN PORCENTAJE DE DEFECTUOSAS) PARA LA CUAL Pa=10%  
(para inspección normal, muestreo sencillo)**

| Letra clave | Tamaño de la muestra | Niveles de calidad aceptable |       |       |       |       |      |      |      |      |      |     |     |     |     |     |    |  |
|-------------|----------------------|------------------------------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|----|--|
|             |                      | 0.010                        | 0.015 | 0.025 | 0.040 | 0.065 | 0.10 | 0.15 | 0.25 | 0.40 | 0.65 | 1.0 | 1.5 | 2.5 | 4.0 | 6.5 | 10 |  |
| A           | 2                    |                              |       |       |       |       |      |      |      |      |      |     |     |     |     |     |    |  |
| B           | 3                    |                              |       |       |       |       |      |      |      |      |      |     |     |     |     |     |    |  |
| C           | 5                    |                              |       |       |       |       |      |      |      |      |      |     |     | 37  | 54  | 68  | 58 |  |
| D           | 8                    |                              |       |       |       |       |      |      |      |      |      |     |     |     |     |     |    |  |
| E           | 13                   |                              |       |       |       |       |      |      |      |      | 16   |     | 25  |     |     |     |    |  |
| F           | 20                   |                              |       |       |       |       |      |      |      | 11   |      |     |     | 18  | 27  | 36  | 44 |  |
| G           | 32                   |                              |       |       |       |       |      |      | 6.9  |      |      |     |     | 16  | 20  | 27  | 34 |  |
| H           | 50                   |                              |       |       |       |       |      | 4.5  |      |      | 7.6  |     | 10  | 13  | 18  | 22  | 29 |  |
| J           | 80                   |                              |       |       |       |       |      | 2.8  |      |      | 6.5  |     | 8.2 | 11  | 14  | 19  | 24 |  |
| K           | 125                  |                              |       |       |       |       | 1.8  |      | 3.1  | 4.3  | 5.4  |     | 7.4 | 9.4 | 12  | 16  | 23 |  |
| L           | 200                  |                              |       |       |       |       |      |      | 2.7  | 3.3  | 4.6  |     | 5.9 | 7.7 | 10  | 14  |    |  |
| M           | 315                  |                              |       |       |       |       |      |      | 2.1  | 2.9  | 3.7  |     | 4.9 | 6.4 | 9.0 |     |    |  |
| N           | 500                  |                              |       | 0.46  |       |       |      |      | 1.9  | 2.4  | 3.1  |     | 4   | 5.6 |     |     |    |  |
| P           | 800                  |                              | 0.29  |       |       |       |      |      | 1.5  | 1.9  | 2.5  |     | 3.5 |     |     |     |    |  |
| Q           | 1250                 | 0.18                         |       |       |       |       |      |      | 1.2  | 1.6  | 2.3  |     |     |     |     |     |    |  |
| R           | 2000                 |                              |       | 0.2   |       |       |      |      | 1.0  | 1.4  |      |     |     |     |     |     |    |  |

10 % CL ( DEFECTUOSAS)

**TABLA C.2. CLIDAD LIMITE (EN PORCENTAJE DE DEFECTUOSAS) PARA LA CUAL Pa=5%  
(para inspección normal, muestreo sencillo)**

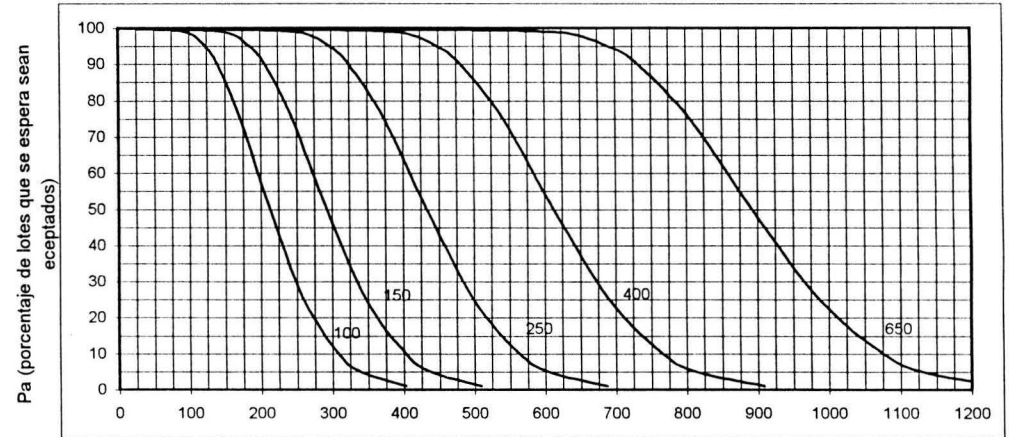
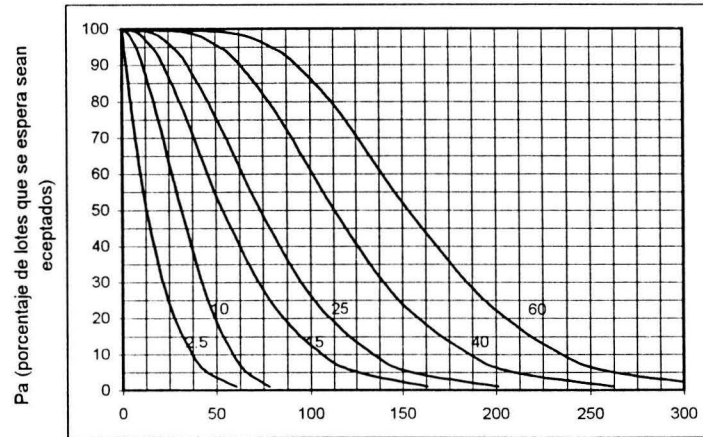
| Letra clave | Tamaño de la muestra | Niveles de calidad aceptable |       |       |       |       |      |      |      |      |      |     |     |     |     |     |    |
|-------------|----------------------|------------------------------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|----|
|             |                      | 0.010                        | 0.015 | 0.025 | 0.040 | 0.065 | 0.10 | 0.15 | 0.25 | 0.40 | 0.65 | 1.0 | 1.5 | 2.5 | 4.0 | 6.5 | 10 |
| A           | 2                    |                              |       |       |       |       |      |      |      |      |      |     |     |     |     |     |    |
| B           | 3                    |                              |       |       |       |       |      |      |      |      |      |     |     |     | 63  | 78  |    |
| C           | 5                    |                              |       |       |       |       |      |      |      |      |      |     | 45  |     |     |     | 66 |
| D           | 8                    |                              |       |       |       |       |      |      |      |      |      | 31  |     |     |     |     | 60 |
| E           | 13                   |                              |       |       |       |       |      |      |      |      | 21   |     |     |     | 32  | 41  | 50 |
| F           | 20                   |                              |       |       |       |       |      |      |      | 14   |      |     | 22  | 28  | 34  | 46  |    |
| G           | 32                   |                              |       |       |       |       |      |      | 8.9  |      |      | 14  | 18  | 23  | 30  | 37  |    |
| H           | 50                   |                              |       | 5.8   |       |       |      |      |      |      | 9.1  | 12  | 15  | 20  | 25  | 32  |    |
| J           | 80                   |                              |       |       |       |       |      | 3.7  |      |      | 7.7  | 9.4 | 13  | 16  | 20  | 26  |    |
| K           | 125                  |                              |       |       |       |       | 2.4  |      | 3.8  | 5.0  | 6.2  | 8.4 | 11  | 14  | 18  | 24  |    |
| L           | 200                  |                              |       |       |       |       | 1.5  |      | 3.2  | 3.9  | 5.3  | 6.6 | 8.5 | 11  | 15  |     |    |
| M           | 315                  |                              |       |       |       |       |      | 1.5  | 2.5  | 3.3  | 4.2  | 5.4 | 7.0 | 9.6 |     |     |    |
| N           | 500                  |                              |       |       |       |       | 0.95 |      |      | 2.6  | 3.4  | 4.4 | 6.1 |     |     |     |    |
| P           | 800                  |                              | 0.38  |       |       |       | 0.59 |      | 1.6  | 2.1  | 2.7  | 3.8 |     |     |     |     |    |
| Q           | 1250                 | 0.24                         |       |       |       |       | 0.38 |      | 1.3  | 1.6  | 2.4  |     |     |     |     |     |    |
| R           | 2000                 |                              |       |       |       |       | 0.24 |      | 1.1  | 1.4  | 1.8  | 2.4 |     |     |     |     |    |

5% CL ( DEFECTUOSAS)

# APÉNDICE “D”

**TABLA D.1. TAMAÑO DE LA MUESTRA CORRESPONDIENTE A LA LETRA CLAVE ( C )**

Graficas D. Curvas de operación características para planes de muestreo sencillo correspondiente a la letra clave C.



Calida de los lotes (p en porcentaje de defectuosas para NCA ≤ 10 ; y en defectos por cien unidades para NCA>10)

Nota: Los valores sobre las curvas corresponden a los NCA para inspección normal.

**Tabla D.1.1. Valores tabulados para las curvas de operación características para planes de muestreo sencillo correspondiente a la letra clave C.**

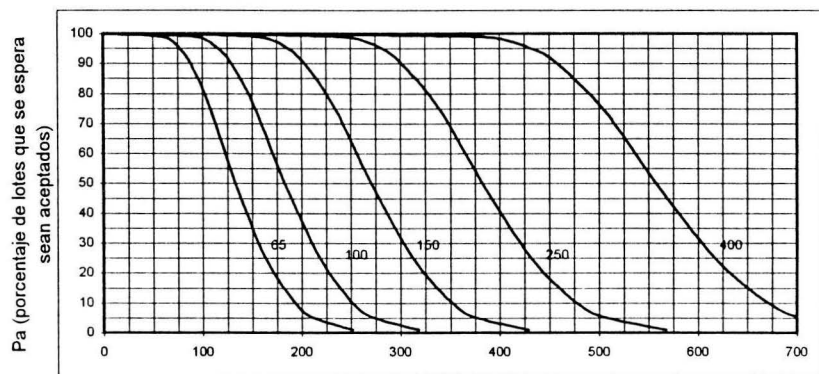
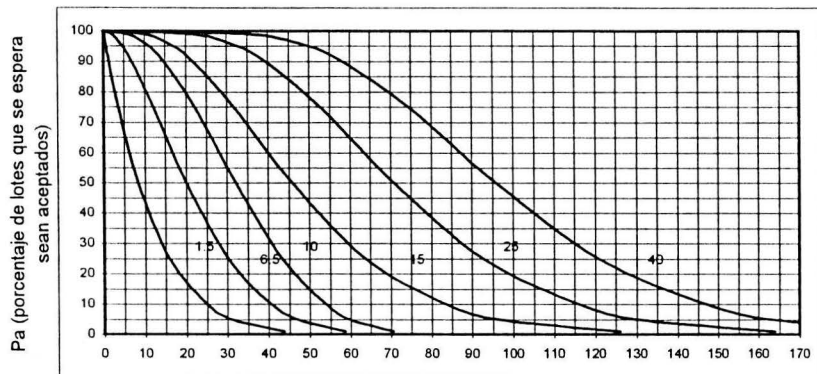
| Pa   | Niveles de clidad aceptable ( inspección normal ) |              |                                    |      |      |      |      |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
|------|---|--------------|------------------------------------|------|------|------|------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|      | 2.5   | 10           | 2.5                                | 10   | 15   | 25   | 40   | 65           | <del>X</del> | 100          | <del>X</del> | 150          | <del>X</del> | 250          | <del>X</del> | 400          | <del>X</del> | 650          |
|      | p ( en porcentaje de defectuosas)                 |              | p ( en defectos por cien unidades) |      |      |      |      |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 99.0 | 0.20  | 3.28         | 0.20                               | 2.89 | 8.72 | 16.5 | 35.7 | 58.1         | 70.1         | 95.4         | 122          | 150          | 207          | 251          | 344          | 391          | 568          | 618          |
| 95.0 | 1.02  | 7.63         | 1.03                               | 7.10 | 16.4 | 27.3 | 52.3 | 79.6         | 93.9         | 123          | 154          | 185          | 249          | 298          | 398          | 449          | 639          | 691          |
| 90.0 | 2.09  | 11.2         | 2.10                               | 10.6 | 22.0 | 34.9 | 63.0 | 93.1         | 109          | 140          | 173          | 206          | 273          | 325          | 429          | 482          | 679          | 733          |
| 75.0 | 5.59  | 19.4         | 5.76                               | 19.2 | 34.5 | 50.7 | 84.4 | 119          | 137          | 172          | 208          | 245          | 318          | 374          | 485          | 542          | 749          | 806          |
| 50.0 | 12.9  | 31.4         | 13.9                               | 33.6 | 53.5 | 73.4 | 113  | 153          | 173          | 213          | 253          | 293          | 373          | 433          | 553          | 613          | 833          | 893          |
| 25.0 | 24.2  | 45.4         | 27.7                               | 53.9 | 78.4 | 102  | 148  | 194          | 216          | 260          | 304          | 348          | 435          | 499          | 627          | 691          | 923          | 987          |
| 10.0 | 36.9  | 58.4         | 46.1                               | 77.8 | 106  | 134  | 186  | 235          | 260          | 308          | 356          | 403          | 495          | 564          | 699          | 766          | 1010         | 1076         |
| 5.0  | 45.1  | 65.8         | 59.9                               | 94.9 | 126  | 155  | 210  | 263          | 289          | 339          | 389          | 438          | 534          | 605          | 745          | 814          | 1064         | 1131         |
| 1.0  | 60.2  | 77.8         | 92.1                               | 133  | 163  | 201  | 262  | 320          | 348          | 403          | 456          | 509          | 612          | 687          | 835          | 908          | 1171         | 1241         |
| 4.0  | <del>X</del>                                      | <del>X</del> | 4.0                                | 15   | 25   | 40   | 65   | <del>X</del> | 100          | <del>X</del> | 150          | <del>X</del> | 250          | <del>X</del> | 400          | <del>X</del> | 650          | <del>X</del> |

Niveles de calidad aceptables (inspección rigurosa)

Nota: En el calculo del porcentaje de defectuosas se ha empleado la distribución Binomial; en el número de defectos por cien unidades la de Poisson.

**TABLA D.2. TAMAÑO DE LA MUESTRA CORRESPONDIENTE A LA LETRA CLAVE ( D )**

Graficas D. Curvas de operación características para planes de muestreo sencillo correspondiente a la letra clave D.



Calidad de los lotes (p en porcentaje de defectuosas para  $NCA \leq 10$  ; y en defectos por cien unidades para  $NCA > 10$ )

Nota: Los valores sobre las curvas corresponden a los NCA para inspección normal.

**Tabla D.2.1. Valores tabulados para las curvas de operación características para planes de muestreo sencillo correspondiente a la letra clave D.**

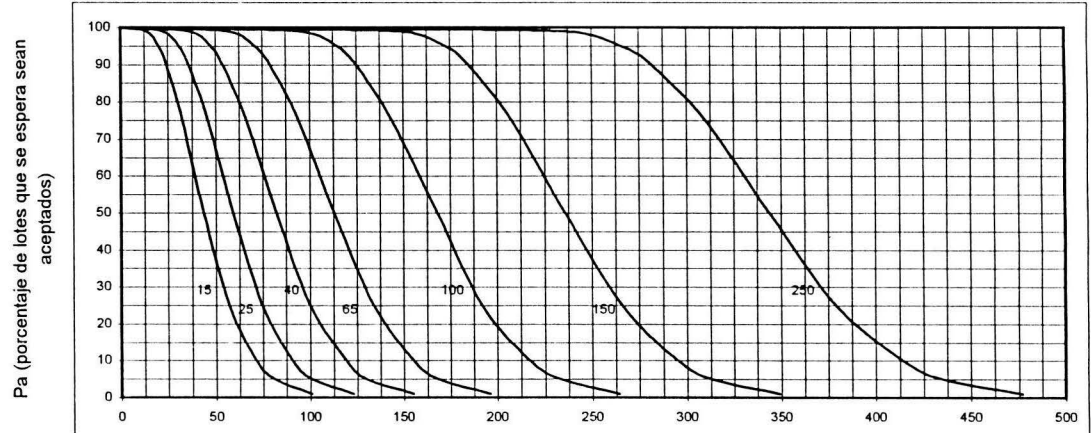
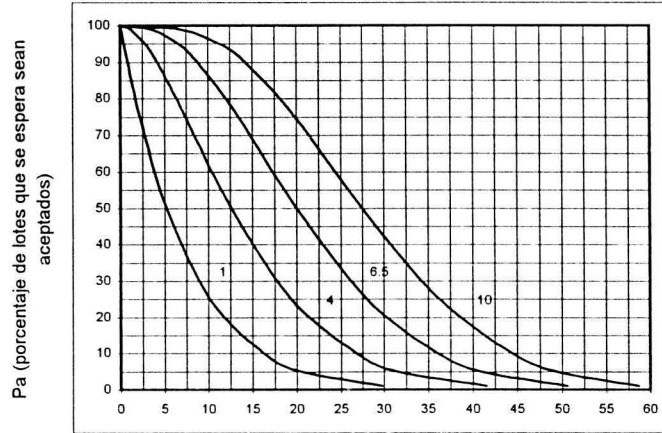
| Pa   | Niveles de calidad aceptable ( inspección normal )  |      |       |                                   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |     |     |     |     |     |
|------|---|------|-------|-----------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|      | 1.5   | 6.5  | 10    | 1.5                               | 6.5  | 10   | 15   | 25   | 40   | 65   | 100  | 150  | 250  | 400 |     |     |     |     |     |
|      | p (en porcentaje de defectuosas)                    |      |       | p (en defectos por cien unidades) |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |     |     |     |     |     |
| 99.0 | 0.13  | 2    | 6.00  | 0.13                              | 1.86 | 5.45 | 10.3 | 22.3 | 36.3 | 43.8 | 59.6 | 76.2 | 93.5 | 129 | 157 | 215 | 244 | 355 | 386 |
| 95.0 | 0.64  | 2.64 | 11.1  | 0.64                              | 4.44 | 10.2 | 17.1 | 32.7 | 49.8 | 58.7 | 77.1 | 96.1 | 116  | 156 | 186 | 249 | 281 | 399 | 432 |
| 90.0 | 1.31  | 6.88 | 14.70 | 1.31                              | 6.7  | 13.8 | 21.8 | 39.4 | 58.2 | 67.9 | 87.8 | 108  | 129  | 171 | 203 | 268 | 301 | 424 | 458 |
| 75.0 | 3.53  | 12.1 | 22.1  | 3.6                               | 12   | 21.6 | 31.7 | 52.7 | 74.5 | 85.5 | 108  | 130  | 153  | 199 | 234 | 303 | 339 | 468 | 504 |
| 50.0 | 8.3   | 20.1 | 32.1  | 8.66                              | 21   | 33.4 | 45.9 | 70.9 | 95.9 | 108  | 133  | 158  | 183  | 233 | 271 | 346 | 383 | 521 | 558 |
| 25.0 | 15.9  | 30.3 | 43.3  | 17.3                              | 33.7 | 49   | 63.9 | 92.8 | 121  | 135  | 163  | 190  | 218  | 272 | 312 | 392 | 432 | 577 | 617 |
| 10.0 | 25  | 40.6 | 53.9  | 28.8                              | 48.6 | 66.5 | 83.5 | 116  | 147  | 162  | 193  | 222  | 252  | 309 | 352 | 437 | 478 | 631 | 672 |
| 5.0  | 31.2  | 47.1 | 59.9  | 37.5                              | 59.3 | 78.7 | 96.9 | 131  | 164  | 180  | 212  | 243  | 274  | 334 | 378 | 465 | 509 | 665 | 707 |
| 1.0  | 43.8  | 58.8 | 70.7  | 57.6                              | 83   | 105  | 126  | 164  | 200  | 218  | 252  | 285  | 318  | 382 | 429 | 522 | 568 | 732 | 776 |
|      | 2.5   | 10   |       | 2.5                               | 10   | 15   | 25   | 40   |      | 65   |      | 100  |      | 150 |     | 250 |     |     |     |
|      | Niveles de calidad aceptables (inspección rigurosa) |      |       |                                   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |     |     |     |     |     |

Nota: En el calculo del porcentaje de defectuosas se ha empleado la distribución Binomial; en el número de defectos por cien unidades la de Poisson.



**TABLA D.3. TAMAÑO DE LA MUESTRA CORRESPONDIENTE A LA LETRA CLAVE ( E )**

Graficas D. Curvas de operación características para planes de muestreo sencillo correspondiente a la letra clave E.



Calidad de los lotes (p en porcentaje de defectuosas para NCA ≤ 10 ; y en defectos por cien unidades para NCA > 10)

Nota: Los valores sobre las curvas corresponden a los NCA para inspección normal.

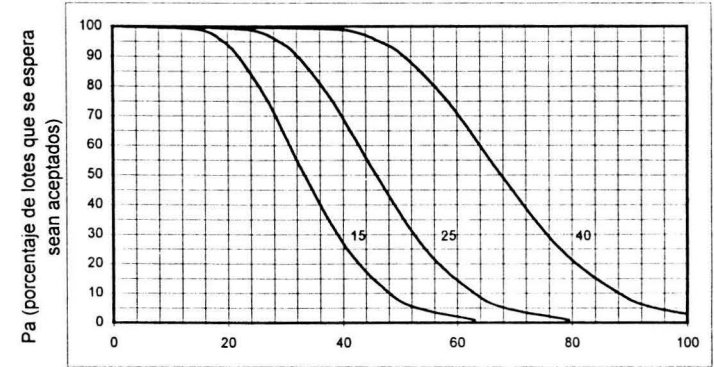
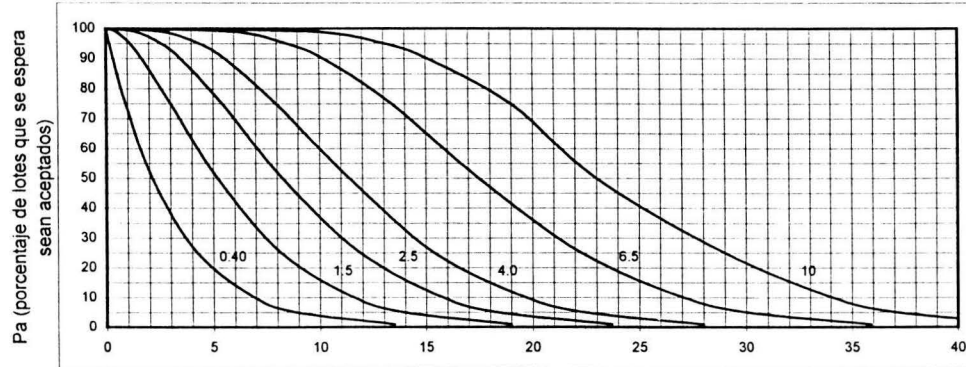
**Tabla D.3.1. Valores tabulados para las curvas de operación características para planes de muestreo sencillo correspondientes a la letra clave E.**

| Pa  | Niveles de calidad aceptable ( inspección normal ) |      |      |       |                                     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |     |     |     |  |  |  |  |  |
|---|--|------|------|-------|-------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|--|--|--|--|--|
|   | 1.0  | 4.0  | 6.5  | 10    | 1.0                                 | 4.0  | 6.5  | 10   | 15   | 25   | 40   | 65   | 100  | 150  | 250  |      |     |     |     |     |  |  |  |  |  |
|   | p (en porcentaje de defectuosas)                   |      |      |       | p ( en defectos por cien unidades ) |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |     |     |     |  |  |  |  |  |
| 99.0  | 0.08   | 1.19 | 3.63 | 7.0   | 0.078                               | 1.15 | 3.35 | 6.33 | 13.7 | 22.4 | 27.0 | 36.7 | 46.9 | 57.5 | 79.6 | 96.7 | 132 | 150 | 219 | 238 |  |  |  |  |  |
| 95.0  | 0.394  | 2.81 | 6.63 | 11.30 | 0.395                               | 2.73 | 6.29 | 10.5 | 20.1 | 30.6 | 36.1 | 47.5 | 59.2 | 71.1 | 95.7 | 115  | 153 | 173 | 246 | 266 |  |  |  |  |  |
| 90.0  | 0.807  | 4.16 | 8.80 | 14.2  | 0.808                               | 4.09 | 8.48 | 13.4 | 24.2 | 35.8 | 41.8 | 54   | 66.5 | 79.2 | 105  | 125  | 165 | 185 | 261 | 282 |  |  |  |  |  |
| 75.0  | 2.189  | 7.41 | 13.4 | 19.9  | 2.22                                | 7.39 | 13.3 | 19.5 | 32.5 | 45.8 | 52.6 | 66.3 | 80.2 | 94.1 | 122  | 144  | 187 | 208 | 288 | 310 |  |  |  |  |  |
| 50.0  | 5.19   | 12.6 | 20   | 27.5  | 5.33                                | 12.9 | 20.6 | 28.2 | 43.6 | 59   | 66.7 | 82.1 | 97.5 | 113  | 144  | 168  | 213 | 236 | 321 | 344 |  |  |  |  |  |
| 25.0  | 10.1   | 19.4 | 28   | 36.2  | 10.7                                | 20.7 | 30.2 | 39.3 | 57.1 | 74.5 | 83.1 | 100  | 117  | 134  | 167  | 192  | 241 | 266 | 355 | 379 |  |  |  |  |  |
| 10.0  | 16.2   | 26.8 | 36   | 44.4  | 17.7                                | 29.9 | 40.9 | 51.4 | 71.3 | 90.5 | 100  | 119  | 137  | 155  | 190  | 217  | 269 | 295 | 388 | 414 |  |  |  |  |  |
| 5.0   | 20.6   | 31.6 | 41.0 | 49.5  | 23                                  | 36.5 | 48.4 | 59.6 | 80.9 | 101  | 111  | 130  | 150  | 168  | 205  | 233  | 286 | 313 | 409 | 435 |  |  |  |  |  |
| 1.0   | 29.8   | 41.5 | 50.6 | 58.7  | 35.4                                | 51.1 | 64.7 | 77.3 | 101  | 123  | 134  | 155  | 176  | 196  | 235  | 264  | 321 | 349 | 450 | 477 |  |  |  |  |  |
|   | 1.5  | 6.5  | 10   |       | 1.5                                 | 6.5  | 10   | 15   | 25   |      | 40   |      | 65   |      | 100  |      | 150 |     | 250 |     |  |  |  |  |  |
| Niveles de calidad aceptables (inspección rigurosa) |  |      |      |       |                                     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |     |     |     |  |  |  |  |  |

Nota: En el calculo del porcentaje de defectuosas se ha empleado la distribución Binomial; en el número de defectos por cien unidades la de Poisson.

**TABLA D.4. TAMAÑO DE LA MUESTRA CORRESPONDIENTE A LA LETRA CLAVE ( G ).**

Graficas D. Curvas de operación características para planes de muestreo sencillo correspondientes a la letra clave G



Calidad de los lotes (p en porcentaje de defectuosas para NCA ≤ 10 ; y en defectos por cien unidades para NCA > 10)

Nota: Los valores sobre las curvas corresponden a los NCA para inspección normal

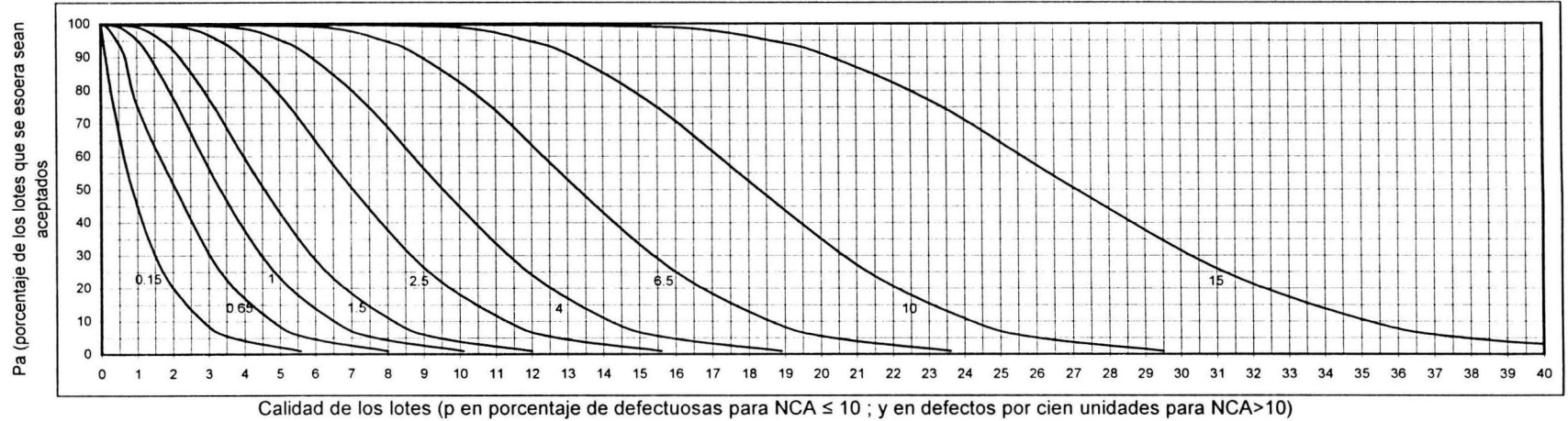
**Tabla D.4.1. Valores tabulados para las curvas de operación características para planes de muestreo sencillo correspondiente a la letra clave G.**

| Pa   | Niveles de calidad aceptable ( inspección normal )  |       |      |      |      |               |                                    |       |      |      |      |               |               |               |               |               |               |               |
|------|---|-------|------|------|------|---------------|------------------------------------|-------|------|------|------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
|      | 0.40  | 1.5   | 2.5  | 4.0  | 6.5  | 10            | 0.40                               | 1.5   | 2.5  | 4.0  | 6.5  | 10            | <del>15</del> | <del>25</del> | <del>40</del> |               |               |               |
|      | p (en porcentaje de defectuosas)                    |       |      |      |      |               | p ( en defectos por cien unidades) |       |      |      |      |               |               |               |               |               |               |               |
| 99.0 | 0.032   | 0.475 | 1.38 | 2.63 | 5.94 | 9.75          | 0.032                              | 0.466 | 1.36 | 2.57 | 5.57 | 9.08          | 11.0          | 14.9          | 19.1          | 23.4          | 32.3          | 39.3          |
| 95.0 | 0.161   | 1.13  | 2.59 | 4.39 | 8.50 | 13.1          | 0.160                              | 1.10  | 2.55 | 4.26 | 8.16 | 12.4          | 14.7          | 19.3          | 24.0          | 28.9          | 38.9          | 46.5          |
| 90.0 | 0.329   | 1.67  | 3.50 | 5.56 | 10.2 | 15.1          | 0.328                              | 1.66  | 3.44 | 5.45 | 9.85 | 14.6          | 17.0          | 21.9          | 27.0          | 32.2          | 42.7          | 50.8          |
| 75.0 | 0.895   | 3.01  | 5.42 | 7.98 | 13.4 | 19.0          | 0.900                              | 3.0   | 5.39 | 7.92 | 13.2 | 18.6          | 21.4          | 26.9          | 32.6          | 38.2          | 49.7          | 58.4          |
| 50.0 | 2.14  | 5.19  | 8.27 | 11.4 | 17.5 | 23.7          | 2.16                               | 5.24  | 8.35 | 11.5 | 17.7 | 24            | 27.1          | 33.3          | 39.6          | 45.8          | 58.3          | 67.7          |
| 25.0 | 4.23  | 8.19  | 11.9 | 15.4 | 22.3 | 29.0          | 4.33                               | 8.41  | 12.3 | 16.0 | 23.2 | 30.3          | 33.8          | 40.7          | 47.6          | 54.4          | 67.9          | 78            |
| 10.0 | 6.94  | 11.6  | 15.8 | 19.7 | 27.1 | 34.1          | 7.19                               | 12.2  | 16.6 | 20.9 | 29.0 | 36.8          | 40.6          | 48.1          | 55.6          | 62.9          | 77.4          | 88.1          |
| 5.0  | 8.94  | 14.0  | 18.4 | 22.5 | 30.1 | 37.2          | 9.36                               | 14.8  | 19.7 | 24.2 | 32.9 | 41.1          | 45.1          | 53.0          | 60.8          | 68.4          | 83.4          | 94.5          |
| 1.0  | 13.5  | 19.0  | 23.7 | 28.0 | 35.9 | 43.3          | 14.4                               | 20.7  | 26.3 | 31.4 | 41.0 | 50            | 54.4          | 63.0          | 71.3          | 79.5          | 95.6          | 107           |
|      | 0.65  | 2.5   | 4.0  | 6.5  | 10   | <del>15</del> | 0.65                               | 2.5   | 4.0  | 6.5  | 10   | <del>15</del> | <del>25</del> | <del>40</del> | <del>50</del> | <del>60</del> | <del>70</del> | <del>80</del> |
|      | Niveles de calidad aceptables (inspección rigurosa) |       |      |      |      |               |                                    |       |      |      |      |               |               |               |               |               |               |               |

Nota: En el calculo del porcentaje de defectuosas se ha empleado la distribución Binomial; en el número de defectos por cien unidades la de Poisson.

**TABLA D.5. TAMAÑO DE LA MUESTRA CORRESPONDIENTE A LA LETRA CLAVE J.**

Graficas D. Curvas de operación características para planes de muestreo sencillo correspondientes a la letra clave J.



Nota: Los valores sobre las curvas corresponden a los NCA para inspección normal

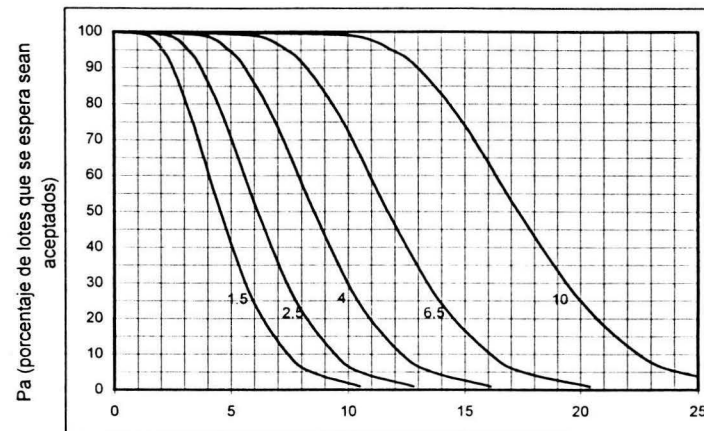
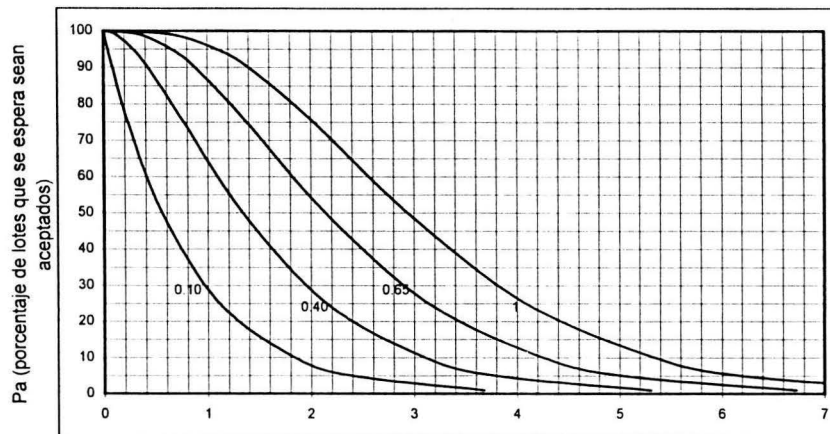
**Tabla D.5.1. Valores tabulados para las curvas de operación características para planes de muestreo sencillo correspondiente a la letra clave J.**

| Pa   | Niveles de calidad aceptable ( inspección normal ) |       |      |      |      |      |      |      |      |      |                                     |       |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
|------|--|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------------------------------------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|
|      | 0.15   | 0.65  | 1.0  | 1.5  | 2.5  | 4.0  | 6.5  | 10   | 15   | 0.15 | 0.65                                | 1.0   | 1.5   | 2.5  | 4.0  | 6.5  | 10   | 15   |      |      |      |      |  |
|      | p ( en porcentaje de defectuosas )                 |       |      |      |      |      |      |      |      |      | p ( en defectos por cien unidades ) |       |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 99.0 | 0.013  | 0.188 | 0.55 | 1.05 | 2.30 | 3.72 | 4.50 | 6.13 | 7.88 | 9.75 | 0.013                               | 0.186 | 0.545 | 1.03 | 2.23 | 3.63 | 4.38 | 5.96 | 7.62 | 9.35 | 12.9 | 15.7 |  |
| 95.0 | 0.064  | 0.444 | 1.03 | 1.73 | 3.32 | 5.06 | 5.98 | 7.91 | 9.89 | 11.9 | 0.064                               | 0.444 | 1.02  | 1.71 | 3.27 | 4.98 | 5.87 | 7.71 | 9.61 | 11.6 | 15.6 | 18.6 |  |
| 90.0 | 0.132  | 0.666 | 1.38 | 2.20 | 3.98 | 5.91 | 6.91 | 8.95 | 11.0 | 13.2 | 0.131                               | 0.665 | 1.38  | 2.18 | 3.94 | 5.82 | 6.79 | 8.78 | 10.8 | 12.9 | 17.1 | 20.3 |  |
| 75.0 | 0.359  | 1.202 | 2.16 | 3.18 | 5.30 | 7.50 | 8.62 | 10.9 | 13.2 | 15.5 | 0.36                                | 1.20  | 2.16  | 3.17 | 5.27 | 7.45 | 8.55 | 10.8 | 13.0 | 15.3 | 19.9 | 23.4 |  |
| 50.0 | 0.863  | 2.09  | 3.33 | 4.57 | 7.06 | 9.55 | 10.8 | 13.3 | 15.8 | 18.3 | 0.866                               | 2.10  | 3.34  | 4.59 | 7.09 | 9.59 | 10.8 | 13.3 | 15.8 | 18.3 | 23.3 | 27.1 |  |
| 25.0 | 1.72   | 3.33  | 4.84 | 6.31 | 9.14 | 11.9 | 13.3 | 16.0 | 18.6 | 21.3 | 1.73                                | 3.37  | 4.90  | 6.39 | 9.28 | 12.1 | 13.5 | 16.3 | 19.0 | 21.8 | 27.2 | 31.2 |  |
| 10.0 | 2.84   | 4.78  | 6.52 | 8.16 | 11.3 | 14.2 | 15.7 | 18.6 | 21.4 | 24.2 | 2.88                                | 4.86  | 6.65  | 8.35 | 11.6 | 14.7 | 16.2 | 19.3 | 22.2 | 25.2 | 30.9 | 35.2 |  |
| 5.0  | 3.68   | 5.8   | 7.66 | 9.39 | 12.7 | 15.8 | 17.3 | 20.3 | 23.2 | 26.0 | 3.75                                | 5.93  | 7.87  | 9.69 | 13.1 | 16.4 | 18.0 | 21.3 | 24.3 | 27.4 | 33.4 | 37.8 |  |
| 1.0  | 5.59   | 8.0   | 10.1 | 12.0 | 15.6 | 18.9 | 20.5 | 23.6 | 26.5 | 29.5 | 5.76                                | 8.30  | 10.5  | 12.6 | 16.4 | 20   | 21.8 | 25.2 | 28.5 | 31.8 | 38.2 | 42.9 |  |
|      | 0.25   | 1.0   | 1.5  | 2.5  | 4.0  | 6.5  | 10   | 15   | 20   | 25   | 0.25                                | 1.0   | 1.5   | 2.5  | 4.0  | 6.5  | 10   | 15   | 20   | 25   | 30   | 35   |  |

Nota: En el cálculo del porcentaje de defectuosas se ha empleado la distribución Binomial; en el número de defectos por cien unidades la de Poisson.

**TABLA D.6. TAMAÑO DE LA MUESTRA CORRESPONDIENTE A LA LETRA CLAVE ( K )**

Graficas D. Curvas de operación características para planes de muestreo sencillo correspondiente a la letra clave K



Calidad de los lotes (p en porcentaje de defectuosas para NCA ≤ 10 ; y en defectos por cien unidades para NCA > 10)

Nota: Los valores sobre las curvas corresponden a los NCA para inspección normal

**Tabla D.6.1. Valores tabulados para las curvas de operación características para planes de muestreo sencillo correspondiente a la letra clave K**

| Pa  | Niveles de calidad aceptable ( inspección normal ) |       |       |       |      |                |                |                |                |                |                |                 |
|---|--|-------|-------|-------|------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|
|   | 0.10   | 0.40  | 0.65  | 1.0   | 1.5  | 2.5            | <del>3.5</del> | 4.0            | <del>5.0</del> | 6.5            | <del>8.0</del> | 10              |
| p ( en porcentaje de defectuosas o defectos por cien unidades ) |  |       |       |       |      |                |                |                |                |                |                |                 |
| 99.0  | 0.0081   | 0.119 | 0.349 | 0.658 | 1.43 | 2.33           | 2.81           | 3.82           | 4.88           | 5.98           | 8.28           | 10.1            |
| 95.0  | 0.0410   | 0.284 | 0.654 | 1.09  | 2.09 | 3.19           | 3.76           | 4.94           | 6.15           | 7.40           | 9.95           | 11.9            |
| 90.0  | 0.0840   | 0.426 | 0.882 | 1.40  | 2.52 | 3.73           | 4.35           | 5.62           | 6.92           | 8.24           | 10.9           | 13.0            |
| 75.0  | 0.230  | 0.769 | 1.382 | 2.03  | 3.38 | 4.77           | 5.47           | 6.90           | 8.34           | 9.79           | 12.7           | 14.9            |
| 50.0  | 0.554  | 1.34  | 2.14  | 2.94  | 4.54 | 6.14           | 6.94           | 8.53           | 10.1           | 11.7           | 14.9           | 17.3            |
| 25.0  | 1.11   | 2.15  | 3.14  | 4.09  | 5.94 | 7.75           | 8.64           | 10.4           | 12.2           | 13.9           | 17.4           | 20.0            |
| 10.0  | 1.84   | 3.11  | 4.26  | 5.35  | 7.42 | 9.42           | 10.4           | 12.3           | 14.2           | 16.1           | 19.8           | 22.5            |
| 5.0   | 2.40   | 3.80  | 5.04  | 6.20  | 8.41 | 10.5           | 11.5           | 13.6           | 15.6           | 17.5           | 21.4           | 24.2            |
| 1.0   | 3.68   | 5.31  | 6.73  | 8.04  | 10.5 | 12.8           | 18.3           | 16.1           | 18.3           | 20.4           | 24.5           | 27.5            |
|   | 0.15   | 0.65  | 1.0   | 1.5   | 2.5  | <del>3.5</del> | 4.0            | <del>5.0</del> | 6.5            | <del>8.0</del> | 10             | <del>12.0</del> |
| Niveles de calidad aceptables (inspección rigurosa)             |  |       |       |       |      |                |                |                |                |                |                |                 |

Nota: En el cálculo del porcentaje de defectuosas se ha empleado la distribución Binomial; en el número de defectos por cien unidades la de Poisson.

# APÉNDICE “E”



**TABLA E.2. PLANES DE MUESTREO PARA EL TAMAÑO DE LA MUESTRA CORRESPONDIENTE A LA LETRA CLAVE D.**

| Tipo de plan de muestreo                             | Tamaño de la muestra | Niveles de calidad aceptable ( inspección normal ) |       |             |             |             |       |       |       |       |       |       |       |       |       |              |       |       |       |       |              |   |  |
|--|----------------------|--|-------|-------------|-------------|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------|-------|-------|-------|-------|--------------|---|--|
|  |                      | menor de 1.5                                       | 1.5   | 2.5         | 4.0         | 6.5         | 10    | 15    | 25    | 40    | 65    | 100   | 150   | 250   | 400   | mayor de 400 |       |       |       |       |              |   |  |
|  |                      | Ac Re  | Ac Re | Ac Re       | Ac Re       | Ac Re       | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re        | Ac Re |       |       |       |              |   |  |
| sencillo   | 8                    | ▽  | 0 1   | Use letra C | Use letra F | Use letra E | 1 2   | 2 3   | 3 4   | 5 6   | 7 8   | 8 9   | 10 11 | 12 13 | 14 15 | 18 19        | 21 22 | 27 28 | 30 31 | 41 42 | 44 45        | △ |  |
|  | 5                    | ▽  | ★     |             |             |             | 0 2   | 0 3   | 1 4   | 2 5   | 3 7   | 3 7   | 5 9   | 6 0   | 7 11  | 9 14         | 11 16 | 15 20 | 17 22 | 23 29 | 25 31        | △ |  |
| doble  | 10                   |  |       |             |             |             | 1 2   | 3 4   | 4 5   | 6 7   | 8 9   | 11 12 | 12 13 | 15 16 | 18 19 | 23 24        | 26 27 | 34 35 | 37 38 | 52 53 | 56 57        |   |  |
|  | 2                    | ▽  | ★     |             |             |             | # 2   | # 2   | # 3   | # 4   | 0 4   | 0 4   | 0 5   | 0 6   | 1 7   | 1 8          | 2 9   | 3 10  | 4 12  | 6 15  | 6 16         | △ |  |
|  | 4                    |  |       |             |             |             | # 2   | 0 3   | 0 3   | 1 5   | 1 6   | 2 7   | 3 8   | 3 9   | 4 10  | 6 12         | 7 14  | 10 17 | 11 19 | 16 25 | 17 27        |   |  |
|  | 6                    |  |       |             |             |             | 0 2   | 0 3   | 1 4   | 2 6   | 3 8   | 4 9   | 6 10  | 7 12  | 8 13  | 11 17        | 13 19 | 17 24 | 19 27 | 26 36 | 29 39        |   |  |
|  | 8                    |  |       |             |             |             | 0 3   | 1 4   | 2 5   | 3 7   | 5 10  | 6 11  | 8 13  | 10 15 | 12 17 | 16 22        | 19 25 | 24 31 | 27 34 | 37 46 | 40 49        |   |  |
|  | 10                   |  |       |             |             |             | 1 3   | 2 4   | 3 6   | 5 8   | 7 11  | 9 12  | 11 15 | 14 17 | 17 20 | 22 25        | 25 29 | 32 37 | 36 40 | 49 55 | 53 58        |   |  |
|  | 12                   |  |       |             |             |             | 1 3   | 3 5   | 4 6   | 7 9   | 10 12 | 12 14 | 14 17 | 18 20 | 21 23 | 27 29        | 31 33 | 40 43 | 45 47 | 61 64 | 65 68        |   |  |
| 14   |                      |  |       |             |             | 2 3         | 4 5   | 6 7   | 9 10  | 13 14 | 14 15 | 18 19 | 21 22 | 25 26 | 32 33 | 37 38        | 48 49 | 53 54 | 72 73 | 77 78 |              |   |  |
|  | menor de 2.5         | 2.5  |       | 4.0         | 6.5         | 10          | 15    | 25    | 40    |       | 65    |       | 100   |       | 150   |              | 250   |       | 400   |       | mayor de 400 |   |  |
| Niveles de calidad aceptable ( inspección rigurosa ) |                      |  |       |             |             |             |       |       |       |       |       |       |       |       |       |              |       |       |       |       |              |   |  |

- △ = Utilícese el precedente tamaño de muestra correspondiente a otra letra clave para la cual esten disponibles números de aceptación y rechazo.
- ▽ = Utilícese el siguiente tamaño de muestra correspondiente a otra letra clave para la cual esten disponibles números de aceptación y rechazo.
- Ac = Número de aceptación
- Re = Número de rechazo
- ★ = Utilícese el plan de muestreo sencillo precedente, o bien utilícese la letra G.
- # = No se permite la aceptación para ese tamaño de muestra.

**TABLA E.3. PLANES DE MUESTREO PARA EL TAMAÑO DE LA MUESTRA CORRESPONDIENTE A LA LETRA CLAVE E.**

| Tipo de plan de muestreo                             | Tamaño de la muestra | Niveles de calidad aceptable ( inspección normal ) |       |             |             |             |       |       |       |       |       |       |       |       |       |              |       |       |       |       |              |   |  |  |  |
|--|----------------------|--|-------|-------------|-------------|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------|-------|-------|-------|-------|--------------|---|--|--|--|
|  |                      | menor de 1.0                                       | 1     | 1.5         | 2.5         | 4.0         | 6.5   | 10    | 15    | 25    | 40    | 65    | 100   | 150   | 250   | mayor de 250 |       |       |       |       |              |   |  |  |  |
|  |                      | Ac Re  | Ac Re | Ac Re       | Ac Re       | Ac Re       | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re        | Ac Re |       |       |       |              |   |  |  |  |
| sencillo   | 13                   | ▽  | 0 1   | Use letra D | Use letra G | Use letra F | 1 2   | 2 3   | 3 4   | 5 6   | 7 8   | 8 9   | 10 11 | 12 13 | 14 15 | 18 19        | 21 22 | 27 28 | 30 31 | 41 42 | 44 45        | △ |  |  |  |
|  | 8                    | ▽  | *     |             |             |             | 0 2   | 0 3   | 1 4   | 2 5   | 3 7   | 3 7   | 5 9   | 6 10  | 7 11  | 9 14         | 11 16 | 15 20 | 17 22 | 23 29 | 25 31        | △ |  |  |  |
| doble  | 16                   |  |       |             |             |             | 1 2   | 3 4   | 4 5   | 6 7   | 8 9   | 11 12 | 12 13 | 15 16 | 18 19 | 23 24        | 26 27 | 34 35 | 37 38 | 52 53 | 56 57        |   |  |  |  |
|  | 3                    | ▽  | *     |             |             |             | # 2   | # 2   | # 3   | # 4   | 0 4   | 0 4   | 0 5   | 0 6   | 1 7   | 1 8          | 2 9   | 3 10  | 4 12  | 6 15  | 6 16         | △ |  |  |  |
| múltiple   | 6                    |  |       |             |             |             | # 2   | 0 3   | 0 3   | 1 5   | 1 6   | 2 7   | 3 8   | 3 9   | 4 10  | 6 12         | 7 14  | 10 17 | 11 19 | 16 25 | 17 27        |   |  |  |  |
|  | 9                    |  |       |             |             |             | 0 2   | 0 3   | 1 4   | 2 6   | 3 8   | 4 9   | 6 10  | 7 12  | 8 13  | 11 17        | 13 19 | 17 24 | 19 27 | 26 36 | 29 39        |   |  |  |  |
|  | 12                   |  |       |             |             |             | 0 3   | 1 4   | 2 5   | 3 7   | 5 10  | 6 11  | 8 13  | 10 15 | 12 17 | 16 22        | 19 25 | 24 31 | 27 34 | 37 46 | 40 49        |   |  |  |  |
|  | 15                   |  |       |             |             |             | 1 3   | 2 4   | 3 6   | 5 8   | 7 11  | 9 12  | 11 15 | 14 17 | 17 20 | 22 25        | 25 29 | 32 37 | 36 40 | 49 55 | 53 58        |   |  |  |  |
|  | 18                   |  |       |             |             |             | 1 3   | 3 5   | 4 6   | 7 9   | 10 12 | 12 14 | 14 17 | 18 20 | 21 23 | 27 29        | 31 33 | 40 43 | 45 47 | 61 64 | 65 66        |   |  |  |  |
|  | 21                   |  |       |             |             |             | 2 3   | 4 5   | 6 7   | 9 10  | 13 14 | 14 15 | 18 19 | 21 22 | 25 26 | 32 33        | 37 38 | 48 49 | 53 54 | 72 73 | 77 78        |   |  |  |  |
|  | menor de 1.5         | 1.5  |       | 2.5         | 4           | 6.5         | 10    | 15    | 25    |       | 40    |       | 65    |       | 100   |              | 150   |       | 250   |       | mayor de 250 |   |  |  |  |
| Niveles de calidad aceptable ( inspección rigurosa ) |                      |  |       |             |             |             |       |       |       |       |       |       |       |       |       |              |       |       |       |       |              |   |  |  |  |

- △ = Utilícese el precedente tamaño de muestra correspondiente a otra letra clave para la cual esten disponibles números de aceptación y rechazo.
- ▽ = Utilícese el siguiente tamaño de muestra correspondiente a otra letra clave para la cual esten disponibles números de aceptación y rechazo.
- Ac = Número de aceptación
- Re = Número de rechazo
- \* = Utilícese el plan de muestreo sencillo precedente, o bien utilícese la letra H.
- # = No se permite la aceptación para ese tamaño de muestra.



**TABLA E.4. PLANES DE MUESTREO PARA EL TAMAÑO DE LA MUESTRA CORRESPONDIENTE A LA LETRA CLAVE G.**

| Tipo de plan de muestreo                             | Tamaño de la muestra acumulado | Niveles de calidad aceptable ( inspección normal ) |       |             |             |             |       |       |       |       |       |       |       |             |       |       |       |             |   |
|--|--------------------------------|--|-------|-------------|-------------|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------|-------|-------|-------|-------------|---|
|  |                                | menor de 0.40                                      | 0.40  | 0.65        | 1.0         | 1.5         | 2.5   | 4.0   | 6.5   | 10    | 15    | 25    | 40    | mayor de 40 |       |       |       |             |   |
|  |                                | Ac Re  | Ac Re | Ac Re       | Ac Re       | Ac Re       | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re       | Ac Re |       |       |             |   |
| sencillo   | 32                             | ▽  | 0 1   |             |             |             |       |       |       |       |       |       |       |             |       |       |       |             | △ |
|  | 20                             | ▽  | ★     | Use letra F | Use letra J | Use letra H | 0 2   | 0 3   | 1 4   | 2 5   | 3 7   | 3 7   | 5 9   | 10          | 7 11  | 9 14  | 11 16 |             | △ |
| 40   |                                |  | 1 2   |             |             |             | 3 4   | 4 5   | 6 7   | 8 9   | 11 12 | 12 13 | 15 16 | 18 19       | 23 24 | 26 27 |       |             |   |
| múltiple   | 8                              | ▽  | ★     |             |             |             | # 2   | # 2   | # 3   | # 4   | 0 4   | 0 4   | 0 5   | 0 6         | 1 7   | 1 8   | 2 9   |             | △ |
|  | 16                             |  |       |             |             |             | # 2   | 0 3   | 0 3   | 1 5   | 1 6   | 2 7   | 3 8   | 3 9         | 4 10  | 6 12  | 7 14  |             |   |
|  | 24                             |  |       |             |             |             | 0 2   | 0 3   | 1 4   | 2 6   | 3 8   | 4 9   | 6 10  | 7 12        | 8 13  | 11 17 | 13 19 |             |   |
|  | 32                             |  |       |             |             |             | 0 3   | 1 4   | 2 5   | 3 7   | 5 10  | 6 11  | 8 13  | 10 15       | 12 17 | 16 22 | 19 25 |             |   |
|  | 40                             |  |       |             |             |             | 1 3   | 2 4   | 3 6   | 5 8   | 7 11  | 9 12  | 11 15 | 14 17       | 17 20 | 22 25 | 25 29 |             |   |
|  | 48                             |  |       |             |             |             | 1 3   | 3 5   | 4 6   | 7 9   | 10 12 | 12 14 | 14 17 | 18 20       | 21 23 | 27 29 | 31 33 |             |   |
|  | 56                             |  |       |             |             |             | 2 3   | 4 5   | 6 7   | 9 10  | 13 14 | 14 15 | 18 19 | 21 22       | 25 26 | 32 33 | 37 38 |             |   |
|  |                                | menor de 0.65                                      | 0.65  |             | 1.0         | 1.5         | 2.5   | 4.0   | 6.5   | 10    |       | 15    |       | 25          |       | 40    |       | mayor de 40 |   |
| Niveles de calidad aceptable ( inspección rigurosa ) |                                |  |       |             |             |             |       |       |       |       |       |       |       |             |       |       |       |             |   |

- △ = Utilícese el precedente tamaño de muestra correspondiente a otra letra clave para la cual estan disponibles números de aceptación y rechazo.
- ▽ = Utilícese el siguiente tamaño de muestra correspondiente a otra letra clave para la cual estan disponibles números de aceptación y rechazo.
- Ac = Número de aceptación
- Re = Número de rechazo
- ★ = Utilícese el plan de muestreo sencillo precedente, o bien utilícese la letra K.
- # = No se permite la aceptación para ese tamaño de muestra.

**TABLA E.5. PLANES DE MUESTREO PARA EL TAMAÑO DE LA MUESTRA CORRESPONDIENTE A LA LETRA CLAVE J.**

| Tipo de plan de muestreo                             | Tamaño de la muestra acumulado | Niveles de calidad aceptable ( inspección normal ) |       |                   |                   |                   |       |       |       |       |       |       |             |             |       |       |       |       |   |
|--|--------------------------------|--|-------|-------------------|-------------------|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------|-------------|-------|-------|-------|-------|---|
|  |                                | menor de 0.15                                      | 0.15  | 0.25              | 0.4               | 0.65              | 1.0   | 1.5   | 2.5   | 4.0   | 6.5   | 10    | 15          | mayor de 15 |       |       |       |       |   |
|  |                                | Ac Re  | Ac Re | Ac Re             | Ac Re             | Ac Re             | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re       | Ac Re       | Ac Re |       |       |       |   |
| sencillo   | 80                             | ▽  | 0 1   | Use<br>letra<br>H | Use<br>letra<br>L | Use<br>letra<br>K | 1 2   | 2 3   | 3 4   | 5 6   | 7 8   | 8 9   | 10 11       | 12 13       | 14 15 | 18 19 | 21 22 | △     |   |
|  | doble                          | 50   | ▽     |                   |                   |                   | ★     | 0 2   | 0 3   | 1 4   | 2 5   | 3 7   | 3 7         | 5 9         | 6 10  | 7 11  | 9 14  | 11 16 | △ |
| 100  |                                |  |       |                   |                   |                   | 1 2   | 3 4   | 4 5   | 6 7   | 8 9   | 11 12 | 12 13       | 15 16       | 18 19 | 23 24 | 26 27 |       |   |
| múltiple   | 20                             | ▽  | ★     | # 2               | # 2               | # 3               | # 4   | 0 4   | 0 4   | 0 5   | 0 6   | 1 7   | 1 8         | 2 9         | △     |       |       |       |   |
|  | 40                             |  |       | # 2               | 0 3               | 0 3               | 1 5   | 1 6   | 2 7   | 3 8   | 3 9   | 4 10  | 6 12        | 7 14        |       |       |       |       |   |
|  | 60                             |  |       | 0 2               | 0 3               | 1 4               | 2 6   | 3 8   | 4 9   | 6 10  | 7 12  | 8 13  | 11 17       | 13 19       |       |       |       |       |   |
|  | 80                             |  |       | 0 3               | 1 4               | 2 5               | 3 7   | 5 10  | 6 11  | 8 13  | 10 15 | 12 17 | 16 22       | 19 25       |       |       |       |       |   |
|  | 100                            |  |       | 1 3               | 2 4               | 3 6               | 5 8   | 7 11  | 9 12  | 11 15 | 14 17 | 17 20 | 22 25       | 25 29       |       |       |       |       |   |
|  | 120                            |  |       | 1 3               | 3 5               | 4 6               | 7 9   | 10 12 | 12 14 | 14 17 | 18 20 | 21 23 | 27 29       | 31 33       |       |       |       |       |   |
|  | 140                            |  |       | 2 3               | 4 5               | 6 7               | 9 10  | 13 14 | 14 15 | 18 19 | 21 22 | 25 26 | 32 33       | 37 38       |       |       |       |       |   |
|  |                                | menor de 0.25                                      | 0.25  | 0.40              | 0.65              | 1.0               | 1.5   | 2.5   | 4.0   | 6.5   | 10    | 15    | mayor de 15 |             |       |       |       |       |   |
| Niveles de calidad aceptable ( inspección rigurosa ) |                                |  |       |                   |                   |                   |       |       |       |       |       |       |             |             |       |       |       |       |   |

- △ = Utilícese el precedente tamaño de muestra correspondiente a otra letra clave para la cual estan disponibles números de aceptación y rechazo.
- ▽ = Utilícese el siguiente tamaño de muestra correspondiente a otra letra clave para la cual estan disponibles números de aceptación y rechazo.
- Ac = Número de aceptación
- Re = Número de rechazo
- ★ = Utilícese el plan de muestreo sencillo precedente, o bien utilícese la letra M.
- # = No se permite la aceptación para ese tamaño de muestra.

**TABLA E.6. PLANES DE MUESTREO PARA EL TAMAÑO DE LA MUESTRA CORRESPONDIENTE A LA LETRA CLAVE K.**

| Tipo de plan de muestreo                             | Tamaño de la muestra acumulado | Niveles de calidad aceptable ( inspección normal ) |       |                                     |                                     |                   |                   |       |       |       |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |             |       |   |
|--|--------------------------------|--|-------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------|-------------------|-------|-------|-------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------|-------|---|
|  |                                | menor de 0.10                                      | 0.10  | 0.15                                | <input checked="" type="checkbox"/> | 0.25              | 0.40              | 0.65  | 1.0   | 1.5   | 2.5                                 | <input checked="" type="checkbox"/> | 4.0                                 | <input checked="" type="checkbox"/> | 6.5                                 | <input checked="" type="checkbox"/> | 10                                  | mayor de 10 |       |   |
|  |                                | Ac Re  | Ac Re | Ac Re                               | Ac Re                               | Ac Re             | Ac Re             | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re                               | Ac Re                               | Ac Re                               | Ac Re                               | Ac Re                               | Ac Re                               | Ac Re                               | Ac Re       |       |   |
| sencillo   | 125                            | ▽  | 0 1   | Use<br>letra<br>J                   | <input checked="" type="checkbox"/> | Use<br>letra<br>M | Use<br>letra<br>L | 1 2   | 2 3   | 3 4   | 5 6                                 | 7 8                                 | <input checked="" type="checkbox"/> | 8 9                                 | 10 11                               | 12 13                               | 14 15                               | 18 19       | 21 22 | △ |
|  | doble                          | 80   | ▽     |                                     |                                     |                   |                   | ★     | 0 2   | 0 3   | 1 4                                 | 2 5                                 | 3 7                                 | 3 7                                 | 5 9                                 | 6 10                                | 7 11                                | 9 14        | 11 16 | △ |
| 160  |                                |  |       |                                     |                                     |                   |                   | 1 2   | 3 4   | 4 5   | 6 7                                 | 8 9                                 | 11 12                               | 12 13                               | 15 16                               | 18 19                               | 23 24                               | 26 27       |       |   |
| múltiple   | 32                             | ▽  | ★     |                                     |                                     |                   | # 2               | # 2   | # 3   | # 4   | 0 4                                 | 0 4                                 | 0 5                                 | 0 6                                 | 1 7                                 | 1 8                                 | 2 9                                 | △           |       |   |
|  | 64                             |  |       |                                     |                                     |                   | # 2               | 0 3   | 0 3   | 1 5   | 1 6                                 | 2 7                                 | 3 8                                 | 3 9                                 | 4 10                                | 6 12                                | 7 14                                |             |       |   |
|  | 96                             |  |       |                                     |                                     |                   | 0 2               | 0 3   | 1 4   | 2 6   | 3 8                                 | 4 9                                 | 6 10                                | 7 12                                | 8 13                                | 11 17                               | 13 19                               |             |       |   |
|  | 128                            |  |       |                                     |                                     |                   | 0 3               | 1 4   | 2 5   | 3 7   | 5 10                                | 6 11                                | 8 13                                | 10 15                               | 12 17                               | 16 22                               | 19 25                               |             |       |   |
|  | 160                            |  |       |                                     |                                     |                   | 1 3               | 2 4   | 3 6   | 5 8   | 7 11                                | 9 12                                | 11 15                               | 14 17                               | 17 20                               | 22 25                               | 25 29                               |             |       |   |
|  | 192                            |  |       |                                     |                                     |                   | 1 3               | 3 5   | 4 6   | 7 9   | 10 12                               | 12 14                               | 14 17                               | 18 20                               | 21 23                               | 27 29                               | 31 33                               |             |       |   |
| 224  |                                |  |       |                                     |                                     | 2 3               | 4 5               | 6 7   | 9 10  | 13 14 | 14 15                               | 18 19                               | 21 22                               | 25 26                               | 32 33                               | 37 38                               |                                     |             |       |   |
|  |                                | menor de 0.15                                      | 0.15  | <input checked="" type="checkbox"/> | 0.25                                | 0.4               | 0.7               | 1.0   | 1.5   | 2.5   | <input checked="" type="checkbox"/> | 4.0                                 | <input checked="" type="checkbox"/> | 6.5                                 | <input checked="" type="checkbox"/> | 10                                  | <input checked="" type="checkbox"/> | mayor de 10 |       |   |
| Niveles de calidad aceptable ( inspección rigurosa ) |                                |  |       |                                     |                                     |                   |                   |       |       |       |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |             |       |   |

- △ = Utilícese el precedente tamaño de muestra correspondiente a otra letra clave para la cual estan disponibles números de aceptación y rechazo.
- ▽ = Utilícese el siguiente tamaño de muestra correspondiente a otra letra clave para la cual estan disponibles números de aceptación y rechazo.
- Ac = Número de aceptación
- Re = Número de rechazo
- ★ = Utilícese el plan de muestreo sencillo precedente, o bien utilícese la letra N.
- # = No se permite la aceptación para ese tamaño de muestra.

# APÉNDICE “F”

**TABLA F.1. NÚMEROS LÍMITES PARA INSPECCIÓN REDUCIDA**

| Número de muestras en los 10 últimos lotes | Niveles de calidad aceptable |       |       |       |       |      |      |      |      |      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |
|--|------------------------------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
|  | 0.010                        | 0.015 | 0.025 | 0.040 | 0.065 | 0.10 | 0.15 | 0.25 | 0.40 | 0.65 | 1.0 | 1.5 | 2.5 | 4.0 | 6.5 | 10  | 15  | 25  | 40  | 65  | 100 | 150 | 250 | 400 | 650 | 1000 |
| 20-29                                      | •                            | •     | •     | •     | •     | •    | •    | •    | •    | •    | •   | •   | •   | •   | •   | 0   | 0   | 2   | 4   | 8   | 14  | 22  | 40  | 68  | 115 | 181  |
| 30-49                                      | •                            | •     | •     | •     | •     | •    | •    | •    | •    | •    | •   | •   | •   | •   | 0   | 0   | 1   | 3   | 7   | 13  | 22  | 36  | 63  | 105 | 178 | 277  |
| 50-79                                      | •                            | •     | •     | •     | •     | •    | •    | •    | •    | •    | •   | •   | •   | 0   | 0   | 2   | 3   | 7   | 14  | 25  | 40  | 63  | 110 | 181 | 301 |      |
| 80-129                                     | •                            | •     | •     | •     | •     | •    | •    | •    | •    | •    | •   | •   | 0   | 0   | 2   | 4   | 7   | 14  | 24  | 42  | 68  | 105 | 181 | 297 |     |      |
| 130-199                                    | •                            | •     | •     | •     | •     | •    | •    | •    | •    | •    | •   | 0   | 0   | 2   | 4   | 7   | 13  | 25  | 42  | 72  | 115 | 177 | 301 | 490 |     |      |
| 200-319                                    | •                            | •     | •     | •     | •     | •    | •    | •    | •    | •    | 0   | 0   | 2   | 4   | 8   | 14  | 22  | 40  | 68  | 115 | 181 | 277 | 471 |     |     |      |
| 320-499                                    | •                            | •     | •     | •     | •     | •    | •    | •    | •    | 0    | 0   | 1   | 4   | 8   | 14  | 24  | 39  | 68  | 113 | 189 |     |     |     |     |     |      |
| 500-799                                    | •                            | •     | •     | •     | •     | •    | •    | •    | 0    | 0    | 2   | 3   | 7   | 14  | 25  | 40  | 63  | 110 | 181 |     |     |     |     |     |     |      |
| 800-1249                                   | •                            | •     | •     | •     | •     | •    | •    | 0    | 0    | 2    | 4   | 7   | 14  | 24  | 42  | 68  | 105 | 181 |     |     |     |     |     |     |     |      |
| 1250-1999                                  | •                            | •     | •     | •     | •     | •    | 0    | 0    | 2    | 4    | 7   | 13  | 24  | 40  | 69  | 110 | 169 |     |     |     |     |     |     |     |     |      |
| 2000-3149                                  | •                            | •     | •     | •     | •     | 0    | 0    | 2    | 4    | 8    | 14  | 22  | 640 | 68  | 115 | 181 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |
| 3150-4999                                  | •                            | •     | •     | •     | 0     | 0    | 1    | 4    | 8    | 14   | 24  | 38  | 67  | 111 | 186 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |
| 5000-7999                                  | •                            | •     | •     | 0     | 0     | 2    | 3    | 7    | 14   | 25   | 40  | 63  | 110 | 181 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |
| 8000-12499                                 | •                            | •     | 0     | 0     | 2     | 4    | 7    | 14   | 24   | 42   | 68  | 105 | 181 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |
| 12500-19999                                | •                            | 0     | 0     | 2     | 4     | 7    | 13   | 24   | 40   | 69   | 110 | 169 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |
| 20000-31499                                | 0                            | 0     | 2     | 4     | 8     | 14   | 22   | 40   | 68   | 115  | 181 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |
| 31500-49999                                | 0                            | 1     | 4     | 8     | 14    | 24   | 38   | 67   | 111  | 186  |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |
| 50000 ó más                                | 2                            | 3     | 7     | 14    | 25    | 40   | 63   | 110  | 181  | 301  |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |

NÚMEROS LÍMITE

• Significa que el número de muestras correspondientes a los últimos 10 lotes o partidas no es suficiente para utilizar la inspección reducida para este NCA. En este caso se pueden usar más de 10 lotes o partidas para efectuar el cálculo, siempre y cuando los lotes o partidas considerados sean los más recientes, y que todos ellos hayan estado sometidos a inspección normal y además ninguno haya sido rechazado en la inspección original.

# APÉNDICE “G”

**TABLA G.1- EJEMPLO DE NÚMEROS ALEATORIOS PARA MUESTREO**

| 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9      | 10     | 11     |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 16 408 | 81 899 | 04 153 | 53 381 | 79 401 | 21 438 | 83 035 | 92 350 | 36 693 | 31 238 | 59 649 |
| 18 629 | 81 953 | 05 520 | 91 962 | 04 739 | 13 092 | 37 662 | 24 822 | 94 730 | 06 496 | 35 090 |
| 73 115 | 35 101 | 47 498 | 87 637 | 99 016 | 71 060 | 88 824 | 71 013 | 38 725 | 20 286 | 23 153 |
| 57 491 | 16 703 | 23 167 | 49 323 | 45 323 | 33 132 | 12 544 | 41 035 | 80 780 | 45 393 | 44 812 |
| 30 405 | 83 946 | 23 792 | 14 442 | 15 059 | 45 799 | 22 716 | 19 792 | 09 983 | 74 353 | 68 668 |
| 16 631 | 35 006 | 85 900 | 98 275 | 32 388 | 52 390 | 16 815 | 69 298 | 82 732 | 38 480 | 73 817 |
| 96 773 | 20 206 | 42 559 | 78 985 | 05 300 | 22 164 | 24 369 | 54 224 | 35 083 | 19 687 | 11 052 |
| 38 935 | 64 202 | 14 349 | 82 674 | 66 523 | 44 133 | 00 697 | 35 552 | 35 083 | 19 124 | 63 318 |
| 31 624 | 76 384 | 17 403 | 53 363 | 44 167 | 64 486 | 64 758 | 75 366 | 76 554 | 31 601 | 12 614 |
| 78 919 | 19 474 | 23 632 | 27 889 | 47 914 | 02 584 | 37 680 | 20 801 | 72 152 | 39 339 | 34 805 |
| 03 931 | 33 309 | 57 047 | 74 211 | 63 445 | 17 361 | 62 825 | 39 908 | 05 607 | 91 284 | 68 833 |
| 74 428 | 33 278 | 43 972 | 10 119 | 89 917 | 15 665 | 53 872 | 73 823 | 73 144 | 88 662 | 88 970 |
| 09 066 | 00 903 | 20 795 | 95 452 | 92 648 | 45 454 | 09 552 | 88 815 | 16 553 | 51 125 | 79 375 |
| 42 238 | 12 426 | 87 025 | 14 267 | 20 979 | 04 508 | 64 535 | 31 355 | 86 064 | 29 472 | 47 689 |
| 16 153 | 08 002 | 26 504 | 41 744 | 81 959 | 65 642 | 74 240 | 56 302 | 00 033 | 67 107 | 77 510 |
| 21 454 | 40 742 | 29 820 | 96 783 | 29 400 | 21 840 | 15 035 | 34 537 | 33 310 | 06 116 | 95 240 |
| 21 581 | 57 802 | 02 050 | 89 728 | 17 937 | 37 621 | 47 075 | 42 080 | 97 403 | 48 826 | 68 995 |
| 55 612 | 78 095 | 83 197 | 33 723 | 05 810 | 24 813 | 86 902 | 60 397 | 16 489 | 03 264 | 88 525 |
| 44 657 | 66 999 | 99 324 | 51 281 | 84 463 | 60 563 | 79 312 | 93 454 | 68 876 | 25 471 | 93 911 |
| 91 340 | 84 979 | 46 949 | 81 973 | 37 949 | 61 023 | 43 997 | 15 263 | 80 644 | 43 942 | 89 203 |
| 91 227 | 21 299 | 31 935 | 27 022 | 84 067 | 05 462 | 35 216 | 14 488 | 29 891 | 68 807 | 41 887 |
| 50 001 | 38 140 | 66 321 | 19 924 | 72 163 | 09 538 | 12 151 | 06 878 | 91 903 | 18 749 | 34 405 |
| 65 390 | 05 224 | 72 958 | 28 609 | 81 406 | 39 147 | 25 549 | 48 542 | 42 027 | 45 233 | 57 202 |
| 27 504 | 96 131 | 83 944 | 41 575 | 10 573 | 08 819 | 64 482 | 73 923 | 36 152 | 05 184 | 94 143 |
| 37 169 | 94 851 | 39 117 | 89 632 | 00 959 | 16 487 | 65 536 | 49 071 | 39 782 | 17 095 | 02 330 |
| 11 508 | 70 225 | 51 111 | 38 351 | 19 444 | 66 499 | 71 945 | 05 422 | 13 442 | 78 875 | 84 081 |
| 37 449 | 30 362 | 06 694 | 54 690 | 04 052 | 53 115 | 62 757 | 95 348 | 78 662 | 11 163 | 81 651 |
| 46 515 | 70 331 | 85 922 | 36 329 | 57 015 | 15 765 | 97 161 | 17 889 | 45 349 | 61 796 | 66 345 |
| 30 986 | 81 223 | 42 416 | 58 353 | 21 532 | 30 502 | 32 305 | 86 482 | 05 174 | 07 901 | 54 339 |
| 63 798 | 64 995 | 46 583 | 09 785 | 44 160 | 78 126 | 83 991 | 42 865 | 92 520 | 83 831 | 80 377 |
| 32 486 | 84 846 | 99 254 | 67 632 | 43 218 | 50 076 | 21 361 | 64 816 | 51 202 | 88 124 | 41 870 |
| 21 885 | 32 906 | 92 431 | 09 060 | 64 297 | 51 674 | 64 126 | 62 570 | 26 123 | 06 155 | 59 194 |
| 60 336 | 98 782 | 07 408 | 53 458 | 13 564 | 59 089 | 26 445 | 29 789 | 85 205 | 41 001 | 12 535 |
| 43 937 | 46 891 | 24 010 | 25 560 | 86 355 | 33 941 | 25 788 | 54 990 | 71 899 | 15 475 | 95 434 |
| 97 656 | 63 175 | 89 303 | 16 275 | 07 100 | 92 083 | 21 942 | 18 611 | 47 348 | 20 203 | 18 534 |
| 03 299 | 01 221 | 05 418 | 36 982 | 55 756 | 92 267 | 26 759 | 86 367 | 21 216 | 98 442 | 08 343 |
| 79 626 | 06 486 | 03 574 | 17 668 | 07 785 | 76 020 | 79 942 | 25 651 | 83 325 | 88 428 | 86 076 |
| 85 636 | 68 335 | 47 539 | 03 129 | 65 651 | 11 977 | 02 510 | 26 118 | 99 447 | 68 645 | 34 327 |
| 13 039 | 14 367 | 61 337 | 06 177 | 12 143 | 46 609 | 32 989 | 74 014 | 64 768 | 00 533 | 35 393 |
| 06 362 | 15 656 | 60 627 | 36 478 | 65 648 | 16 764 | 53 412 | 09 013 | 07 832 | 41 574 | 17 639 |
| 79 556 | 29 060 | 04 142 | 16 268 | 15 387 | 12 856 | 66 227 | 38 358 | 22 478 | 73 373 | 88 732 |
| 92 608 | 82 674 | 27 072 | 32 534 | 17 075 | 27 698 | 98 204 | 63 883 | 11 951 | 34 643 | 34442  |
| 23 968 | 25 835 | 40 055 | 67 006 | 12 293 | 02 735 | 14 827 | 23 235 | 35 071 | 00 704 | 37353  |
| 09 915 | 96 306 | 05 908 | 97 901 | 28 395 | 14 166 | 00 821 | 80 703 | 70 426 | 75 647 | 76315  |
| 59 037 | 33 300 | 26 695 | 62 247 | 69 927 | 76 123 | 50 842 | 43 843 | 86 654 | 70 959 | 79725  |
| 42 488 | 78 077 | 69 882 | 61 657 | 34 136 | 79 180 | 97 526 | 43 092 | 04 098 | 73 571 | 50 799 |
| 45 764 | 86 273 | 83 003 | 93 017 | 31 204 | 36 692 | 40 202 | 35 275 | 57 275 | 55 543 | 53 285 |
| 03 237 | 45 430 | 55 417 | 63 282 | 90 816 | 17 349 | 88 296 | 90 183 | 36 600 | 78 406 | 06 215 |
| 36 591 | 81 482 | 52 647 | 14 972 | 90 053 | 89 534 | 76 036 | 49 199 | 43 716 | 97 546 | 61 582 |
| 32 534 | 07 715 | 94 964 | 67 288 | 65 680 | 43 772 | 39 560 | 12 918 | 86 573 | 62 738 | 19 636 |

## APÉNDICE “H”

**“GUÍAS RÁPIDAS DE PROCEDIMIENTOS DE INSPECCIÓN POR  
MUESTREO PARA LOTES AISLADOS, EN LAS ZONAS DE  
INTERÉS”**



---

---

## PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN POR MUESTREO EN LA ZONA DE RECEPCIÓN DE PRODUCTOS PARA UN LOTE AISLADO

► **Si el lote es un auto-tanque de 50 t de barita.**

1. Se especifica lo siguiente:

- Se aplica muestreo sencillo
- Se aplica inspección normal.
- El tamaño del lote es de 50 t de barita
- La calidad límite se expresa en porcentaje de defectuosas para una probabilidad de aceptación de un lote del 10% ( $P_a = 10\%$ ).
- Se especifica un  $NCA = 10$  y un  $NIG = I$ .

2. En la tabla A.1 del apéndice A, seleccionar el rango de valores de 26 a 50 y obtener con el  $NIG = I$ , la letra clave C.

3. De la tabla C.1 del apéndice C, se elige la letra clave C a la cual corresponde un tamaño de muestra de 5.

4. En la tabla E.1 del apéndice E, seleccionar muestreo sencillo y tamaño de la muestra de 5. En la intersección con el valor de  $NCA = 10$  para inspección normal se obtienen los valores de  $A_c = 1$  y  $Re = 2$ .

5. Con estos datos, se obtiene el siguiente plan de muestreo par un lote de 50 t de barita:

|                      |   |
|----------------------|---|
| Tamaño de muestra    | 5 |
| Número de aceptación | 1 |
| Número de rechazo    | 2 |

6. Colocar las rejillas de muestreo (figura 7.1) en cada uno de los domos de la tolva (figura 7.2). Se identifican los puntos de muestreo que corresponden a los números (37, 23, 42, 11 y 19) obtenidos de la tabla G.1 del apéndice G.

7. Seleccionar el primer punto de muestreo que corresponde al número 37, por el cual se introduce la sonda a la tolva con un ángulo de inclinación de  $45^\circ$ , para obtener los primeros 11 especímenes de 1 Kg cada uno. Se repite de nuevo el proceso y se

obtienen 22 especímenes, se repite de nuevo el proceso para obtener un total de 32 especímenes.

8. Se mezclan perfectamente los 32 especímenes para obtener una mezcla homogénea y posteriormente se reduce en un cuarteador (figura 7.5) y se divide en tres porciones. Una para el análisis, otra para el proveedor y otra para el usuario.

9. Este procedimiento se repite para el resto de los puntos de muestreo, respetando el ángulo de inclinación de la sonda al ser introducida en la tolva o auto-tanque, 45° para los puntos (23, 42 y 19) y 60° para el punto (11) figura 7.6.

10. Las porciones obtenidas para cada punto de muestreo tendrán que cumplir con las especificaciones de la Norma NMX-L-159-SCFI-2003, (tabla 4.2 pág.4-23), con relación al análisis de la humedad, la densidad, la granulometría, de los metales alcalinotérreos y alcalinidad total. Y bastará que una de las porciones cumpla con las especificaciones para que el lote de 50 t de barita se acepte. En caso de no cumplir con las especificaciones 2 porciones, el lote se rechaza de acuerdo al plan de muestreo.

► **Si el lote es un camión con 1000 sacos de barita.**

1. Se especifica lo siguiente:

- Se aplica muestreo sencillo.
- Se aplica inspección normal.
- El tamaño del lote es de 1000 sacos de 50 kg cada uno de barita.
- La calidad límite se expresa en porcentaje de defectuosas para una probabilidad de aceptación de un lote del 10% ( $P_a = 10\%$ ).
- Se especifica un  $NCA = 10$  y un  $NIG = I$ .
- Los sacos no vienen numerados.

2. En la tabla A.1 del apéndice A, seleccionar el rango de valores de 501 a 1200 y obtener con el  $NIG = I$ , la letra clave C.

3. De la tabla C.1 del apéndice C, se elige la letra clave G a la cual corresponde un tamaño de muestra de 32.

4. En la tabla E.4 del apéndice E, seleccionar muestreo sencillo y tamaño de la muestra de 32. En la intersección con el valor de  $NCA = 10$  para inspección normal se obtienen los valores de  $Ac = 7$  y  $Re = 8$ .

5. Con estos datos, se obtiene el siguiente plan de muestreo par un lote de 1000 sacos de barita:

|                      |    |
|----------------------|----|
| Tamaño de muestra    | 32 |
| Número de aceptación | 7  |
| Número de rechazo    | 8  |

6. Se encuentran los sacos en el camión, mientras se bajan al almacén, se les va asignando un número empezando por el 1, (figura 7.7). Se identifican los sacos que corresponden a los números (693, 730, 725, 780, 938, 732, 83, 554, 152, 607, 144, 553, 44, 33, 310, 403, 489, 876, 644, 891, 903, 27, 782, 442, 662, 349, 174, 520, 202, 123, 205 y 899) obtenidos de la tabla de números aleatorios G.1 del apéndice G. Se extraen 32 sacos de barita seleccionados de un proceso aleatorio.

7. Se toma el primer saco que le corresponde el 693 y se introduce la sonda (figura 7.9) a la izquierda del saco, obteniendo los 2 primeros especímenes de 1 Kg cada uno, de nuevo se introduce la sonda al centro del saco, obteniendo 4 especímenes, de nuevo se introduce la sonda a la derecha del saco obteniendo finalmente los 5 especímenes figura 7.10.

8. Se mezclan perfectamente los 5 especímenes para obtener una mezcla homogénea y posteriormente se reduce en un cuarteador y se dividen en tres porciones, una para el análisis, otra para el proveedor y otra para el usuario.

9. Este procedimiento se repite para el resto de los 32 sacos de barita.

10. Las porciones obtenidas para cada punto de muestreo tendrán que cumplir con las especificaciones de la Norma NMX-L-159-SCFI-2003, (tabla 4.2 pág. 4-23) con relación al análisis de la humedad, la densidad, la granulometría, de los metales alcalinotérreos y alcalinidad total. Y bastará que 7 de las porciones cumpla con las especificaciones para que el lote de 1000 sacos de barita se acepte. En caso de no cumplir con las especificaciones 8 porciones, el lote se rechaza de acuerdo al plan de muestreo.

## PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN POR MUESTREO EN LA ZONA DE SILOS PARA UN LOTE AISLADO

1. Se especifica lo siguiente:

- Se aplica muestreo sencillo
- Se aplica inspección normal.

- El tamaño del lote es de 50 t de barita
  - La calidad límite se expresa en porcentaje de defectuosas para una probabilidad de aceptación de un lote del 10% ( $P_a = 10\%$ ).
  - Se especifica un  $NCA = 10$  y un  $NIG = I$ .
2. En la tabla A.1 del apéndice A, seleccionar el rango de valores de 26 a 50 y obtener con el  $NIG = I$ , la letra clave C.
3. De la tabla C.1 del apéndice C, se elige la letra clave C a la cual corresponde un tamaño de muestra de 5.
4. En la tabla E.1 del apéndice E, seleccionar muestreo sencillo y tamaño de la muestra de 5. En la intersección con el valor de  $NCA = 10$  para inspección normal se obtienen los valores de  $Ac = 1$  y  $Re = 2$ .
5. Con estos datos, se obtiene el siguiente plan de muestreo par un lote de 50 t de barita:
- |                      |   |
|----------------------|---|
| Tamaño de muestra    | 5 |
| Número de aceptación | 1 |
| Número de rechazo    | 2 |
6. Colocar la rejilla de muestreo (figura 7.11) en el domo del silo (figura 7.12). Se identifican los puntos de muestreo que corresponden a los números (37, 23, 42, 11 y 19) obtenidos de la tabla G.1 del apéndice G.
7. Seleccionar el primer punto de muestreo que corresponde al número 37, por el cual se introduce la sonda al silo con un ángulo de inclinación de  $60^\circ$ , para obtener los primeros 11 especímenes de 1 kg cada uno. Se repite de nuevo el proceso y se obtienen 22 especímenes, se repite de nuevo el proceso para obtener un total de 32 especímenes.
8. Se mezclan perfectamente los 32 especímenes para obtener una mezcla homogénea y posteriormente se reduce en un cuarteador y se divide en tres porciones. Una para el análisis, otra para el proveedor y otra para el usuario.
9. Este procedimiento se repite para el resto de los puntos de muestreo, respetando el ángulo de inclinación de la sonda al ser introducida en el silo,  $45^\circ$  para los puntos (23 y 19) y  $60^\circ$  para los puntos (11 y 42) figura 7.13.

10. Las porciones obtenidas para cada punto de muestreo tendrán que cumplir con las especificaciones de la Norma NMX-L-159-SCFI-2003, (tabla 4.2 pág. 4-23) con relación al análisis de la humedad, la densidad, la granulometría, de los metales alcalinotérreos y alcalinidad total. Y bastará que una de las porciones cumpla con las especificaciones para que el lote representado por un silo de 50 t de barita se acepte. En caso de no cumplir con las especificaciones 2 porciones, el lote se rechaza de acuerdo al plan de muestreo.

## PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN POR MUESTREO EN LA ZONA DE ALMACEN PARA MATERIALES DE LODO PARA UN LOTE AISLADO

1. Se especifica lo siguiente:

- Se aplica muestreo sencillo.
- Se aplica inspección normal.
- El tamaño del lote es de 1000 sacos de 50 kg cada uno de barita.
- La calidad límite se expresa en porcentaje de defectuosas para una probabilidad de aceptación de un lote del 10% ( $P_a = 10\%$ ).
- Se especifica un  $NCA = 10$  y un  $NIG = I$ .
- Los sacos están numerados y forman 20 grupos de 50 sacos.

2. En la tabla A.1 del apéndice A, seleccionar el rango de valores de 501 a 1200 y obtener con el  $NIG = I$ , la letra clave C.

3. De la tabla C.1 del apéndice C, se elige la letra clave G a la cual corresponde un tamaño de muestra de 32.

4. En la tabla E.4 del apéndice E, seleccionar muestreo sencillo y tamaño de la muestra de 32. En la intersección con el valor de  $NCA = 10$  para inspección normal se obtienen los valores de  $Ac = 7$  y  $Re = 8$ .

5. Con estos datos, se obtiene el siguiente plan de muestreo par un lote de 1000 sacos de barita:

|                      |    |
|----------------------|----|
| Tamaño de muestra    | 32 |
| Número de aceptación | 7  |
| Número de rechazo    | 8  |

6. Se encuentran estibados en el almacén como lo muestra la figura 7.14. Se identifican los sacos que corresponden a los números (693, 730, 725, 780, 938, 732, 83, 554, 152, 607, 144, 553, 44, 33, 310, 403, 489, 876, 644, 891, 903, 27, 782, 442, 662, 349, 174, 520, 202, 123, 205 y 899) obtenidos de la tabla de números aleatorios G.1 del apéndice G. Se extraen 32 sacos de barita seleccionados de un proceso aleatorio, del arreglo como se encuentran en el almacén (figura 7.15).
7. Se toma el primer saco que le corresponde el 693 y se introduce la sonda (figura 7.9) a la izquierda del saco, obteniendo los 2 primeros especímenes de 1 Kg cada uno, de nuevo se introduce la sonda al centro del saco, obteniendo 4 especímenes, de nuevo se introduce la sonda a la derecha del saco obteniendo finalmente los 5 especímenes (figura 7.10).
8. Se mezclan perfectamente los 5 especímenes para obtener una mezcla homogénea y posteriormente se reduce en un cuarteador y se dividen en tres porciones, una para el análisis, otra para el proveedor y otra para el usuario.
9. Este procedimiento se repite para el resto de los 32 sacos de barita.
10. Las porciones obtenidas para cada punto de muestreo tendrán que cumplir con las especificaciones de la Norma NMX-L-159-SCFI-2003, (tabla 4.2 pág. 4-23) con relación al análisis de la humedad, la densidad, la granulometría, de los metales alcalinotérreos y alcalinidad total. Y bastará que 7 de las porciones cumpla con las especificaciones para que el lote de 1000 sacos de barita se acepte. En caso de no cumplir con las especificaciones 8 porciones, el lote se rechaza de acuerdo al plan de muestreo.

## **PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN POR MUESTREO EN LA ZONA PRESAS O TANQUES DE LODO PARA UN LOTE AISLADO**

1. Se especifica lo siguiente:
  - Se aplica muestreo sencillo
  - Se aplica inspección normal.
  - El tamaño del lote es de 50 m<sup>3</sup> de fluido de emulsión inversa.
  - La calidad límite se expresa en porcentaje de defectuosas para una probabilidad de aceptación de un lote del 10% (Pa =10%).
  - Se especifica un NCA =10 y un NIG =I.
2. En la tabla A.1 del apéndice A, seleccionar el rango de valores de 26 a 50 y obtener con el NIG =I, la letra clave C.

3. De la tabla C.1 del apéndice C, se elige la letra clave C a la cual corresponde un tamaño de muestra de 5.
4. En la tabla E.1 del apéndice E, seleccionar muestreo sencillo y tamaño de la muestra de 5. En la intersección con el valor de NCA =10 para inspección normal se obtienen los valores de Ac =1 y Re =2.
5. Con estos datos, se obtiene el siguiente plan de muestreo par un lote de 50 m<sup>3</sup> de fluido de emulsión inversa:

|                      |   |
|----------------------|---|
| Tamaño de muestra    | 5 |
| Número de aceptación | 1 |
| Número de rechazo    | 2 |

6. Colocar la rejilla de muestreo (figura 8.1) en la superficie del tanque de lodo como se muestra en la (figura 8.2). Se identifican los puntos de muestreo que corresponden a los números (37, 23, 42, 11 y 19) obtenidos de la tabla G.1 del apéndice G.
7. Seleccionar el primer punto de muestreo que corresponde al número 37, por el cual se introduce la sonda (figura 8.3) al tanque en forma vertical (figura 8.4), para obtener los primeros 11 especímenes de 1 kg cada uno. Se repite de nuevo el proceso y se obtienen 22 especímenes, se repite de nuevo el proceso para obtener un total de 32 especímenes.
8. Se mezclan perfectamente los 32 especímenes para obtener una mezcla homogénea y posteriormente se reduce por cuarteos hasta 6L, para dividirla en tres porciones. Una para el análisis, otra para el proveedor y otra para el usuario.
9. Este procedimiento se repite para el resto de los puntos de muestreo (23, 19, 11 y 42) entrando la sonda verticalmente.
10. Las porciones obtenidas para cada punto de muestreo tendrán que cumplir con las especificaciones de la Norma NMX-L-162-SCFI-1996, (tabla 5.5 pág. 5-28) con relación al filtrado APAT, efecto térmico, resistencia a la contaminación con arcilla, resistencia a la contaminación con salmuera y poder de suspensión. Y bastará que una de las porciones cumpla con las especificaciones para que el lote representado por una presa o tanque de 50 m<sup>3</sup> de fluido de emulsión inversa se acepte. En caso de no cumplir con las especificaciones 2 porciones, el lote se rechaza de acuerdo al plan de muestreo.